



MISKONCEPCIE ŽIAKOV ZÁKLADNÝCH ŠKÔL O ZDRAVÍ A ŽIVOTNOM ŠTÝLE ČLOVEKA IDENTIFIKOVANÉ PROSTREDNÍCTVOM ŠTVORÚROVŇOVÉHO TESTU

Primary School Pupils' Misconceptions
about Human Health and Lifestyle
Identified by a Four-Tier Test

DOMINIK ŠMIDA smida8@uniba.sk, ELENA ČIPKOVÁ elena.cipkova@uniba.sk, MARTIN BELKA belka3@uniba.sk, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta UK v BA, Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky

Abstract

Pupils' misconceptions related to human health and lifestyles can have a significant impact on the quality of a person's life but also on the quality of life of society at large as such misconceptions can be a breeding ground for the emergence of various diseases, addictions and, in extreme situations, can even lead to death. Misconceptions make it difficult for pupils to learn more meaningfully, and therefore, it is necessary to focus on them in the teaching of biology. However, it is quite difficult to remove created misconceptions among pupils, and therefore, it is more effective to try to identify them and then choose teaching strategies or methods that will prevent their emergence. For this reason, we have constructed a four-tier test that enables a deeper examination of pupils' understanding of scientific concepts and more objective identification of possible misconceptions. The analysis of the test results among primary school pupils (in eighth grade) in Slovakia showed, on average, 57.0% of them have acquired the correct scientific concepts in topics related to human health and lifestyles. Subsequently, we identified that, on average, 23.5% of pupils have a lack of knowledge, 10.7% of pupils have false positive/negative misconceptions, and 8.8% of pupils have misconceptions. We recorded the highest frequency of pupils' misconceptions in items focused on the energy composition of food, second-hand smoking, and the transmission of contagious (infectious) diseases. Subsequently, we created a comprehensive list of the identified misconceptions, which can help biology teachers in making these topics accessible.

Klíčové slová

biológia, miskoncepce, štvorúrovňový test, zdravie a životný štýl človeka

Keywords

biology, misconceptions, four-tier test, health and human lifestyles

ÚVOD

Už od ranného detstva človek pozoruje prírodu a svet okolo seba, ktorý ho bezprostredne obklopuje, má na neho značný vplyv a formuje jeho osobnosť. Dieťa sa ho snaží pochopiť a osvojiť si princípy jeho fungovania, pričom na základe nadobudnutých zážitkov a skúseností si vytvára rôzne naivné predstavy (prekoncepty), ktoré si často zvykne emocionálne podfarbiť (Kolláriková & Pupala, 2010; Doulík & Škoda, 2003), a tak sa snaží vysvetliť si chod a fungovanie sveta (Bertrand, 1998). Detská interpretácia sveta však býva často nepresná (Mareš, 2013) a prirodzene sa líši od interpretácie sveta dospelých ľudí (Kolláriková & Pupala, 2010). Prekoncepty nedosahujú potrebnú odbornú či vedeckú

úroveň (Doulík & Škoda, 2003), a preto je nevyhnutné ich konfrontovať so správnymi a aktuálnymi vedeckými konceptami najmä v rámci výchovno-vzdelávacieho procesu. Poznatky z biológie predstavujú komplexný a abstraktný „balík“ pojmov či definícií, ktoré si vyžadujú hlbšie pochopenie princípov fungovania rôznych javov a dejov prebiehajúcich vo svete prírody (Čolláková, Čípková, & Haláková, 2021), čo nie je vždy pre žiakov jednoduché (Coley & Tanner, 2017). Ak si žiaci nesprávne osvoja daný vedecký koncept, môžu u nich následne vzniknúť mylné predstavy (miskoncepce), ktoré sú v rozpore s platnými vedeckými vysvetleniami (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015) a môžu viesť až

k nesprávnym interpretáciám vedeckých faktov či mylným riešeniam vedeckých problémov (Duda & Adprijadi, 2020; Nagy & Vincúrská, 2017).

Miskoncepce v biológii sťažujú nie len zmysluplné učenie sa žiakov (Kumandaş, Ateskan, & Lane, 2019), ale môžu mať aj zásadný vplyv na kvalitu života jednotlivca, najmä pokiaľ sa týkajú tém spojených s ľudským telom a zdravím, ktoré bývajú v spoločnosti často diskutované. Medzi pomerne frekvencované miskoncepce v tejto oblasti patria mylné predstavy súvisiace s očkovaním (Tan & Matthews, 2018), s liekmi a liečivami (Wilcox, Cryer, & Triadafilopoulos, 2005; Swanson & Phillips, 1972), s legálne dostupnými drogami ako je alkohol (BSCS, 2007) a tabakové výrobky (Amrock & Weitzman, 2015) či so zdravou výživou (Ušáková & Šabík, 2018). Mylné predstavy v týchto kategóriách môžu predstavovať značné riziko nielen pre vznik rôznych závislostí či ochorení, ale dokonca môžu byť pre človeka letálne. Odstrániť už osvojené si miskoncepce žiakov je však mimoriadne náročné (Kazembe, 2010), a preto je zmysluplnejšie predchádzať ich vzniku. Na tento účel ich však musíme najskôr u žiakov identifikovať, pretože až následne dokáže učiteľ zvoliť účinné stratégie vhodné na ich nápravu (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015).

