

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Výuka nervové soustavy na základní škole

Teaching the nervous system at primary school

Bc. Ladislava Horáková

Vedoucí práce: RNDr. Ing. Edvard Ehler, Ph.D.

Studijní program: Učitelství biologie pro 2. stupeň základní školy a střední školy

Studijní obor: N BI 20

Odevzdáním této diplomové práce na téma Výuka nervové soustavy na základní škole potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, 27.11.2024

Ráda bych touto cestou poděkovala panu RNDr. Ing. Edvardu Ehlerovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a odborné vedení mé diplomové práce. Děkuji třídám 8.A a 8.C za aktivní spolupráci při výukovém programu. V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za podporu během psaní diplomové práce, ale i v průběhu celého studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá výukou nervové soustavy na základní škole. Toto téma biologie člověka může být pro žáky složité a abstraktní. V teoretické části je na základně odborné literatury charakterizována anatomie, fyziologie a patologie nervové soustavy včetně smyslů. Dále je zde zařazena výuka nervové soustavy na ZŠ v rámci RVP a ŠVP a analýza učebnic. V teoretické části jsou vymezeny metody výuky. Cílem praktické části bylo vytvořit výukový program na téma nervová soustava pro žáky základní školy. Navržený program byl ověřen v 8. ročnících základní školy na vzorku 53 žáků. Ověření znalostí probíhalo pomocí pretestů a následně posttestů, který byl žáky vyplněn s třítýdenním odstupem. Výsledky posttestu ukázaly, že většina žáků volila ve všech otázkách odpovědi správné. Na základě těchto výsledků je zřejmé, že došlo ke zlepšení úrovně znalostí žáků, takže byl výukový program efektivní. Žáci hodnotili pomocí dotazníku atraktivitu výukových metod. Nejatraktivnější metodu zvolili laboratorní práci na téma smysly, zatímco práce s textem byla hodnocena nejméně pozitivně. Výsledky také ukázaly, že většina žáků preferuje skupinovou práci.

KLÍČOVÁ SLOVA

aktivizační metody, biologie člověka, didaktika biologie, nervová soustava, výukový program

ABSTRACT

The thesis deals with the teaching of the nervous system in primary school. This topic of human biology can be complex and abstract for pupils. In the theoretical part, the anatomy, physiology and pathology of the nervous system, including the senses, are characterized on the basis of the literature. It also includes the teaching of the nervous system in primary schools within the framework of the RVP and the curriculum and an analysis of textbooks. In the theoretical part, teaching methods are defined. The aim of the practical part was to develop a teaching programme on the nervous system for primary school pupils. The proposed program was tested in 8th grade primary school on a sample of 53 pupils. The knowledge was verified by means of pre-tests and then post-tests, which were completed by the pupils three weeks apart. The posttest results showed that the majority of pupils chose the correct answers in all questions. Based on these results, it is evident that there was an improvement in the level of knowledge of the pupils, so that the teaching programme was effective. The pupils evaluated the attractiveness of the teaching methods using a questionnaire. They chose the laboratory work on the senses as the most attractive method, while the work with text was rated least positively. The results also showed that most pupils preferred group work.

KEYWORDS

activation methods, human biology, didactics of biology, nervous system, education program

Obsah

Úvod	9
Cíle práce	10
Teoretická část	11
1 Charakteristika nervové soustavy	11
1.1 Neuron	11
1.1.1 Gliové buňky	12
1.2 Synapse	13
1.2.1 Klidové napětí a akční potenciál	14
1.3 Stavba a funkce periferních nervů	15
1.4 Reflexy a reflexní oblouk	17
1.5 Centrální nervová soustava	18
1.5.1 Mícha	18
1.5.2 Mozek	20
1.5.3 Řízení pohybu těla	25
1.5.4 Řízení činnosti vnitřních orgánů	26
1.5.5 Paměť	27
1.5.6 Učení	28
1.5.7 Motivace	28
1.5.8 Řeč	28
1.5.9 Spánek a bdění	29
1.6 Onemocnění nervové soustavy	29
1.7 Receptory	33
1.7.1 Kožní cití	33
1.7.2 Chemické cití	34

1.7.3	Sluchové ústrojí	35
1.7.4	Orgány polohy a pohybu	36
1.7.5	Zrakové ústrojí.....	36
2	Zařazení výuky nervové soustavy na ZŠ.....	39
2.1	Nervová soustava v Rámcově vzdělávací programu pro základní vzdělávání... 39	
2.2	Nervová soustava ve Školním vzdělávací programu pro základní vzdělávání ... 42	
2.3	Hodnocení učebnic	42
2.4	Cíle výuky	45
2.5	Motivace	46
3	Metody výuky.....	49
3.1	Klasifikace výukových metod	49
3.1.1	Přehled výukových metod	49
3.2	Vybrané výukové metody.....	52
3.2.1	Výklad	52
3.2.2	Vysvětlování.....	52
3.2.3	Popis	53
3.2.4	Rozhovor	53
3.2.5	Diskuse	53
3.2.6	Brainstorming	54
3.2.7	Prezentace.....	54
3.2.8	Sešit	54
3.2.9	Práce s textem.....	55
3.2.10	Pracovní list	55
3.2.11	Myšlenková mapa.....	56
3.2.12	Didaktické hry	56

3.2.13	Práce s ICT	57
3.2.14	Tvorba plakátu	57
3.2.15	Laborování.....	58
3.2.16	Žákovská prezentace.....	58
3.2.17	Skupinová práce	58
3.2.18	Výukové video.....	58
3.3	Příprava na vyučovací hodinu	59
	Praktická část.....	61
4	Výukový program.....	61
4.1	Metodologie ověření.....	61
4.2	Výzkumný vzorek	62
4.3	První vyučovací hodina	62
4.4	Druhá vyučovací hodina.....	63
4.5	Třetí vyučovací hodina	63
4.6	Čtvrtá vyučovací hodina.....	64
4.7	Pátá vyučovací hodina	65
4.8	Šestá vyučovací hodina	65
4.9	Sedmá vyučovací hodina	66
4.10	Osmá vyučovací hodina.....	66
5	Výsledky.....	68
5.1	Výsledky pretestu a posttestu	68
5.2	Hodnocení aktivit	110
6	Diskuze	114
7	Závěr.....	117
	Seznam použitých informačních zdrojů	119

Vyjádření k využití nástrojů umělé inteligence	126
Seznam příloh	131
Přílohy	132

Úvod

Výuka biologie člověka hraje klíčovou roli ve vzdělávacím procesu žáků. Tyto poznatky budou žáky provázet celý život a jsou provázány s ostatními obory, ale i s životními situacemi. Biologie člověka studuje poznání života, zkoumá jeho vznik a ontogenezi. Základními složkami je anatomie, věda o stavbě těla a fyziologie, věda o činnosti orgánů. Pokud známe stavbu a funkci, můžeme hledat souvislosti ve spolupráci jednotlivých orgánů a orgánových soustav. Nedílnou součástí biologie člověka jsou i vztahy živé přírody a okolního světa. (Novotný, Hruška, 2015). Výukou biologie člověka se nejen dozvídáme o jeho stavbě a funkci, ale tyto znalosti nám přispívají k edukaci, dovednostem a návykům, které podporuje zdraví jedince. Nervová soustava představuje základní systém pro činnost veškerých orgánů a komunikace s okolním světem. (Novotný, Hruška, 2015). Moderní neurovědy nám zatím nemohou zodpovědět otázky, jako například jak vznikají emoce nebo jak vznikne myšlenka. (Černocho, 2020). Veškerá tato fakta se mohou žákům jevit jako abstraktní a nereálná. Téma mé diplomové práce jsem si zvolila právě z důvodu navrhnutí výukového programu, který žákům přiblíží a objasní celou problematiku. Zároveň jsem cílila na propojení teorie a praxe, kdy žáci své teoretické poznatky převedli do reálných situací. Žáky je nutné vést ke kooperaci a komunikaci. (Nováková, 2014). Většina aktivit výukového programu tak cílí na skupinové aktivity. Dále by měl být kladen důraz na přijímání a řešení situací, nalézání alternativy k řešení a v neposlední řadě efektivně využívat informační technologie. (Nováková, 2014). Učitelova řídicí role ve výuce se mění na roli pomocníka a poradce. Primární náplní učitele by mělo být řízení žákovské činnosti, ovlivňování postojů a hodnot, rozvoj dovedností a charakteru. (Pavlasová, 2014).

Cíle práce

Teoretická část popisuje anatomii a fyziologií nervové a smyslové soustavy včetně patologie. Dále je téma nervové soustavy zařazeno ve vzdělávacích dokumentech, a to v RVP a ŠVP. V práci jsou popsány a srovnány vybrané učebnice v tématu nervové soustavy. V neposlední řadě je diskutováno o vybraných výukových metodách, které jsou následně aplikovány ve vytvořeném výukovém programu.

Hlavní cíle práce:

- Popsat výukové metody použité v navrženém programu.
- Vytvořit a ověřit ve výuce funkční výukový program na téma nervová soustava pro žáky 8. ročníku na základní škole.

dílčí cíle:

- Porovnat téma nervové soustavy v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník ZŠ.
- Zjistit, jaké mají žáci znalosti o nervové soustavě před výukovým programem a po jeho absolvování.
- Ověřit atraktivitu a účinnost výukového programu a výukových metod v něm použitých.

Teoretická část

1 Charakteristika nervové soustavy

Nervová soustava (*Systema nervosum*) přímo i nepřímo ovládá činnost všech orgánů v našem těle. Komunikuje s ostatními orgány a okolním světem a vytváří chování organismu. (Novotný, Hruška, 2015). Dále se podílí na shromažďování informací pomocí elektrických a chemických signálů. Bez nervového systému by tak nebyla možná vzájemná komunikace jakéhokoli druhu s okolím. Právě mozek je prostředkem každého člověka pro tvorbu myšlenek, uvažování, rozvoje nálad a individuálních jedinečných myšlenek. (Kumar, Abbas, Aster, 2017). Důkazem toho, že je živá hmota dráždivá, jsou odpovědi na jakékoliv podráždění, a to u vyšších živočichů a především člověka.

Celý nervový systém je velmi rozsáhlý, můžeme ho však rozdělit na 2 základní složky. **Centrální nervový systém (CNS)** (*Systema nervosum centrale*) tvoří mozek a mícha a **Periferní nervový systém (PNS)** (*Systema nervosum periphericum*), který se skládá ze sítě nervů, které vystupují do CNS a vystupují z něho. (Čihák, 2016).

1.1 Neuron

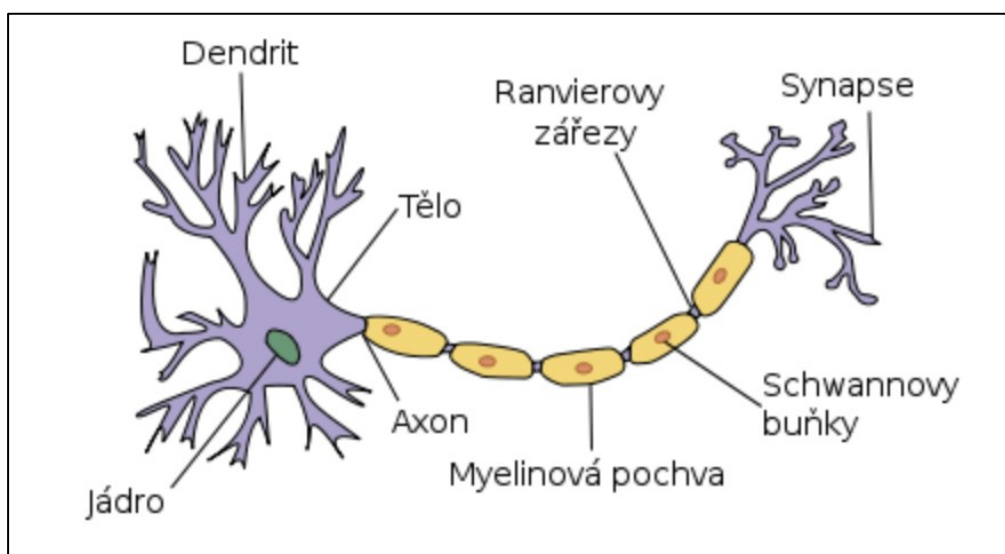
Základní stavební a funkční jednotkou CNS je neuron. Stavbu celého neuronu znázorňuje obr. 1. Jeho charakteristická vlastnost je přijímat, vydávat a předávat elektrické impulzy a vzruchy. (Fiala, Valenta, 2020). Neuron se skládá z těla nervové buňky a výběžků, odstředivých a dostředivých. Nervové výběžky se nachází vždy v CNS, jejich výběžky mohou zasahovat do větší vzdálenosti, a to i mimo centrální nervstvo.

Výběžky jsou dvojího typu:

- 1) **Axon**, který vede informace **odstředivě** – od těla nervové buňky ke svaly. Jeho velikost může být více než jeden metr. Axon je pokryt dvojitou pochvou. Vnitřní pochva je tvořena vrstvami tukovité látky – myelinu. Nepokrývá však axon zcela souvisle, ale je přerušována zářezy. Zevní plochu tvoří Schwannovy buňky, jež axon obrůstají a tvoří Schwannovu pochvu. Vodivost výběžků je závislá na síle myelinových pochev. Čím je axon a myelinová pochva silnější, tím rychleji vzruchy vede. (Dylevský, 2019). Axony

mohou z těla buňky transportovat i některé další látky, hlavně bílkoviny, primární funkcí je však přenos elektrické stimulace akčního potenciálu. (Fiala, Valenta, 2020).

- 2) **Dendrit** je krátký keříčkovitý výběžek, který vede informace dostředivě – od receptorů do těla buňky uložené v CNS nebo jeho blízkém okolí. (Dylevský, 2019). Dendrit oproti axonu není obalen myelinovou pochvou. Jeho bohaté větvení mu umožňuje kontakt neuronu až s tisíci dalšími. (Fiala, Valenta, 2020).



Obrázek 1: Neuron (<https://www.mentem.cz/blog/neuron/>, 2015)

1.1.1 Gliové buňky

Kromě neuronů se v nervové soustavě nachází i gliové buňky (neuroglie). Jejich hlavní funkce je stavební a podpůrná, dále zajišťují výživu nervových buněk, chrání je a fagocytují poškozené neurony. (Čihák, 2016).

Gliové buňky můžeme dle tvaru a funkce rozdělit do tří skupin:

- A) Astrocyty** jsou největší gliové buňky hvězdicovitého tvaru zakončené četnými výběžky. Jejich hlavní funkce je tvorba bariéry mezi krví a mozkovou tkání, zajišťují, regulují látkovou výměnu pomáhají izolovat jednotlivé neurony, přijímají a uvolňují některé látky s funkcí mediátorů (GABA, taurin, glutamát). (Čihák, 2016).

- B) Oligodendrocyty** jsou menší než astrocyty a nachází se na nich méně kratších výběžků, které vytváří myelinovou pochvu. Jeden oligodendrocyt je schopen obalit až 50 axonů.
- C) Mikroglie** představují asi 10 % všech gliových buněk. Jsou součástí obranného systému organismu, jelikož jsou schopny fagocytózy a jsou považovány za změněné fagocyty. Mikroglie se aktivují při poranění CNS, při degenerativních onemocnění, při AIDS, zánětech mozku a dalších. V těchto situacích odstraňují poškozené neurony. (Fiala, Valenta, 2020).

1.2 Synapse

Synapse jsou místa kontaktů jednotlivých nervových buněk. V místě synapse se axon knoflíkovitě rozšiřuje a nasedá na výběžek dalšího neuronu. Neurony v synapsích přímo nedotýkají, ale je mezi nimi mezera o šířce 20 nm, které se říká synaptická štěrbina. Na koncovém rozšíření axonů jsou nahromaděné mikro kapky látek, které se vytvořily uvnitř neuronu. Těmto látkám říkáme přenašeče neboli **mediátory (neurotransmitery)**. Tvorba mediátoru je příkladem nervové tkáně tvořit sekret. Mediátor je nahromaděn na koncích axonu a následně je uvolňován na membránu neuronu, se kterým je v kontaktu. Mediátor může být uvolňován i na membránu svalové buňky nebo přímo svalového vlákna. Úkolem mediátoru je vyvolat výchylku chemické a elektrické rovnováhy (změnu propustnosti membrány pro ionty) dalšího neuronu. Vzruch se tak šíří z jednoho neuronu na další. Například na jednom míšním motorickém neuronu může vznikat až 15 000 synapsí, kterými je neuron spojen vysokým počtem dalších neuronů. (Dylevský, 2019).

Neurotransmitery můžeme rozdělit dle jejich funkcí do tří skupin, a to na glutamatergní systém, GABAergní systém a cholinergní systém. **Glutamát** je hlavní excitační neurotransmitter, který se nachází všude. Jeho hlavní funkcí je zánik starých a nevyužitých synapsí a posílení vzniku nových. (Rokyta, 2015). U savců je hlavní inhibiční neurotransmitter v CNS je kyselina **gamma-aminomáselná (GABA)**. Jejím hlavní úkolem je otevírání iontových kanálů, což umožní tok záporně nabitých chloridových iontů do buňky nebo kladně nabitých draselných iontů z buňky. Tyto změny zajišťují změnu membránového potenciálu (hyperpolarizaci). **Acetylcholin** v periferním i centrálním nervovém systému přenáší vzruchy mezi neurony. Významnou roli má při uvolňování na neurosvalové ploténce

a působí na řadu orgánů parasymptiku. (Trojan, 2003). Mediátorem postgangliové části sympatiku mimo potních žláz a hladké svaloviny kapilár kosterního svalu je **noradrenalin**. Další z katecholaminů je **adrenalin**, který se vylévá působením nervových impulzů do krevního řečiště a tím se stává jedním z posílů, jež dokáže ovlivnit činnost v různých tkáních, a to hlavně při stresových situacích. Funkcí **dopaminu** je v CNS rozmanitá. Nejznámější je jeho úloha v dráze vedoucí až do čelního laloku, kde vzniká motivace a je zde centrum emocí a odměn. (Rokyta, 2015). Množství mediátorů se neustálými výzkumy zvyšuje. Mezi mediátory je zařazena i řada peptidů, známé hlavně z endokrinního systému. (Čihák, 2016).

Po vylití mediátoru do synaptické štěrbině se molekuly vážou na receptory nebo na specifická místa v iontových kanálech postsynaptické membrány. Iontové kanály tak mají schopnost se otevírat a zavírat. V tuto chvíli mediátor vyvolá změnu propustnosti membrány pro určité ionty. (Novotný, Hruška, 2015).

Postsynaptická membrána je drážděna v závislosti na povaze typu mediátoru. Například acetylcholin v kosterním svalstvu nebo glycin v CNS. Je nutné zdůraznit, že postsynaptická membrána až na několik výjimek neuvolňuje žádné mediátory, synapse tak propouštějí signály jen jedním směrem. Mají tak funkci ventilu, bez níž by tak přenos informace nebyl možný. (Silbernagl, Despopoulos, 2016).

Důležitými pojmy jsou **depolarizace**, což znamená změnu klidového membránového potenciálu k pozitivnějším hodnotám. Depolarizace je podstatou **excitace** (stav podráždění). Tyto změny označujeme jako excitační (budivý) synaptický potenciál. Mnohé mediátory mohou mít však opačný účinek, mohou vyvolat změnu k negativním hodnotám. Tento děj se nazývá **hyperpolarizace** a je podstatou inhibičního (tlumivého) potenciálu. (Novotný, Hruška, 2015).

1.2.1 Klidové napětí a akční potenciál

Při klidovém napětí je uvnitř buňky záporný náboj a na jejím povrchu kladný. V této fázi je buňka nepropustná pro Na^+ ionty. Uvnitř buňky je koncentrace K^+ iontů vyšší, a mimo buňku je koncentrace Na^+ vyšší. Záporný náboj se tak nahází uvnitř buňky.

Akční potenciál na membráně vzniká v případě, že se překročí prahová hodnota napětí, která je -55 mV . Jednou z fází je **depolarizace**, kdy dochází k otevření kanálů pro Na^+ ionty,

které vstupují do buňky. Zde se uplatňuje zákon „všechno nebo nic“. Tento zákon můžeme demonstrovat rovnicí – nepřekročí-li se prahová hodnota = nevznikne akční potenciál, překročí se prahová hodnota = vznikne akční potenciál.

Po depolarizaci následuje fáze **repolarizace**, kdy se kanály pro Na⁺ ionty zavírají a jsou pumpovány ven a do buňky vstupují K⁺ ionty. Zde napětí opět nabývá klidových hodnot. (Silbernagl, Despopoulos, 2016).

1.3 Stavba a funkce periferních nervů

Primární funkcí nervové soustavy je příjem, ukládání a vydávání informací, což zajišťují seskupení neuronů, které se nazývají nervové obvody. Neurony jsou v těchto obvodech spojeny velmi blízko nebo vzdáleně. (Novotný, Hruška, 2015).

Periferní neboli obvodové nervy Dylevský (2019) charakterizuje jako svazky nervových výběžků (vláken) buněk, které jsou uloženy v míše, mozkovém kmeni a v uzlíčcích (míšních ganglií) ležících v blízkosti míchy. Nervy jsou složeny z axonů a dendritů. V nervu se nachází několik stovek až tisíc vláken, která jsou vzájemně propojena vazivem. Svazky vláken vystupujících z míchy a míšních ganglií nazýváme **míšní nervy** (*Nervi spinales*). Vlákna, která vystupují z mozkového kmene jsou **nervy hlavové** (*Nervi craniales*). Na povrchu vaziva se nachází vazivový obal. V celém nervu probíhají cévy, které zajišťují zásobu nervu.

Podle typů vláken (směru vedení vzruchu) můžeme nervy rozlišit na tyto typy:

- A) **Citlivé** – senzitivní periferní nervy, vedoucí do těl nervových buněk, a to vždy jedním směrem.
- B) **Hybné** – motorické periferní nervy, vedoucí od centra na periferii.
- C) **Smíšené periferní nervy**, kterých je nejvíce, což znamená, že obsahují **vlákna senzitivní, motorická i autonomní**.

Autonomní (vegetativní) nervy mají buňky v CNS, ale jejich výběžky nekončí přímo u buněk hladké svaloviny, nýbrž se synapsí napojují na další neurony a teprve poslední neuron končí u hladkého svalstva či na povrchu žlázových buněk.

Souhrnně můžeme tvrdit, že v periferních nervech jsou tři druhy nervových vláken a dvojí směr vedení vzruchů: aferentní (dostředivé) a eferentní (odstředivé). (Novotný, Hruška, 2015).

Podněty z vnitřního i zevního prostředí, které jsou následně vedeny nervy k dalšímu zpracování v CNS se musí nejprve registrovat speciálními recepčními buňkami nebo speciálními zakončeními nervových vláken, kterým se říká **receptory (čidla, smysly)**. Veškeré podněty z vnějšího prostředí pro receptory jsou fyzikální nebo chemické povahy a jsou představovány různou formou energie mechanické, tepelné, světelné nebo chemické. (Naňka, Elišková, 2019).

Pokud pocházejí podněty z povrchu těla, ze vnějšího prostředí nebo z povrchu těla, jsou přijímány **exteroceptory**. Do této skupiny řadíme např. oko, ucho, receptory v kůži atd. Změny ve vnitřním prostředí mají pak na starost **interoceptory**.

Receptory můžeme třídit dle různých hledisek. Podle druhu podnětu je dělíme na:

- 1) **Mechanoreceptory**, které zaznamenávají změnu tlaku (dotyky), vibrace, napětí a natažení. Tyto receptory naházíme například ve sliznici nebo v kůži. Toto napětí vnímají i svalová vřetenka a svalová tělíska. Mezi mechanoreceptory patří i zvukové receptory vnitřního ucha, jež vnímají chvění.
- 2) Úkolem **termoreceptorů** je přijímání tepla a chladu.
- 3) **Chemoreceptory** přijímají chuťové, čichové a bolestivé podněty.
- 4) **Radioreceptory** jsou tyčinky a čípky, které jsou uloženy v sítnici oka a reagují na světelné vlny.

Receptory mají vždy dvě hlavní a stavební a funkční složky:

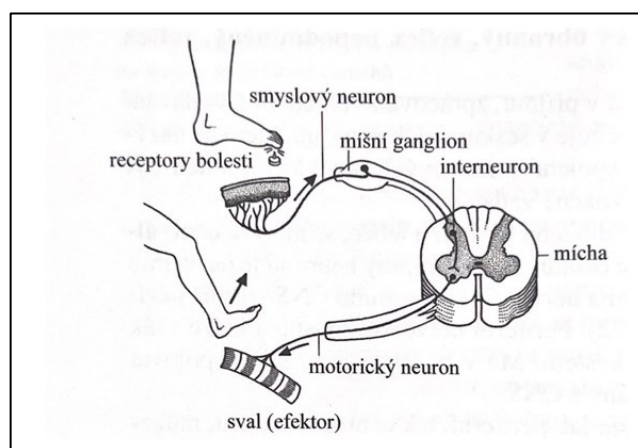
- 1) **Smyslové buňky** zachytávají informace k senzorickým neuronům.
- 2) **Nervová vlákna** tento podnět následně převádí na elektromechanický děj, jež je podstatou vzruchu a jeho cíl je mozek. (Dylevský, 2019).

Pro rozložení receptorů obecně platí, že jich do hloubky ubývá a mají složitější stavbu. Nejsložitějšími tělisky jsou Paciniho tělíska. Nejpovrchněji zakončená jsou Merkelova zakončení, následně Meissnerova, a nakonec Krauseho tělíska. (Naňka, Elišková, 2019).

1.4 Reflexy a reflexní oblouk

Dylevský (2019) charakterizuje **reflex** (z latinského *reflecto*) jako převod vzruchu z receptoru přes nervovou dráhu na efektor, což je základní funkční prvek nervové soustavy. Je nutné zmínit I.P.Pavlova, jehož práce měla pro zkoumání reflexů zásadní význam. Přizpůsobení organismu změnám prostřednictvím reflexní činnosti můžeme považovat za dokonalé. Odpovědi na reflexy se uskutečňují velmi rychle, často až ve zlomkách sekundy a velice přesně analyzují podněty, které přichází z vnějšího prostředí. Reflexy jsou tak nezbytným prostředkem k zachování života organismů, zejména těch vyšších.

Na obrázku 2 si můžeme přehledně demonstrovat průběh **obranného míšního reflexu**, vyvolaný ostrým předmětem.



Obrázek 2: Průběh reflexu v reflexním oblouku (Novotný, Hruška, 2015, s. 124).

Podstatou tohoto reflexu je odtažení končetiny, což je reakce na bolestivý podnět. Reflexní oblouk je schematicky znázorněn třemi neurony a dvěma synapsemi. Reflex tak začíná podrážděním citlivého zakončení neuronu v kůži a končí podrážděním svalu motorickým neuronem. Tato reflexní dráha je tak vedena přes míchu, což znamená, že se mícha „neradí“ s mozkem a vyhodnocení tak probíhá okamžitě. Bolest však pocítujeme tím, že jdou zprávy o bolesti do mozku, na který nemají reflexy žádný vliv.

Reflexy, které jsou vrozené mají dráhy a jejich průběh zaznamenaný v genetickém kódu a nazýváme je **reflexy nepodmíněné**. Tyto reflexy nepotřebují ke vzniku a průběhu

speciální podmínky, narozdíl od **reflexů podmíněných**. (Novotný, Hruška, 2015). Nepodmíněné reflexy jsou například dýchací, polykací, sací, obranné (kýchání, kašláni, mrkání) a reflexy míšní (např. českový). Podmíněné reflexy jsou reakce na opakující se podněty, na které si organismus postupně vytváří odpověď. Pokud se však podnět přestane opakovat, reflex vyhasne. (Zimpl, 2006).

1.5 Centrální nervová soustava

Do centrální nervové soustavy řadíme páteřní míchu, prodlouženou míchu, Varolův most, střední mozek, mozeček, mezimozek, bazální ganglia, limbický systém a mozkovou kůru. (Rokyta, 2015).

Jeden z principů práce neuronů v nervové soustavě je jejich seskupování v nervové obvody. Dalším principem je **centralizace neuronů**, což znamená vytváření nervových center (o obratlovců se tomu děje v páteři a hlavě). Centralizace spojená se zvětšováním počtu interneuronů v nervových centrech, což dává větší možnosti řídit organismus jako celek. (Novotný, Hruška, 2015).

1.5.1 Mícha

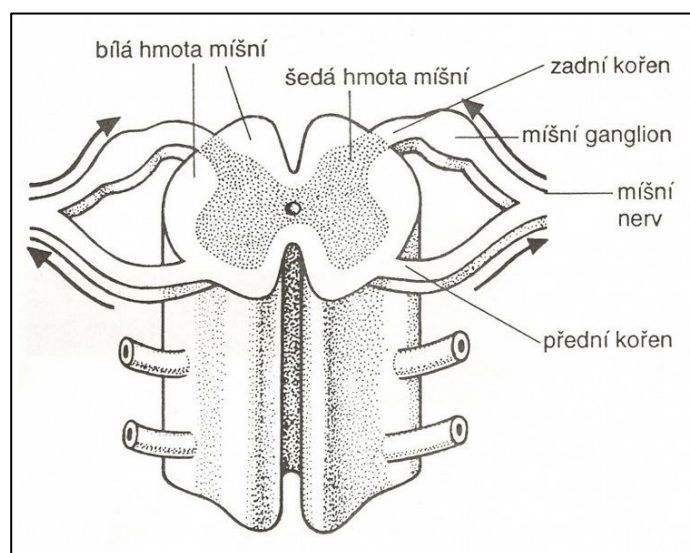
Mícha (*Medulla spinalis*) je rychlodráha, která zprostředkovává životně důležité informace mezi mozkiem a ostatními částmi těla. Přenáší nekonečný tok informací od senzorů v kůži přes další orgány až po fungování celého těla. (Winston, 2005). Mícha je celkově dlouhá 40-45 cm. Část nervové trubice leží již v páteřním kanále. Uprostřed sloupce míchy je tenký kanálek, který se nazývá centrální míšní kanál, jíž je vyplněn mozkomíšním mokem. Horní konec míchy pak přechází v prodlouženou míchu. Z míchy vystupuje **31 párů míšních nervů** (*Nervi spinales*), které můžeme rozdělit na krční, hrudní, bederní, křížové a kostrční. Tyto nervy obsahují vlákna somatická a některá vegetativní. (Novotný, Hruška, 2015).

Krční nervy (*Nervi craniales*), kterých je 8 párů vystupují v krčním úseku páteře mezi obratli C₁ – C₇. Tyto nervy zodpovídají za činnost horních končetin, hlavy a krku. Z prvních čtyř nervů vznikají hlavně nervy pro svaly a kůži na krku. Důležitým nervem je brániční nerv, který sestupuje mezi svaly krku do hrudníku, kde inervuje důležitý dýchací sval, a to bránici, jejíž svalovina inervuje kontrakce vdechu. Na dolní větvi krčních nervů je

silná pažní pleteň, z níž vznikají všechny svaly inervující svaly kůže, kosti kloubního pouzdra horní končetiny. Deltový sval má na starost nerv podpažní. Poškození tohoto svalu má za následek neschopnost abdukce horní končetiny, za vzniku obrny tohoto svalu. Pažní tepnu obklopují středový, loketní a vřetenní nerv. Dvanáct párů **hrudních nervů** (*Nervi thoracici*) vystupují z hrudního úseku páteře, a to od Th₁ do Th₁₂. Zajišťují činnost mezižeberních svalů hrudníku (důležitých pro dýchání), kůži hrudníku a zad. **Bederní nervy** (*Nervi lumbales*), jichž je 5 párů vystupují z bederní páteře mezi L₁ – L₅. Tyto nervy inervují kůži a svaly stehna a pánvi a kůži zevních pohlavních orgánů. Bederní svaly tvoří důležitý bederní pletenec, z něhož vedou svaly, které inervují břišní svaly a kůži břicha. Přední stranou stehna vede stehenní sval, který inervuje čtyřhlavý sval stehenní. Mezi obratli S₁ – S₅ vystupuje pět párů **křížových nervů** (*Nervi sacrales*). Poslední nerv bederní pleteně a křížových nervů tvoří křížovou pleteň, ze které vystupuje sedací nerv. Tento nerv je nejsilnějším v těle a probíhá pod hýžd'ovými svaly na zadní stranu stehna, kde se rozděluje na holenní a lýtkový nerv. Jediný pár **kostrčního nervu** (*Nervi coccygei*) nemá žádnou funkci. (Dylevský, 2019).

Průřez míchy (obr. 3) tvoří šedá a bílá nervová hmota. Šedá hmota je tvořena dendrity a má na průřezu tvar motýlích křídel (písmeno H). V jejích zadních rozích končí nervová vlákna smyslových neuronů, které vstupují do míchy zadními – dorzálními kořeny. Tyto neurony mimo vlastní míchu v otvorech mezi obratli. Bílá hmota je tvořena axony, které jsou myelizované.

Míchu tvoří i další spoje. Signály ze smyslových orgánů se mohou prostřednictvím interneuronů předávat na jiné míšné úseky, což znamená, že některé reflexní odpovědi mohou být poměrně složité a některé se převádějí až do mozku (vzestupné senzorycké dráhy). Některé dráhy vedou z mozku do míchy, končí na motorických neuronech, zprostředkovávají ovládání svalstva nervovými centry v mozku (sestupné motorické dráhy). Mícha je velmi důležitým motorickým centrem, které zajišťuje základní pohybovou činnost. Přerušování těchto sestupných drah míšních nebo poškození motorických neuronů vede k vážným poruchám hybnosti. (Novotný, Hruška, 2015).



Obrázek 3: Průřez míchou (Novotný, Hruška, 2015, s. 126).

1.5.2 Mozek

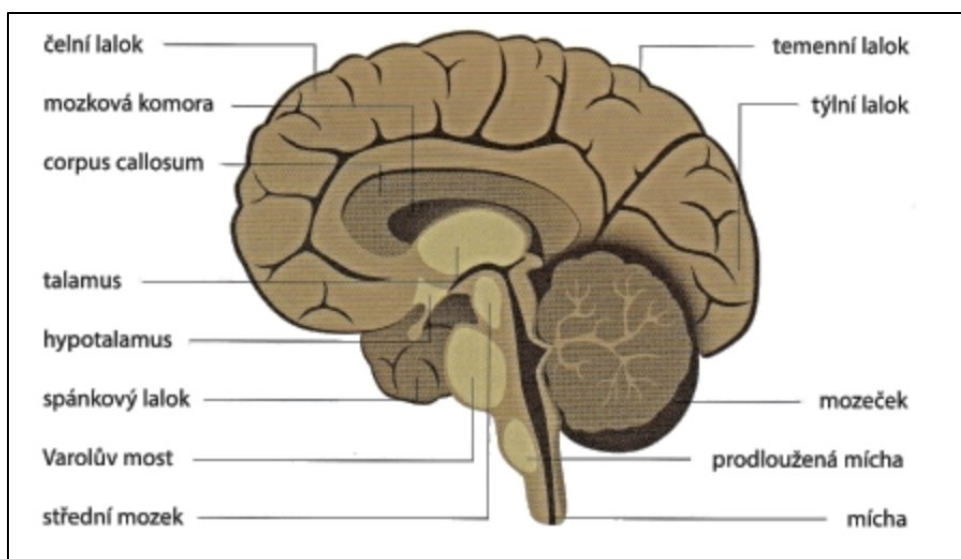
Mozek (*encephalon*) je velmi složitý orgán, který koordinuje informace získané z celého těla a reaguje na ně. Je sídlem vědomí, myšlení a uvažování každého člověka. Mozek můžeme nazvat jako mistra řízení funkcí v těle, který lidem poskytuje unikátní poznávací i duševní schopnosti. Mozek váží zhruba 1400–1800 gramů. Horní tři čtvrtiny mozku se dělí na dvě polokoule – pravou a levou. Tyto polokoule se na spodní části spojují silným svazkem nervových drah, který se nazývá svorníkové (kalózní) těleso. Každá polokoule se skládá ze čtyř **laloků**, které jsou pojmenované podle kostí lebky nad nimi – **čelní** (*lobus frontalis*), **spánkový** (*lobi temporales*), **temenní** (*lobus parietalis cerebri*) a **týlní** (*lobus occipitalis cerebri*). (Mcmillan, 2009).

Zvětšováním nervové trubice v jejím hlavovém úseku vznikne mozek. Nejprve je rozdělen na dvě části – **mozek zadní a přední**, následně se z těchto částí oddělí třetí část – **mozek střední**. Jeho nejprogresivnější oddíly jsou v přední části. (Novotný, Hruška, 2015). Tento proces se děje až ve čtvrtém týdnu těhotenství. Předchází mu vznik ektodermové destičky v týdnu třetím. Jasně zřetelné hemisféry jsou k rozpoznání u čtyřměsíčního plodu. Další nedílné součásti mozku se kompletně vyvinou ještě před porodem. (Mcmillan, 2009).

Na obrázku č. 4 vidíme řez mozkem. Mozek můžeme z vertikálního členění rozdělit na pět částí: **prodloužená mícha**, **mozeček**, **střední mozek**, **mezimozek** a **koncový mozek**. Jako šestou část označujeme **Varolův most**. Prodloužená mícha, Varolův most a střední

mozek tvoří **mozkový kmen**. Zde začínají motorická a končí sensorická nervová vlákna hlavových nervů. Hlavových nervů je celkem 12 párů a jsou periferními nervy mozku. Název hlavové mají od své funkce, a to inervace oblasti hlavy. Ovládají svaly obličeje, okoohybné svaly, svaly jazyka a hltanu. (Novotný, Hruška, 2015).

Mozek i mícha jsou velmi dobře chráněny před jakýmkoliv nárazy. Mozek obklopen kostmi, ale i třemi obaly, kterým se říká pleny (tvrdá plena, pavučnice, omozečnice). Veškeré mozkové a míšní tkáně jsou chráněné mozkomíšním mokem, který je složen zejména z glukózy, jež je nezbytná pro veškerou výživu mozku. Mok zároveň vyplňuje vnitřní komory mozku a prostor mezi dvěma vnitřními plenami. Mok se vstřebává do krve a zhruba třikrát až čtyřikrát denně se obnovuje. (Kumar, Abbas, Aster, 2017). Dále má své funkce v metabolismu CNS a nadlehuje mozek. (Čihák, 2016).



Obrázek 4: Řez mozkem (https://www.pramen-zdravi.cz/Neurologicka-onemocneni-a4_41.htm, 2016)

Mozkový kmen (*truncus encephali*) tvoří prodloužená mícha (*medulla oblongata*), Varolův most (*pons Varoli*) a střední mozek (*mesencephalon*). V lebeční dutině navazuje na hřbetní páteř prodloužená mícha. Páteřní míše se podobá i svou strukturou a vykonávání funkcí. V prodloužené míše jsou životně důležitá centra – dýchací a kardiovaskulární. Tato

centra řídí dýchací a oběhovou soustavu, zejména krevní tlak a činnost srdce. Dále zajišťuje chod soustav trávicí a vylučovací. Zde jsou i centra reflexů, jež zajišťují polykání, slinění a obranné reflexy, jako je kašláni, kýčání a zvracení. (Rokyta, 2015). Některé neurony v prodloužené míše mají význam udržování v bdělém stavu, jelikož jsou aktivátory činnosti mozkové kůry, což znamená, že mají inhibiční a exhibiční funkci. Tyto neurony jsou součástí **retikulární formace (RF)** (*formatio reticularis*), kterou můžeme charakterizovat jako síť neuronů, která vede v celé délce mozkového kmene a zasahuje do mezimozku a hřbetní míchy. RF je zároveň koordinačním centrem mozkového kmene. Propojuje jádra mozkových nervů do míchy, mozečku, středního mozku hypotalamu a mozkové kůry. (Fiala, Valenta, 2020). Varolův most si představme jako nenápadný límec kolem dolní plochy prodloužené míchy. Boční zúžené valy souvisí s mozečkem. Před mostem je uložen střední mozek a na horní plochu naléhá mozeček. (Čihák, 2016). Varolův most se účastní nervové regulace dýchání. (Rokyta, 2015).

Důležitým senzo-motorickým centrem je **mozeček** (*cerebellum*). Vzniká z mozkového kmene jako speciální nervové centrum na hřbetní straně přední části prodloužené míchy. (Novotný, Hruška, 2015). Jeho hlavní funkcí je plánování, provádění a kontrola pohybu, slouží zároveň k motorickému učení. Vykonává i vyšší funkce jako je pozornost. (Silbernagl, Despopoulos, 2016). Mozeček tak vykonává trojici základních somatických funkcí, jež jsou: řízení svalového tonusu, postojové reflexy a úmyslné pohyby. (Trojan, 2003)

Krátký oddíl mozkového kmene, který je uložen mezi mostem a dvěma polokoulemi koncového mozku se nazývá **střední mozek** (*mezencephalon*). Horní plocha vybíhá ve čtyři hrbolky, kterým se říká čtverohrbolí, což je nakupenina nervových buněk. Přední tvar hrbolku jsou centrem zraku pro zrakové reflexy a zároveň zde končí část vláken zrakového nervu. Hrbolky zároveň inervují oko-hybné svaly, zabezpečují souhru očí a postavení očních bulbů. Dále také zajišťují reflexní pohyb očí a hlavy za zdrojem světla. Dolní část se spojuje s mozkovými polokoulemi. Sluchové dráhy končí u zadních dvou hrbolků, kde jsou zároveň i jejich centra. Pohyb hlavy za zdroje zvuku vyvolá dráždění zvukového čidla. Hlavní částí středního mozku je Sylviov kanálek, který slouží jako komunikační prostředek mezi třetí a čtvrtou mozkovou komorou. Stonky středního obsahují i nervové dráhy, kterými jsou řízeny chtěné pohyby. (Dylevský, 2019).

Mezi mozkovým kmenem a koncovým mozkem stojí další část CNS, a to **mezimozek** (*diencephalon*), jež se skládá z epithalamu, metathalamu, thalamu, subthalamu a hypothalamu. Epithalamus je tvořen nepárovou šišinkou – epifýzou, která se nachází mezi thalamy. Její hlavní složkou je melatonin, který řídí cirkadiánní rytmy bdění a spánku. Toto řízení má zároveň za úkol i hypothalamus. Metathalamus je zapojen do smyslového cití a tvoří dvě vyvýšeniny. Subthalamus se nachází pod thalamem, jehož funkce není zcela jasná. Pravděpodobně je zapojen do okruhů RF a bazálních ganglií. (Naňka, Elišková, 2019).

Předstupněm mozkové kůry je **thalamus**, což je složitá diencefalická struktura v podobě skupiny jader. Slouží jako přepojovací článek mezi drahami. (Trojan, 2003). Prochází zde veškeré smyslové dráhy krom čichové a probíhá zde jejich hrubší integrace smyslových informací. Říká se mu proto „brána vědomí“, jelikož žádný senzitivní vzruch neprojde jinou cestou do mozkové kůry než přes thalamus. (Čihák, 2016). Zastává i důležitou motorickou funkci. Budivě působí na mozkovou kůru, kterou udržuje v bdělém stavu, a to působením podnětů, jež přichází z RF. Podílí se i na utváření vlastního já. (Dylevský, 2019). Zároveň je při poruchách thalamu snížený práh bolesti. U malých dětí není tento korový útlum zcela vyvinut, stejně jako u lidí s porušenou funkcí kůry. (Naňka, Elišková, 2019).

Nejvyšším centrem, které řídí činnost vnitřních orgánů je **hypothalamus**, jež má funkci integrační. Jeho hlavní funkce je sladování činnosti vnitřních orgánů v komplexní odpovědi. Integruje funkce dýchací, oběhové, trávicí, tělesnou teplotu a rozmnožování. Zároveň připravuje tělo na zvýšenou fyzickou či psychickou zátěž, funguje ale i obráceně a uvádí orgány do klidového režimu. (Rokyta, 2015). Hypothalamus přímo ovlivňuje nervový systém, nebo řídí hormony. Tyto hormony vysílá do **hypofýzy** (*glandula pituitaria*), což je malá žláza velikosti hrášku, která se nachází hned pod hypothalamem. Má dva laloky, přední (adenohypofýza) a zadní (neurohypofýza). Hlavní funkcí hypofýzy je produkce a uvolňování hormonů, které následně pomáhají vykonávat důležité životní funkce (metabolismus, reprodukce, reakce na stres, kojení, rovnováha soli, práce, porod...). Hypofýzu si můžeme představit jako pomyslný termostat, který má kontrolu nad celým domem (tělem), aby v něm bylo příjemné žítí. Hypofýza produkuje tyto hormony: oxytocin, antidiuretický hormon,

somatotropin, prolaktin, thyreotropin, folikulostimulační hormon, luteinizační hormon, adrenokortikotropní hormon. (Cleveland Clinic, 2022).

Koncový mozek (*telencephalon*), jinak také označován jako velký mozek, vytvořil nejvýznamnější struktury a nové útvary nad původní nervovou trubici v její hlavové části. Je to největší část lidského mozku, který je rozdělen na dvě hemisféry, pravou a levou, jejichž povrch je pokryt mozkovou kůrou (neokortex). Struktury pod kůrou se shlukují do bazálních ganglií, celek hraničící s hypothalamem se nazývá **limbický systém**. V limbickém systému se odehrává komplexní instinktivní a emocionální chování. Obsahuje i útvary, které jsou tvořené nervovými drahami a spojují pravou a levou hemisféru, jímž se souhrnně říká mozkový trámec. (Novotný, Hruška, 2015). Právě hypothalamu je nadřazen limbický systém, který řídí vrozené a získané chování a je zdrojem motivace a emocí a jejich projevů, které mají vliv na společenské chování. (Silbernagl, Despopoulos, 2016). Součástí limbického systému je i **amygdala**, shluk neuronálních skupin, jež jsou součástí částí mozkové kůry. Starší část amygdaly zpracovává čichové podněty spolu s jejich emočními reakcemi, jako je bušení srdce nebo husí kůže. Mladší oblasti amygdaly se podílí na rozlišování emočních podnětů, které jsou dělí na příjemné a nepříjemné. Klíčovou složkou je i implicitní paměť, která nevědomě zpracovaná, ukládá a vyvolává emočně důležité informace a situace. Určitý podíl má zde i deklarativní paměť, jež zajišťuje emoční obsah. (Rokyta, 2015). **Hipokampus** rozpoznává důležitost jednotlivých signálů a řídí reakci na podnět nový. Úlohou hipokampu je třídění informací pro uložení do dlouhodobé paměti. (Langmeier, 2009). Další důležitou částí limbického systému je **inzula**. Její úlohy pojímají široké spektrum, a to zejména podmiňování a chování, rozhodování, bdělost a uvědomování si. (Rokyta, 2015). Vývojově nejmladší částí CNS u člověka je mozková kůra, jež je zároveň nejvyšším řídicím centrem pro většinu funkcí. Uchovává většinu přijatých informací v krátkodobé a dlouhodobé paměti. (Trojan, 2003). Tvoří zhruba 2-5 mm silný plášť a je zprohýbaná v mnoho závitů. V kůře se nachází 13–15 miliard nervových buněk, které svými propojeními modelují výběžky prostorovou síť. Zářezy jsou typicky zvětšené podle toho, jaký z laloků tvoří. Laloky členíme na čelní, temenní, týlní a spánkový. (Dylevský, 2019).

Motorický analyzátor je uložen kůře laloku čelního. Z tohoto laloku vyhází vědomé, vůlí ovladatelné a chtěné pohyby. V blízkosti motorického analyzátoru leží analyzátor kožní

citlivosti, a to přímo v zadní části temenního laloku. Končí zde dráhy přivádějící vzruchy od receptorů pro chlad, teplo, tlak, bolest a dotyk. Zároveň zde probíhá „uvědomování si vlastního těla“. Kůru týlního laloku pokrývá zrakový analyzátor. V této kůře končí vlákna zrakových drah a dochází zde k syntéze zaznamenaných receptorů ze sítnice. Můžeme si tento systém představit jako pomyslnou televizní obrazovku. Sluchový analyzátor se nachází v kůře laloku spánkového. Jednotlivé úseky v kůře rozlišují zvukové kvality, jako je výška a barva tónu. (Dylevský, Ježek, 2011). Ve spánkovém laloku je uložena dále amygdala, která řídí emoce související s učením, strach a úzkost. Součástí spánkového laloku je i hipokampus, jež má tvar mořského koníka. Zde jsou uloženy deklarativní vzpomínky, jež jsou takové vzpomínky a události, které si vybavujeme a můžeme je popisovat. (Cleveland Clinic, 2023). Posledním analyzátozem je čichový, který je na spodní kůře čelního laloku. v blízkosti čichového analyzátoru se nachází konce, kterými jsou vedeny chuťové podněty. (Dylevský, Ježek, 2011).

Na vzniku řeči se podílí Brocovo centrum řeči, které je uloženo v levé mozkové hemisféře. Levá hemisféra je u většiny populace dominantní a je zodpovědná za veškerou jazykovou i nejazykovou integraci. (Magan, Yadav, 2021). Samotné porozumění řeči je situováno ve Wernického centru v zadní části korové oblasti. (Silbernagl, Despopoulos, 2016).

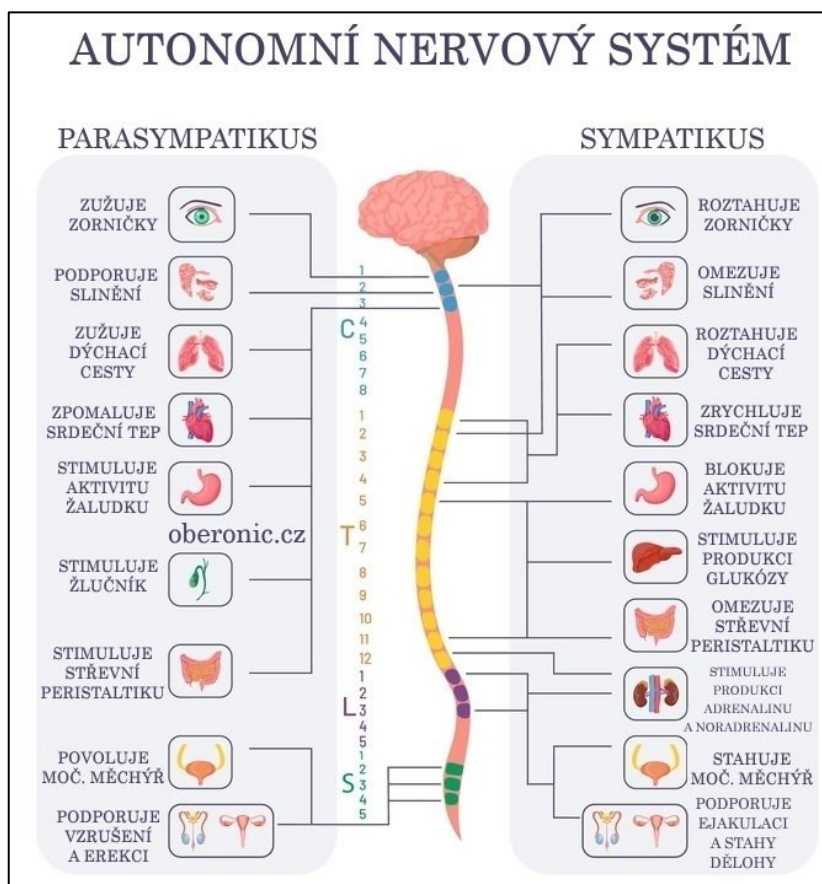
1.5.3 Řízení pohybu těla

Nezbytným předpokladem k provádění úmyslných a cílených pohybů těla je zabezpečení mimovolních pohybů, jimiž je zajištěna vzpřímená poloha těla, bez které by nedocházelo k žádným dalším pohybům. Podněty k udržování polohy těla přicházejí z vestibulárního aparátu, ze svalových vřetének a šlachových tělísek, jež vysílají údaje o poloze končetin, napětí ve svalech a pohybech svalů. Důležité informace k posouzení polohy těla se scházejí v retikulární formaci a v mozečku, který třídí dostavené informace a vybírá si jen ty důležité, které uplatní při daném pohybu. Pokyny k provádění úmyslných pohybů přichází z motorické oblasti temenního a čelního laloku. Dráždění jednotlivých korových okrsků vyvolává např. svalové záškuby. (Dylevský, 2019). Oblast mozkové kůry, která ovládá pohyb a **hmat** (*tactio*), můžeme zakreslit jako dva pomyslné pruhy, jež každý z nich má jinou funkci. Senzitivní kůra zpracovává signály hmatu a je velmi citlivá. V mozkovém

kmeni se však tyto dráhy kříží s opačnými částmi těla. Zaručenou přesnost má na starost motorická korová mapa. (Winston, 2005). Nedílnou součástí k řízení pohybu jsou **bazální ganglia** (*nuclei basales*), která se již za vývoje z povrchu spodní plochy váčků koncového dostávají do hemisféry a jsou rozdělena na další útvary. (Čihák, 2016). Jsou to skupiny podkorových struktur, jež se nacházejí hluboko v bílé hmotě mozku. Bazální ganglia mají za úkol doladovat volní pohyby. Z mozkové kůry dostávají impulzy pro nadcházející pohyb, které následně zpracují a upravují. Nakonec tyto detailně upravené pokyny předávají thalamu a ten je vysílá zpět do mozkové kůry. Poslední signály vedou do kosterních svalů pomocí pyramidového motorického systému. Bazální ganglia dále zprostředkovávají některé další korové funkce, například plánování a modulace pohybu, paměť, oční pohyby, zpracování odměny a motivace. (Andrusca, 2022).

1.5.4 Řízení činnosti vnitřních orgánů

K nervovému řízení funkcí vnitřních orgánů slouží **autonomní (vegetativní, orgánový) nervový systém**, který ale nepracuje sám, ale je anatomicky i funkčně spojen s CNS. (Dylevský, Ježek, 2011). Za autonomní ho můžeme označit proto, jelikož pracuje bez naší vůle, narozdíl od somatického. (Novotný, Hruška, 2015). Autonomní systém má na starost inervaci žláz a hladké svalstvo orgánů. Vlákná autonomních nervů jsou motorickými vlákny hladkého svalstva stěny orgánů a žlázových vývodů, což znamená, že tyto nervy řídí pohyb trubcovitých orgánů a ovlivňují i průsvit cév. Tento mechanismus má tak na starost i řízení krevního tlaku, průtoku krve těla a do žláz. Tyto nervy dělíme do dvou skupin **sympatické a parasympatické**. (Dylevský, Ježek, 2011). Činnost sympatiku a parasympatiku je koordinována jinými nadřazenými složkami z CNS, můžeme tak rozlišit několik regulačních oblastí. Detailní přehled práce obou oddílů je viděn na obrázku č. 5. Je nutné zdůraznit, že většina vnitřních orgánů je inervována sympatikem a zároveň parasympatikem, naopak u některých orgánů mají zcela antagonistickou funkci. (Novotný, Hruška, 2015).



Obrázek 5: Autonomní nervový systém (<https://www.oberonic.cz/stresova-vs-relaxacni-reakce-cast-druha/>, 2023)

1.5.5 Paměť

Paměť je schopnost mozku ukládat, vybavovat a uchovávat si informace, což je základní předpoklad pro učení se faktům a dovednostem. Dále také schopnost člověka přizpůsobit chování určité situaci, což závisí na zkušenostech. Procesy zapamatování probíhají téměř v celém mozku, zvláště ale v oblastech limbického systému a jeho blízkému okolí. (Mcmillan, 2009).

Rozlišujeme tyto typy paměti:

A) Pracovní paměť je místo, kde probíhá myšlení a má dvojí kódování. První z nich má na starost ukládání textových či zvukových jevů, druhá je vyrovnávací a slouží prostorovým a vizuálním prvkům. Přetížení obou vyrovnávacích center může vést k přetížení kognitivních funkcí. Vytváří propojené vzpomínky, takže stačí spuštění jakéhokoliv aspektu zážitku a vědomí vyvolá celou vzpomínku.

B) Smyslová paměť umožňuje zkušenost s jakýmkoliv aspektem prostřednictvím smyslů ukládat do paměti jako jakési epizodické znalosti, které se však rychle rozpadnou. Teprve když jim člověk věnuje náležitou pozornost smyslové paměti, dostanou se tyto zážitky do paměti pracovní.

C) Dlouhodobá paměť funguje paralelně s krátkodobou pamětí. Dle odhadů se uvádí, že dlouhodobá paměť člověka neomezeně uchová 10^{10} až 10^{20} bitů informací za celý život. Toto množství odpovídá 50 000násobku textu v knihovně Kongresu USA. (Fadel, 2008).

1.5.6 Učení

Učení můžeme charakterizovat jako veškeré behaviorální změny, jež jsou důsledkem životních situací. Jsou to změny, které vznikají na základě interakcí s okolím. Učení může probíhat tak, že se člověk učí životem – bezděčně. Dále záměrně, což je proces, kdy chodíme do školy a jedná se tak o vzdělávací proces. Jsou i určité reflexy a instinkty, což jsou reakce, jež se učit nemusíme. Rozlišujeme od jednoduchých po složité tyto druhy učení – habituace, imprintace, klasické podmiňování, operantní podmiňování, observační učení a učení vzhledem. (Helus, 2011).

1.5.7 Motivace

Trojan (2003) charakterizuje motivaci jako ovlivnění chování informacemi z vnitřního prostředí organismu. Pokud máme některé látky nedostatek nebo nadbytek, spouští se takové chování, které se snaží tuto odchylku vyrovnat.

1.5.8 Řeč

Nejranějším hlasovým projevem je křik, který má v prvních třech týdnech reflexní charakter, následně je signálním projevem. (Trojan, 2003). Centrum řeči u většiny lidí sídlí v levé hemisféře, kde speciální centra v prefrontální kůře spánkového laloku hrají důležitou roli. Schopnost mluvit, psát a mluvené slovo chápat se odehrává právě tam. Dorozumívání je veledůležitý aspekt lidstva. Neurony v Brocově centru dokáží pomoci svalů hrdla, jazyka a rtů tvořit souvislé slovo. Wernického centrum je funkčním celkem, které toto slovo chápe, dává jim smysl a uspořádává do vět. Následkem mozkové mrtvice nebo jiného poškození může docházet až ke ztrátě mluvení. (McMillan, 2009). Řeč je zároveň nezbytná pro vědomé

zpracovávání smyslových vjemů a tvorbu pojmů. Je to tak nástroj pro ukládání do paměti. (Silbernagl, Despopoulos, 2016). V dospělosti známe až na 60 000 slov. (Trojan, 2003).

1.5.9 Spánek a bdění

Spánek můžeme charakterizovat jako funkční stav organismu, kdy se střídají rytmické cykly různých stádií a přechodů. Každý cyklus je charakterizován typickými změnami (fyziologické, vegetativní a endokrinní) a formami chování. (Trojan, 2003). Stav bdělosti i spánek ovládají centra RF pomocí skupin neuronů, jež uvolňují neuropřenašeče, které navodí nebo potlačí spánek. Mozková kůra utlumí činnost, když člověk usíná, ale člověk může být připravena na vedlejší, jako je například zazvonění budíku, což je zásadní rozdíl oproti stavu bezvědomí. Při spánku se střídají klidová fáze NREM (non-rapid eye movement), která převládá a člověk se při ní může snadno probudit. Druhou fází je REM (rapid eye movement), ve které se zdají sny. Někteří lidé se mohou setkat i s poruchy spánku, jejichž faktory může být například přibývající věk, strach nebo stres. (Mcmillan, 2009). Nejdelší část dne spí kolenci (cca 16 hod.), Děti kolem věku deseti let zhruba 10 hodin, mladí dospělí spí okolo sedmi až osmi hodin a nejmenší podíl spánku mají lidé okolo věku padesáti let, což je 6 hodin. (Silbernagl, Despopoulos, 2016).

Stav **bdělosti** je následkem činnosti RF, přesněji sítě nervových vláken, které vedou uvnitř mozkového kmene, jelikož RF obsahuje budící systém, který mozek udržuje v bdělém stavu. Poškození retikulárního aktivačního systému může vést k nevratnému kómatu. (Winston, 2005).