Na identifikáciu miskonceptí na väčšom súbore žiakov sa najčastejšie využívajú rôzne typy testov (napr. Prayitno & Hidayati, 2022; Nagy & Vincúrská, 2017; Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015; Treagust, 1986 a pod.). K najviac používaným druhom testov patria testy s otvorenými položkami (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015; Ozuru, Briner, Kurby, & McNamara, 2013), pretože dokážu na základe žiakmi sformulovaných odpovedí dobre zachytiť to, či žiaci porozumeli danej problematike alebo majú vytvorenú určitú mylnú predstavu (Nagy & Vincúrská, 2017; Milenković,

Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Nevýhodou použitia týchto testov je však časová náročnosť pri riešení a vyhodnocovaní jednotlivých položiek (Nagy & Vincúrská, 2017; Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Doulík & Škoda, 2003), nižšia objektivita hodnotenia v porovnaní s testami s uzavretými položkami, nižšia úroveň písomného prejavu pozorovateľná najmä u mladších žiakov (Doulík & Škoda, 2003) a neochota niektorých žiakov rozpisovať obsiahlejšie odpovede v ucelených vetných konštrukciách (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Z toho dôvodu sa začali používať testy s výberom odpovede, pretože sú objektívnejšie (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015), efektívnejšie z časového hľadiska, je možné administrovať väčší počet položiek na väčšom počte respondentov (Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015) a nenevýhodňujú žiakov so slabším písomným prejavom (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Adimayuda et al. (2020) či Cetin-Dindar a Geban (2011) ich odporúčajú využívať najmä na hodinách prírodných vied, pretože je možné prostredníctvom nich jednoduchšie vyhodnotiť úroveň žiackeho porozumenia. Na druhej strane sa pomerne rýchlo začali tieto typy testov spochybňovať vzhľadom na vysokú mieru uhádnutia správnej odpovede (Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Cetin-Dindar & Geban, 2011), pretože ak položka obsahuje štyri možnosti a jedna z nich je správna, pravdepodobnosť uhádnutia správnej odpovede je až 25 % (Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016). Tamir (1990) tiež poukázal na skutočnosť, že žiaci, ktorí v teste s výberom odpovede označili správnu odpoveď, neboli nevyhnutne schopní uviesť aj správne zdôvodnenie svojho výberu. Z toho dôvodu sa začali používať dvojúrovňové testy, v ktorých si žiaci v prvej úrovni vyberú jednu z možností a v druhej úrovni označia zdôvodnenie svojho výberu (Treagust, 1986). Pravdepodobnosť

náhodného označenia správnej odpovede je takto znížená na približne 6 % (Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016), pretože odpovede žiakov sa považovali za správne iba ak označili správnu možnosť v prvej aj v druhej úrovni (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Výsledky získané z dvojúrovňových testov však častokrát nedokážu rozlíšiť, či ide o miskoncepciu alebo len o nedostatok vedomostí či šťastný odhad žiakov (Nagy & Vincúrská, 2017; Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Na odstránenie tohto limitu boli vytvorené trojúrovňové testy, ktoré sú schopné rozlíšiť, či odpovede na prvé dve úrovne sú výsledkom mylnej predstavy žiakov alebo len nedostatkom ich vedomostí (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Výskumník dokáže pomerne jednoducho pretransformovať dvojúrovňový test na trojúrovňový, pretože v tretej úrovni pridá len tzv. úroveň istoty. Zavedenie tejto tretej úrovne poskytuje cenné informácie o tom, s akou sebadôverou si žiaci vyberali svoje odpovede, pričom ak označili nesprávne možnosti a sú si tým istí, môžeme u nich konštatovať prítomnosť mylnej predstavy (Nagy & Vincúrská, 2017; Milenković, Hrin, Segedinac, & Horvat, 2016; Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). V trojúrovňových testoch však ale nemôžeme s istotou zistiť, či si je žiak rovnako istý so svojím výberom možnosti v prvej úrovni a aj so svojím zdôvodnením v druhej úrovni, čo môže viesť k nadhodnoteniu frekvencie výskytu miskoncepcí žiakov (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). Aby sa predišlo tejto skutočnosti, do testu sa pridala ďalšia úroveň istoty a vznikol štvorúrovňový test, ktorý umožňuje preskúmať hlbšie pochopenie žiackych konceptov (Tumanggor, Supahar, Ringo, & Harliadi, 2020). Pri vyhodnocovaní sa teda berie do úvahy nie len to, či žiaci označili správnu možnosť v prvej úrovni a správne zdôvodnenie v tretej úrovni, ale aj to, ako si boli so svojimi odpoveďami istí. Ak žiaci označili správne obe

odpovede a boli si rovnako istí, je vysoko pravdepodobné, že majú osvojený správny vedecký koncept. Ak sú však označené možnosti nesprávne a žiaci stále trvajú na svojich odpovediach, ide o miskoncepciu (Prayitno & Hidayati, 2022; Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015). V zvyšných prípadoch ide o nevedomosť, alebo o falošne pozitívne či negatívne miskoncepcie zapríčinené žiackym tipovaním (Prayitno & Hidayati, 2022).

CIEĽ VÝSKUMU A VÝSKUMNÉ OTÁZKY

Vytvorené miskoncepcie môžu brániť žiakom v ďalšom osvojovaní si nových vedomostí, a preto je potrebné ich identifikovať (Tumanggor, Supahar, Ringo, & Harliadi, 2020). Odstrániť už vytvorené miskoncepcie žiakov je ale pomerne náročné (Kazembe, 2010) a nie vždy musí byť tento proces v praxi úspešný. Z toho dôvodu je spoľahlivejšie u žiakov zistiť aktuálnu úroveň vedomostí o danej téme (Harman, 2014) a identifikovať výskyt prípadných miskoncepcií, čím sa môžeme v budúcnosti pokúsiť predchádzať ich samotnému vzniku. Na základe vyššie uvedeného je preto cieľom nášho výskumu identifikovať miskoncepcie žiakov základných škôl na Slovensku spojené so zdravím a životným štýlom človeka. V rámci výskumu sme si stanovili tri výskumné otázky (VO), a to:

- **VO1:** Akú úroveň vedomostí (osvojených vedeckých konceptov) majú žiaci 8. ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania v témach spojených so zdravím a životným štýlom človeka?
- **VO2:** Aký vplyv má pohlavie žiakov na úroveň vedomostí (osvojených vedeckých konceptov) v témach spojených so zdravím a životným štýlom človeka?

- **VO3:** Akými miskoncepciami disponujú žiaci v témach spojených so zdravím a životným štýlom človeka?

Výskumný nástroj

Na identifikáciu miskoncepcií žiakov základných škôl v oblasti zdravia a životného štýlu človeka sme skonštruovali štvorúrovňový test pozostávajúci z 12 položiek. Jednotlivé distraktory sme vytvorili na základe analýzy prác zaoberajúcich sa mylnými predstavami v tejto oblasti (Tan & Matthews, 2018; Ušáková & Šabík, 2018; Amrock & Weitzman, 2015; BSCS, 2007; Wilcox, Cryer, & Triadafilopoulos, 2005; Plitt, 2009; Swanson & Phillips, 1972). Jednotlivé po-

ložky sa skladali zo štyroch úrovni. V prvej úrovni dostali žiaci možnosť si vybrať jedno tvrdenie zo štyroch ponúkaných možností, v druhej úrovni mali označiť na štvorstupňovej Likertovej škále mieru istoty s výberom svojej odpovede v prvej úrovni, v tretej úrovni si žiaci mali vybrať jedno zdôvodnenie svojej odpovede zo štyroch ponúkaných zdôvodnení (v prípade, že sa nestotožňovali ani s jedným zdôvodnením, mali možnosť navrhnúť svoje vlastné) a v štvrtej úrovni mali opäť prostredníctvom štvorstupňovej škály možnosť označiť mieru istoty s výberom svojho zdôvodnenia v tretej úrovni. V prvej a tretej úrovni bola vždy len jedna odpoveď správna. V ďalšej časti textu uvádzame príklady takto skonštruovaných položiek.

Úloha 5. Mliečne výrobky by mal človek konzumovať:

- a) po celý svoj život
- b) iba v období rastu
- c) iba v dospelosti
- d) iba v starobe

So svojou označenou odpoveďou som si:

úplne istý/-á skôr istý/-á skôr neistý/-á úplne neistý/-á

Svoju odpoveď zdôvodňujem tým, že:

- a) čím je človek starší, tým viac mliečnych výrobkov potrebuje skonzumovať.
- b) mliečne výrobky je vhodné konzumovať iba počas procesu rastu a vývinu kostí.
- c) mliečne výrobky najmä u starších ľudí negatívne ovplyvňujú proces trávenia.
- d) mliečne výrobky obsahujú prospešné látky, ktoré udržiavajú naše kosti zdravé a pevné.
- e) iné:

So svojou označenou odpoveďou som si:

úplne istý/-á skôr istý/-á skôr neistý/-á úplne neistý/-á

Správna odpoveď: 1. úroveň: A; 3. úroveň: D

Úloha 10. Legálne dostupné látky ako tabak či alkohol:

- a) nepoškodujú zdravie človeka
- b) nie sú prospešné pre človeka
- c) nepôsobia na psychiku človeka
- d) nemôžu spôsobiť smrť človeka

So svojou označenou odpoveďou som si:

úplne istý/-á skôr istý/-á skôr neistý/-á úplne neistý/-á

Svoju odpoveď zdôvodňujem tým, že:

- a) aj keď sú tabak a alkohol legálne dostupné látky, majú negatívny vplyv na mnohé orgány ľudského tela.
- b) tabak a alkohol na rozdiel od nelegálnych drog majú len veľmi malý vplyv na ľudský organizmus.
- c) tabak a alkohol patria medzi legálne drogy povolené zákonom, a preto nemôžu človeku nijako ublížiť.
- d) ľudské emócie a prežívanie ovplyvňujú iba zákonom zakázané (nelegálne) drogy.
- e) iné:

So svojou označenou odpoveďou som si:

úplne istý/-á skôr istý/-á skôr neistý/-á úplne neistý/-á

Správna odpoveď: 1. úroveň: B; 3. úroveň: A

METÓDY A POSTUPY VÝSKUMU

Skonstruovaný výskumný nástroj sme administrovali na súbore žiakov ôsmeho ročníka základných škôl, ktorí už v rámci vzdelávania mali sprístupnené témy venované zdraviu a zdravému životnému štýlu človeka. Žiaci mohli vypracovať test v elektronickej alebo v tlačenej podobe. Na vypracovanie testu mali k dispozícii 45 minút.

Validitu výskumného nástroja sme stanovili expertným posúdením (Prayitno & Hidayati, 2022) štyrmi odborníkmi v oblasti didaktiky, ktorí posudzovali jednotlivé položky v teste z hľadiska ich obsahu, zrozumiteľnosti a primeranosti pre

žiacov danej vekovej kategórie. Pripomienky expertov boli zvyčajne formálneho charakteru, poprípade navrhli preformulovať niektoré položky a distraktory tak, aby bolo ich znenie pre žiakov v danej vekovej kategórii jednoduchšie. Na základe týchto odporúčaní sme následne optimalizovali jednotlivé položky v teste a opätovne sme ich s nimi prekonzultovali. Reliabilitu výskumného nástroja sme stanovili prostredníctvom Cronbachovo alfa (Caleon & Subramaniam, 2010), pričom ich hodnoty pre: a) 1. a 3. úroveň položiek zameranú na vedomosti ($\alpha = 0,71$) a b) pre 2. a 4. úroveň položiek zameranú na zisťovanie miery se-

baistoty s výberom odpovede ($\alpha = 0,90$) sa ukazujú ako dostatočne spoľahlivé (Gavora et al., 2010).

Po administrácii testu sme vyhodnotili jednotlivé položky. Za každú správnu odpoveď v 1. a 3. úrovni mohli žiaci získať po jednom bode (maximálne 2 body za položku a maximálne 24 bodov za celý test). Mieru istoty s výberom odpovede sme posudzovali podľa tzv. škály sebaistoty, pričom ak žiaci na Likertovej škále označili, že sú si s výberom úplne istí alebo skôr istí, považovali sme to za sebavedomý (istý) výber. Naopak, ak žiaci označili, že s výberom danej možnosti sú si skôr neistí alebo úplne neistí, považovali sme to za nesebavedomý (neistý) výber (Diani et al., 2019).

Získané údaje sme následne podrobili kvantitatívno-kvalitatívnej analýze. Stanovili sme základné opisné charakteristiky testu (napr. priemer, modus, medián, smerodajnú odchýlku a pod.), hodnoty indexu citlivosti ULI a indexu obťažnosti jednotlivých položiek v teste. Pri detailnejšej analýze sme tiež zisťovali, či žiaci majú skutočne osvojený správny vedecký koncept, alebo disponujú miskoncepciou, nevedomosťou či falošne negatívnou/ pozitívnu miskoncepciou. Túto analýzu sme uskutočnili na základe prác autorov Prayitno a Hidayati (2022) a Gurel, Eryilmaz a McDermott (2015), ktorí uvádzajú vo svojich publikáciách podrobný postup (Tab. 1).