1.6 Onemocnění nervové soustavy

Nemoci, poškození a zranění nervové soustavy jsou velice různorodé a často není ani jednoznačná jejich diagnóza. Příčiny mohou být vrozené, cévní, infekční nebo degenerativní. Každé poškození NS mívá následky, které ale nemusí být trvalé, protože mozek, jakožto centrální část vykazuje do jisté míry funkci plasticity. Tato funkce znamená, že některé funkce poškozených oblastí převezme jiný úsek. (Novotný, Hruška, 2015).

Nejrozsáhlejší onemocněním mozku je **cévní mozková příhoda (CMP)**. Česká republika patří v Evropě mezi země s nejvyšší morbiditou a mortalitou na CMP. Tato nemoc nemá jen medicínský dopad, ale i socioekonomický, jelikož je léčba velmi nákladná. (Dufek,

2002). Tato nemoc se charakterizuje jako náhlé ložiskové poškození mozku, která trvá déle než 24 hodin nebo vedou ke smrti a jsou vyloučena jiná spektra potíží. (Hutyra, 2011). Cévní mozkové příhody lze rozdělit na 2 základní kategorie podle etiologie na krvácivé a ischemické. (Šeblová, 2018). Nejčastější klinické projevy CMP patří poruchy hybnosti končetin, které postihují jednu stranu těla, či jen jednu končetinu, poruchy čítí, poruchy řeči včetně schopnosti rozumět mluvenému slovu, výpadek části zorného pole, poruchy rovnováhy, silná závrať, poruchy funkce hlavových nervů a další symptomy. Méně často bývá přítomna bolest hlavy, poruchy vědomí, vegetativní dysfunkce či epileptický záchvat v úvodu. (Hutyra, 2011). K ovlivnitelným rizikovým faktorům se řadí kouření, alkoholismus, nedostatek fyzického pohybu, užívání antikoncepce a choroby srdce. (Kalvach, 2010). Do rizikové kategorie lze zařadit mladou populaci, která užívá drogy, jako například amfetaminy, iktus, kokain a heroin, ale i užívání marihuany. (Loudová, Martinkovič, Mikuláš, Kasík, 2013). K neovlivnitelným faktorům CMP řadíme genetické predispozice, věk v rozmezí 65–75 let, kdy častějšími pacienty jsou muži. (Seidl, 2015).

Závažné infekční onemocnění, které postihuje mozkové pleny je **meningitida**. Podle původu ji dělíme na bakteriální, virovou a chronickou. Léčba probíhá dle stanovení typu. Pro rozpoznání typu se využívá lumbální punkce, což je rozbor mozkomíšního moku pacienta. (Kumar, Abbas, Aster, 2017). Onemocnění se rozvíjí během několika hodin, kdy začíná bolestmi hlavy, zvracením a vysokými teplotami, které mohou dosahovat až 40 °C. Dalšími příznaky jsou poruchy vědomí, které mohou začít útlumy a mohou vést až k epileptickým záchvatům. Takto se projevuje celková infekce těla postiženého. Meningitida se zpravila léčí urgentním nasazením antibiotik podle citlivosti agens. (Ambler, 2011).

Sezónním onemocněním, za kterým stojí arbovir meningoencefalitida, jejíž přenašeč je nejčastěji klíště obecné je **klíšťová encefalitida**. Maximální výskyt tohoto onemocnění je od března do listopadu, ovšem nejhojněji od května do září. Průběh této nemoci je dvoufázový. V první fázi, která trvá zhruba 2-7 dní se onemocnění jeví jako chřipka. Další fáze je bez potíží a trvá zhruba 10 dní, zde probíhá postižení NS. Akutní fáze trvá zhruba 3 týdny, kdy je člověk vyřazen z běžného života. (Národní zdravotnický ústav, 2023). Rozvíjí se nervové příznaky, se kterými se pojí bolesti hlavy, horečky, nauzea, zvracení a meningeální syndrom. (Ambler, 2011). Klíčovým faktorem v rámci léčby je absolutní klid

na lůžku a minimalizace fyzické i psychické zátěži. (Růžek, 2015). V ČR je možné se proti tomuto onemocnění nechat očkovat. (Národní zdravotnický ústav, 2023). Léčba je symptomatická a záleží na diagnóze, kterou potvrdí virologické vyšetření likvoru, a to zhruba za tři týdny. (Ambler, 2011).

Roztroušená skleróza je autoimunitní demyelinizační onemocnění, které je charakteristické progresivním ubýváním myelinových obalů nervových vláken v mnoha oddílech nervového systému. Následně probíhá tvrdnutí (skleróza) těchto úseků a tkáň je nahrazována pojivovou tkání, která zjizví. Tato destrukce má tak za příčinu normální vedení vzruchů, čímž se ztrácí funkčnost některých funkcí jako jsou poruchy chůze, citlivosti, řeči, zraku a další. Onemocnění se může projevit v jakékoliv věku, avšak ženy jsou postiženy dvakrát více než muži. Toto onemocnění lze zmírnit, nikoliv vyléčit zcela. (Kumar, Abbas, Aster, 2017). Roztroušená skleróza je v ČR časté onemocnění, které čítá prevalenci 30 a více nemocných na 100 000 obyvatel. Nejvíce postihuje mladé dospělé, a to obvykle ve věku 20–40 let, kdy ženy onemocní průměrně dvakrát rychleji než muži. (Seidl, 2008).

Degenerativní progresivní onemocnění, jehož příčinou je postupný zánik buněk, které produkují dopamin se nazývá **Parkinsonova choroba**. Podstatou nemoci je třes nemocného, který pozorujeme zejména na horních končetinách, ale pozorovatelný je i třes jazyka, hlavy a dolních končetin. Mezi další příznaky se řadí rigidita, bradykinéza, chůze šouravými pomalými kroky, kdy postižený až padá. Vegetativními příznaky jsou porucha mikce, potence a zvýšená tvorba kožního mazu. (Seidl, 2008).

Epilepsie je onemocnění, které se vyznačuje nekontrolovatelnými záchvaty, které jsou způsobeny změnami činnosti mozku. Typicky se projevují jako změny jednání a chování, jež vedou i k poruchám vědomí. (Seidl, 2008). Záchvaty mívají různé frekvence, od méně než jednoho za den až po několik za den. Záchvaty se však dají zvládnout, lidé tak mohou žít plnohodnotný život s příslušnou medikací. (WHO, 2023). Ohniska záchvatů jsou náhlé elektrické výboje v určité části mozkové tkáně, kdy je jejich původ různorodý. (Nejedlá, 2004). Epilepsie se může objevit v různé věku, kdy nezávisí na pohlaví postiženého. (Seidl, 2008).

Alzheimerova choroba je onemocnění, kdy vedou strukturální změny k postupné ztrátě paměti a demenci. Neurony, jež vedou acetylcholin (hlavní neuropřenašeč) se

rozpadají a tím je narušena nervová činnost v mozkové kůře a limbickém systému. (McMillan, 2009). Nemoc je klinicky vyznačována atrofií mozku, ztrátou neuronů a synapsí. Dále také dystrofií neuronů. (Hansen, Hanson, Sheng, 2018). Nemoc má většinou pomalý a nenápadný počátek, a to kolem 60. roku. Nejprve se dostávají poruchy paměti, poruchy abstraktního myšlení, rozhodování, zhoršená orientace v prostoru a postižený může mít problémy s řečí a se psaním. Dalšími typickými symptomy typickými pro prvotní fáze jsou například zapomínání věcí, bloudění na neznámých místech, změny osobnosti, jako je třeba apatie. Dalšími ukazateli jsou změny sociálního chování i citového života, ale i bludy a paranoia. Nemoc může vygradovat do stádií, kdy nemocný není schopen myslet, mluvit a pohybovat se. (Ambler, 2011).

Priony vyvolávají neurodegenerativní choroby, jednou z nich je **Creutzfeldtova – Jakobova nemoc (CJD)**. Základní složkou prionů je bílkovina glykoprotein, které se běžně vyskytují v organismu. Patologické priony mají stejné chemické složení, ale jiné prostorové uspořádání. Tyto priony se dostanou do těla alimentární cestou, zde se množí a destruuji neurony, což je základ patogeneze CJD. Tato nemoc poskytuje starší lidi, vede k demenci a následně ke smrti. (Lukáš, 2021). V devadesátých letech dvacátého století se však objevila nová varianta CJD, která postihuje i mladší lidi a pokládá se za lidskou obdobu nemoci šílených krav. (Novotný, Hruška, 2015).

Poruchy duševního zdraví patří mezi největší výzvy, se kterými se medicína i společnost potýkají. Příčin těchto onemocnění může být celá řada a pacienty omezují v každodenním životě. U milionů dospělých i dětí se vyskytují **poruchy nálad, deprese, fobie, úzkosti, bipolární porucha, autismus**, menší procento pak postihuje **schizofrenie**. (McMillan, 2009).

Závislost může mít mnoho podob a může vzniknout prakticky na čemkoliv, jelikož každý z nás je individuum a má odlišnou hranici odolat pokušení. Závislost je charakterizována jako dlouhodobý trvalý vztah k něčemu nebo k někomu. Tento stav vychází ze silného pocitu touhy uspokojení a člověka ovlivňuje v různých sférách života. Závislost může být látková, kam patří alkohol, tabák, léky, halucinogenní látky, konopné drogy, stimulační látky, těkavé látky a tlumivé látky. Mezi nelátkové závislosti se řadí

gamblerství, hypersexualita, kleptománie, netolismus, stalking nebo workoholismus. (Národní zdravotnický ústav, 2023).

1.7 Receptory

Prostřednictvím smyslů přijímáme z okolí velké množství informací. Z těchto přijímaných informací si ale uvědomujeme jen nepatrnou část, zbytek informací se zpracuje podvědomě nebo se nevyužije vůbec. Podněty na tělo působí v různých formách energie, pro níž existují specifické **receptory**, což jsou vstupní místa smyslových informací, jež jsou složeny do **smyslových orgánů** či roztroušeny na povrchu nebo uvnitř těla. (Silbernagl, Despopoulos, 2016).

Receptory mají vždy dvě hlavní stavební složky. **Smyslové buňky** „čtou“ příslušný podnět. Představme si to na člověku, který umí číst pouze jeden typ písma, jiný je pro něj nesrozumitelný. **Nervová vlákna** tento „přečtený“ podnět převedou na elektrochemický děj, jež je základ pro vedení vzruchu. Pokud přichází podněty z povrchu těla nebo z vnějšího prostředí, přijímají je **exteroreceptory**, což je oko, ucho, receptory v kůži atd. **Interoreceptory** zaznamenávají změny ve vnitřním prostředí organismu, např. chemoreceptory, šlachová tělíčka a svalová vřetenka. (Dylevský, 2019).

Receptory dělíme na 4 skupiny:

- A) **Mechanoreceptory** zaznamenávají změny tlaku, vibrace, natažení a nachází se v kůži a v sliznicích. Řadíme sem i zvukové receptory vnitřního ucha a receptory rovnovážného ústrojí. Mechanoreceptory reagují na podráždění fyzikálními podněty.
- B) **Termoreceptory** reagují na teplo a chlad.
- C) Přijímači chuťových, čichových, orgánových a bolestivých podnětů jsou **chemoreceptory**.
- D) **Radioreceptory** se nachází jen v sítnici oka a reagují na světelné vlny. (Dylevský, Ježek, 2011)

1.7.1 Kožní cití

Kůže představuje velký recepční orgán na povrchu těla, jež je drážděná podněty z vnějšího prostředí. Kůži můžeme základně rozeznat tři typy podnětů: **mechanické** (tlak,

vibrace, lechtání), **tepelné a bolestivé**. Kůži však můžeme zaznamenávat i jiné změny, jako například hladké a drsné prostředí, tvrdost, tvary, vlhko, sucho. Mechanické podněty zprostředkovávají Merkelovy terče a Ruffiniho tělíska. Na vibrace reagují Vater-Paciniho tělíska a lechtání zachycují volná nervová zakončení. Tepelné podněty zpracují specifické tepelné a chladové receptory, což jsou myelinizovaná a nemyelinizovaná nervová vlákna ve škáře. (Dylevský, 2019).

Bolest může představovat skutečné zranění, emocionální zranění nebo může být úvodním symptomem k dalším zdravotním komplikacím. Bolest lze rozdělit časově na **akutní**, která následují po náhlých podnětech či zranění. **Chronická** bolest je dlouhodobým problémem, který může trvat až roky. Bolestí může být celá řada, od sportovních, viscerálních, mechanických, pooperačních, pulzující, tupá atd. (Crumbie, 2022). Receptory pro bolest jsou „volná nervová zakončení“, která se větví mezi buňkami kůže, ve svalech, kloubních pouzdrech, ve stěně trávicí trubice, cév a srdce. Existuje pouze několik tkání a orgánů, jež nemají nervová vlákna pro vedení bolesti. Jedná se například o kostní tkáň, chrupavku, tkáň NS, játra a ledviny. Bolest se však může projevit z jejich vazivových obalů. Bolest můžeme rozdělit na **povrchovou a kožní**, která je snášena nejlépe. Dále bolest **hlubokou**, která bývá nepřesně ohraničena je doprovázená dalšími symptomy, jako je například celková nevolnost. **Orgánová** bolest může mít až zničující charakter. (Dylevský, 2019).

1.7.2 Chemické čítí

Schopnost vnímat chemické podněty získaly v evoluci u člověka dva smysly, a to **čich a chuť**.

Lidé mají oproti jiným obratlovcům **čich** (*olfactus*) méně rozvinutý. Smyslové buňky čichu jsou lokalizovány do stropu nosní dutiny, která je žlutě zbarvena, má žlutou barvu a rozsah této plochy je asi 4cm^2 . Tento čichový epitel tvoří asi 15 000 000 čichových receptorů, jejichž dendrity mají na svém konci asi 5-20 řasinek, které sahají až do čichové kosti, do lebeční dutiny. Následně vstupují do paličkových výběžků a přepojí se v čichový nerv. Práh na různé látky je velmi rozdílný a individuální, záleží na koncentraci látky, ale i na pohlaví, jelikož ženy vykazují vyšší senzitivitu na čichové vjemy v průběhu ovulace. Naopak staří lidé mají sníženou citlivost čichu. (Fontana, Maďa, 2013). Mezi nejčastější

zdravotní komplikace čichu patří záněty nosních dutin, poúrazové, toxické a povirové poruchy čichu, úplná či částečná ztráta čichu, zvýšená nebo zkreslená schopnost rozeznávat pachy, čichová halucinace a další. (Faitlová, Vodička, 2013).

Buňky, které registrují **chut'** (*geusis*) se nazývají chuťové pohárky a jsou rozptýlené v ústní dutině, ve sliznici jazyka měkkého patra, na zadní stěně hltanu a na hltanové příklopce. Těchto pohárků má člověk asi 9000 a nejvíce jich je na jazyku a v okolí jazykových bradavek. Ve stáří těchto chuťových pohárků ubývá. (Dylevský, 2019). Tři neuronová dráha vede signály od buněk chuťových pohárků jazyka do mozkového kmenu a následně do chuťové korové oblasti. (Čihák, 2016). Ve sliznici jazyka je velké množství žlázek, které produkují sliny a ty rozpouštějí látky obsažené v potravě. teprve pokud je roztok „chuťově aktivní“, dráždí chuťové pohárky. Základní chutě jsou 4: sladká, slaná, kyselá a hořká. Další chutě jsou velmi rozmanité a většinou se jedná o kombinaci čtyř základních. Čtyřem základním chutím odpovídají i příslušné receptory a jejich umístění na jazyku. Hrot jazyka patří slaným a sladkým látkám, na okraji se soustředí sladká a kyselá chuť a kořen jazyka zaznamenává hořkou chuť. právě důležitost chuti je uplatněna při tvorbě žaludečních šťáv a výběru potravin. (Dylevský, 2019). Sladkou chuť mají glukóza, sacharóza a sacharin a další látky. Čistě slanou chuť vnímáme jen u NaCl. Kyselé jsou kyseliny a hořkost inervují kyseliny. (Trojan, 2003). Poruchy chuti jsou velmi ojedinělé, avšak diabetici se s tímto problémem setkat mohou. (Ehler, Vodička, Faitlová, 2015).

1.7.3 Sluchové ústrojí

Sluchová dráha je čtyř neuronová vzestupná dráha, jež přenáší sluchové signály z Cortiho orgánu až do sluchové korové oblasti. (Čihák, 2016). Sluchem (*auditus*) zaznamenáváme energii zvuku, která se řídí jako hustá vlna molekul plynů, ze kterých se skládá vzduch (podélné kmitání). Tato vlna se pohybuje podélným kolísáním tlaku vzduchu a ucho ho tímto stylem zaznamenává. Frekvence vibrací zdroje (počet zvukových vln za sekundu) určuje výšku tónu. Lidské ucho dokáže zaznamenat zvukové vlny v rozsahu 20 – 20 000 Hz. Vysokou citlivost projevuje pro tóny kolem 1 000 – 3 000 Hz, což odpovídá mluvenému slovu. Někteří obratlovci jsou schopni vnímat i tóny vyšší než 20 000 Hz, což jsou pro člověka neslyšitelné tóny. (Novotný, Hruška, 2015).

Veškeré zvukové vlny přichází ze vnějšího prostředí ke zvukovému orgánu ušním boltce a zvukovodem, který končí bubínkem. Tyto vlny rozkmitají bubínek a následně se přes středoušní zvukové kůstky přenesou na blanku oválného okénka, což je hranice mezi středním a vnitřním uchem. Přes toto okénko se vibrace přenesou na kapalinu uvnitř hlemýždě. Kapalina vlněním rozkmitá pružnou membránu, která podle výšky daného tónu ohýbá vláskové buňky v Cortiho orgánu. Podráždění buněk je pak mechanická energie zvukových vln přeměněna na elektrické signály, které sluchový nerv vede až do spánkového laloku mozkové kůry. (Silbernagl, Despopoulos, 2016).

1.7.4 Orgány polohy a pohybu

Výsledkem činnosti souhry řady receptorů je vnímání pohybu a polohy těla. Tyto akce zajišťují především receptory kožní citlivosti, pro registraci napětí ve svalech, šlachách a v kloubních pouzdrech. Rozhodující funkci mají čidla polohy a pohybu ve vestibulárním ústrojí vnitřního ucha. Vestibulární ústrojí se nachází v kanálcích a v dutinách kosti skalní v blízkosti hlemýždě. Vstupem je úzká štěrbina – předsíň vnitřního ucha (vestibulum), kde se nachází i počáteční komůrky, ve kterých se nachází právě orgány polohy a pohybu. Pro vnímání polohy hlavy jsou určené dva blanité váčky, které jsou naplněné tekutinou. Na jejich vnitřní straně se nachází vláknité výběžky, jež se noří do rosolovité hmoty. Dále se zde nachází krystalky nerostných látek, jež se při změně polohy hlavy pohybují a dráždí konečky výběžků. (Dylevský, 2019). Orgány pro vnímání pohybu hlavy se nazývají polokruhové kanálky, jež se nachází ve třech na sebe kolmých rovinách. Úlohou těchto kanálků je registrovat úhlová zrychlení okolo všech prostorových os (kývnutí, otočení a stranový úkol hlavy). Při delším času otáčení těla mizí rozdíl tlaků a tyto podněty pak způsobí závratě. Dvojice všech těchto tří kanálků získá informace o poloze hlavy, avšak finální pokyny zajišťují vzruchy vedoucí do mozkového kmene, odtud následně do příslušných orgánů. (Silbernagl, Despopoulos, 2016). Pro člověka má největší význam pro orientaci v prostoru a udržení ve vzpřímené poloze zrak. (Dylevský, 2019).

1.7.5 Zrakové ústrojí

Nejdůležitějším smyslem, který zaznamenává 80 % všech informací z okolí je zrak (*acies*). Informace z okolí jsou přijímány jako elektromagnetické záření, které se následně mění na nervové signály. Celého procesu se tak účastní více než 100 milionů receptorových

buněk (tyčinky a čípky), v sítnici a zhruba 1 600 000 nervových vláken, které sítnice spojuje s mozkem. Celé zrakové vnímání je však složitý proces. (Dylevský, 2019). Senzorické dráhy jsou dostředivé senzitivní a mají speciální více neuronovou úpravu. Tato úprava se jeví tak, že dráha smyslového orgánu nevstupuje do nižších úseků CNS, ale postupuje rovnou k vyšším drahám. (Čihák, 2016).

Zrakovým orgánem, je **oční koule** (*bulbus oculi*). Oční koule je uložena v dutině očníce, jejíž řez ohraničují kosti lebky. Stěna oční koule má tři obaly. Zevní vazivové se nazývá **bělma** (*sclera*), střední je cévnatka a vnitřní vrstvu tvoří **sítnice** (*retina*). Nejbohatší na cévy je **cévnatka** (*choroidea*), jejíž buňky obsahují hnědý pigment, který slouží k zabraňování rozptylu světelných paprsků v oku. Cévnatka v přední části pokračuje v **řasnaté těleso** (*corpus ciliare*), od kterého odstupuje i terčík ve tvaru kruhu – **duhovka** (*iris*). V duhovce je kruhový otvor – **zornice** (*pupilla*). Na vlákních řasnatého tělíska je zavěšena **čočka** (*lens crystallina*), která je velmi pružná a pokud se uvolní tah závěsných vláken, vyklene se. V sítnici jsou uloženy receptory, které jsou schopny reagovat na světelné záření. Receptory pro vnímání světla a barvy se nazývají **tyčinky** (asi 120 milionů) a **čípky** (pouze 6 milionů). Místo nejostřejšího vidění je **žlutá skvrna sítnice**, kde jsou pouze čípky. V očních komorách se cirkuluje komorová voda, jež se tvoří z krevní plazmy. Sklivec vyplňuje většinou vnitřního prostoru mimo oční kouli. (Dylevský, Ježek, 2011). Mezi přídatné oční orgány řadíme dále oční víčka, jež uzavírají zornice a chrání oko. Dále spojivku, která vystýlá vnitřní plochu víček a slzné žlázy. oko před potem a nečistotami chrání i řasy a obočí. (Novotný, Hruška, 2015).

Akomodace oka je proces, kdy je optickému aparátu lámat světelné paprsky vnějšího prostředí právě tak, aby se setkaly na sítnici ve žluté skvrně, kde je místo nejostřejšího vidění. Člověk tam může ostře vnímat vzdálené předměty. (Silbernagl, Despopoulos, 2016). Při pozorování předmětů zblízka (do cca 5 metrů) se čočka ztlušťuje a více zakřivuje, což umožní větší lom paprskům. Akomodace se děje díky stahům svalstva v řasnatém tělese. Při hledění nablízko je tato práce vyžadována trvale, u hledění do dálky nikoliv. (Novotný, Hruška, 2015).

Mezi nejčastější onemocnění oka patří šedý zákal, kdy se čočka zakalí a hrozí riziko následného odstranění. V takovém případě musí být nahrazena spojkou s nejméně patnácti

dioptriemi. (Silbernagl, Despopoulos, 2016). Dalším onemocněním je zánět spojivek, jež je způsobený dráždění cizím předmětem a dlouhodobou namáhavou prací zraku při nevyhovujícím osvětlení. Zelený zákal je způsoben zvýšeným tlakem na nerv, jež vede k jeho poškození. (Novotný, Hruška, 2015). Presbyopie je neschopnost zaostřit předměty, která se projevuje u starších lidí. Pacienti při krátkozrakosti nevidí vzdálené předměty, ale naopak vidí blízké. Důvodem je neschopnost očí zaostřovat světlo na sítnici, ale před ní. Při opačných problémech se jedná o dalekozrakost. (Okpe, 2023).

2 Zařazení výuky nervové soustavy na ZŠ

2.1 Nervová soustava v Rámcově vzdělávací programu pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program (RVP) je závazný kurikulární dokument, který stojí na nejvyšší úrovni pro školství v České republice. Jeho primární záměr je vymezení výsledků a učiva, jež je škola povinna zařadit do svých Školních vzdělávacích programů (ŠVP). (Zormanová, 2014).

Jednou z hlavních částí RVP je specifikace úrovně **klíčových kompetencí**. Klíčové kompetence můžeme charakterizovat jako souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. V etapě základního vzdělání se jedná o kompetence k učení; kompetence k řešení problémů; kompetence komunikativní; kompetence sociální a personální; kompetence občanské; kompetence pracovní; kompetence digitální. Kompetence jsou spolu s cíli a očekávanými výstupy hlavním bodem pro určitou úroveň vzdělání. Rozvoj klíčových kompetencí je zcela zásadní pro jakoukoliv úroveň vzdělání. (Faltýn a kol. 2023). Důležitou součástí RVP jsou i **průřezová témata**, jež tvoří okruhy problémy současné společnosti a mají utvářet hodnoty a postoje žáků. Tato témata procházejí napříč vzdělávacími oblastmi a zařazují se do vzdělávacích předmětů. (Zormanová, 2014). K učivu přírodopisu a biologie se velice často řadí okruhy průřezového téma **environmentální výchova**. (Pavlasová, 2014).

RVP je rozdělen do devíti **vzdělávacích oblastí**. Tyto části tvoří jeden či více vzdělávacích předmětů, jež jsou si obsahově blízké. Každá z těchto oblastí vymezuje cíle a vzdělávací obsah daného předmětu. (Faltýn a kol. 2023).

Téma nervová soustava je obsaženo ve vzdělávacím oboru přírodopis, jež je součástí vzdělávací oblasti **Člověk a příroda**. Do této oblasti zapadají i fyzika, chemie a zeměpis. Tento celek žákům umožní hlouběji porozumět zákonitostem přírody, soustavně rozvíjet dovednosti, pozorovat, experimentovat, měřit, vytvářet a ověřovat domněnky, analyzovat výsledky a vyvozovat závěry, klást si otázky, hledat na ně odpovědi, vysvětlovat jevy, hledat a řešit pozorované problémy. Téma nervové soustavy zasahuje i do oblasti **Člověk a zdraví**. (Faltýn a kol. 2023). Tabulka č. 1 popisuje očekávané výstupy a učivo v rámci RVP ZV.

RVP ZV		
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda	Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis	Výchova ke zdraví
Tematický okruh	Biologie člověka	Zdravý způsob života a péče o zdraví
Očekávané výstupy	<p>Žák určí polohu a objasní stavbu a funkci orgánů a orgánových soustav lidského těla, vysvětlí jejich vztahy.</p> <p>Žák rozlišuje příčiny, případně příznaky běžných nemocí a uplatňuje zásady jejich prevence a léčby, objasní význam zdravého způsobu života.</p>	<p>Žák uplatňuje osvojení preventivní způsoby rozhodování, chování a jednání v souvislosti s běžnými přenosnými, civilizačními a jinými chorobami; svěří se se zdravotním problémem a v případě potřeby vyhledá odbornou pomoc.</p> <p>Žák posoudí různé způsoby chování lidí z hlediska odpovědnosti za vlastní zdraví i zdraví druhých a vyvozuje z nich osobní odpovědnost ve prospěch aktivní podpory zdraví.</p> <p>Žák uvádí do souvislostí zdravotní a psychosociální rizika spojená se zneužíváním návykových látek a životní perspektivu mladého člověka.</p>
Učivo	Anatomie a fyziologie – stavba a funkce jednotlivých částí lidského těla, orgány, orgánové	Ochrana před přenosnými chorobami – základní cesty přenosu nákaz a jejich prevence,

	<p>soustavy (opěrná, pohybová, oběhová, dýchací, trávicí, vylučovací a rozmnožovací, řídicí)</p> <p>Nemoci, úrazy a prevence – příčiny, příznaky, praktické zásady a postupy při léčení běžných nemocí; závažná poranění a život ohrožující stavy, epidemie.</p>	<p>nákazy respirační, přenosné potravou, získané v přírodě, přenosné krví a sexuálním kontaktem, přenosné bodnutím hmyzu a stykem se zvířaty.</p> <p>Ochrana před chronickými nepřenositelnými chorobami a před úrazy – prevence kardiovaskulárních a metabolických onemocnění; preventivní a léčebná péče; odpovědné chování v situacích úrazu a život ohrožujících stavů (úrazy v domácnosti, při sportu, na pracovišti, v dopravě), základy první pomoci.</p> <p>Autodestruktivní závislosti – psychická onemocnění, násilí namířené proti sobě samému, rizikové chování (alkohol, aktivní a pasivní kouření, nebezpečné látky).</p>
--	--	---

Tabulka 1: Zařazení tématu nervová soustava v RVP ZV (Faltýn a kol. 2023)

Tabulka č. 1 podrobněji popisuje zařazení tematiky nervové soustavy v RVP ZV. Nervová soustava se v Přírodopisu objevuje pouze v Biologii člověka, kde se opírá o anatomii a fyziologii člověka a nemoci. Ve Výchově ke zdraví najdeme v okruhu Zdravý způsob života a péče o zdraví výstupy i témata s NS úzce související.

2.2 Nervová soustava ve Školním vzdělávací programu pro základní vzdělávání

Jednotlivé školy si na základě RVP tvoří svůj vlastní **Školní vzdělávací program (ŠVP)**. Důvodem tvorby toho dokumentu jsou individuální potřeby a možnosti školy, a to však v souladu s RVP ZV. ŠVP rozvíjí rovnoprávný přístup ke vzdělávání všech žáků, vede k naplňování vzdělávacích cílů žáků a umožňuje učitelům rozvíjet tvořivý styl práce. K tvorbě je dostupný Manuál, který byl vytvořen MŠMT a obsahuje návod, jak by měl ŠVP vypadat a co by měl obsahovat. (Faltýn a kol. 2023).

Na základě ŠVP si školy tvoří i vlastní **tematické plány**, které pojednávají o tom, kdy a jaké tematické celky budou během školního roku vyučovány. Nutné zmínit, že tento dokument není pro školu povinný. Tematické plány si učitelé tvoří v rámci dlouhodobé přípravy na výuku. (Zormanová, 2014).

Výzkum své diplomové práce jsem vypracovala na Základní škole Slaný, Komenského nám., 618, proto zde uvedu strukturu ŠVP pro téma Nervové soustavy. Přírodopis je zde zařazen pod oblastí Člověk a příroda, kde se nervová soustava vyučuje v osmém ročníku. Výchova ke zdraví jako předmět zde vyučován není, ale jeho alternativou je výuka Rodinné výchovy, jež je vyučována v 6., 7. a 9. ročníku. Nervová soustava je zde průřezově obsažena v tématech, které se věnují hlavně prevenci a edukaci v problematice návykových látek, tělesné a duševní hygieně a péče o zdraví v celkovém kontextu.

2.3 Hodnocení učebnic

Pro hodnocení učebnic jsem vybrala následující 4 publikace, které jsem zhodnotila na základě mých subjektivních postojů a preferencí. Pro hodnocení jsem si vybrala tyto 4 publikace, jelikož se jedná o učebnice, které jsem měla možnost vidět a pracovat s nimi v předmětech didaktiky biologie. Učebnice jsou různorodé a umožnily mi srovnat jejich pojetí nervové soustavy, a to z několika aspektů.

1. ČERNÍK, Vladimír, Zdeněk MARTINEC a Vladimíra VODOVÁ. *Přírodopis 8: biologie člověka pro základní školy*. Praha: SPN-pedagogické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-7235-559-4.

Tato učebnice je součástí výuky přírodopisu na Základní škole Slaný, Komenského nám. 618, kde jsem vykonávala praktickou část své práce.

Téma nervové soustavy je zde v rozmezí od strany 48 do strany 53, smyslové ústrojí pak na stranách 56-61. Textu se zde nachází přiměřené množství a je prezentováno ve větách. Důležité pojmy jsou vyznačeny tučně, což hodnotím jako velkou výhodu a můžeme na tyto pojmy žáky odkazovat přímo ve výuce. Vyšší množství textu nalezneme na stranách 50–51, jejíž téma je mozek. Na okrajích stránky jsou zajímavosti, úkoly nebo detailně vysvětlené pojmy z hlavní části stránky. Text je psán srozumitelně a přiměřeně úrovni žáků 8. ročníku. Na konci každé kapitoly je velice stručné shrnutí. Učebnice obsahuje adekvátní množství barevných kreslených obrázků, ale i fotografie z reálného života. Užitečně jsou zde stručně zmíněné i patologie, případně možnosti léčby. Setkáme se i s odkazy na mezipředmětové vztahy, a to nejčastěji matematiku, chemii a výchovou ke zdraví. Nutné je upozornit na stranu 52-53, která odkazuje na hygienu duševní činnosti a závislosti. Žáky tato kapitola tak nenásilně seznamuje s nebezpečí a riziky závislosti, uvádí zdravotní komplikace a další dopady závislosti. Dále poskytuje žákům úkoly k zamyšlení této problematiky. Na konci každé kapitoly jsou otázky a úkoly, které se ale ne vždy přímo pojí k zmíněnému obsahu, jedná se spíše o otázky k zamyšlení a vlastní kritice a postojům žáků.

2. DROZDOVÁ, Eva, Lenka KLINKOVSKÁ a Pavel LÍZAL. *Přírodopis: učebnice*. 2. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2016. Duhová řada. ISBN 9788072897933.

Nervovou soustavu v této učebnici najdeme od strany 77 do 91, kde končí smyslové ústrojí. K učebnici je možné využít i online učebnici a pracovní sešit. Učebnice poskytuje přehledný nesouvislý text, který je nejen koncipován do vět, ale některé části jsou psané i bodech, což je pro žáky přehlednější. Nechybí ani tučné vyznačení důležitých pojmů. Můžeme zde vidět i tabulky a přehledná rozdělení některých úseků učiva. V učebnici jsou navíc piktogramy, které žáky navádí k dané otázce či činnosti, jež rozvíjí klíčové kompetence a nechybí ani propojení s mezipředmětovými vztahy. V zadní části učebnice najdeme náměty na laboratorní práce. Učebnice má jednu specialitu v podobě přeložených hlavních slovíček dané tematiky do angličtiny a němčiny. Obrázky jsou zde jako kreslené, nechybí ani pár fotografií. Ne zcela dostatečně hodnotím edukaci v problematice

návykových látek, které je zde velice stručné, stejně jako zmínka o nemocech NS. Na konci každé kapitoly najdeme užitečně shrnutí v zelených rámečcích a otázky, které se vážou k textu a představují tak základní upevnění znalostí.

3. PELIKÁNOVÁ, Ivana. *Přírodopis 8: hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Plzeň: Fraus, 2021. Škola s nadhledem. ISBN 978-80-7489-705-4.

Nervovou soustavu zde najdeme od strany 90 do strany 101. K učebnici náleží i pracovní sešit, který učebnici koresponduje. Učebnice má hned několik specialit, které lze efektivně zúročit ve výuce. Jednou z nich je aplikace FRAUS 3D. Aplikace je propojena s piktogramy, které jsou jedna v učebnici, ale i v pracovním sešitu vyobrazeny jako „3D“. U takto označených obrázků si tak žáci mohou detailně prohlédnout celý objekt v aplikaci, což je zejména u nervové soustavy a biologie člověka velká výhoda. Všechny tyto obrázky si ale může učitel stáhnout a následně off-line promítat v hodinách. Další inovací jsou QR kódy, pod kterými se skrývají učební materiály pro žáky i učitele. Celý tento koncept má dle autorů motivovat žáky a dbát na rozvoj klíčových kompetencí.

Hned úvodní zelený odstavec demonstruje příběh ze života a je tak úvodem pro celou kapitolu. Na první pohled můžeme vidět poměrně velké množství souvislého textu, který ne vždy úroveň odpovídá pro žáky osmého ročníku. Dle mého názoru jsou v některých pasáží použity odbornější výrazy. Některé informace jsou i v tabulkách, zejména rozdělní atd. Mezi odstavci se nachází i piktogramy otazníků, kde je vždy jedna otázka, která slouží k opakování již probraného učiva a zároveň jako demonstrace k novému téma. Na okrajích stránek jsou různé informace navíc nebo z běžného života a k propojení mezipředmětových vztahů, nejčastěji jako matematika, fyzika a výchova ke zdraví. Učebnici provází kreslené anatomické obrázky, ale i fotografie. Na konci každé kapitoly je v zeleném rámečku shrnutí nejdůležitějších informací a hned pod ním se nachází otázky a úkoly, které korespondují s textem. V zelených rámečcích, jež jsou označeny Aeskulapovou holí, jsou zmíněny významné patologie, kterým je věnována až jedna celá strana. Postrádám jakoukoliv edukaci ohledně návykových látek, jež se k problematice nervové soustavy pojí.

4. ŽÍDKOVÁ, Hana, Kateřina KNŮROVÁ, Petra KAREŠOVÁ, et al. *Hravý přírodopis 8: pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Ilustroval Roland HAVRAN. Praha: Taktik, 2018. ISBN 978-80-7563-140-4

V této učebnici najdeme téma nervové soustavy od strany 76 do strany 92. Již na první pohled si můžeme všimnout velice barevného provedení celé učebnice, což je pro žáky atraktivní a motivující. K učebnici patří i pracovní sešit, který je s učebnicí propojený. Velkým plusem celé učebnice jsou velké a barevné obrázky, které jsou tak přehledné a názorné a nechybí u nich ani detailní popis. Hustší text je například u shrnutí celé nervové soustavy. Text je psaný přehledně, důležité pojmy jsou vyznačeny tučně. Odbornost je v některých částech na vyšší úrovni, některé pasáže jsou poměrně odborné. V učebnici najdeme zelené rámečky, které demonstrují nejrůznější zajímavosti a náměty k pokusům. Tyto užitečné položky jsou pro žáky užitečné zejména při propojení teorie a praxe a zároveň se jedná o lehké a časově nenáročné pokusy, jež lze využít přímo ve vyučovací hodině. Za každou kapitolou jsou otázky a úkoly, které se týkají nejen opakování a upevnování učiva, ale žáky motivují, aby na něco sami přišli nebo o diskutovali. Velice kvalitně je zpracovaná patologie nervové soustavy, kde jsou uvedeny známější onemocnění a nechybí ani duševní poruchy. Dále zde najdeme edukativní odstavec o závislostech a jejich dopadech. Téma smyslové soustavy je bohaté na velké a přehledné obrázky, a to zejména anatomické. Na závěr nechybí ani patologie a různé poruchy smyslů.

2.4 Cíle výuky

Nedílnou součástí vzdělávacího procesu musí být cíle, jelikož hlavně pro jejich dosahování celý proces probíhá. Synonymum pro výukové cíle jsou výchovně – vzdělávací cíle, jež zahrnují celou škálu klíčových náležitostí, kterými chceme žáky vést k motivaci a kvalitnímu vzdělávání. Zahrnují účel, záměr výuky, výstup a výsledek výuky, k němuž cílí žáci i učitel. Cíle mohou být specifikovány také pomocí klíčových kompetencí. Cíle jsou souborem teoretických poznatků o tématu a jeho porozumění, hodnoty a postoje žáka, produktivní a praktické činnosti, jež bude žák schopen aplikovat a využít do budoucna. (Zormanová, 2014). Nutné je zmínit, aby celý zamýšlený koncept dosahování a naplňování cílů byl co nejefektivnější a byl pomyslnou strategií pro učitele. (Janíková, Vlčková, 2009).

Při výběru a cílenému zaměření výuky je třeba systematicky vycházet z taxonomie výukových cílů, a to podle jejich náročnosti, od nenáročného k náročnějším úsekům. Dělení je následovné: **kognitivní** (vzdělávací), **afektivní** (postojové), **psychomotorické** (výcvikové), **sociální** (komunikační). (Nováková, 2014).

Naplnování zejména kognitivních cílů je v přírodopisném vzdělání nezbytné. Tabulka č. 2 znázorňuje kognitivní cíle, jež jsou hierarchicky seřazeny do šesti kategorií, které jsou řazeny od méně náročných až k pokročilejším myšlenkových operacím. (Nováková, 2014).

V biologii a přírodopisu je v mnohých tématech převažuje pouze jeden typ cíle. Učitel by však měl strategicky přemýšlet a snažit o maximální zařazování všech cílů. (Pavlasová, 2014).

B. S. Bloom – taxonomie kognitivních cílů	
Kognitivní cíl	Sloveso, které charakterizuje žákovu činnost
1. Znalost (zapamatování)	definovat, doplnit, napsat, opakovat, pojmenovat, popsat, přiřadit, seřadit, reprodukovat, vybrat, vysvětlit, určit...
2. Porozumění	dokázat jinak formulovat, uvést příklad, interpretovat, objasnit, vysvětlit, odhadnout, opravit, přeložit, převést, vyjádřit jinak (vlastními slovy, jinou formou), vypočítat, zkontrolovat, změřit...
3. Aplikace	aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje a vztahy, načrtnout, navrhnout, plánovat, použít, prokázat, registrovat, řešit, uvést vztah mezi..., uspořádat, vyčíslit, vyzkoušet...
4. Analýza	analyzovat, najít princip uspořádání, provést rozbor, rozhodnout, rozlišit, rozdělit, specifikovat...
5. Syntéza	kategorizovat, klasifikovat, syntetizovat, kombinovat, skládat, modifikovat, napsat sdělení (zprávu), navrhnout, organizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry...
6. Hodnotící posouzení (hodnocení)	argumentovat, obhájit, ocenit, oponovat, podpořit (názory), porovnat, posoudit, provést kritiku, prověřit, srovnat s normou, vybrat, vyvrátit, uvést klady a zápory, zdůvodnit, zhodnotit...

Tabulka 2: Bloomova taxonomie kognitivních cílů (Zormanová, 2014, s. 276)

2.5 Motivace

Důležitým aspektem pro naplnování cílů je právě **motivace**. Motivace má mnoho charakteristik a pojetí v různých odvětví našeho života. Pod pojmem motivace se rozumí pohnutku k jednání, což je důležitý aspekt působící na efektivitu učení, respektive celý soubor činitelů, kterými žák dynamizuje své jednání. Motivace může být vnitřní a vnější,

každá má však své důležité zastoupení, jež každá její složka aktivizuje, usměrňuje a řídí chování každého jedince. Zjednodušeně je motivace popisována jako souhrn jednotlivých činitelů proč něco děláme. Důvodů proč může být celá řada, a to bez pochyb platí i pro žáky, jež s motivací pracují denně, bez toho, aniž by si to mnohdy uvědomovali. Nedílnou součástí tvorby žákovské motivace jsme právě my, učitelé. (Nováková, 2014).

Při výuce biologie člověka můžeme uplatnit motivaci v podání: „*Co se učíme, se vám bude hodit.*“ (Petty, 2013). Demonstrovat tento výrok můžeme na znalostech svého těla, seznámit se, jak mnohé procesy fungují, na čem jsou závislé, problematika nemocí a jejich symptomů, prevence atd. Žákům je nutno nenásilným způsobem prezentovat, že základní znalosti lidského těla a celé této problematiky jsou důležitou složkou v praktickém životě. Co se týče konkrétně nervové soustavy, kterou hodnotíme jako obsáhlou a mnohdy náročnou na pochopení, budeme se snažit ji žákům prezentovat tak, aby se z abstraktních pojmů stávaly pojmy, které si dovedou představit a dále s nimi pracovat a aplikovat. Žáky můžeme motivovat i tím, že mnozí z nich využijí tyto znalosti v následném studiu, případně v budoucím zaměstnání.

Klíčovým motivem jsou bez pochyb studijní výsledky, jako je známkování, vysvědčení, testy, zkoušení, pochvaly atd. Nutno však zmínit, že pro každého žáka nejsou studijní výsledky zdrojem motivace, zvláště pokud se jedná o známky špatné. Dobrý výsledek však v žácích, a to i těch s nižším zájmem o výuku, budí pozitivní a blažené pocity. Tyto úspěchy v žácích jsou zároveň hnacím motorem a zájmem dozvědět se více. (Petty, 2013).

Důležité je zvláště u nadanějších žáků rozvíjet výkonovou motivaci, které rozumíme jako potřebu vytyčovat si náročné cíle maximální vyvíjením úsilí jich dosahovat. V praxi tomu rozumíme tak, že je vhodné žákům zadávat i náročnější úkoly, k jejichž řešení si sami najdou cestu a zvýší tak svou motivaci i pro další úkoly. (Helus, 2018).

Přímo ve výuce dbáme na to, aby úspěch zažili všichni žáci. V úvodní části hodiny můžeme využít různé soutěže, jako třeba hra „na krále“, spojovačky na interaktivní tabuli, poznávačky, a další. Do těchto krátkých cvičení zapojíme všechny žáky. Hodnocení si můžeme stanovit dle zavedených pravidel, takže např. „plus“ za práci v hodině či malá

jednička pro nejrychlejší, či nejúspěšnější. Nesmíme zapomínat, že časté oceňování jen vybraných žáků vede k neefektivitě komplexní motivace všech žáků. (Čapek, 2015).

3 Metody výuky

Pojem metoda je odvozený od řeckého slova „meta hodos“, což znamená cesta směřující k cíli. (Maňák, 1997). Jedná se o určité prostředky, postupy a návody, pomocí kterých dosahujeme cílů, a to v jakékoliv činnosti. „*Výuková metoda vyznačuje cestu, po níž se ve škole ubírá žák, ostatní činitelé mu tuto cestu usnadňují.*“ (Maňák, Švec, 2003, s. 23). V didaktice je metoda popisována jako způsob záměrného uspořádání činností učitele i žáků, které směřují ke stanoveným cílům. (Skalková, 2007).

Výukových metod existuje celá škála, je však nutné je ve vyučovacích hodinách strategicky používat. Právě volba adekvátní metody patří mezi důležitá rozhodnutí již v učitelově přípravě na vyučování. Vždy zohledníme místo výuky, charakteristiku žáků, vlastní schopnosti, aktuální vybavení, hlavní a vedlejší cíle a další faktory. V průběhu hodiny je někdy třeba metody pozměnit a případně improvizovat. (Skalková, 2007).

3.1 Klasifikace výukových metod

Výukové metody mohou být klasifikovány podle různých kritérií či autorů. Nejčastěji uváděná je komplexní klasifikace dle Maňáka (2002), který metody člení z hlediska pramene poznání (didaktický aspekt), z hlediska aktivity a samostatnosti žáků (psychologický aspekt), z hlediska fází výuky (procesuální aspekt), z hlediska myšlenkových operací (logický aspekt) a z hlediska výukových forem a prostředků (organizační aspekt). Maňák zároveň odlišuje metody, jež jsou založeny na interakci a komunikaci žáků s učitelem (interaktivní aspekt). (Zormanová, 2012).

3.1.1 Přehled výukových metod

Stejně jako klasifikace výukových metod, tak i jejich přehled se může lišit podle autora a dalších kritérií. Tabulka č. 3 poukazuje na přehled metod dle Maňáka (2001).

A. Metody z hlediska pramene poznání a typu poznatků – aspekt didaktický:

- I. Metody slovní:
 - 1. monologické metody (vysvětlování, výklad, přednáška...);
 - 2. dialogické metody (rozhovor, dialog, diskuse...);
 - 3. metody písemných prací (písemná cvičení, kompozice...);
 - 4. metody práce s učebnicí, knihou, textovým materiálem.
- II. Metody názorně-demonstrační:
 - 1. pozorování předmětů a jevů;
 - 2. předvádění (předmětů, činností, pokusů, modelů);
 - 3. demonstrace statických obrazů;
 - 4. projekce statická a dynamická.
- III. Metody praktické:
 - 1. nácvik pohybových a pracovních dovedností;
 - 2. laboratorní činnost žáků;
 - 3. pracovní činnost (v dílnách, na pozemku);
 - 4. grafické a výtvarné činnosti.

B. Metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků – aspekt psychologický:

- I. Metody sdělovací.
- II. Metody samostatné práce žáků.
- III. Metody badatelské, výzkumné, problémové.

C. Charakteristika metod z hlediska myšlenkových operací – aspekt logický:

- I. Postup srovnávací.
- II. Postup induktivní.
- III. Postup deduktivní.
- IV. Postup analyticko-syntetický.

D. Varianty metod z hlediska fází výchovně-vzdělávacího procesu – aspekt procesuální:

- I. Metody motivační.
- II. Metody expoziční.
- III. Metody fixační.
- IV. Metody diagnostické.
- V. Metody aplikační.

E. Varianty metod z hlediska výukových forem a prostředků – aspekt organizační:

- I. Kombinace metod s vyučovacími formami.
- II. Kombinace metod s vyučovacími pomůckami.

F. Aktivizující metody – aspekt interaktivní:

- I. Diskusní metody.
- II. Situační metody.
- III. Inscenační metody.
- IV. Didaktické hry.
- V. Specifické metody.

Tabulka 3: Přehled výukových metod podle Maňáka (Zormanová, 2014, s. 602–603)

Mezi novější a známou klasifikaci patří dělení podle Maňáka a Švece (2003). Tento kombinovaný pohled na výukové metody je rozlišuje podle složitosti edukačních vazeb na základě úrovně, aktivity a samostatnosti žáka. Řadí se sem klasické výukové metody, aktivizující výukové metody a komplexní výukové metody. (Zormanová, 2014).

Předmětem **aktivizujících metod** je problémové učení žáků. (Pecina, Zormanová, 2009). Podstatou aktivizujících metod je plánování, organizace a řízení výuky tak, aby plnění cílů bylo přenecháno činnosti žáků. Jsou to takové metody, které nutí žáky kriticky a produktivně myslet. Pro takovou aktivizaci je nutná dostatečná motivace, pochopení smyslu práce a znalost cílů. (Nováková, 2014). Mezi aktivizující metody Maňák a Švec (2003) řadí diskuzní metody, heuristické, situační, inscenační, didaktické hry a řešení problémů.

Řada metod se prolíná nebo propojuje, byl tak zaveden dle Maňáka a Švece (2003) pojem **komplexní metody**, což jsou organizační formy, jež propojují několik základních prvků didaktického systému a jejich sjednocením vznikne jedna z níže uvedených metod.

1. frontální výuka
2. skupinová a kooperativní výuka
3. partnerská výuka
4. individuální a individualizovaná výuka, samostatná práce žáků
5. kritické myšlení
6. brainstorming
7. projektová výuka
8. výuka dramatem
9. otevřené učení
10. učení v životních situacích
11. televizní výuka
12. výuka podporovaná počítačem
13. sugestopedie a superlearning
14. hypnopedie

3.2 Vybrané výukové metody

V následující kapitole budou popsány mnou vybrané výukové metody, jež jsem použila v praktické části práce nebo mi přijdou vhodné a užitečné při výuce biologie člověka, konkrétně v tématu nervové soustavy.

Čapek (2015) uvádí, že znalost výukových metod je znak profesionality a jde o nezbytnou výbavu k učitelské práci. Pestré výukové metody jsou klíčové pro všestranný rozvoj žáků. Předkládání pestrých a různorodých metod vede k tomu, že s žáci předmět oblíbí.

3.2.1 Výklad

Podstatou výkladu je učitelovo slovní monologické předávání učiva žákům, avšak bez jejich přímé účasti. Svě důležité místo má výklad ve výuce zejména při uvádění žáků do nové problematiky. (Pavlasová, 2014). Pro efektivní výklad je nutné žákům učivo podávat v určité posloupnosti a ověřovat, zda daný úsek pochopili. Nejprve je vhodné se zaměřovat na hlavní problémy a následně úseky obohacovat detaily. Nutné je také dodržování zásad. Zvýšení účinnosti zajistí i různé názorně – demonstrační metody, které napomůžou žákům, aby si probírané učivo lépe představili a následně zapamatovali. (Zormanová, 2014). Další důležitý aspekt při výkladu je určení si výchovně-vzdělávacích cílů, které pomůže výklad naplnit. Důležitou roli hraje i hlas a vystupování učitele, měl by mluvit srozumitelně a nepoužívat přemíru cizích slov. V neposlední řadě je nutná motivace žáků a upoutání jejich pozornosti. (Sikorová, 2007).

3.2.2 Vysvětlování

Vysvětlování je velmi příbuzná metoda výkladu, která se není typická jen pro školní prostředí. Nejvíce se však uplatňuje při procesu vzdělávání, jelikož je to univerzální metoda v nejrůznějších výukových situacích. (Maňák, Švec, 2003). Využívá se ve fázích výkladu problematiky, kdy je třeba žákům vysvětlit, jak dané jevy fungují. V rámci párového vyučování si žáci mohou tuto metodu použít i vzájemně. (Pavlasová, 2014). U vysvětlování je nutné dbát na logické postupy, které následně vedou k objasňování, podávání důkazů a zdůvodňování. U výkladu i vysvětlování je důležitá zpětná vazba žáků. (Skalková, 2007).

3.2.3 Popis

V biologii člověka je popis velmi oblíbenou metodou, kdy je možné použít názorné modely jednotlivých částí lidského těla, ale dobře poslouží i obrázky a fotografie, jež mají žáci přímo před sebou. Popis je užitečný zejména v anatomii a morfologii člověka, kdy chceme žákům popsat části těla, či vysvětlit jednotlivé procesy a funkce orgánových soustav. Žáci popis využívají i při opakování probraného učiva. Popis je vhodné zařadit i při ústním zkoušení. (Pavlasová, 2014). Při popisu je nutné dodržovat některá pravidla, aby jeho interpretace byla pro žáky užitečná a cílená. Je třeba, aby učitel dbal na určitou posloupnost, použití přesných termínů a prezentace učiva žákům dle věku a schopnostem. (Zormanová, 2014).

3.2.4 Rozhovor

Tuto metodu můžeme v biologii člověka aplikovat na žáky především během výkladu jako jeho zpestření. Otázky by se však neměly odchýlit os probírané tematiky a měly by být přínosné. Při rozhovoru je klíčové podávat stručné a jasné otázky a poskytnout žákům dostatek času na odpověď. Uplatnit je můžeme směrem k žákům například k jejich interpretaci prodělaných onemocnění, kdy můžeme rozvést rozhovor až k diskuzi mezi žáky. (Pavlasová, 2014). Zde je však nutné myslet na skutečnost, že některým žákům by toto mohlo být nepříjemné a měli bychom v těchto citlivých situacích být o krok napřed a situaci předvídat. (Jančaříková, 2022).

3.2.5 Diskuse

Dialog je charakterizován jako vzájemný rozhovor, která probíhá mezi učitelem a žáky, jejíž předmětem řešení je jednotná tematika. Aby byl rozhovor úspěšný a pro žáky atraktivní, je vhodné je s diskutovaným tématem nejprve seznámit a dát jim čas na rozmyšlenou. Žáci se následně snaží téma analyzovat, řešit a kriticky myslet, Důležitým faktorem je zapojení všech žáků a umožnění vyjádřit svůj názor. Diskusi přizpůsobíme i rozmístění třídy, kdy je vhodnější, aby žáci seděli v kruhu. Učitel má v diskusích roli řízení a podporování účastníků. (Skalková, 2007).

3.2.6 Brainstorming

Tato metoda se používá zejména na začátku hodiny, kdy chceme žáky aktivizovat a znát jejich prekoncept o dané tématice. Použití spočívá v tom, že se napíše doprostřed tabule centrální pojem a jeden žák nebo jednotlivci chodí zapisovat další pojmy, jež se k tématice vážou. (Pavlasová, 2014). Důležité je nechat žákům přiměřený čas na promyšlení, zhruba 10-12 minut. Žádné nápady se však nekritizují a neodsuzují, jelikož je metoda zaměřena právě na co nejpočetnější interpretaci. V první fázi dáváme žákům možnost se vyjádřit a interpretovat svůj názor a postoj. Druhá fáze je analyzační, pojmy se hodnotí a vybírají se ty nejpřínosnější. (Nováková, 2014).

3.2.7 Prezentace

Hojnost využívání prezentací se v posledních letech školách rozmohla. Prezentace je jedna z výukových metod, kdy je spojován výklad a vizualizace. Využívá se společně s dataprojektorem či interaktivní tabulí, kde učitel učivo vizualizuje a zároveň využívá výklad nebo vysvětlování. Mezi omezení prezentace patří fakt, že se stále jedná o frontální výuku, takže bez aktivity žáků. Dalším úskalím je volba vhodného pozadí, textu, barev a kompozice celkově. Prezentace by měla žáky primárně zaujmout a tvořit učitel jakousi berličku při výkladu, v žádném případě však sloužit jako hlavní výukovou metodou hodiny. (Čapek, 2015).

3.2.8 Sešit

Sešit je prostředek k systematickému zachycování výsledků výuky a následnému ukotvování vědomostí a slouží jako podklad pro opakování i pro přípravu na písemná zkoušení. Umění si vytvořit smysluplný zápis je delší cesta, ke které si žáci musí dojít, proto je nutné kontrolovat v jejich sešitech správnost zápisu. Učitel by měl žáky učit tvořit systematický zápis, jehož jsou součástí klíčová slova, definice, vyzdvižení důležitých informací, zkrátka nacvičovat vědomou práci s textem. Žákům by mělo být umožněno, aby si zápis postupně tvořili sami tak, jak to vyhovuje jejich potřebám. Necháme jim tak prostor pro náčrty, malůvky atd. Sešit by měl žákům sloužit jako pracovní nástroj, nikoliv jako přepis učebnice či pracovního sešitu. (Čapek, 2015).

3.2.9 Práce s textem

Další metodou, která žákům pomáhá s porozuměním a orientací se v textu je práce s textem, která má různorodé využití. Žáci se tak zdokonalují ve čtenářských dovednostech, porozumění psanému slovu, získávání a upevňování poznatků. (Skalková, 2007).

V biologii můžeme uplatnit tyto podoby práce s textem:

- **Předčítání textu z učebnice:** Nejjednodušší metoda, kdy dbáme na hlasité čtení, aby žáci správně interpretovali cizí a odborné termíny. Žáky tato metoda nenásilně seznámí s novou tematikou. Je vhodné občas zařazovat i práci s encyklopediemi, aby se žáci seznamovali i s odbornějšími texty.
- **Reprodukce informací z textu:** Žáci mají po přečtení reprodukovat informace, jež se v textu dozvěděli. Uplatnit toto můžeme například při anatomii a zároveň propojit s popisem.
- **Vyhledávání informací z textu:** Užitečná metoda, kdy žákům lze předpřipravít otázky, na které se odpověď ukrývá v textu.
- **Oprava chybně napsaného textu:** V biologii člověka tuto metodu uplatníme například při jednotlivých posloupných procesech v lidském těle, kdy můžeme jednotlivé části přeházet a žáci si složí správné řešení, můžou si ho vlepít či přepsat do sešitu a užitečně jim tak poslouží jako studijní materiál.
- **Uspořádání úryvků textu:** Tato metoda může sloužit jako opakující, a to na závěr jednotlivých orgánových soustav, s propojením s anatomii či fyziologií. (Pavlasová, 2014).

3.2.10 Pracovní list

Pracovní list je soubor nejrůznějších typů didaktických úloh, který má za úkol aktivizovat žáky ve výuce. Pracovní listy mohou obsahovat celou škálou didaktických úkolů, podobně jako učebnice či pracovní sešity, jež cílí na klíčové kompetence. Žáci na něm mohou pracovat samostatně, ale i ve skupině, a to v jakékoliv části hodiny, záleží na stanovení cíle učitele. (Tymráková, Jedličková, Hradilová, 2005). Podle Čapka (2015) by se pracovní listy měly hodnotit pouze jedničkou a neměly by být prostředkem testu znalostí ani formou jakési zábavy, která by měla žáky pouze zabavit.

3.2.11 Myšlenková mapa

Myšlenkové mapy slouží ke schematickému zachycování znalostí, kdy jsou myšlenky a pochody našeho myšlení třizeny dle určitých vztahů. Výsledek této mapy může být zcela individuální a může mít odlišné podoby. Pojmy jsou vepisovány do různých obrazců a jsou spojeny šipkami či čarami. Mělo by však být jasné, jaké pojmy jsou podřazené a nadřazené ostatním. (Pavlasová, 2014). Pro žáky může mít celou řadu využití. Pomáhá jim strukturovat vlastní myšlenky, budí v nich kreativitu, trénují vizualizaci a mohou si vytvořit vlastní studijní materiál. (Buzan, Buzan, 2011). Učitel může tvorbu myšlenkové mapy zadat i jako domácí úkol, kdy zadá centrální pojem nebo jim může mapu promítnout a následně s ní společně s žáky pracovat, pokud je probíraný tematický celek obsáhlejší. (Pavlasová, 2014).