Tab. 1 Vyhodnotenie štvorúrovňového testu

1. úroveň	2. úroveň	3. úroveň	4. úroveň	Vyhodnotenie
správne	istota	správne	istota	správny vedecký koncept
nesprávne	istota	nesprávne	istota	miskoncepcia
správne	istota	nesprávne	istota	falošne pozitívna miskoncepcia
nesprávne	istota	správne	istota	falošne negatívna miskoncepcia
správne	istota	správne	neistota	nevedomosť/nedostatok vedomostí
správne	neistota	správne	istota	
správne	neistota	správne	neistota	
správne	istota	nesprávne	neistota	
správne	neistota	nesprávne	istota	
správne	neistota	nesprávne	neistota	
nesprávne	istota	správne	neistota	
nesprávne	neistota	správne	istota	
nesprávne	neistota	správne	neistota	
nesprávne	istota	nesprávne	neistota	
nesprávne	neistota	nesprávne	istota	
nesprávne	neistota	nesprávne	neistota	

Štatistické spracovanie dát sme vykonali prostredníctvom softvéru Statgraphics. Shapiro-Wilkov test preukázal, že údaje nepochádzajú z normálneho rozdelenia ($p < 0,05$), a preto sme na zisťovanie štatisticky významného rozdielu medzi pohlavím žiakov a priemerným skóre použili neparametrickú alternatívu t-testu, a to Mann-Whitneyho (Wilcoxonov) test (Chráska, 2007).

VÝSKUMNÝ SÚBOR

S požiadavkou o zapojenie sa do výskumu sme oslovili viac ako 400 základných škôl na Slovensku, avšak zapojiť sa rozhodlo len dvanásť z nich (tieto školy boli situované v rôznych oblastiach Slovenska, ako sú Banskobystrický, Bratislavský, Nitriansky, Trenčiansky, Trnavský a Žilinský kraj). Z dôvodu nízkeho záujmu oslovených škôl sme nedokázali uskutočniť náhodný výber participantov a zvolili

sme dostupný výber (Gavora et al., 2010). Výskumný súbor pozostával z 251 žiakov ôsmeho ročníka, pričom 45,8 % z nich tvorili chlapci a 54,2 % dievčatá.

VÝSLEDKY

Žiaci dosiahli v štvorúrovňovom teste priemerné skóre 17,8 bodov (z 24 bodov), čo predstavuje 74 % (SD = 3,7). Ďalšie opisné charakteristiky testu sú uvedené v Tabuľke 2. Ukazuje sa tiež, že dievčatá ($x = 18,4$ bodov; SD = 3,1) riešili jednotlivé položky v teste štatisticky významne lepšie ako chlapci ($x = 17,1$ bodov; SD = 4,2), čo preukázal aj Mann-Whitneyho (Wilcoxonov) test na hladine významnosti 95 % ($W = 9057,0$; $p < 0,05$).

Tab. 2 Základná opisná charakteristika štvorúrovňového testu

počet žiakov n	aritmetický priemer	medián	modus	rozptyl	varičný koeficient
251	17,8	19	20	13,5	20,7 %
smerodajná odchýlka	minimum	maximum	varičné rozpätie	štandardná šikmosť	štandardná špicatosť
3,7	5	24	19	-8,9	6,2

Následne sme za správne vyriešenú považovali takú položku, v ktorej žiaci správne označili odpoveď v prvej a zároveň aj v tretej úrovni. Priemerná hodnota indexu citlivosti ULI testových položiek dosiahla hodnotu 0,5 a priemerná hodnota indexu obťažnosti predstavuje 64 %. Pri podrobnejšej analýze jednotlivých položiek sme však zistili, že položka 1 ako jediná nedisponuje dostatočne sil-

nou rozlišovacou schopnosťou a jej riešenie bolo pre žiakov príliš náročné (Tab. 3)

Tab. 3 Index citlivosti ULI a index obťažnosti jednotlivých testových položiek

Číslo položky	1	2	3	4	5	6
index citlivosti ULI	0,1	0,6	0,3	0,6	0,4	0,5
index obťažnosti [%]	4,0	60,3	88,5	41,3	68,7	75,8
Číslo položky	7	8	9	10	11	12
index citlivosti ULI	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6
index obťažnosti [%]	86,9	67,5	56,3	83,7	71,4	61,1

Detailnejšou analýzou testu sme zistili, že v témach spojených so zdravím a životným štýlom človeka si správne vedecké koncepty osvojilo v priemere 57,0 % žiakov, nevedomosť sme identifikovali u 23,5 % žiakov, miskoncepce u 8,8 % žiakov a fa-

lošne pozitívne/negatívne miskoncepce u 10,7 % žiakov. Analýza jednotlivých položiek je uvedená v Tabuľke 4.

Tab. 4 Detailná analýza jednotlivých položiek štvorúrovňového testu

číslo položky	zameranie položky	SVK [%]	N [%]	FPM [%]	FNM [%]	M [%]
1	Energetické zloženie potravín	2,4	43,4	0,4	0,8	53,0
2	Alkoholizmus	51,4	23,7	10,1	7,6	7,2
3	Nezdravý životný štýl človeka a choroby	80,5	14,7	3,2	0,8	0,8
4	Vláknina	25,1	54,8	14,9	0,0	5,2
5	Konzumácia mliečnych výrobkov	68,5	16,7	7,2	2,0	5,6
6	Konzumácia vyprážených jedál	70,9	14,7	2,8	8,8	2,8
7	Tekutiny vhodné pre človeka	82,1	12,0	3,9	0,4	1,6
8	Pasívne fajčenie	63,7	13,5	4,0	8,8	10,0
9	Vedľajšie účinky liekov	49,0	26,5	16,9	2,4	5,2
10	Vplyv legálnych drog na život človeka	80,5	10,4	5,9	2,8	0,4
11	Očkovanie	60,2	20,7	14,3	0,4	4,4
12	Prenos nákazlivých (infekčných) ochorení	49,8	31,4	4,3	5,6	8,9
Priemerný počet		57,0	23,5	7,3	3,4	8,8

Legenda: SVK = správny vedecký koncept; N = nevedomosť, FPM = falošne pozitívna miskoncepčia; FNM = falošne negatívna miskoncepčia; M = miskoncepčia.

Najvyššiu frekvenciu miskonceptíi sme zaznamenali v položke 1 (53,0 %), v položke 8 (10,0 %) a v položke 12 (8,9 %), pričom táto hodnota bola vyššia ako priemerný percentuálny počet miskonceptíi identifikovaných v celom teste. V testovej položke 1 mali žiaci označiť, ktorý zdroj potravy je pre telo najväčším zdrojom energie a následne zdôvodniť svoju odpoveď. Zo 132 žiakov (53,0 %) disponujúcich miskonceptiami sa až 91 z nich nesprávne domnieva, že ľudské telo je schopné získať najviac energie z cukru, pretože potraviny s vysoko-

kým obsahom cukrov obsahujú viac energie ako potraviny s rovnakým množstvom tukov. Druhou najčastejšie zastúpenou miskonceptiou (10 žiakov) v tejto položke bolo v prvej úrovni označenie bielkovín za najbohatší zdroj energie, pričom títo žiaci svoje tvrdenie zdôvodnili tak, že 100 g kuracieho mäsa dodá telu viac energie ako 100 g vyprázaného syra. Frekvencia odpovedí žiakov disponujúcich miskonceptiami je uvedená v Tabuľke 5.

Tab. 5 Frekvenčná tabuľka s uvedenou početnosťou odpovedí žiakov v položke 1

Zadanie položky 1: Ľudské telo je schopné získať najviac energie zo 100 gramov:						
možnosti v 1. úrovni		zdôvodnenia v 3. úrovni				
a) cukru; b) bielkovín; c) zeleniny; d) tuku.		a) potraviny s vysokým obsahom cukrov obsahujú viac energie ako potraviny s rovnakým množstvom tukov. b) 100 g kuracieho mäsa dodá telu viac energie ako 100 g vyprázaného syra. c) potraviny s vysokým obsahom tukov obsahujú viac energie ako potraviny s rovnakým množstvom cukrov. d) vitamíny predstavujú najbohatší zdroj energie nachádzajúci sa v potrave človeka. e) iné				
1. úroveň	3. úroveň					
	a)	b)	c)	d)	e) iné	spolu
a)	91	7	0	6	3	107
b)	0	10	0	4	4	18
c)	0	0	0	7	0	7
d)	0	0	0	0	0	0
spolu	91	17	0	17	7	132

Poznámka: farbou je označená správna kombinácia odpovedí v 1. a 3. úrovni.

V položke 8 mali žiaci určiť, či a kedy je pasívne fajčenie pre človeka škodlivé. Ukazuje sa, že miskonceptiami spojenými s touto problematikou disponuje až 10 % žiakov (Tab. 4). Až 16 žiakov sa mylne domnieva, že pasívne fajčenie je pre človeka škodlivé až po určitom čase, čo deväti z nich zdôvodňujú tým, že filter v cigarete na určitý čas eliminuje škodlivé látky nachádzajúce sa v cigare-

tovom dyme; piati z nich to zdôvodňujú tým, že cigaretový dym poškodzuje pľúca iba aktívnym fajčiarom a dvaja žiaci tým, že pasívne fajčenie nie je na otvorenom priestranstve škodlivé. Ďalší šiesti žiaci si myslia, že pasívne fajčenie je škodlivé iba v zle vetranej miestnosti. Frekvencia odpovedí žiakov disponujúcich miskonceptiami je uvedená v Tabuľke 6.

Tab. 6 Frekvenčná tabuľka s uvedenou početnosťou odpovedí žiakov v položke 8

Zadanie položky 8: Pasívne fajčenie:						
možnosti v 1. úrovni			zdôvodnenia v 3. úrovni			
a) je pre človeka škodlivé; b) nie je pre človeka škodlivé; c) je pre človeka škodlivé až po určitom čase; d) je pre človeka škodlivé iba v zle vetranej miestnosti.			a) cigaretový dym poškodzuje pľúca človeka a môže spôsobiť rakovinu. b) cigaretový dym poškodzuje pľúca len aktívnym fajčiarom. c) filter v cigarete na určitý čas eliminuje škodlivé látky nachádzajúce sa v cigaretovom dyme. d) na otvorenom priestranstve je pre človeka vdychovanie cigaretového dymu neškodné. e) iné			
1. úroveň	3. úroveň					
	a)	b)	c)	d)	e) iné	spolu
a)	0	0	0	0	0	0
b)	0	1	1	1	0	3
c)	0	5	9	2	0	16
d)	0	3	1	2	0	6
spolu	0	9	11	5	0	25

Poznámka: farbou je označená správna kombinácia odpovedí v 1. a 3. úrovni.

V položke 12 mali žiaci vybrať, ako sa podľa nich môžu prenášať nakažlivé ochorenia. Analýza výsledkov preukázala prítomnosť miskonceptí u 8,9 % žiakov (Tab. 4). Najviac žiakov disponujúcich mylnou predstavou (n = 15) je presvedčených, že nakažlivé ochorenia sa môžu prenášať iba z človeka na človeka, pričom ôsmi z nich to odôvodnili tým, že choroboplodné mikroorganizmy dokážu prežiť iba v ľudskom tele a piati tým, že choroboplodné organizmy môžu nakaziť iba človeka, ktorý

je už oslabený iným ochorením. Frekvencia odpovedí žiakov disponujúcich miskonceptami je uvedená v Tabuľke 7.