3.2.12 Didaktické hry

Didaktická hra je aktivita, jejímž cílem je fixace daného učiva. Žáci jsou při hrách aktivizováni, zvyšuje jejich motivaci, zájem o učivo a angažovanost. Různorodost aktivit u žáků rozvíjí kritické myšlení, poznávací funkce, tvořivost, kooperaci, soutěživost a nutí je využívat různých poznatků, ideálně s aplikací do praktického života. (Zormanová, 2014). Důležitým aspektem již při přípravě hry je stanovení si jasných cílů a pravidel, aby se připravená hra nezměnila v chaos. Pravidla a průběh je nutné žákům detailně sdělit a nechat prostor pro dotazy. Následně je nutné znát úroveň a připravenost žáků, aby hra odpovídala jejich vědomostem a věku. Ideálně s žáky prodiskutujeme a zvolíme formu hodnocení a časovou dotaci. (Pecina, Zormanová, 2009).

Mezi didaktické hry patří **křížovky**, jež lze použít z předpřipravených šablon nebo si vytvořit pomocí programů své vlastní. Využití je zde různorodé, avšak v biologii člověka lze tuto hru aplikovat v rámci opakování orgánů, kostí, a to popísem např. orgánu, který bude správnou odpovědí. Podobnou aktivitou je **osmisměrka**, jež je dle mého názoru činnost odpočinková a je vhodné ji radit na konec hodiny. Oblíbenou aktivitou mohou být různá **pexesa a přiřazování**, která lze využít na interaktivní tabuli. (Pavlasová, 2014). V dnešní době si našli oblibu i **interaktivní soutěže**, jako například Blooket a Kahoot, kde je řada již předpřipravených kvízů, ovšem je dobré si veškeré kvízy předem vyzkoušet a zkontrolovat otázky, aby se žákům předkládal kvalitní obsah. (Kloubal, 2022).

V biologii člověka se na některá témata hodí **hry v rolích**. Žáci mají za úkol hrát určitou roli, kdy je však nutné jim nechat čas na promyšlení prezentace své role. Žáci mohou hrát vymyšlenou roli nebo vystupovat jako oni sami. Vždy je nutné dbát na jasný cíl a na bezpečí žáků. (Čapek, 2015). Výuku v rolích lze efektivně využít ve výchově zdravého životního stylu, zdravé výživě, prevenci proti nemocem či edukaci v problematice návykových látek. (Pavlasová, 2014).

3.2.13 Práce s ICT

Revize RVP se promítly i do rozvoje digitálních kompetencí a konceptu ŠVP a strategií škol. Člověk se s digitálním světem setkává každý den, proto je v tomto oboru na místě edukace žáků, a to ideálně propojením mezipředmětových vztahů. Komplexně můžeme shrnout, že se jedná o soubor schopností a dovedností a postojů žáka. Mezi hlavní výhody práce v ICT patří rozvoj digitálních kompetencí, interaktivita, kreativita, konkrétnost a názornost a zapojení v aktivizaci žáka. (Semencová, 2019). Je nutné zmínit i několik slabín, a to zejména nefunkční zařízení, výpadek proudu či další technické problémy, se kterými při plánování nepočítáme a můžou vyvolat okamžitý stres u nás i žáků. Druhým problémem je fakt, že spousta učitelů nevyužívá plný potenciál technologií a jsou odkázáni pouze na promítání prezentací či videí. Je však nutné přemýšlet nad využitím technologií v konceptu celé hodiny, a to hlavně s jasným cílem. (Kovaříková, 2019).

Využití v praxi může být různorodé i pro učitele, kteří si mohou pomocí ICT vytvářet přípravy a veškeré výukové materiály s následným zálohováním. Ve výuce kromě prezentací například CLIL (Content and Language Integrated Learning, tj. obsahově a jazykově integrované učení), Kahoot, Blooket a další platformy, jež lze využít v různých fázích hodiny. (Semencová, 2019).

3.2.14 Tvorba plakátu

Při tvorbě plakátu je klíčové žákům nejprve zadat jasné cíle, pokyny a zadání. Dále je nutné shromáždit různý materiál, navrhnout grafické a textové zpracování a na závěr plakáty detailně zhodnotit. Žáci mohou své plakáty ztvárňovat na základě čteného textu nebo vyhledávání informací. (Čapek, 2015).

3.2.15 Laborování

Tato metoda se využívá zejména v přírodopisných předmětech. Struktura hodiny se liší od klasické vyučovací hodiny. Charakterizujeme ji jako samostatnou práci žáků, která obvykle probíhá ve skupinách. Žáci se snaží o aktivní experimentování, bádají, pozorují, popisují, měří a snaží se dojít k různým závěrům. Tyto závěry jim slouží k ověření známých poznatků nebo vyvození nových poznatků. Učitel zde zastává funkci mentora, který žákům pomáhá a řeší případné problémy. Laborování má pro žáky mnoho benefitů, jelikož rozvíjí jejich kritické myšlení, učí je organizaci práce a odpovědnému vztahu k práci. (Šimoník, 2005).

3.2.16 Žákovská prezentace

Žákovská prezentace je uplatňována zejména po splnění žákovského úkolu, práce s textem nebo při využití ICT. Při ústní prezentaci je nutné žákům podávat kontrolní otázky, abychom se ujistili, jestli svým interpretovaným informacím rozumí a je schopen s nimi dále pracovat. Právě zde můžeme narazit na problém, kdy žáci informace „slepě opíšou“. Tato metoda má svá úskalí, ale je klíčová pro rozvoj komunikačních schopností žáků. Při prezentování by měl být předem jasně stanovený časový limit. (Pavlasová, 2014).

3.2.17 Skupinová práce

Skupinovou práci charakterizuje (Čapek, 2015) jako činnost, kdy žáci pracují ve větším počtu na určitém úkolu. Tato metoda výuky má spoustu výhod, které se však uplatní při dobré organizaci a účelném rozdělení žáků. Mezi hlavní výhody patří vzájemné učení, prohlubování spolupráce mezi nebo posilování třídní skupiny a utváření příjemného klima ve třídě.

3.2.18 Výukové video

Video charakterizujeme jako audiovizuální médium, které má za cíl poskytnout strukturovanou formu výuky pro vzdělávací účely. Efektivní a cílený přenos informací zajišťuje kombinace zvuku, obrazu a textu, což žákům zajistí přenos a efektivní zapamatování daného učiva. (Votruba, 2024). Klíčové informace ve videu by měli být demonstrovány jasně a srozumitelně. (Zormanová, 2014).

3.3 Příprava na vyučovací hodinu

Vyučování představuje je druh lidské činnosti, která spočívá ve vzájemné součinnosti učitele a žáků a směřuje k určitým cílům. Tento celistvý proces se skládá z jednotlivých komponentů, jejichž vztahy se vzájemně propojují a ovlivňují. Jsou to:

- cíle procesu vyučování
- vzdělávací obsah
- součinnost žáků a učitele
- výukové metody a didaktické prostředky
- podmínky procesu vyučování

Souběžné působení mezi těmito částmi se objevuje v celistvé dynamice vyučovacího procesu. (Skalková, 2007).

Hodiny přírodopisu bývají zpravidla po 45 minutách, dvakrát týdně. V této časové dotaci je potřeba probrat obsáhlé celky učiva, což pro učitele znamená kvalitní rozložení a naplánování výuky, a to krátkodobě i dlouhodobě. Struktura vyučovací hodiny dle Pavlasové (2014) může vypadat následovně:

1. Zahájení hodiny (sdělení cíle a tématu hodiny, motivace).
2. Opakování probraného učiva (kontrola a hodnocení vědomostí, kontrola domácích úkolů).
3. Probírání nového učiva.
4. Opakování a procvičování nového učiva.
5. Uložení domácího úkolu.
6. Zhodnocení hodiny, stupně dosažení cílů, aktivity žáků, sdělení, co bude obsahem příští hodiny.

Každá hodina může mít však zcela odlišnou strukturu, a veškeré naplánované složky se nemusí vždy využít. Individuální struktura hodiny bude vždy vycházet z cílů, aktuálních podmínek, logické návaznosti a respektování didaktických zásad. (Pavlasová, 2014).

Podle Pettyho (2013) je klíčové dodržovat při plánování tyto vybrané zásady:

1. Vyučovací hodina by měla být v souladu s vymezenými cíli, kterých učitel dosahuje pomocí vybraných metod a pomůcek.

2. Žákům by měl být sdělen konkrétní cíl hodiny.
3. Průběh hodiny by měl být založen na různorodosti metod a využívat názorné didaktické pomůcky.
4. Žáci by měli být aktivně vtaženi do výuky.
5. Kalkulovat s faktem, že většina činností bude trvat déle, než si učitel naplánuje.
6. Důkladná znalost technického zázemí třídy.
7. Učitel pracuje individuálně, nadané žáky je třeba více zaměstnávat, opačný případ vede k jejich demotivaci.

Při přípravě na vyučovací hodinu je nutné sestavovat jejich cíle s tím, že vycházíme z prekonceptů, které žáci získali z předchozích hodin a o kterých lze předpokládat, že je znají ze svých zkušeností. Znalost prekonceptů je zcela zásadní, abychom předešli nezáživné výuce, která bude pro žáky nudná, jelikož poznatky již budou mít. Opakem může být naplánovaná příliš náročná hodina, v níž se žáci nebudou orientovat. Pro vhodné a přiměřené stanovování kognitivních cílů poslouží tabulka č. 2, kde Bloom rozděluje kognitivní cíle do šesti úrovní na základě hloubky, do které si žáci učivo osvojí. Zásadní chybou při stanovení cílů bývá jejich nepřesnost, a to zejména jen názvem tematického celku či jen tématu hodiny. Dále je nutné zmínit přípravu didaktických pomůcek, tedy sešity, učebnice a další pomůcky na základě vybraných výukových metod. Na webu i v literatuře můžeme najít nejrůznější struktury příprav na hodinu. (Pavlasová, 2014).

Janíková a Vlčková (2009) ve své publikaci uvádí i řadu dalších aspektů, které vedou k efektivní výuce. Mezi ně řadí klima ve třídě, nadání, talent a vlohy žáků, vytrvalost žáků i učitele, řízení třídy, kvantitu výuky, hodnocení žáků a interakci žáka s učitelem.

Praktická část

4 Výukový program

Navržený výukový program je věnován žákům základních škol. Tento celek je systematický a zahrnuje řadu výukových metod, které žáky provede anatomii a fyziologií. Součástí jsou i aktivity zaměřené na patologii a návykové látky. Jednotlivé hodiny v celém programu na sebe plynule navazují a jsou strukturované v jednotlivých doporučených přípravách na hodinu. Na základě výstupů v RVP a ŠVP jsou stanoveny jednotlivé cíle pro celý program.

Tento celek je rozvržen do osmi vyučovacích hodin a jedné hodiny, kdy probíhalo vyplňování posttestu a hodnocení výukového programu. Detailní přípravy a materiály jsou součástí příloh této práce. Při navrhování a následném aplikování programu byla zohledněna dostatečná časová rezerva na veškeré aktivity. Výsledná časová dotace a reálné zpracování se však může lišit na základě prekonceptů, schopností, dovedností a individuálních potřeb jednotlivých žáků. Pro žáky jsou připraveny různé metody výuky, kdy je kladen důraz na metody aktivizační. Je však nutné kalkulovat se skutečností, že nervová soustava je velice obsáhlé téma a je propojena i s ostatními soustavami. Pro žáky může být zcela nová a některé pojmy mohou být abstraktní. Cílem a záměrem navrženého programu je žákům celou problematiku nervové soustavy co nejatraktivněji předat.

V následujících kapitolách jsou jednotlivé hodiny popsány. V příloze se nachází detailní přípravy na jednotlivé hodiny včetně veškerých materiálů.

4.1 Metodologie ověření

Výzkumným nástrojem bylo vytvoření vlastní **pretestu** a **posttestu**. Testování žáků probíhalo během jara 2024. Pomocí pretestu byla zjištěna vstupní úroveň znalostí všech žáků v oblasti nervové soustavy. Pretest i posttest obsahovaly stejné otázky, ale vždy v jiném pořadí. Otázek k vyplnění měli žáci celkem 17, rozdělené na otevřené a uzavřené. Otevřených otázek bylo celkem 6 a uzavřených bylo 11, kdy žáci vybírali ze čtyř opovědí vždy jednu správnou. Otázky cílily na teoretické i praktické znalosti výukového programu. Žáci oba testy vyplňovali v on-line platformě Google Forms pomocí svých mobilních telefonů. Pretest byl žákům zadán v první hodině výukového programu. Získané znalosti

žáků ověřil posttest, který byl žákům předložen tři týdny po odučení výukovém programu. Test je součástí příloh této práce. Na vyplnění měli vždy maximálně patnáct minut času.

Atraktivitu programu ověřoval krátký **dotazník**, který žáci vyplnili v závěrečné hodině. Cílem tohoto dotazníku bylo zjistit, které aktivity žáci považovali za atraktivní a které za méně přínosné. Stejně jako oba testy byl autorsky vytvořen v on-line platformě Google Forms. Tento otazník je součástí příloh.

4.2 Výzkumný vzorek

Výzkum probíhal na Základní škole Komenského náměstí 618 ve Slaném, na které působím jako učitelka. Škola se nachází v historickém centru města a řadí se mezi jednu ze tří základních škol ve Slaném. Školu navštěvuje přes šest set žáků a učí zde 39 pedagogů. Ve školním roce 2023/24 zde probíhala rozsáhlá rekonstrukce, konkrétně přestavba půdního prostoru, což značně omezovalo výuku. Pro výzkum a aplikaci výukového programu byly vybrány dvě třídy žáků osmých ročníků, ve kterých jsem přírodopis zmíněný školní rok učila. Žáci byli ve věku 13-15 let. Třídu 8.A navštěvovalo celkem 28 žáků, z toho 15 dívek a 13 chlapců. Třída 8.C byla složena z 25 žáků, a to 12 dívek a 13 chlapců. Pro praktickou část byla využita data žáků společně, tzn. celkem 53 žáků.

4.3 První vyučovací hodina

Tato hodina bude začínat žakovským vyplněním mého pretestu. Vyplňování bude probíhat v on-line podobě, kdy každý žák jednotlivě vyplní své odpovědi na telefonu. Na pretest budou mít žáci 15 minut. Pretest bude sloužit k mapování znalostí v tématu nervová soustava. Následně bude po jednom z žáků kontrolovatelně hozen tenisový míček a žákům bude položen dotaz, zda někdy přemýšleli o tom, jak lidský mozek umí rychle reagovat. Metodou brainstormingu budou mít žáci za úkol napsat své návrhy či názory na rychlost reakce mozku. Následně si společně názory a myšlenky učitel a žáci sdílí. Cílem této aktivity je aktivní zapojení žáků a navození pozitivní motivace k novému tématu. Další položkou bude popis neuronu. Předpokladem je, že se žáci s pojmem neuron setkali, ale nemusí znát jeho funkci a stavbu. K seznámení poslouží nepopsaný obrázek neuronu, který si žáci na základě stručného výkladu s důrazem na stavbu a funkci popíší s pomocí učebnice. Nutností je zmínit i J.E. Purkyněho. Po popsání neuronu se žáci otočí do čtveřic a své doplněné pojmy

v několika minutách prodiskutují. Následně proběhne společná kontrola, kdy žáci zapíší pojmy na tabuli pro větší přehlednost. Dalším klíčovým pojmem bude synapse, jež je pro žáky dalším neznámým a abstraktním pojmem. Pro lepší zapamatování a duální kódování poslouží videoukázka, ze které je možné použít jen některé pasáže pro pochopení synapse. Závěr hodiny bude věnován ověření cílů. Každý žák si do sešitu napíše jednu větu, která mu přijde jako klíčová k dnešní úvodní hodině. Učitel pak namátkově vyvolá několik žáků k přečtení jeho věty.

4.4 Druhá vyučovací hodina

Hlavním tématem druhé hodiny budou reflexy a mícha. V úvodní části hodiny se žáci rozdělí do třech skupin. Každá skupina dostane popis jednoho reflexu – kolenní, tricipitální a reflex Achillovy šlachy. Žáci v tuto chvíli neví, že se jedná o vyzkoušení nepodmíněných reflexů. Při práci s reflexi je nutné dbát i na bezpečnost práce žáků. Skupiny si vzájemně představí své reflexy a popíší své dojmy z jejich vyzkoušení. Po vzájemném skupinovém provedení reflexů bude žákům představeno, že si právě vyzkoušeli několik nepodmíněných reflexů. Následně žáci dostanou obrázek reflexního oblouku bez popisu, který se budou snažit doplnit sami nebo s učebnicí. Proběhne kontrola a žákům budou zmíněny 2 typy reflexů, nepodmíněné a podmíněné, jejichž charakteristika bude zadána za domácí úkol. Žáci budou mít za úkol vyhledat a napsat názvy těchto reflexů a jejich charakteristiku. Následujícím celkem bude popis míchy. Nutné je nejprve nervovou soustavu rozdělit na centrální a obvodovou s důrazem na vzájemnou spolupráci. Prekoncepty žáků jsou znalosti kosterní soustavy, kdy žáci ví, že mícha prochází páteřním kanálem, jež je tvořen obratlovými otvory. Toto je vhodné demonstrovat přímo na modelu obratle. V poslední části hodiny si žáci doplní vynechané pojmy do přehledu o míše. K doplnění použijí učebnici. Cílem této aktivity je práce s textem a novými pojmy a spojování pojmů do souvislostí. Tento přehled bude následně sloužit k nalepení do sešitu.

4.5 Třetí vyučovací hodina

V úvodu hodiny žáci ústně představí domácí úkol zaměřený na podmíněné reflexy a jejich charakteristiku. Další položkou bude stručné opakování znalostí z minulých hodin. Každý žák bude mít za úkol vymyslet strukturovanou otázku i s odpovědí pro jiného spolužáka. Žáci se pak vzájemně vyvolávají a na otázky odpovídají. Následně proběhne

společná kontrola v přehledu o míše, který žáci doplňovali minulou hodinu. Kontrola bude probíhat společně a žáci uvidí list promítnutý. Další částí bude modelování průřezu míchy, jež bude sloužit k lepšímu pochopení anatomie. Žáci se rozdělí do skupin, ve kterých budou modelovat. K modelování jim bude sloužit modelína v několika barvách pro větší názornost a předloha průřezu míchy. Při skupinovém modelování je nutné dbát na efektivitu práce a upozornit na funkčnost celého modelu. Cílem této aktivity je zároveň i rozvoj psychomotorických cílů při modelování. Tento model žákům poslouží k dalšímu tematickému celku a zároveň lze využít k opakování reflexního oblouku. Po modelování proběhne společný popis anatomie míchy. V poslední části hodiny bude kladen důraz na upevňování učiva a opakování pomocí tvorby myšlenkové mapy, kdy žáci dostanou zadaný centrální pojem na tabuli, v tomto případě „mícha“. Žáci budou postupně chodit náhodně doplňovat další pojmy, a to v souvislostech. Zároveň si žáci vytvoří vlastní myšlenkové mapy, které budou sloužit k ověření cílů a ověření jejich vlastních znalostí.

4.6 Čtvrtá vyučovací hodina

Náplní čtvrté hodiny bude lidský mozek. V úvodní části si žáci napíší jedno slovo, které se jim vybaví, když se řekne mozek. Volba pojmu bude na žácích, může se se tak jednat o funkci, stavbu, onemocnění či další volitelný pojem. Následovat bude diskuze, jejíž cíl je vlastní strukturování, vyjádření a sdílení a vlastních myšlenek žáků. Po úvodu se žáci rozřadí do šesti skupin. Učitel žákům vytiskne či nakreslí model mozku. Je nutné, aby byl dostatečně velký (zhruba formátu A₂). Každá skupina bude mít za úkol charakterizovat jednotlivou část mozku. Žáci mohou používat učebnici, ale i tablety. Důraz je kladen na umístění, popis a funkci jednotlivé části, a to vše zpracované v bodech na barevných papírech. Jednotlivé papíry následně žáci přilepí k příslušné části na plakátu mozku. Skupina, která bude popisovat koncový mozek, dostane papír samostatný, rozdělený na jednotlivé laloky pro větší přehlednost. Tato skupina může být početnější, aby žáci efektivněji pracovali. Po popisu všech částí bude následovat společná prezentace jednotlivých částí. Vhodné je využít například koberec, kde bude plakát rozložený pro větší názornost. Pokud tato možnost není, plakát lze pověsit na tabuli a skupinky chodí jednotlivě ústně prezentovat své části. Tato aktivita podporuje větší představitost, kdy si žáci lépe uvědomí, kde a jaká část leží a jakou funkci má. Zároveň je podporována práce s IT, komunikační a sociální kompetence. Pro

uchování zápisu pro žáky může posloužit sken obou plakátů, následné vytisknutí a vlepění do jejich sešitů.

4.7 Pátá vyučovací hodina

Žáky je nejprve nutné seznámit s pojmy jako je inervace, senzorický a motorický nerv, a to stručným výkladem a následně nervy rozdělit na hlavové, míšní a útrobní. V této aktivitě budou žákům demonstrovány hlavové nervy. Žáci dostanou do dvojice kartičku s jednotlivými názvy nervů. Na interaktivní tabuli bude promítnuto schéma bez názvu nervu. Žáci budou mít za úkol ve dvojici název správně umístit. Žáci se budou rozhodovat na základě jejich prekonceptů a lze kalkulovat i s podobností názvu a umístění. Na schématu je jasně zřetelné, jaký orgán jednotlivý nerv inervuje. V případě nejasností učitel žáky doplňuje. Pro charakteristiku míšních nervů bude využit model míchy, jež byl vytvořen třetí vyučovací hodinu. Na tomto modelu lze formou stručného výkladu demonstrovat reflexní oblouk s důrazem na svalstvo a čidla v kůži. Další částí bude promítnutí žákům dvou obrázků. První bude rozkvetlého parku, kde je klid. Na druhém obrázku budou závodní auta a bude zde demonstrováno zrychlení a akce. Žáci budou mít za úkol popsat ve dvou větách, co na obrázcích vidí a jaký je mezi nimi rozdíl. Útrobní nervy je nutné nejprve rozdělit na sympatikus a parasympatikus a zmínit, že pracují jako antagonisté a jejich činnost přirovnat k obrázků. Žáci si tak pravděpodobněji důkladněji zapamatují charakteristiku sympatiku a parasympatiku. Na závěr hodiny učitel promítne žákům jednotlivé orgány a žáci budou mít za úkol ústně popsat, jak bude jednotlivý orgán pracovat v parku a jak na závodě s auty.

4.8 Šestá vyučovací hodina

Náplní šesté vyučovací hodiny budou nemoci nervové soustavy a závislosti. V úvodní části rozdá učitel dvojicím kartičku s odlišnou vybranou nemocí. Výběr nemocí je individuální, je však vhodné vybírat běžné nemoci či duševní poruchy, se kterými se žáci mohou setkat. Každá dvojice dostane papír, na který charakterizuje zadanou nemoc, ale bez použití slov. Mohou tak nakreslit panáčka, použít barvy na vyjádření emocí nebo zpracovat úkol libovolně. Podmínkou pro tuto aktivitu bude následná kvalitní reprodukce spolužákům. Učitel dbá na efektivitu práce, jelikož se jedná o úvodní aktivitu. Následně dvojice ústně popisují ostatním. Žáci se tak vzájemně seznámí s nejznámějšími patologiemi nervové soustavy. Druhá část hodiny bude věnována důležitému tématu, a to závislostem. Žáci

nejprve na tabuli vypíší, jaké závislosti znají. V dalším úkolu se žáci rozdělí do tří skupin. Všechny skupiny budou svá data zapracovávat do jednoho nakresleného panáčka, který bude simulovat člověka. Pro větší efektivitu práce je vhodné, aby měl panáček nakreslené i orgány, a to vše přímo od učitele v dostatečně velké formátu, např. A₂. Cílem aktivity bude poukázat na zdravotní komplikace spojené s kouřením a nadměrnou konzumací alkoholu a drog. Je vhodné zvolit 3 barvy barevných papírů, na které budou žáci své informace zpracovávat, např. žlutá pro kouření, modrá pro alkohol, zelená pro drogy. Žáci budou k jednotlivým předkresleným orgánům pomocí mobilních telefonů vyhledávat informace a jejich zdravotní komplikace, v bodech je zapisovat a následně je lepit. Žáci se budou soustředit na patologii nervové soustavy, ale proběhne zde propojení i dalších soustav, což slouží jako opakování z minulých tematických celků. Nutné je, aby se si žáci kvalitně a efektivně rozvrhli práci. Předpokladem však je, že v této práci budou pokračovat i v následující hodině.

4.9 Sedmá vyučovací hodina

Žáci v této budou pokračovat v práci z předchozí hodiny. Je nutné počítat s časovou rezervou, jelikož se jedná o skupinovou práci, kde žáci pracují s novými informacemi. Po dokončení bude následovat prezentace, kdy žáci představí nové poznatky. Představení bude probíhat vystavením plakátu na tabuli a následné diskusi nad jednotlivými zdravotními komplikacemi. Důraz je dbán i na kooperaci ostatních žáků, kteří se mohou připojit svými případnými poznámkami. Cílem této práce tak bude detailnější vzhled do problematiky a škodlivosti konzumace alkoholu a užívání cigaret. S tímto tématem je nutné žáky věkové kategorie osmého ročníku seznámit a zajistit dostatečnou edukaci a prevenci. Výsledný plakát může sloužit jako preventivní prvek na chodbě školy, aby ho mělo na očích co nejvíce žáků a práce byla tak maximálně využita.

4.10 Osmá vyučovací hodina

Poslední hodinou výukového programu bude laboratorní cvičení, které cílí na lidské smysly. Dle předpokladu je zřejmé, že žáci smysly znají. V úvodu hodiny žáci napíší na tabuli, jaké smysly máme. Dále je nutné žákům zmínit i jiné smyslové funkce, jako je tlak, reakce na bolest, teplo, žízeň, hlad a další. Hlavní aktivitou této hodiny bude Experimentální laboratoř, kdy je nutné, aby měl vše učitel řádně nachystané a pro větší efektivitu je možné

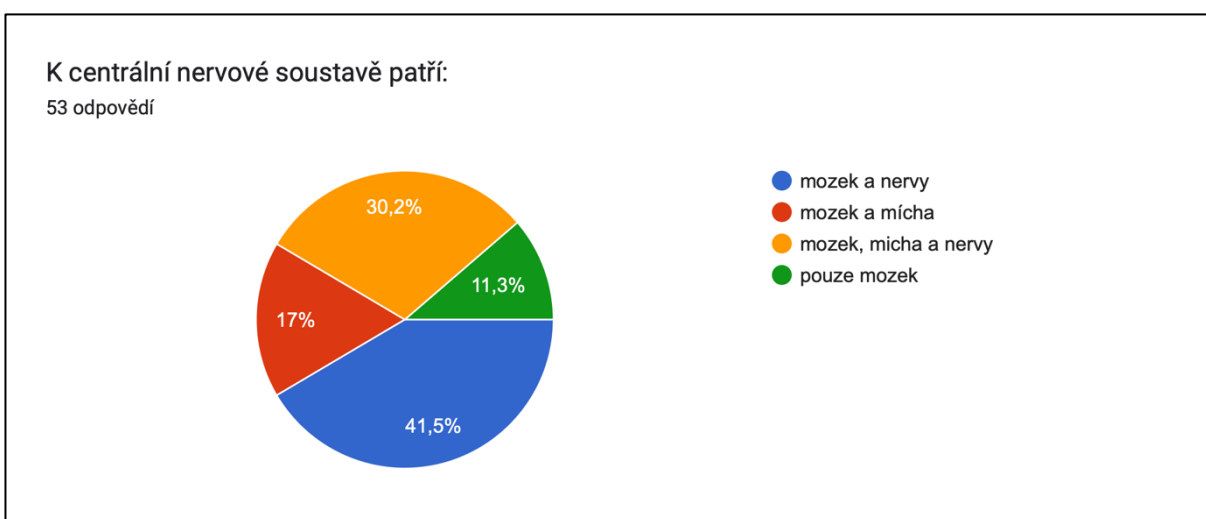
využít i asistenta pedagoga nebo jiného kolegu. Před začátkem je nutné žáky poučit o bezpečnosti a ověřit si přítomnost alergií v dané třídě. Žáci se nejprve rozdělí ideálně do čtveřic a každý člen skupiny dostane jeden protokol, který bude disponovat i veškerým postupem k jednotlivým úkolům pro žáky. První úkol je zaměřený na čich. Žáci mají vždy ve dvojicích zavázané oči a učitel druhé dvojici předá různé vůně. Použít lze různé parfémy, koření, ovoce atd. Žáci se zavázanýma očima mají za úkol vůni poznat a následně ji zapsat do protokolu. To samé udělá druhá dvojice. Učitel vždy předkládá různé vůně, proto je nutné mít dostatek preparátů. Druhý úkol ověří zrak žáků. Jeden žák ze dvojice se posadí čelem k oknu a zakryje si asi na deset vteřin otevřené oči. Po deseti vteřinách si oči odkryje a druhý žák sleduje jeho panenku, jejíž velikost se bude měnit intenzitou světla měnit. Totéž udělá i druhý žák a své výsledky si zapíší. Třetí úkol je zaměřený na chuťové buňky. Učitel má připravená nastrouhaná jablka a mrkev. Žáci mají zavázané oči a budou hádat, co jedí. Nejprve budou žáci hádat s ucpaným nosem a zavázanýma očima, následně jen se zavázanýma očima. Své dojmy a výsledky ochutnávek zapíší do protokolu. Úkol číslo čtyři otestuje hmat žáků. tentokrát je celé provedení na žácích, kdy si vždy jeden z dvojice vybere nějaký předmět, který následně předloží žákovi, který bude hádat. Předmět by měl být originální, a ne lehce uhodnutelný. Žák si zapíše, co nahmatal a provede stejné i na svého kolegu. Poslední úkol bude ověřovat sluch žáků přes Online Tone Generator. Při této aktivitě bude celá třída pracovat najednou. Učitel žákům pustí nahrávku přes interaktivní tabuli. Ideální je začít na intenzitě kolem 500 Hz. Postupně se intenzita zvyšuje a žáci si zaznamenají jakou nejvyšší hodnotu byli schopni slyšet. Hodnoty si pak vzájemně mohou porovnat. Cílem celé této hodiny je zábavný test všech smyslů za předpokladu, že si tak žáci lépe uvědomí a zapamatují veškeré funkce smyslů. Zároveň se zde posilují pracovní kompetence a skupinovou práci vztahy ve třídě. Žáci si tak propojují teorii a praxi.