Tabuľka 7: Frekvenčná tabuľka s uvedenou početnosťou odpovedí žiakov v položke 12

Zadanie položky 12: Nakažlivé (infekčné) ochorenia sa môžu prenášať:	
možnosti v 1. úrovni	zdôvodnenia v 3. úrovni
a) iba z človeka na človeka; b) iba priamym kontaktom s iným človekom; c) aj z infikovaného živočícha na človeka; d) iba na chorého človeka.	a) choroboplodné mikroorganizmy dokážu prežiť len v ľudskom tele. b) choroboplodné mikroorganizmy dokážu prežiť okrem človeka aj v iných organizmoch. c) choroboplodné mikroorganizmy môžu nakaziť iba človeka, ktorý je už oslabený iným ochorením. d) ak sa ľudia navzájom nedotýkajú, nemôžu sa nakaziť infekčným ochorením. e) iné

1. úroveň	3. úroveň					spolu
	a)	b)	c)	d)	e) iné	
a)	8	0	5	2	0	15
b)	3	0	2	2	0	7
c)	0	0	0	0	0	0
d)	0	0	0	0	0	0
spolu	11	0	7	4	0	22

Poznámka: farbou je označená správna kombinácia odpovedí v 1. a 3. úrovni.

V ostatných položkách sme identifikovali nižšiu frekvenciu miskoncepcií ako je ich priemerný počet v celom teste, avšak domnievame sa, že ich prehľad môže byť pre učiteľov biológie užitočný.

Z toho dôvodu v Tabuľke 8 uvádzame detailnejší prehľad zistených miskoncepcií žiakov.

Tab. 8 Zoznam ďalších identifikovaných miskoncepcií žiakov

identifikovaná miskoncepcia	počet žiakov*
Alkoholizmus je ochorenie, ktoré u človeka vzniká až po tom, čo bunky pečene už nedokážu odbúrať alkohol.	15
Mliečne výrobky by mal človek konzumovať iba v období rastu, pretože ich je vhodné konzumovať iba v období vývinu kostí.	13
Vláknina znehodnocuje telu prospešné látky, pretože vďaka svojej štruktúre sa viaže so živinami a minerálnymi látkami, ktoré sa následne vylúčia von z tela.	8
Alkoholizmus je ochorenie, ktoré môže byť u človeka diagnostikované až po náhlom zlyhaní pečene.	7
Človeka závislého od alkoholu je možné vždy odhaliť na základe jeho vonkajšieho vzhľadu.	6
Lieky nemajú žiadne nežiadúce vedľajšie účinky, pretože sa predpisujú iba v takých množstvách, aby nemali žiadne vedľajšie účinky.	5
Očkovanie je potrebné iba pri nedostatočnom príjme vitamínov.	4
Nadmerná konzumácia vyprázaných jedál je neškodná pre deti a dospievajúcich jedincov, pretože mladí ľudia dokážu stráviť tuky bez akýchkoľvek následkov na ich zdravie.	3
Lieky nemôžu spôsobiť závislosť.	3
Lieky nemôžu spôsobiť predávkovanie.	3
Očkovanie má škodlivý vplyv na človeka, pretože vedľajšie účinky očkovania predstavujú vyššie riziko pre človeka než keby bol nezaočkovaný.	3

* Tento stĺpec uvádza početnosť žiakov disponujúcich miskoncepciou identifikovanou v 1. a/alebo v 3. úrovni testu.

DISKUSIA A ZÁVER

Na identifikáciu miskoncepcií žiakov v témach spojených so zdravím a životným štýlom človeka sme použili štvorúrovňový test vlastnej konštrukcie, ktorý môžeme považovať za validný a reliabilný výskumný nástroj (Gavora et al., 2010) s optimálnymi priemernými hodnotami indexu citlivosti a obťažnosti (Noor, 2021). Za problematickú však môžeme z tohto hľadiska považovať iba položku 1, ktorá nepreukázala dostatočnú diskriminačnú schopnosť. Domnievame sa, že to mohlo byť spôsobené jej náročnosťou, pretože index obťažnosti vykazoval obdobne nízku hodnotu. Štvorúrovňový test však nie je vhodné považovať za výkonnostný test, ale skôr za diagnostický (Putica, 2023). V spomínanej položke sme navyše zaznamenali aj najvyššiu frekvenciu žiackych miskoncepcií spomedzi ostatných položiek, čo mohlo mať vplyv na hodnoty citlivosti a obťažnosti. Nízka diskriminačná schopnosť položky preto zrejme nie je spôsobená jej nesprávnou konštrukciou, a preto sme danú položku ponechali v teste.

Žiaci v teste dosiahli priemerné skóre 74%, čo by sme mohli pokladať za pomerne uspokojivý výsledok. Dievčatá dokonca riešili test štatisticky významne lepšie ako chlapci a dosiahli v teste vyššie priemerné skóre. Výskumy ukazujú, že dievčatá majú zvyčajne väčší záujem o témy spojené s ľudským telom a zdravím než chlapci (napr. Baram-Tsabari & Yarden, 2008; Uitto, Juuti, Lavonen, & Meisalo, 2005; Hong, Shim, & Chang, 1998 a pod.), čo by mohlo vysvetľovať aj ich vyššiu úspešnosť. Priemerné skóre žiakov však príliš exaktne nevytvorí o tom, či majú alebo nemajú osvojené jednotlivé vedecké koncepty, pretože zohľadňuje len to, či žiaci dokázali označiť správnu možnosť v prvej alebo v tretej úrovni, čo niekedy môže byť aj vecou náhody. Na základe vyššie uvedeného by sme preto mali komplexnejšie posudzovať odpovede

žiakov v jednotlivých úrovniach položiek (Putica, 2023). Detailnejšia analýza výsledkov ukázala, že správne vedecké koncepty má v priemere osvojených 57% žiakov a nevedomosť sme identifikovali u 23,5% z nich. Falošne pozitívne alebo falošne negatívne miskoncepcie sme v priemere identifikovali u 10,7% žiakov, čo mohlo byť spôsobené tým, že žiaci len hádali správnu odpoveď (Prayitno & Hidayati, 2022) alebo urobili tzv. „chybu z nepozornosti“. Miskoncepcie sme identifikovali v priemere u 8,8% žiakov.

Najvyššiu frekvenciu mylných predstáv žiakov sme odhalili v položke zameranej na koncepčné porozumenie energetického zloženia potravín. Žiaci sa mylne domnievali, že ľudské telo je schopné získať najviac energie z cukru, pretože potraviny s jeho vysokým obsahom obsahujú viac energie ako potraviny s rovnakým obsahom tukov. Druhou najčastejšie zastúpenou mylnou predstavou v tejto položke bolo v prvej úrovni označenie bielkovín za najbohatší zdroj energie. Ušáková a Šábik (2018) vo svojom výskume tiež identifikovali mylnú predstavu žiakov spočívajúcu v presvedčení, že človeku stačí prijímať v potrave iba cukry a bielkoviny. Tieto výsledky naznačujú, že žiaci zvyčajne nepovažujú tuky za energeticky najbohatšiu zložku potravy a túto vlastnosť skôr pripisujú iným makroživinám. Šmida a Čipková (2023) identifikovali u žiakov v danej vekovej kategórii aj vysokú frekvenciu miskoncepcií spojených so samotným procesom vzniku energie v ľudskom tele. Učitelia biológie by sa preto mali vo vyučovaní viac zamerať na problematiku premeny látok a energetickej hodnoty jednotlivých živín.

Druhú najvyššiu frekvenciu miskoncepcií sme identifikovali v testovej položke dopytujúcej sa na problematiku pasívneho fajčenia. Niektorí žiaci sa mylne domnievajú, že pasívne fajčenie je pre človeka škodlivé až po určitom čase. Táto miskoncepcia

môže byť nebezpečná pre ich zdravie, pretože podľa Globálneho prieskumu užívania tabaku u mládeži, ktorí sa realizoval aj na Slovensku (GYTS, 2016), viac ako polovica opýtaných žiakov vo veku 13–15 rokov bola v posledných siedmich dňoch pasívne vystavená cigaretovému dymu. Niektorí žiaci sa navyše nesprávne domnievajú, že pasívne fajčenie nie je na otvorenom priestranstve škodlivé, s čím sa stotožňujú podľa výskumu Rosen et al. (2018) aj mnohí rodičia – fajčiari, ktorí tak nevedome vystavujú svoje deti expozícii cigaretového dymu. Žiaci si tiež svoju predstavu nesprávne odôvodňujú tým, že filter v cigarete na určitý čas eliminuje škodlivé látky nachádzajúce sa v cigaretovom dyme a že cigaretový dym poškodzuje pľúca iba aktívnym fajčiarom. Obdobné časté mýty spojené s tabakovými výrobkami uvádza aj Centrum pre ochranu a prevenciu chorôb v USA (CDC, 2010).

Tretiu najvyššiu frekvenciu miskoncepcií sme identifikovali v položke zameranej na prenos infekčných ochorení. Niektorí žiaci si myslia, že ochorenia sa môžu prenášať iba z človeka na človeka a neuvedomujú si, že aj iný živočíšny druh môže byť ich prenášačom. Žiaci sa tiež mylne domnievajú, že choroboplodné mikroorganizmy dokážu

prežiť iba v ľudskom tele. Táto mylná predstava môže mať pôvod v presvedčení, že choroboplodné mikroorganizmy nedokážu prežiť určitý čas mimo ľudského tela, napr. na povrchoch predmetov a pod. (Plitt, 2009). Mylné predstavy o prenose infekčných ochorení môžu mať vážny dopad na ľudské zdravie a zároveň môžu viesť až k nedôvere jedincov voči zdravotníckym pracovníkom či agentúram (Haddow & Clarke, 2021).

Výsledky výskumu odhalili aj ďalšie miskoncepce žiakov, ktoré môžu mať negatívny dopad na ich zdravie či kvalitu života. Bez intervencie učiteľa môžu tieto miskoncepce žiakov pretrvávajúť až do dospelosti. Navyše, žiaci, ale aj široká verejnosť často získavajú informácie ovplyvňujúce ich život a zdravie z printových a elektronických médií, ktoré obsahujú veľakrát aj mnoho mylných informácií. Je preto dôležitou úlohou učiteľa voľbou vhodných vyučovacích metód a stratégií poskytovať žiakom na hodinách biológie príležitosti pre osvojenie si vedecky akceptovateľného súboru vedomostí a zručností, ktoré im umožnia robiť zodpovedné a informované osobné rozhodnutia týkajúce sa zdravia.

Literatúra

- Adimayuda, R., Aminudin, A. H., Kaniawati, I., Suhendi, E., & Samsudin, A. (2020). A multitier open-ended momentum and impulse (MOMI) instrument: Developing and assessing quality of conception of 11th grade sundanese students with rasch analysis. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 4799–4804. Dostupné na: <http://bitly.ws/RrX8>
- Amrock, S. M., & Weitzman, M. (2015). Adolescents' perceptions of light and intermittent smoking in the United States. *Pediatrics*, 135(2), 246–254. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-2502>
- Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2008). Girls' biology, boys' physics: evidence from free-choice science learning settings. *Research in Science & Technological Education*, 26(1), 75–92. <https://doi.org/10.1080/02635140701847538>
- Bertrand, Y. (1998). *Soudobé vzdělávací teorie*. Praha: Portál.
- BSCS (2007). *NIH Curriculum Supplement Series*. National Institutes of Health Dostupné na: <http://bitly.ws/RrYR>
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? Using