5 Výsledky

5.1 Výsledky pretestu a posttestu

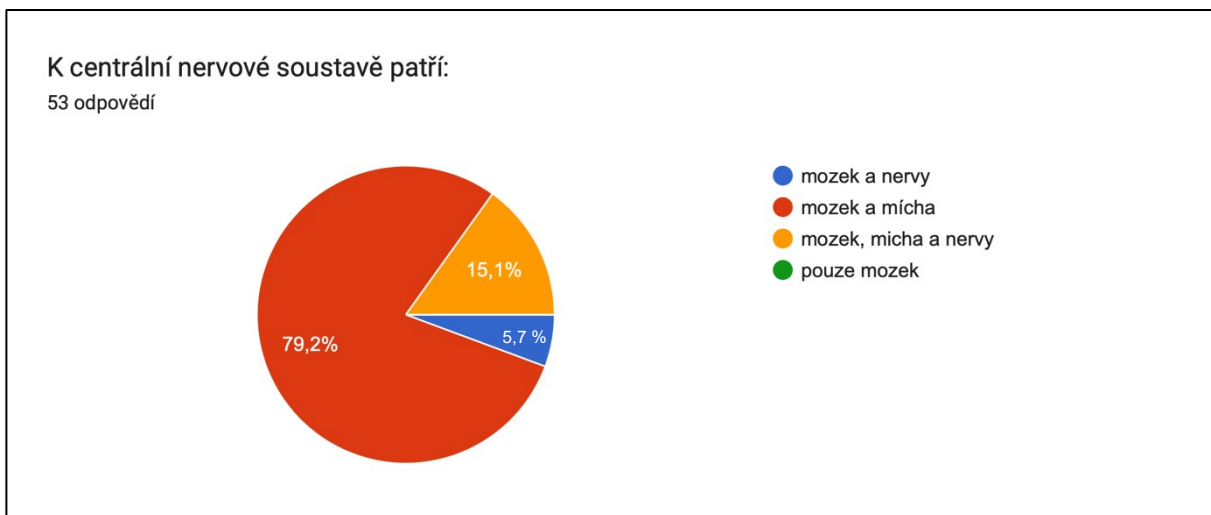
V této kapitole se nachází výsledky pretestů a posttestů. V kruhových grafech jsou v procentech znázorněny jednotlivé odpovědi na zadané otázky. Jeden graf vyjadřuje odpovědi pretestu a druhý odpovědi posttestu. Sloupcový graf zaznamenává srovnání jednotlivých odpovědí v rámci obou testů. Kruhové grafy byly použity z dotazníku platformy Google Forms. Sloupcové grafy byly autorsky vytvořeny v Excelu. Kompletní žákovské odpovědi jsou součástí příloh.

První otázkou byla: „**K centrální nervové soustavě patří:**“. V kruhovém grafu č. 1 vidíme procentuální zastoupení odpovědí v pretestu. Nejvyšší zastoupení měla odpověď *mozek a nervy*. Podle úsudků žáci tuto odpověď volili pravděpodobně na základě toho, že tyto pojmy jsou jim nejznámější. O něco nižší procento žáků volilo možnost *mozek, nervy a mícha*. Správnou odpověď *mozek a mícha* zvolilo pouze 17 % žáků. Pro odpověď *mozek* se rozhodlo 11,3 % žáků.



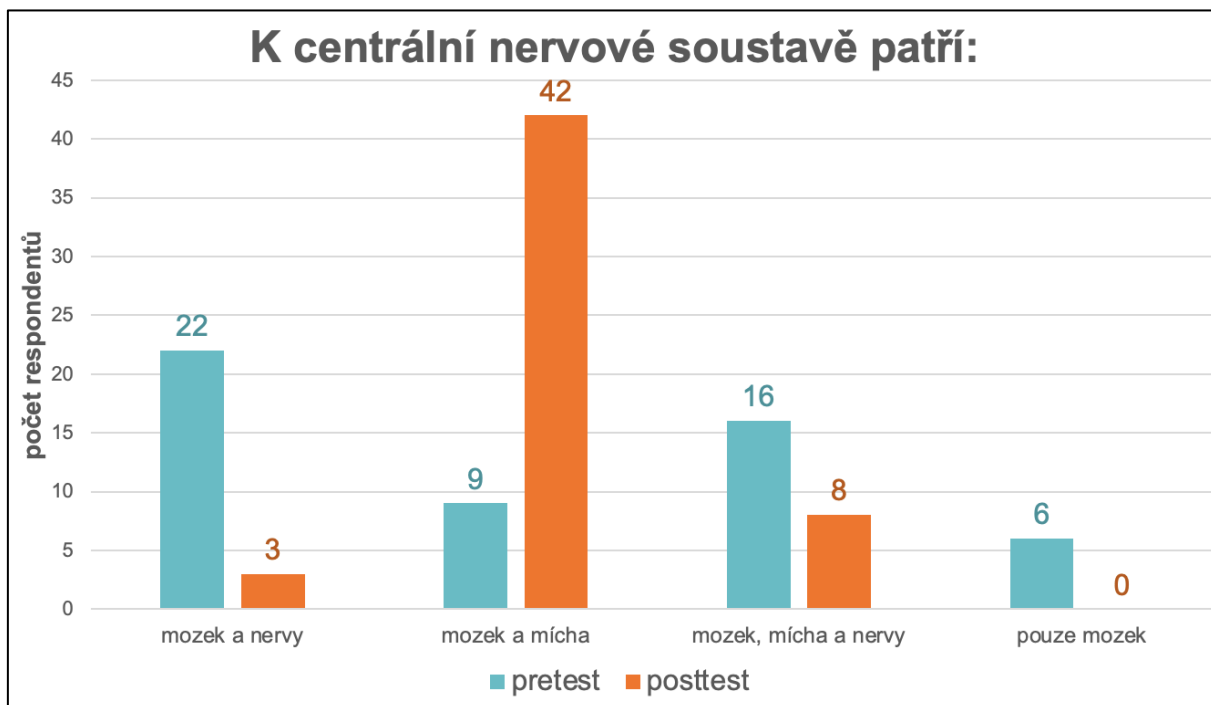
Graf 1: Odpovědi na první otázku v pretestu.

Kruhový graf č. 2 vyjadřuje odpovědi v posttestu, kdy 79,2 % odpovědí bylo správných, *mozek a mícha*. Žáci tuto odpověď pravděpodobně zvolili po jasném zařazení pojmů ve výuce. 15,1 % bylo zvoleno *mozek, mícha a nervy*.



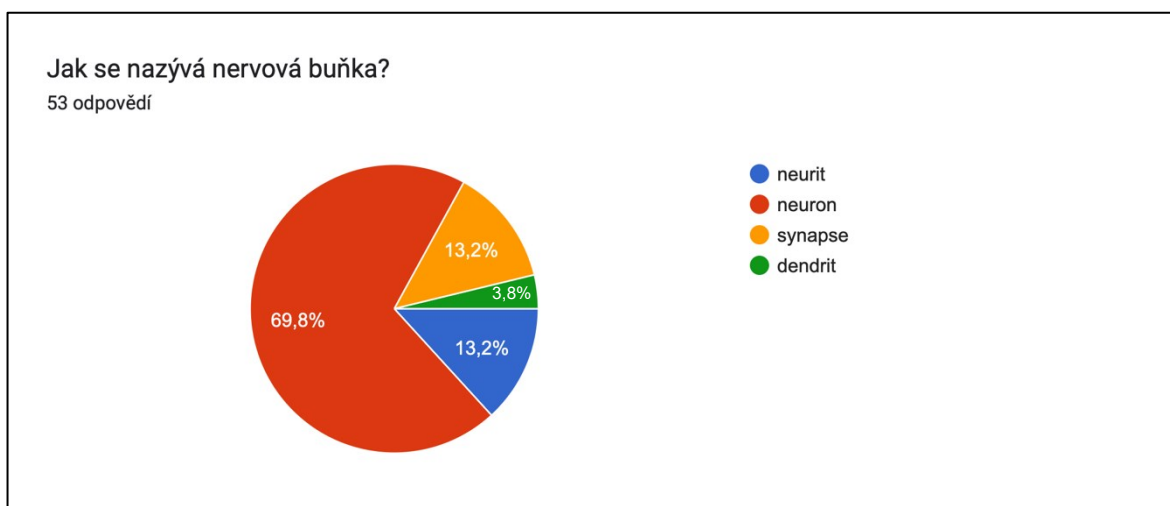
Graf 2: Odpovědi na první otázku v posttestu.

Sloupcový graf č. 3 ukazuje porovnání odpovědí pretestu a posttestu. V pretestu zvolilo správnou odpověď pouze 9 žáků. V posttestu si správnou odpověď vybralo 42 žáků. Zásadní rozdíl vidíme i ve volbě odpovědí u možnosti *mozek a nervy*. V posttestu si nikdo nevybral odpověď *mozek*.



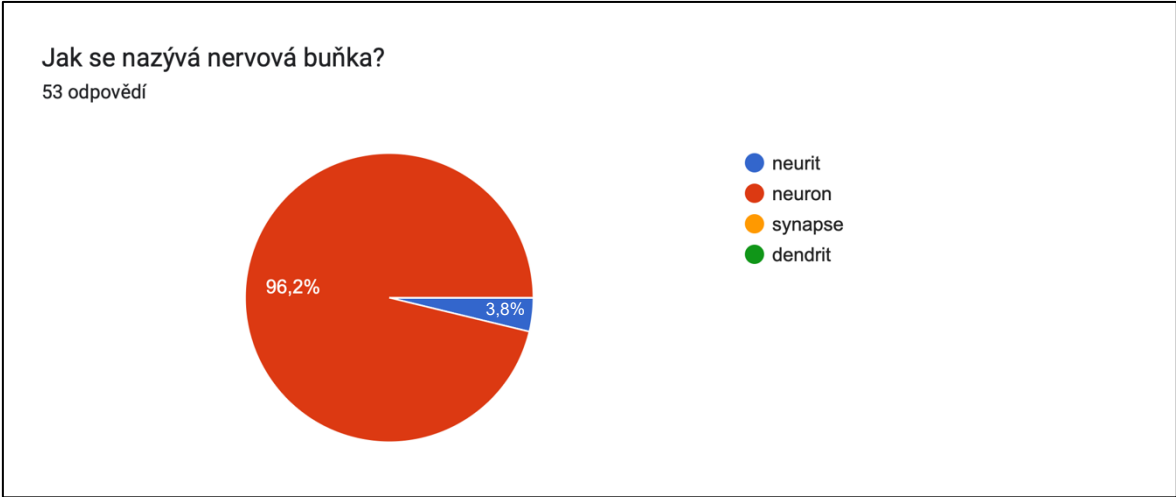
Graf 3: Srovnání odpovědí první otázky.

Druhá otázka zjišťuje, **jak se nazývá nervová buňka**. Graf č. 4 nám říká, že nejčetnější odpověď byla již v pretestu správná, a to *neuron* s 69,8 %. Žáci se s tímto tématem již mohli setkat, např. v tématu tkání, kde tento pojem zazněl v souvislosti s nervovou tkání. Stejným poměrem byla zvolena odpověď *synapse a neurit*, 13,2 %. Odpověď *dendrit* byla zvolena jen 3,8 % žáků. Předpokládáme, že tento pojem je pro žáky zcela neznámý.



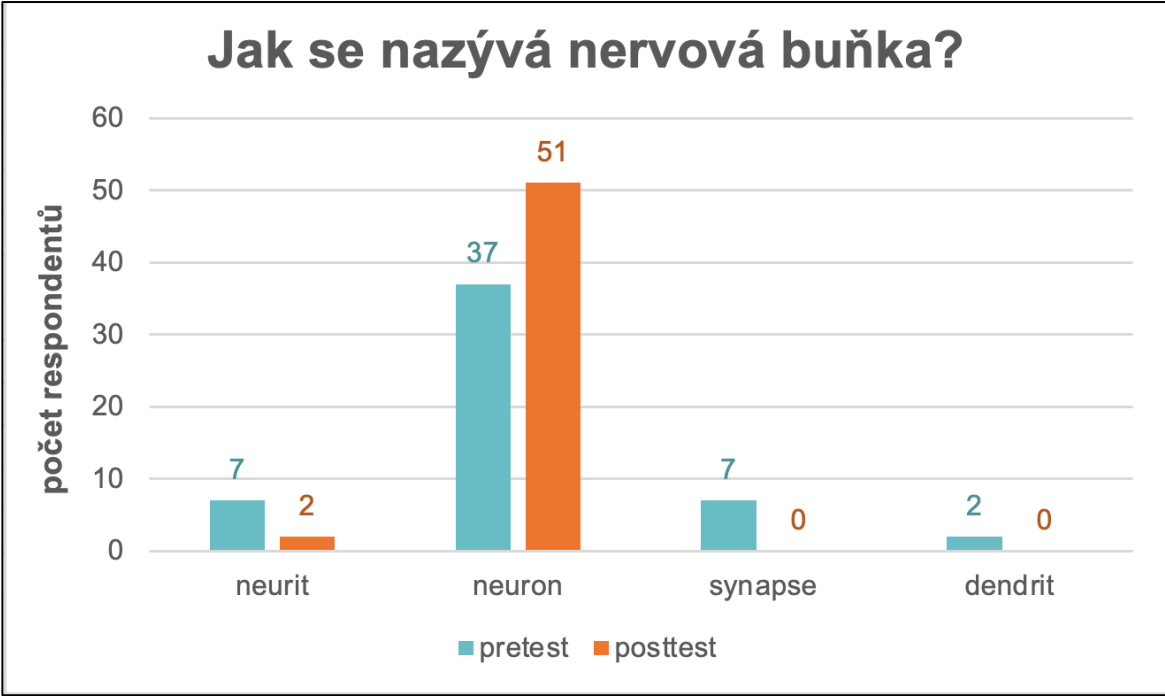
Graf 4: Odpovědi na druhou otázku v pretestu.

Graf č. 5 ukazuje, že 96,2 % žáků si v posttestu vybralo odpověď *neuron*. S neuronem se žáci setkali hned první hodinu výukového programu, kdy proběhl výklad a žáci měli za úkol popsat stavbu neuronu. *Neurit* volilo 3,8 % žáků. Můžeme se domnívat, že šlo o záměnu pojmů z jazykového hlediska na základně podobnosti slova neuron a neurit. *Dendrit* a *synpasi* nezvolil nikdo.



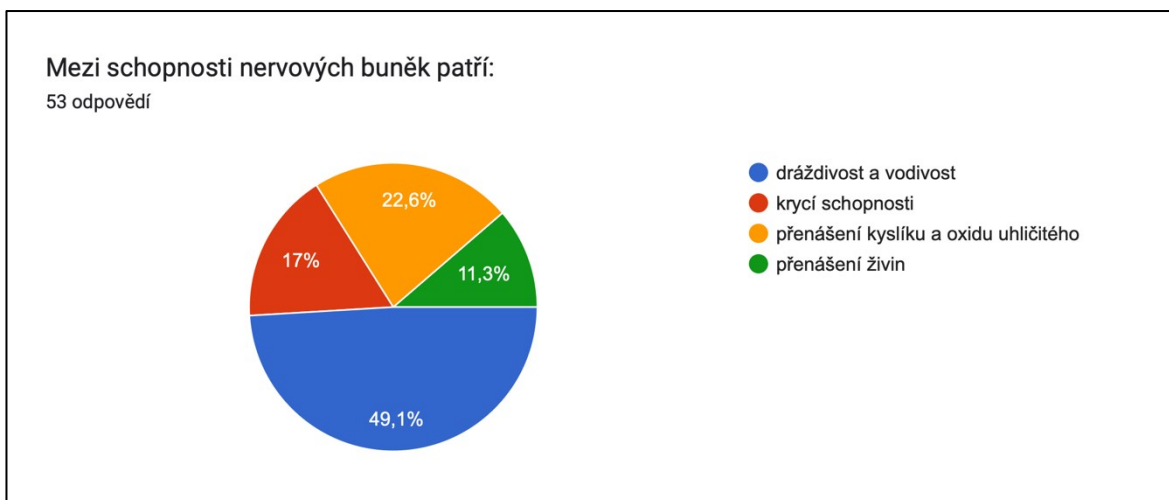
Graf 5: Odpovědi na druhou otázku v posttestu.

Porovnání odpovědí u druhé otázky ukazuje graf č. 6. Zde jasně vidíme, že pojem neuron vedl v pretestu i v posttestu. V pretestu si odpověď neuron vybralo 37 žáků. V posttestu tuto odpověď volilo o 14 více, a to 51 žáků.



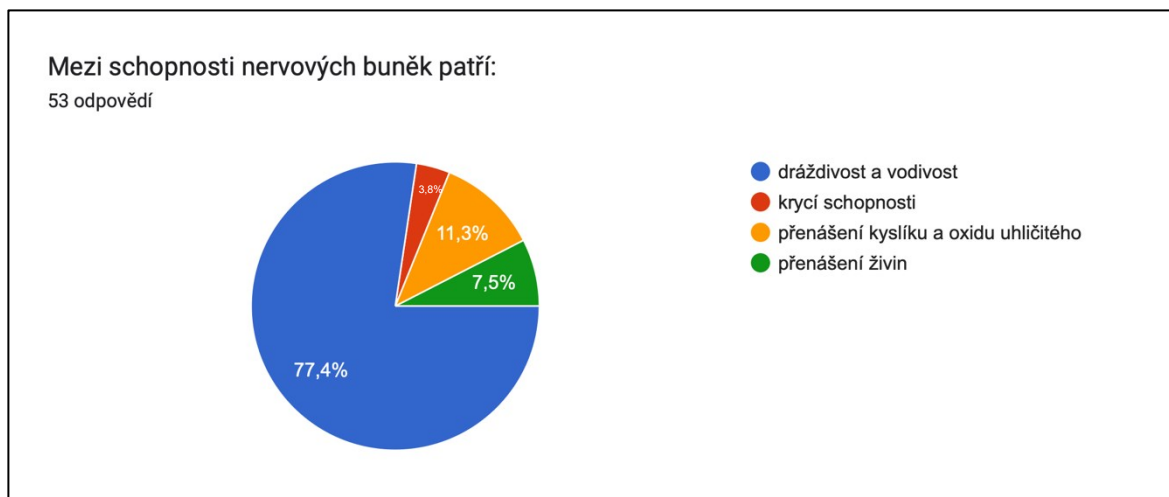
Graf 6: Srovnání odpovědí druhé otázky.

Třetí otázka zkoumala, **co patří mezi schopnosti nervových buněk**. V grafu č. 7 vidíme, že 49,1 % žáků zvolilo správnou odpověď, *dráždivost a vodivost*. Žáci se ke správné odpovědi mohli již v pretestu dopracovat vylučovací metodou, kdy právě tato odpověď je jediná přímo související s NS. *Přenášení kyslíku a oxidu uhličitého* volilo 22,6 %, *krycí schopnosti* vybralo 17,6 %. Nejméně volená byla odpověď *přenášení živin* s 11,3 %.



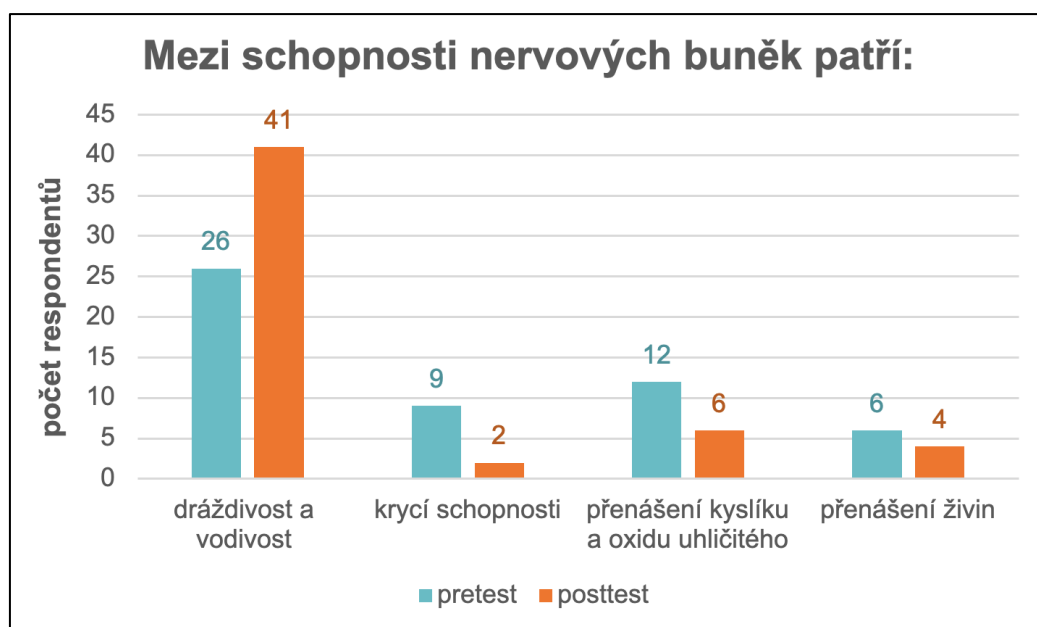
Graf 7: Odpovědi na třetí otázku v pretestu.

Odpovědi posttestu znázorňuje graf č. 8. Také v posttestu byla nejvíce volená odpověď *dráždivost a vodivost*, a to v 77,4 % odpovědí žáků, což je o 28,3 % než v pretestu. Stejně jako v pretestu se jako druhá nejvíce volila odpověď *přenášení kyslíku a oxidu uhličitého*, zde v 11,3 % odpovědí. *Přenášení živin* zvolilo 7,5 % žáků. Pouhé 3,8 % připadlo na odpověď *krycí schopnosti*, která měla v pretestu o 13,2 % vyšší zastoupení. Žáky s dráždivostí seznámila aktivita s reflexním obloukem.



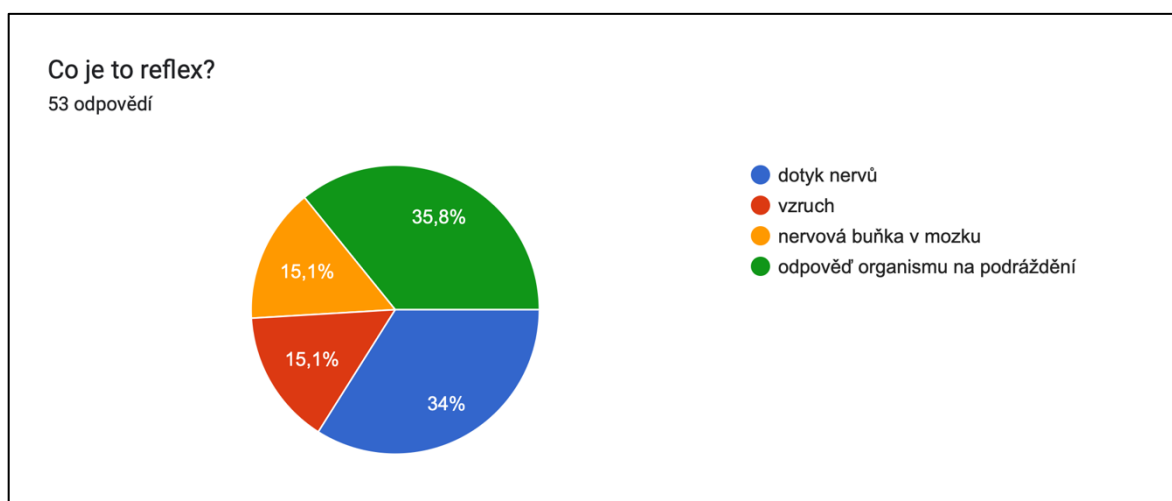
Graf 8: Odpovědi na třetí otázku v posttestu.

V grafu č. 9 jasně vidíme prvenství odpovědi *dráždivost a vodivost*, kdy v pretestu tuto odpověď volilo 26 žáků, v posttestu 41. Zásadní rozdíl v odpovědích vidíme i u volby *krycí schopnost*, kdy v pretestu odpověď volilo 9 žáků, v posttestu pouze 2. Ve volbě *přenášení kyslíku a oxidu uhličitého* se četnost v posttestu snížila na polovinu. Odpověď *přenášení živin* byla v pretestu volena šesti žáky, což byla nejméně zastoupená možnost. V posttestu byla tato možnost volena čtyřmi žáky, jelikož 2 žáci volili schopnosti krycí.



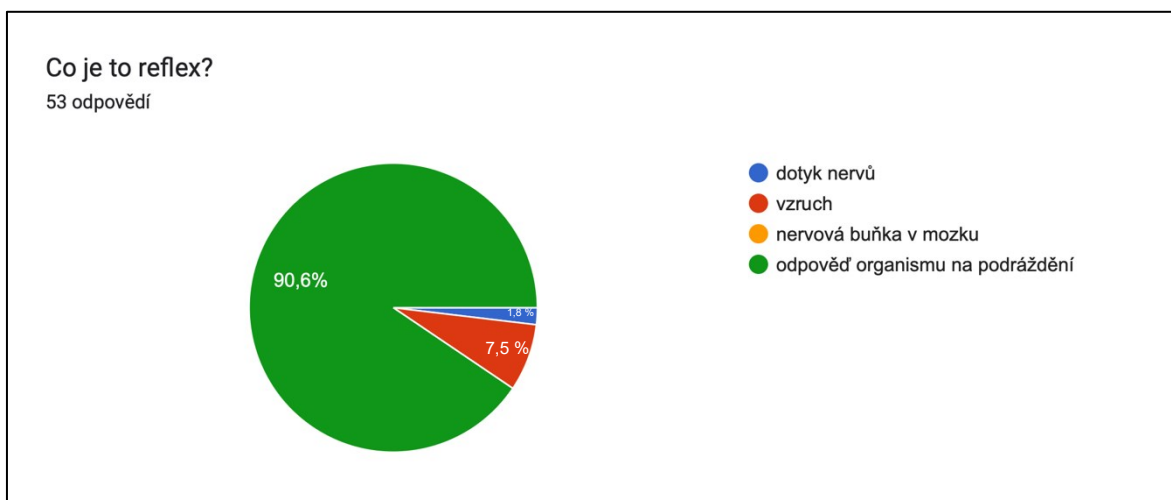
Graf 9: Srovnání odpovědí třetí otázky.

Čtvrtá otázka zněla: „**Co je to reflex?**“. Nejpočetnější odpověď v pretestu se 35,8 % byla *odpověď na podráždění organismu*. 34,8 % žáků si vybralo odpověď *dotyk nervů*. Stejný počet žáků, 15,1 % zvolilo odpovědi *vzruch* a *nervová buňka v mozku*. Žákům by měl být pojem reflex známý z běžného života, ale správnou odpověď zvolila jen zhruba třetina žáků.



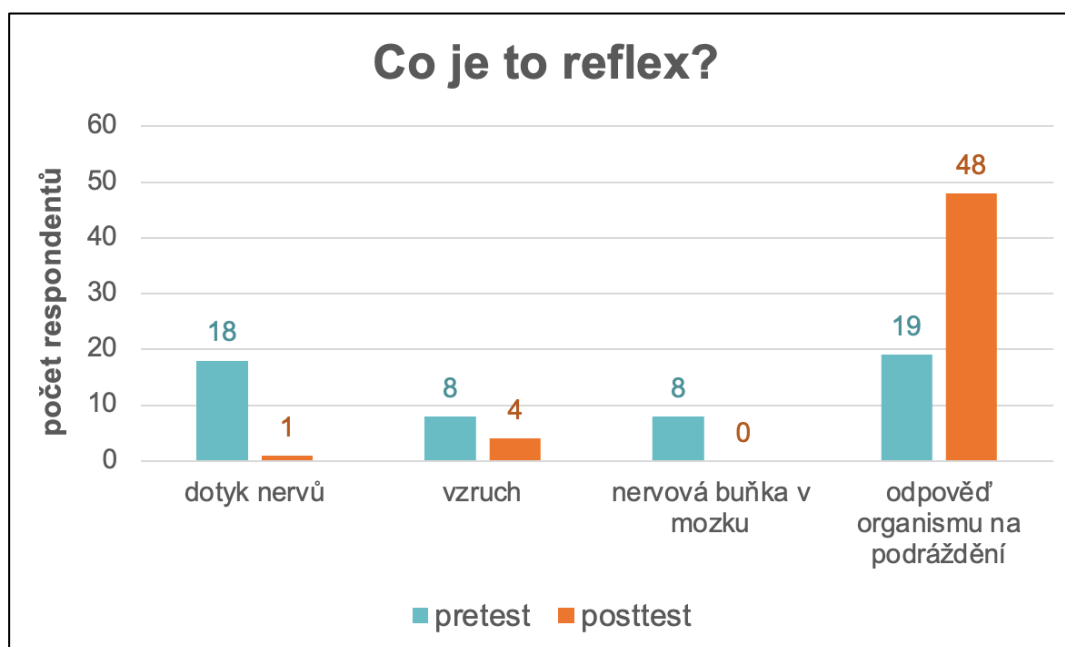
Graf 10: Odpovědi na čtvrtou otázku v pretestu.

Graf č.11 nám ukazuje, že v posttestu si 90,6 % žáků zvolilo správnou odpověď, a to *odpověď organismu na podráždění*. Reflexy si žáci prakticky vyzkoušeli ve druhé hodině výukového programu ve skupinách. Další aktivitou na reflexy byl popis reflexního oblouku. Odpověď *vzruch* si vybralo 7,5 % žáků. *Dotyk nervů* volilo 1,8 % žáků. Nikdo si v posttestu nevybral odpověď *nervová buňka v mozku*.



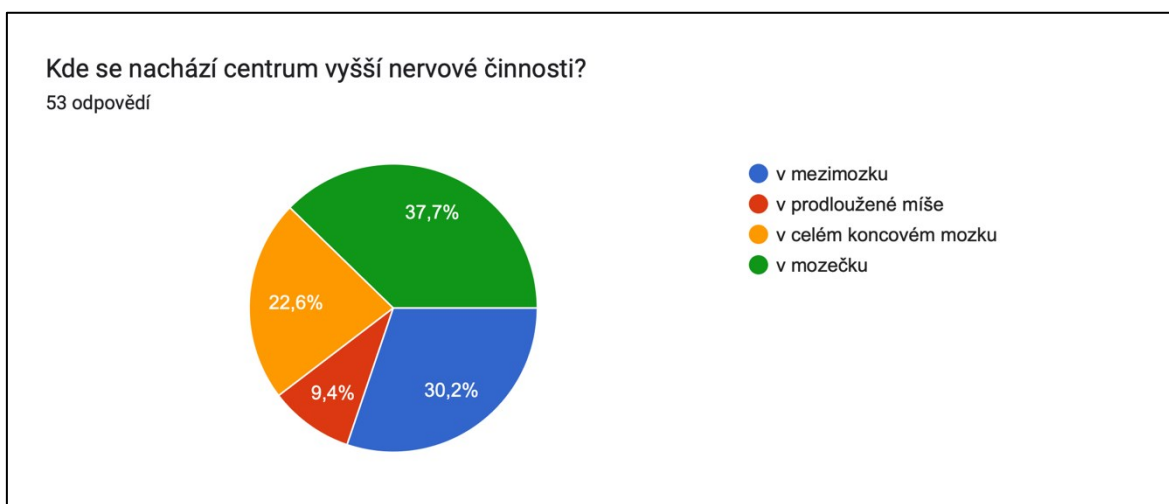
Graf 11: Odpovědi na čtvrtou otázku v posttestu.

Z grafu č. 12 vyplývá, že v pretestu i v posttestu byla nejvíce volená správná odpověď, *odpověď organismu na podráždění*. V pretestu se pro tuto odpověď rozhodlo 10 žáků, v posttestu jich bylo o 29 více. V pretestu 18 žáků volilo odpověď *dotyk nervů*, v posttestu jí vybral pouze 1. Odpovědi *vzruch* a *nervová buňka v mozku* zvolilo v pretestu 8 žáků. V posttestu si odpověď *vzruch* vybrali jen 4 a *nervovou buňku v mozku* nezvolil žádný žák.



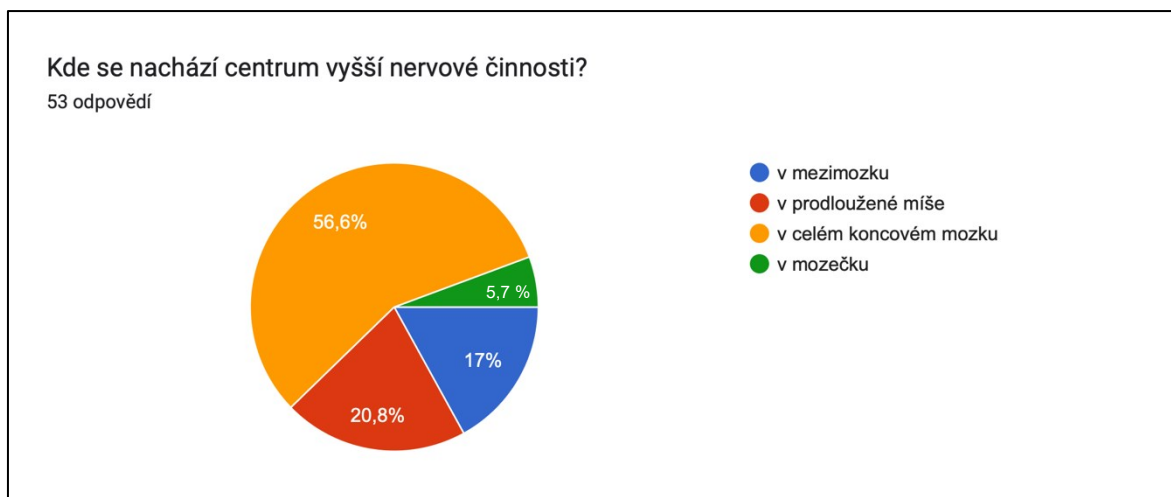
Graf 12: Srovnání odpovědí čtvrté otázky.

Pátá otázka se žáků dotazovala, **kde se nachází centrum vyšší mozkové činnosti**. Tato otázka byla pro žáky náročnější, jelikož se k ní nevztahovaly téměř žádné prekoncepty. Výsledky této otázky v pretestu ukazuje graf č. 13. Odpověď *mozeček* byla žáky volena nejčastěji, ze 37,7 %. Další v pořadí nejčastějších odpovědí byl *mezimozek*. Odpověď *v celém koncovém mozku* zvolilo 22,6 % žáků. Pro odpověď *prodloužená mícha se rozhodlo* 9,4 % žáků.



Graf 13: Odpovědi na pátou otázku v pretestu.

V grafu č. 14 vidíme odpovědi posttestu. Správnou odpověď, *v celém koncovém mozku* zaškrtilo 56,6 % žáků, což je o 34 % více než v pretestu. Na tuto otázku cílila aktivita čtvrté vyučovací hodiny, kdy žáci tvořili plakát na jednotlivé části mozku včetně jejich funkcí. Dle nižšího procenta správných odpovědí se můžeme domnívat, že tato otázka byla pro žáky náročnější i v posttestu. Odpověď *v prodloužené míše* si zvolilo 20,8 % žáků. O 3,8 % méně žáků se rozhodlo pro *mezimozek*. Největší rozdíl mezi pretestem a posttestem vidíme v odpovědi *mozeček*, kdo v pretestu ho volilo 37,7 % žáků, posttestu pouze 5,7 % žáků.



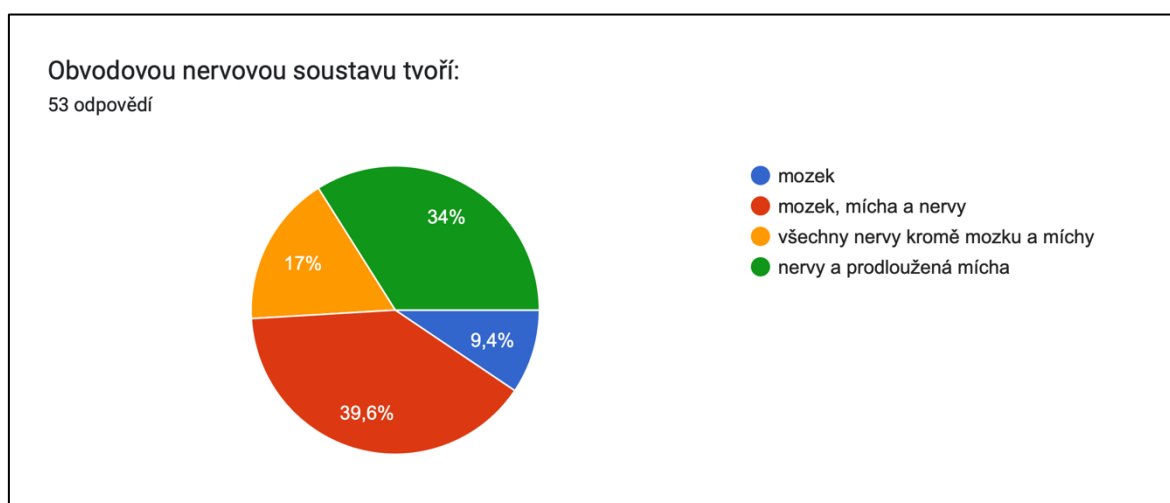
Graf 14: Odpovědi na pátou otázku v posttestu.

Graf č. 15 demonstruje odpovědi pretestu a posttestu páté otázky. Správnou odpověď v pretestu volilo 12 žáků, v posttestu jich bylo o 18 více. V pretestu si nejvíce žáků vybralo odpověď *v mozečku*, ale v pretestu byla tato odpověď volena nejméně, a to pouze třemi žáky. Odpověď *v mezimozku* činí rozdíl 7 žáků mezi pretestem a posttestem. Odpověď *v prodloužené míše* volilo v pretestu 5 žáků. V posttestu měla tato odpověď nárůst, a to o 6 žáků, kteří si tuto odpověď zvolili.



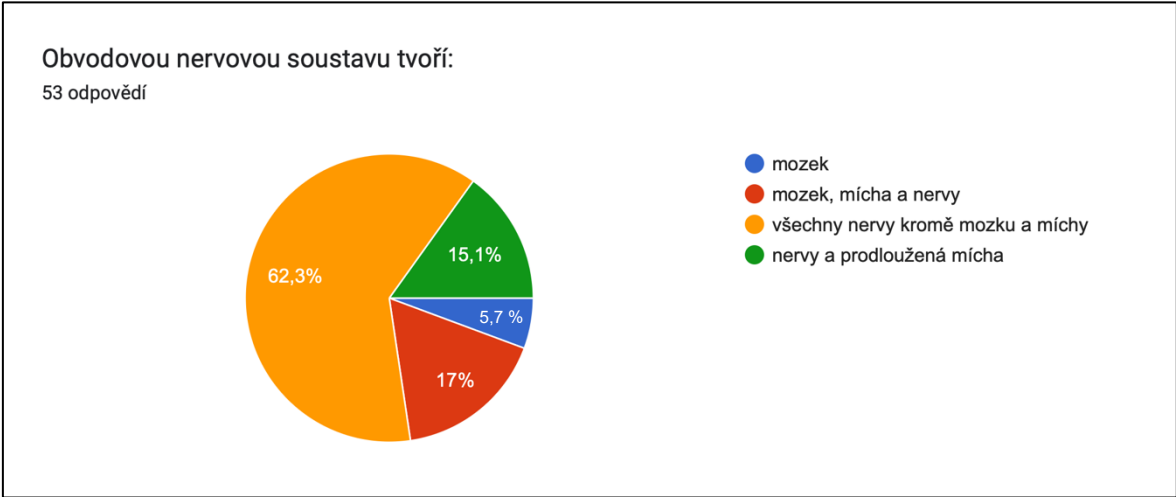
Graf 15: Srovnání odpovědí páté otázky.

Šestá otázka se žáků dotazovala, **co tvoří obvodovou nervovou soustavu**. Na výsledky této otázky nás odkazuje graf č. 16. Nejvíce žáků si vybralo odpověď *mozek, nervy a mícha*, 39,6 %. Předpokládáme zde, že žáci nevěděli, že se nervová soustava dělí na centrální a obvodovou, ale tyto 3 pojmy jim byly známé. 34 % žáků se rozhodlo pro odpověď *nervy a prodloužená mícha*. Odpověď *nervy kromě míchy a mozku* zvolilo 17 % žáků. *Mozek* byla s 9,4 % odpovědí nejméně volená odpověď.



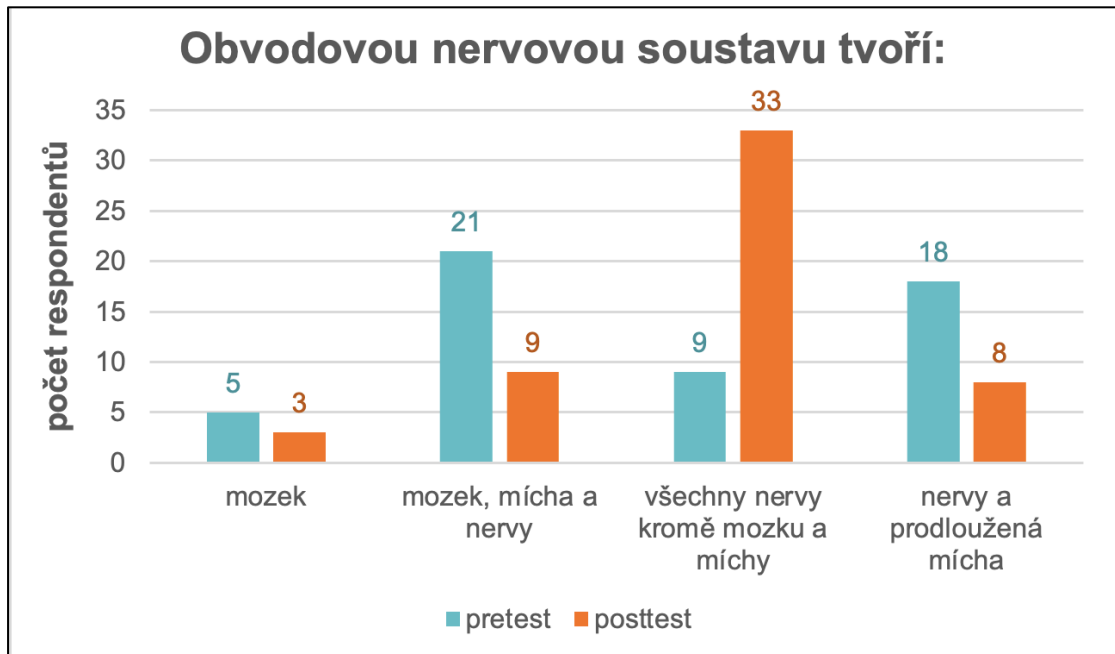
Graf 16: Odpovědi na šestou otázku v pretestu.

Graf č. 17 ukazuje odpovědi posttestu. Zde vidíme, že 62,3 % žáků odpovědělo správně, *všechny nervy kromě mozku a míchy*. Rozdělení NS na centrální a obvodovou bylo předmětem druhé vyučovací hodiny. Druhou nejčastější odpovědí byla *mozek, mícha a nervy* se 17 %. *Nervy a prodlouženou míchu* si vybralo 15 % žáků. Samotný *mozek* pak volilo 5,7 % žáků.



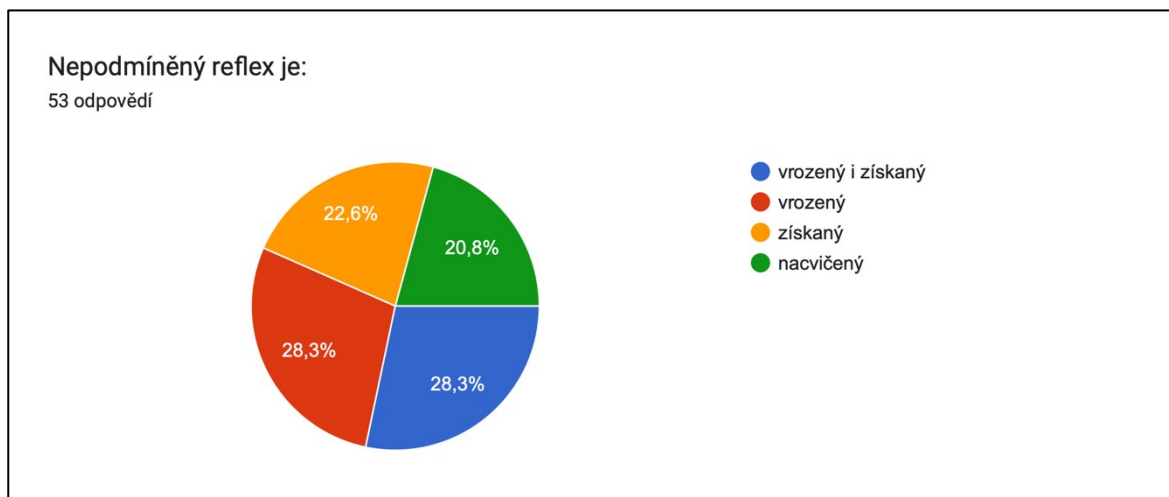
Graf 17: Odpovědi na šestou otázku v posttestu.

Graf č. 18 ukazuje výsledky šesté otázky. V pretestu zvolilo správnou odpověď pouze 9 žáků. V posttestu ji volilo o 24 žáků více. V pretestu si 21 žáků vybralo odpověď *mozek, mícha a nervy*, ale v posttestu tuto odpověď zaškrtnulo jen 9 žáků. Odpověď *nervy a prodloužená mícha* volilo v pretestu 18 žáků, v posttestu o 10 méně. Odpověď *mozek* byla volena nejméně v pretestu, pěti žáky, i v posttestu, třemi žáky.



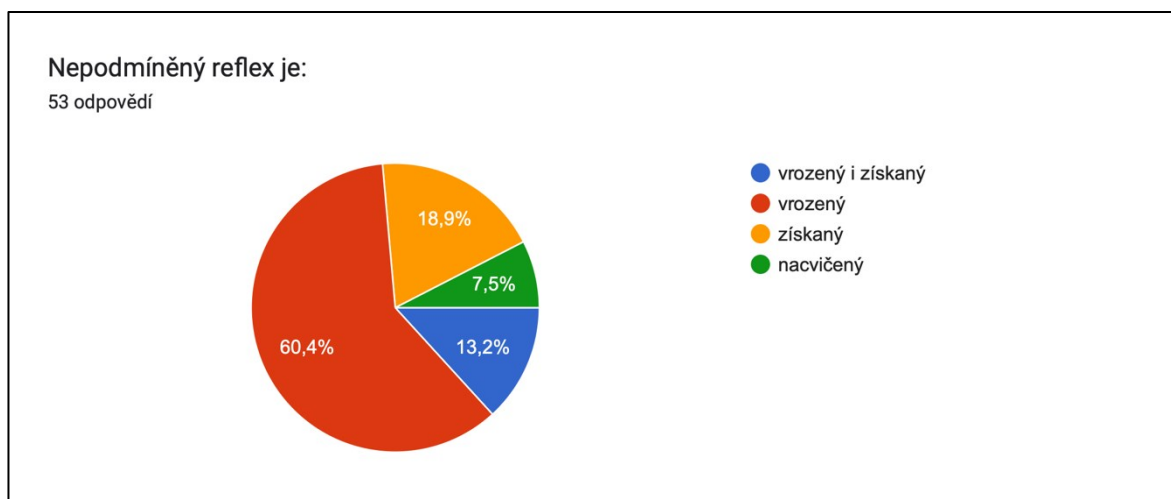
Graf 18: Srovnání odpovědí šesté otázky.

Sedmá otázka se ptala, **co je nepodmíněný reflex**. Žáci z prekonceptů i běžného života pojem reflex pravděpodobně znají, ale předpokládáme, že rozdělení reflexů jim není známo. Na grafu č. 19 vidíme, že odpovědi jsou velmi vyrovnané. Odpovědi *vrozený i získaný* a *vrozený* si vybralo stejné procento žáků, a to v obou případech 28,3 %. Reflex *získaný* volilo 22,6 % žáků. O 1,8 % žáků si zvolilo odpověď *nacvičený*.



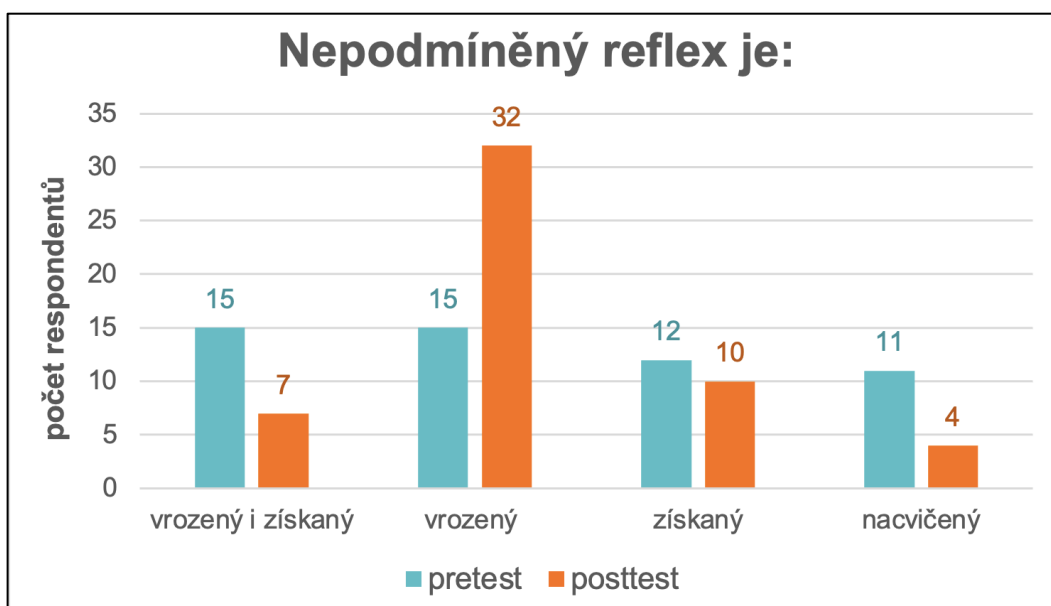
Graf 19: Odpovědi na sedmou otázku v pretestu.

Odpovědi posttestu zaznamenává graf č. 20. Správnou odpověď volilo 60,4 % žáků, což je o 32,1 % více než v pretestu. 18,9 % žáků uvedlo odpověď *získaný*. Pro *vrozený i získaný* se rozhodlo 13,2 % žáků. Odpověď *nacvičený* si vybralo 7,5 %.



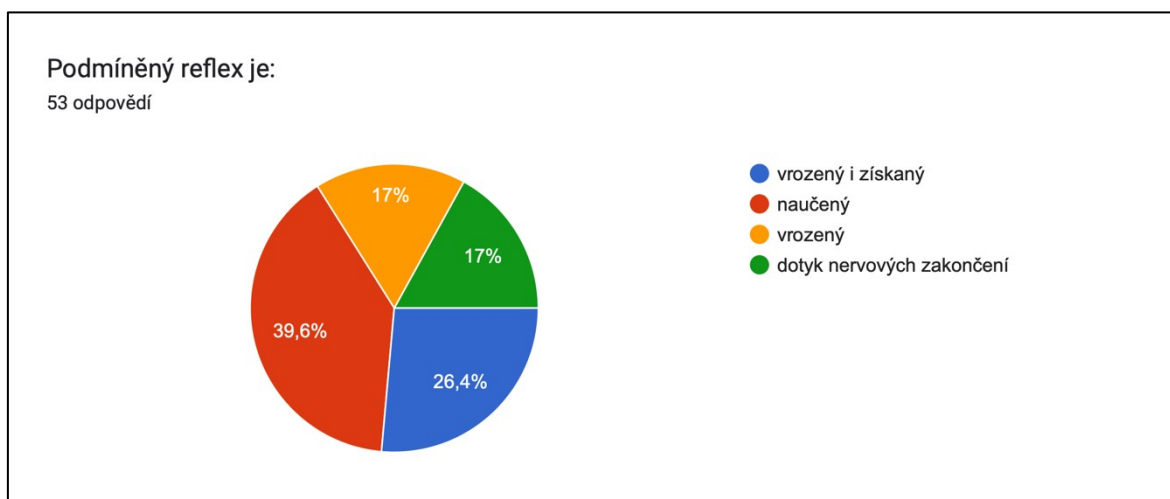
Graf 20: Odpovědi na sedmou otázku v posttestu.

Graf č. 21 srovnává odpovědi pretestu a posttestu sedmé otázky. V pretestu správnou odpověď volilo 15 žáků, ale v posttestu jich bylo o 16 více. Stejný počet žáků volilo v pretestu odpověď *vrozený i získaný*, ale v posttestu jich bylo 7. Nejmenší rozdíl vidíme v odpovědi *získaný*, kdy si ji v pretestu vybralo 12 žáků a v posttestu 10. Odpověď *nacvičený* v pretestu vybralo 11 žáků, v posttestu pouze 7. Žáci si ve druhé hodině výukového programu ve skupinách vyzkoušeli tři nepodmíněné reflexy – kolenní, tricipitální a reflex Achillovy šlachy.



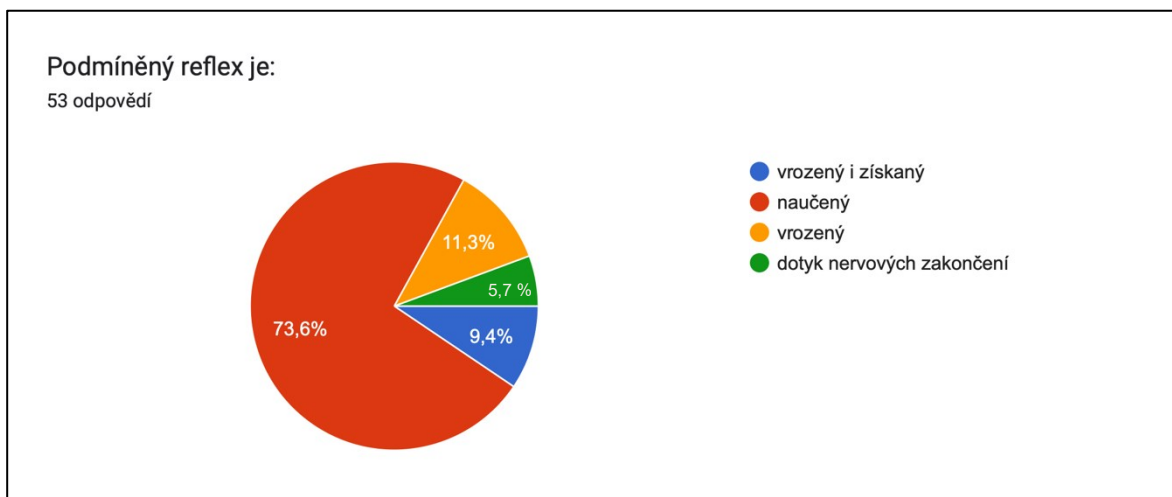
Graf 21: Srovnání odpovědí sedmé otázky.

Osmá otázka se zaměřovala na **podmíněný reflex**. Dle grafu č. 22 vidíme, že nejčastěji volenou odpovědí v pretestu byl *naučený*, jež citá 39,6 %. Předpokládáme, že část, žáků tuto odpověď volila na základě předchozí otázky, která zkoumala reflex nepodmíněný. *Vrozený i získaný* volilo 26,4 % žáků. Stejným poměrem si žáci vybrali se 17 % odpověď *vrozený a dotyk nervových zakončení*.



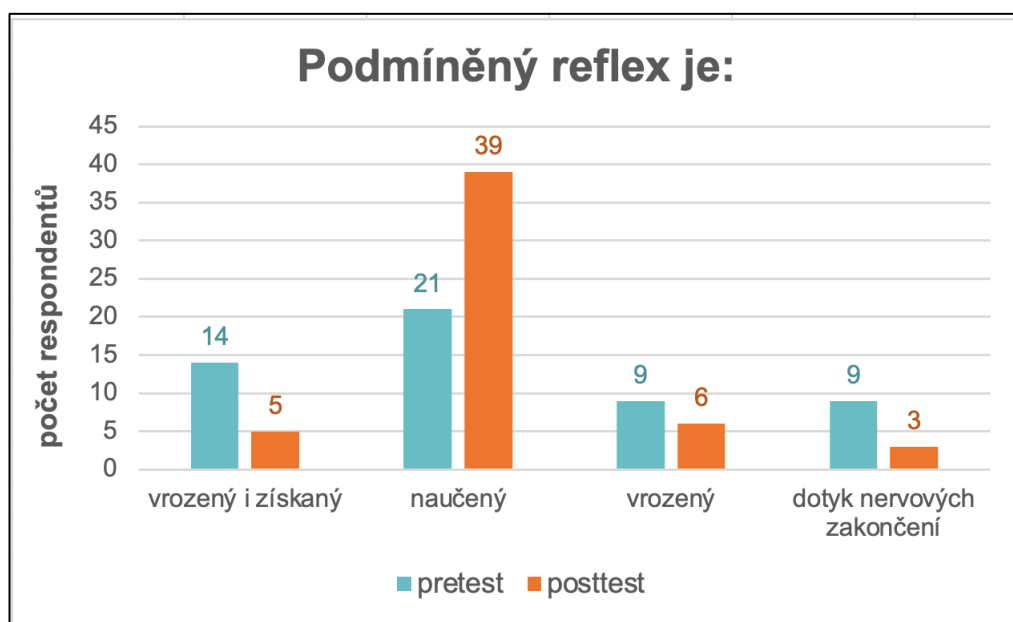
Graf 22: Odpovědi na osmou otázku v pretestu.

Graf č. 23 ukazuje výsledky posttestu osmé otázky. Nejvíce žáci volili správnou odpověď, *naučený*, a to v 73,6 %. Tato odpověď byla volena o 34 % více než v pretestu. Odpověď *vrozený* zvolilo 11,3 % žáků. *Vrozený i získaný* si vybralo 9,4 % žáků, což je o 17 % méně než v pretestu. Stejně jako v pretestu byla nejméně volenou odpovědí *dotyk nervových zakončení*, a to 5,7 %.



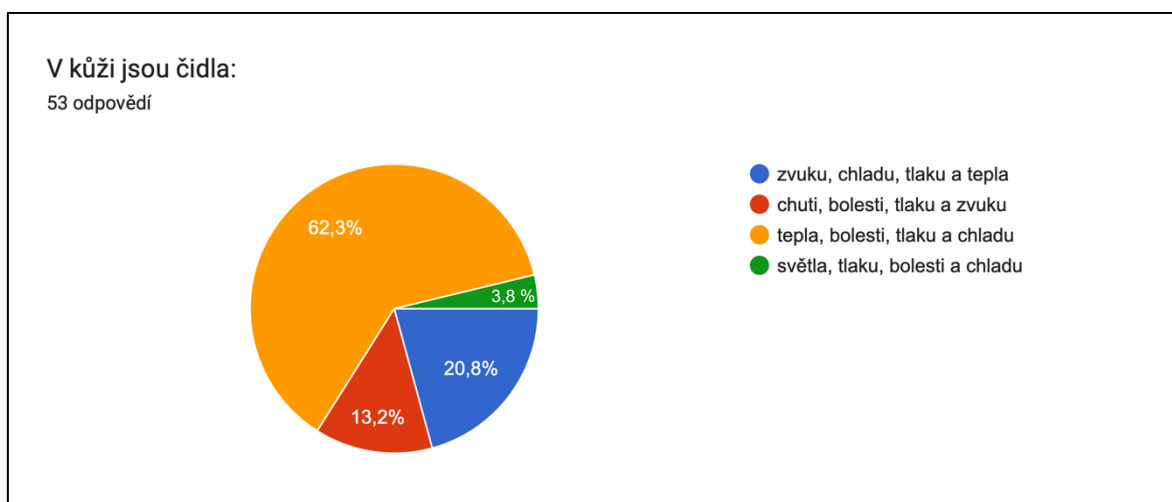
Graf 23: Odpovědi na osmou otázku v posttestu.