- a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>
- CDC (2010). *Tobacco. Is what you know about smoking wrong?* Center of Disease Control and Prevention. Dostupné na: <http://bitly.ws/RrZJ>
- Cetin-Dindar, A., & Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 600–604. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.147>
- Coley, J. D., & Tanner, K. D. (2017). Common origins of diverse misconceptions: Cognitive principles and the development of biology thinking. *CBE—Life Sciences Education*, 11(3), 209–215. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-06-0074>
- Čolláková, D., Čipková, E., & Haláková, Z. (2021). Miskoncepce žiakov na základnej škole v téme dýchanie. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 30(1), 15–25. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rt4L>
- Diani, R., Alfin, J., Anggraeni, Y. M., Mustari, M., & Fujiani, D. (2019). Four-tier diagnostic test with certainty of response index on the concepts of fluid. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1), 1–10. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rte8>
- Doulik, P., & Škoda, J. (2003). Tvorba a ověření nástrojů kvantitativní diagnostiky prekonceptů a možnosti jejího vyhodnocení. *Pedagogika*, 53(2), 177–189. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rt2D>
- Duda, H. J., & Adpriyadi. (2020). Students' Misconception in Concept of Biology Cell. *Anatolian Journal of Education*, 5(1), 47–52. <https://doi.org/10.29333/aje.2020.515a>
- Gavora, P., Koldeová, L., Dvorská, D., Pekárová, J., & Moravčík, M. (2010). Elektronická učebnica pedagogického výskumu. Bratislava: Univerzita Komenského. Dostupné na: <http://bitly.ws/RtcP>
- Gurel, D.K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- GYTS (2016). Slovakia 2016 Country Report: Global Youth Tobacco Survey (Gyts). Dostupné na: <http://bitly.ws/RthB>
- Haddow, A. D., & Clarke, S. C. (2021). Inaccuracies in Google's Health-Based Knowledge Panels Perpetuate Widespread Misconceptions Involving Infectious Disease Transmission. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 104(6), 2293–2297. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-0216>
- Harman, G. (2014). The determination of misconceptions about “The passage of substances through cell membrane” by employing prediction-observation-explanation method. *Journal of Turkish Science Education*, 11(4), 81–106. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rs3j>
- Hong, J. L., Shim, K. C., & Chang, N. K. (1998). A study of Korean middle school students' interests in biology and their implications for biology education. *International Journal of Science Education*, 20(8), 989–999. <https://doi.org/10.1080/0950069980200806>
- Chráska, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada Publishing.
- Kazembe, T. (2010). Combining Lectures with Cooperative Learning Strategies to Enhance Learning of Natural Products Chemistry. *Chemistry*, 19(2), 1–15. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rs8f>
- Kolláriková, Z., & Pupala, B. (2010). *Předškolní a primární pedagogika / Predškolská a elementárna pedagogika*. Praha: Portál.
- Kumandaş, B., Ateskan, A., & Lane, J. (2019). Misconceptions in biology: a meta-synthesis study of research,

- 2000–2014. *Journal of Biological Education*, 53(4), 350–364. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1490798>
- Mareš, J. (2013). *Pedagogická psychologie*. Praha: Portál.
- Milenković, D. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D., & Horvat, S. (2016). Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1514–1520. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00261>
- Nagy, T., & Vincurská, I. (2017). Trojúrovňový test ako nástroj na odhaľovanie miskoncepcií v problematike rýchlosti chemických reakcií. *Biológia, ekológia, chémia*, 21(4), 36–41. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rt77>
- Noor, A. M. (2021). Evaluating Multiple Choice Questions from Engineering Statistics Assessment. *International Journal of Education and Pedagogy*, 3(4), 33–46. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rtfx>
- Ozuru, Y., Briner, S., Kurby, C. A., & McNamara, D. S. (2013). Comparing comprehension measured by multiple-choice and open-ended questions. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 67(3), 215–227. <https://doi.org/10.1037/a0032918>
- Plitt, J. L. (2009). Misconceptions concerning infectious disease in college-aged students: a developmental approach to the discovery of myths [Bachelor's thesis, University of Arizona, Tucson, USA]. The University of Arizona. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rs7r>
- Prayitno, T. A., & Hidayati, N. (2022). Analysis of Students' Misconception on General Biology Concepts Using Four-Tier Diagnostic Test (FTDT). *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i1.177>
- Putica, K. B. (2023). Development and Validation of a Four-Tier Test for the Assessment of Secondary School Students' Conceptual Understanding of Amino Acids, Proteins, and Enzymes. *Research in Science Education*, 53(3), 651–668. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10075-5>
- Rosen, L. J., Lev, E., Guttman, N., Tillinger, E., Rosenblat, S., Zucker, D. M., & Myers, V. (2018). Parental perceptions and misconceptions of child tobacco smoke exposure. *Nicotine and Tobacco Research*, 20(11), 1369–1377. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntx169>
- Swanson, J. C., & Phillips, C. A. (1972). Associations and misconceptions about drugs among children and teachers in grades five and six. *Journal of Drug Education*, 2(4), 337–344. <https://doi.org/10.2190/NUYT-E4E5-A7DM-2UK3>
- Šmida, D. & Čipková, E. (2023). Identifikácia mylných predstáv žiakov o vybraných orgánových sústavách človeka prostredníctvom štvorúrovňového testu. In *Študentská vedecká konferencia PriF UK 2023: Zborník recenzovaných príspevkov* (pp. 1033–1038). Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave. Dostupné na: <http://bitly.ws/RtgG>
- Tan, M. T., & Matthews, K. R. (2018). Scientific Misconceptions and Myths Perpetuated in the 2017 Texas Legislative Session. *Issue Brief*, 10, 1–7. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rt7Q>
- Tamir, P. (1990). Justifying the selection of answers in multiple choice items. *International Journal of Science Education*, 12(5), 563–573. <https://doi.org/10.1080/0950069900120508>
- Treagust, D. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in Science Education*, 16(1), 199–207. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rt9X>
- Tumanggor, A. M. R., Supahar, S., Ringo, E. S., & Harliadi, M. D. (2020). Detecting students' misconception in simple harmonic motion concepts using four-tier diagnostic test instruments. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 21–31. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i1.4571>
- Uitto, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2005). Is pupils' interest in biology related to their out-of-school

- experiences. In M. Ergazaki, J. Lewis & V. Zogza (Eds.), *Trends in Biology Education Research in the New Biology Era* (pp. 305–316). Rio: Patras University Press. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rs9w>
- Ušáková, K., & Šabík, J. (2018). Zisťovanie miskoncepcií žiakov v učive „Živiny a zdravá výživa“ na základnej škole. *Biológia, Ekológia, Chémia*, 22(2), 4–11. Dostupné na: <http://bitly.ws/Rs9N>
- Wilcox, C. M., Cryer, B., & Triadafilopoulos, G. (2005). Patterns of use and public perception of over-the-counter pain relievers: focus on nonsteroidal antiinflammatory drugs. *The Journal of Rheumatology*, 32(11), 2218–2224. Dostupné na: <http://bitly.ws/RsaE>