Graf č. 24 demonstruje výsledky pretestu a posttestu osmé otázky. V posttestu i v pretestu byla nejvíce volena odpověď naučený. V pretestu se pro tuto odpověď rozhodlo 21 žáků, v posttestu o 18 žáků více. Ve druhé vyučovací hodině dostali žáci za úkol napsat příklady podmíněných reflexů. V pretestu si 14 žáků vybralo odpověď vrozený i získaný, v posttestu jich bylo pouze 5. Stejný počet žáků v pretestu vybralo odpověď vrozený a dotyk nervových zakončení. V posttestu zaškrtnulo odpověď vrozený 6 žáků, dotyk nervových zakončení 2 žáci.



Graf 24: Srovnání odpovědí osmé otázky.

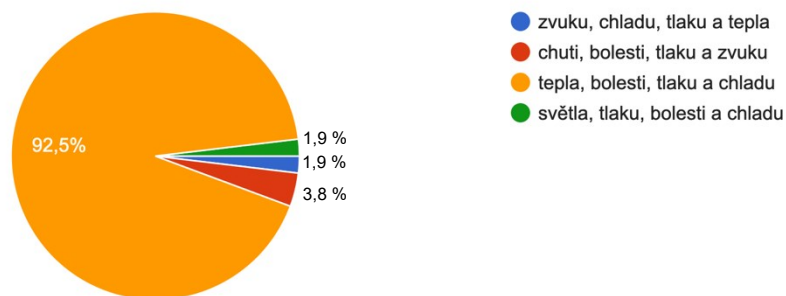
Devátá otázka se žáků dotazovala, **jaká jsou čidla v kůži**. Výsledky pretestu ukazuje graf č. 25. Předpokládáme, že k této otázce mají žáci možné prekoncepty. Nejvíce žáků zvolilo odpověď správnou, *tepla, bolesti, tlaku a chladu*, a to 62,3 %. Druhou nejčastější odpovědí s 20,8 % byla *zvuku, chladu, tlaku a tepla*. 13,2 % žáků si vybralo odpověď *chuti, bolesti, tlaku a zvuku*. Nejméně žáků, 3,8 % se rozhodlo pro odpověď *světla, tlaku, bolesti a chladu*.



Graf 25: odpovědi na devátou otázku v pretestu.

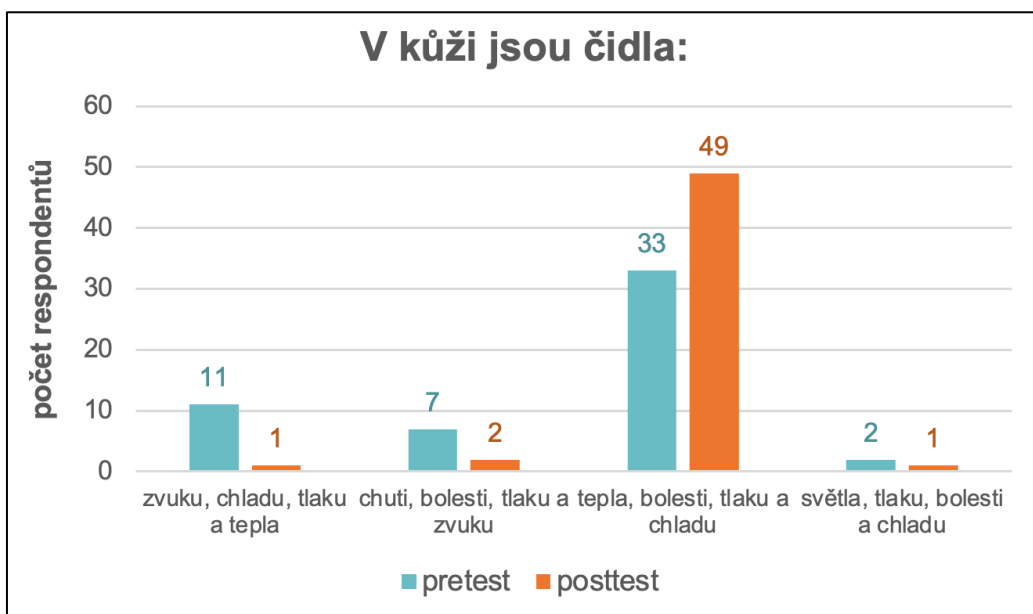
Odpovědi posttestu jsou na grafu č. 26. Správnou odpověď zde volilo 92,5 % žáků, což je o 30,2 % více než v pretestu. Odpověď *chuti, bolesti, tlaku a zvuku* vybralo 3,8 % žáků. Odpovědi *světla, tlaku, bolesti, chladu a zvuku, chladu, tlaku a tepla* měli stejně zastoupení, a to 1,9 % žáků. Odpověď *zvuku, chladu, tlaku a tepla* zaškrtnulo v posttestu o 18 % žáků méně než v pretestu. Žáci své smysly včetně některých čidel prakticky otestovali v laboratorní práci v osmé hodině výukového programu.

V kůži jsou čidla:
53 odpovědí



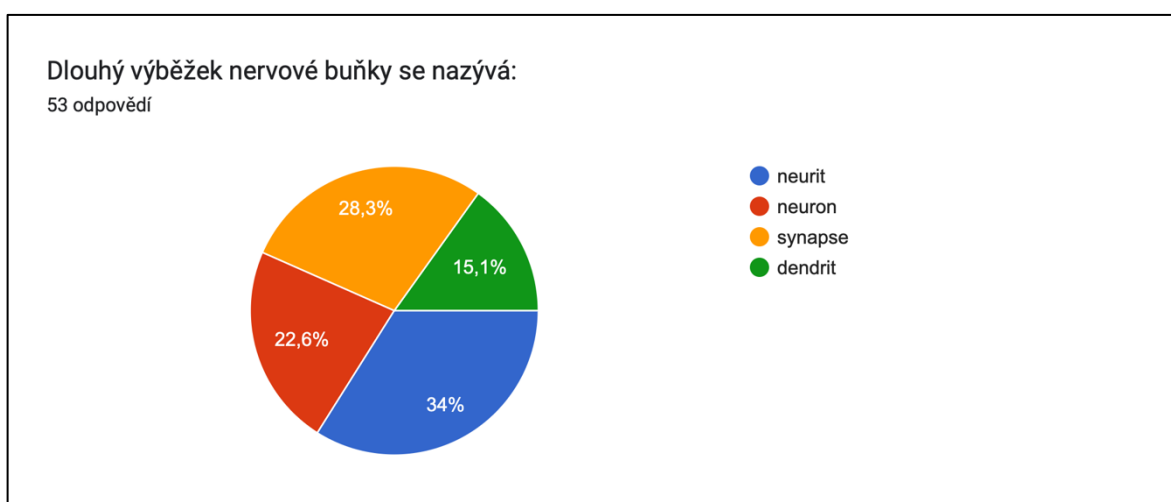
Graf 26: Odpovědi na devátou otázku v posttestu.

V grafu č. 27 vidíme odpovědi na osmou otázku. Odpověď *tepla, bolesti, tlaku a chladu* v pretestu volilo 33 žáků, v posttestu o 16 více. Odpověď *zvuku, chladu, tlaku a tepla* zvolilo v pretestu 11 žáků, v posttestu o 10 méně. 7 žáků si v pretestu vybralo odpověď *chuti, bolesti, tlaku a zvuku*, v posttestu to byli žáci 2. Nejméně volenou odpovědí v obou testech byla *světla, tlaku, bolesti a chladu*.



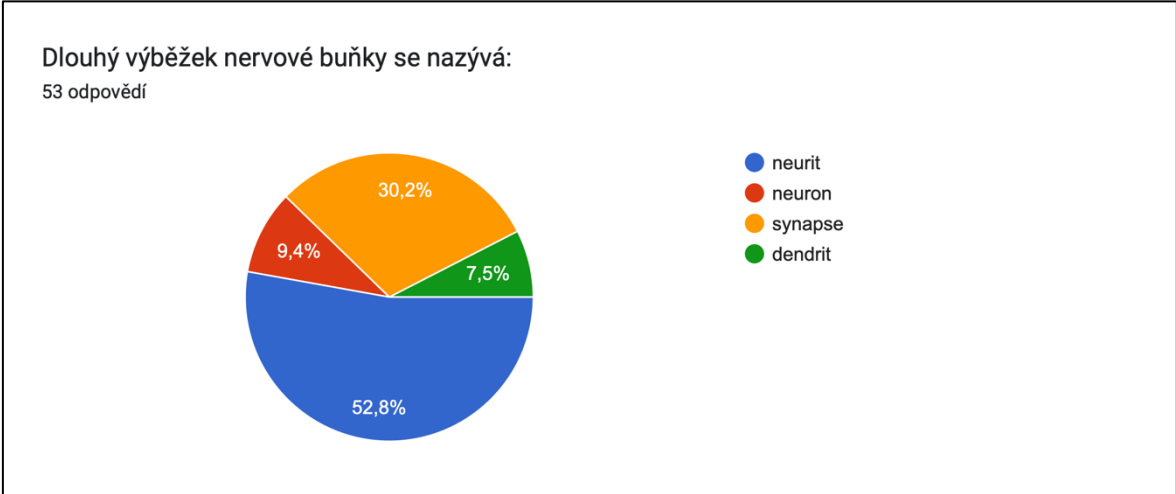
Graf 27: Srovnání odpovědí deváté otázky.

Desátá otázka zkoumala, **jak se nazývá dlouhý výběžek nervové buňky**. Jak ukazuje graf č. 28, odpovědi jsou v pretestu zastoupeny v různých poměrech. U této otázky předpokládáme, že žáci neměli žádné prekoncepty, proto se můžeme domnívat, že se ve většině případů jednalo o volení náhodných odpovědí. 34 % žáků zvolilo odpověď správnou, *neurit*. Odpověď *synapse* si vybralo 28,3 % žáků. *Neuron* volilo 22,6 % žáků. Nejméně žáků si vybralo odpověď *dendrit*, a to 15,1 %.



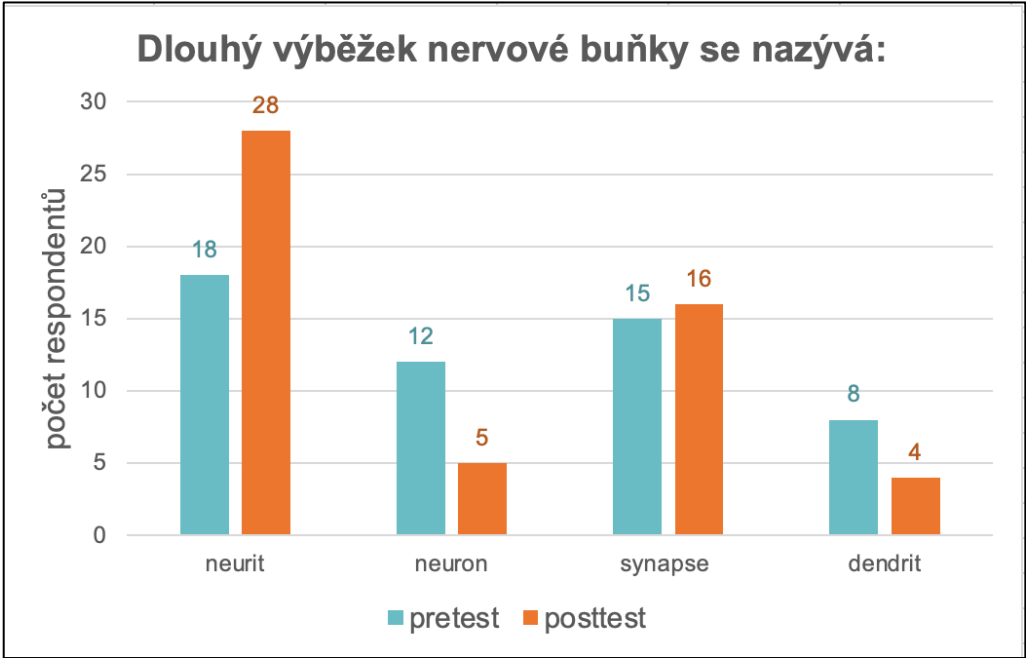
Graf 28: Odpovědi na desátou otázku v pretestu.

V grafu č. 29 jsou znázorněny odpovědi desáté otázky v posttestu. Správnou odpověď si vybralo 52,8 % žáků, což je o 18,8 % více než v pretestu. Podobné procentu žáků jako v pretestu volilo odpověď *synapse*, a to 30,2 %. Odpověď *neuron* byla volena 9,4 % žáků. Nejméně žáků zvolilo odpověď *dendrit*, a to 7,4 %. Na popis nervové buňky cílila aktivita první hodiny, kdy si ji žáci samostatně popisovali neuron, následně proběhl výklad a kontrola popsaného neuronu, který si pak žáci vlepili do sešitu.



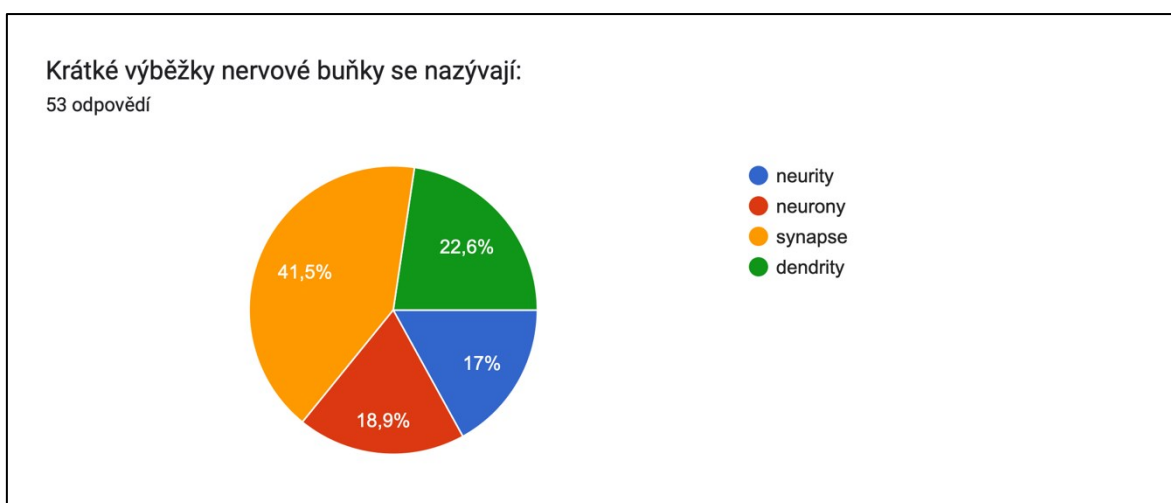
Graf 29: Odpovědi na desátou otázku v posttestu.

Graf č. 30 nám ukazuje, jak žáci odpovídali na desátou otázku v obou testech. Správnou odpověď *neurit* volilo v pretestu 18 žáků, v posttestu o 10 více. Odpověď *synapse* si vybralo v pretestu 15 žáků, v posttestu o 1 více. *Neuron* zaškrtnulo v pretestu 12 žáků, v posttestu o 7 méně. Odpověď *dendrit* byla v pretestu zvolena osmi žáky, v posttestu ho zvolilo o 4 méně.



Graf 30: Srovnání odpovědí desáté otázky.

Jedenáctá otázka zjišťovala, **jak se nazývají krátké výběžky nervové buňky**. Odpovědi pretestu demonstruje graf č. 31. Stejně jako u desáté otázky předpokládáme, že žáci neměli žádné prekoncepty, proto se můžeme domnívat, že se ve většině případů jednalo o volení náhodných odpovědí. Nejvíce žáků se rozhodlo pro odpověď *synapse*, a to ve 41,5 % případech. Správnou odpověď *dendrity* volilo 22,6 % žáků. *Neurony* vybralo 18,9 % žáků. *Neurity* byly zvoleny v 17 %.

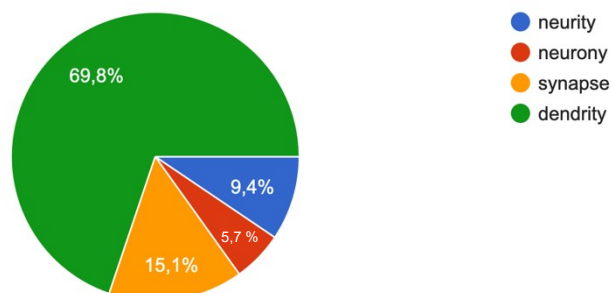


Graf 31: Odpovědi na jedenáctou otázku v pretestu.

V grafu č. 32 jsou výsledky posttestu jedenácté otázky. Nejvíce žáků zvolilo odpověď správnou, *dendrity*, a to v 69,8 %. Oproti pretestu je to o 47,2 % více. Odpověď *synapse* byla volena 15,1 % žáků. *Neurity* zaškrtnulo 9,4 % žáků. Nejméně žáků volilo odpověď *neurony*, a to v 5,7 %. Na popis nervové buňky cílila aktivita první hodiny, kdy si ji žáci samostatně popisovali neuron, následně proběhl výklad a kontrola popsaného neuronu, který si pak žáci vlepili do sešitu.

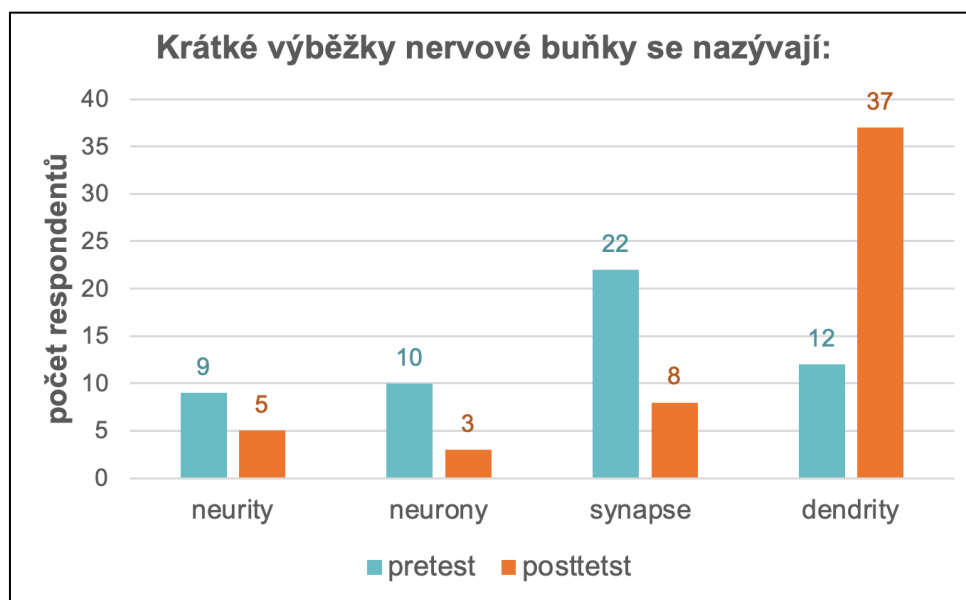
Krátké výběžky nervové buňky se nazývají:

53 odpovědí



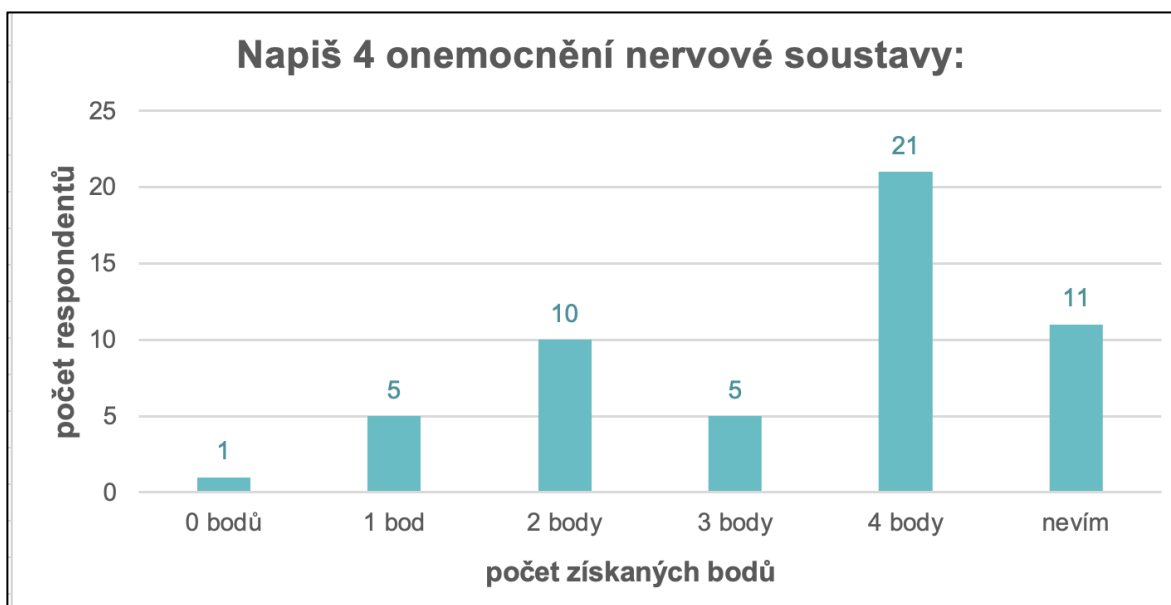
Graf 32: Odpovědi na jedenáctou otázku v posttestu.

V grafu č. 33 vidíme odpovědi pretestu a posttestu. V pretestu si správnou odpověď *dendrity* vybralo pouze 12 žáků, v posttestu jich bylo 37. Nejvíce žáků volilo v pretestu odpověď *synapse*, v posttestu tuto odpověď volilo pouze 8 žáků. V pretestu si 10 žáků vybralo odpověď *neuron*, v posttestu jich bylo o 7 méně. *Neurity* si v pretestu vybralo 9 žáků, v posttestu jich bylo o 4 méně.



Graf 33: Srovnání odpovědí jedenácté otázky.

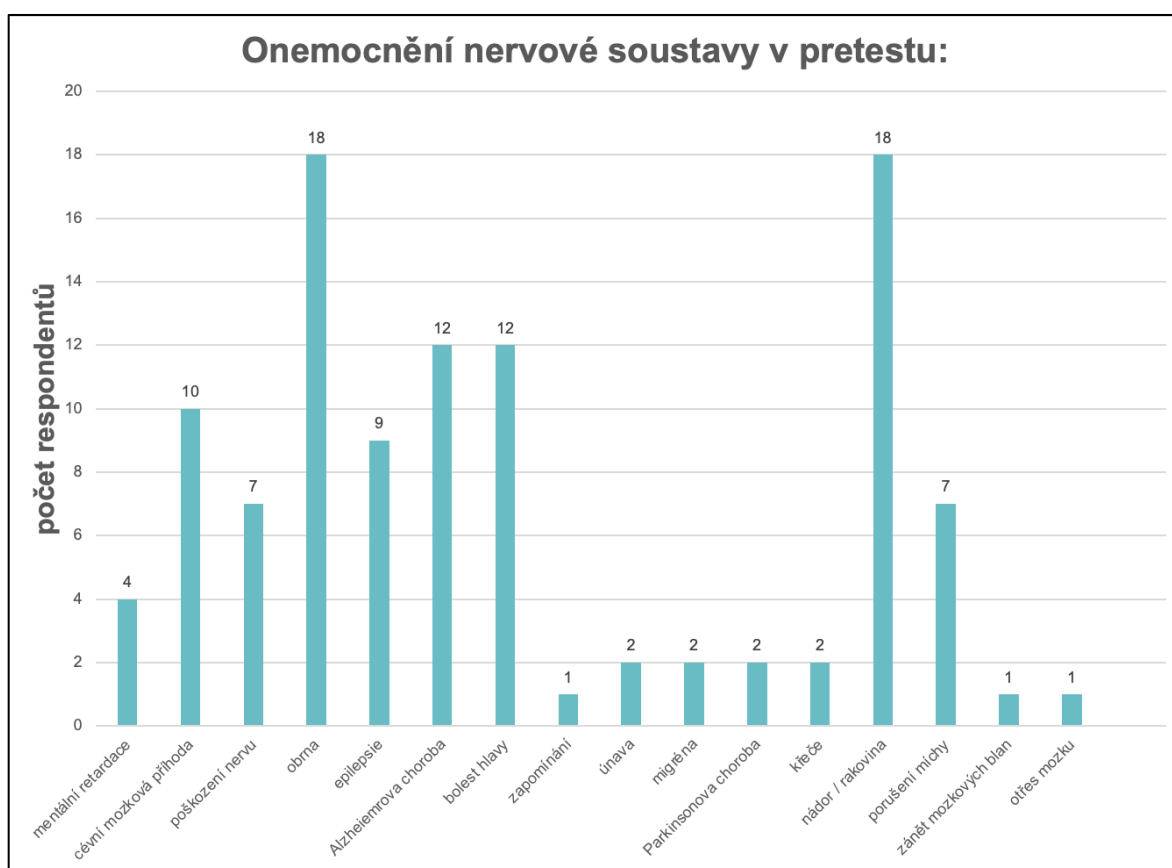
Dvanáctá otázka ověřila, jaká **onemocnění nervové soustavy** žáci znají. Jejich úkolem bylo napsat 4 onemocnění nervové soustavy. Tato otevřená otázka byla hodnocena body, kdy 1 správný pojem se rovnal *jednomu získanému bodu*. Pokud žák napsal špatné onemocnění, nebyl mu bod odečten, ale ani přičten. Toto se stalo pouze v jenom případě, kdy jeden žák uvedl nesprávné onemocnění „zápal plic“. Žáci tak mohli tak získat maximálně 4 body. Na grafu číslo 34 vidíme bodovou statistiku v pretestu. Nejvíce žáků získalo plný počet bodů, a to 4 body. Jelikož se jednalo o otevřenou odpověď, 11 žáků napsalo odpověď *nevím*. Můžeme předpokládat, že tito žáci nechtěli vypisovat jakékoliv onemocnění. 10 žáků získalo 2 body. Dále pak 5 žáků získalo 3 a 2 body. 1 žák získal 1 bod.



Graf 34: Počet získaných bodů dvanácté otázky v pretestu.

Graf č. 35 nám ukazuje onemocnění, které žáci volili v pretestu. Celkem žáci uvedli 16 příkladů onemocnění či poruch. Žáci tyto onemocnění pravděpodobně volili na základně prekonceptů nebo zkušeností běžného života, např. od rodinných příslušníků. Nejpočetnější zastoupení měla *mozková obrna*, což je možné považovat za žákům osmého ročníku za známé onemocnění. Tuto odpověď zvolilo 18 žáků. Stejný počet žáků volil odpověď *nádor* nebo *rakovina*. Žákům je tato patologie známá i z jiných orgánových soustav. Druhou nejčastější odpovědí, kterou si vybralo 12 žáků byla *Alzheimerova choroba*, kterou uvedlo

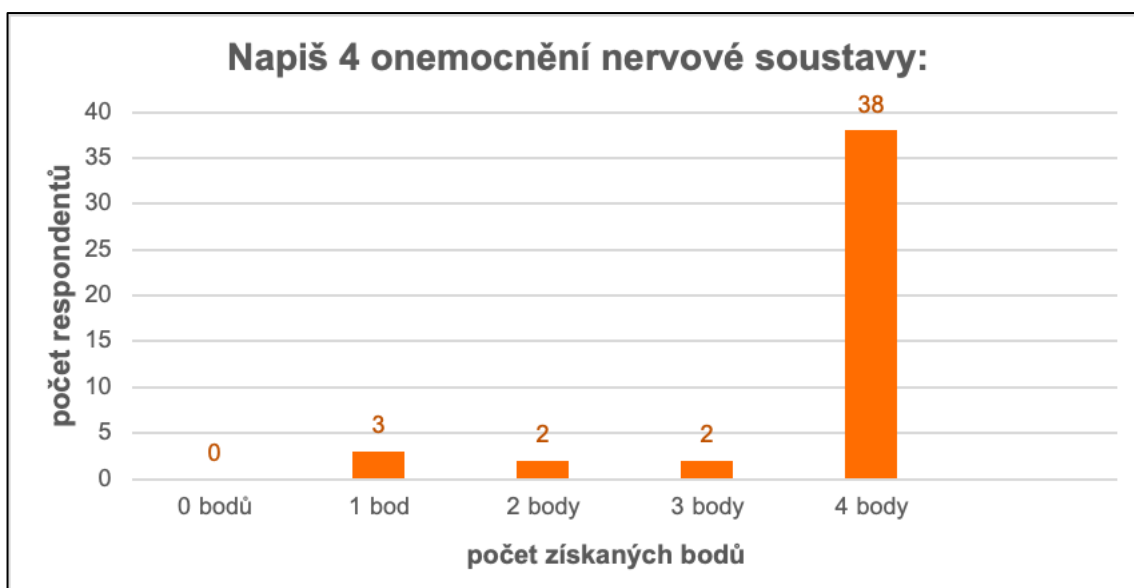
12 žáků a považujeme ji také za známou chorobu. Stejný počet žáků volil odpověď *bolest hlavy*. Tuto odpověď pravděpodobně žáci volili na základě vlastní zkušenosti. *Cévní mozkovou příhodu* napsalo 10 žáků. Žáci toto onemocnění uváděli i v lidovém označení *mrtvice*. *Epilepsii* uvedlo 9 žáků. Různé typy *poškození nervů* si zvolilo 7 žáků, kdy žáci napsali i příbuzný pojem „*skřípnutí nervu*“. Stejný počet sedmi žáků napsal *poškození míchy*. 4 žáci uvedli *mentální retardaci*. Pojem *únava* byl zvolen dvěma žáky. Ačkoliv se nejedná o přímé onemocnění nervové soustavy, tento pojem jim byl uznán. 2 žáci si zvolili *migrénu*, *Parkinsonovu chorobu* a *křeče*. Odpověď *zapomínání* si zvolil 1 žák, stejně jako *zánět mozkových blan* a *otřes mozku*.



Graf 35: Zastoupení onemocnění v pretestu.

V grafu č. 36 vidíme bodovou statistiku v posttestu. Bodování bylo stejné jako v pretestu, kdy žáci dostali jeden bod za relevantní pojem týkající se patologie NS. Při špatné odpovědi

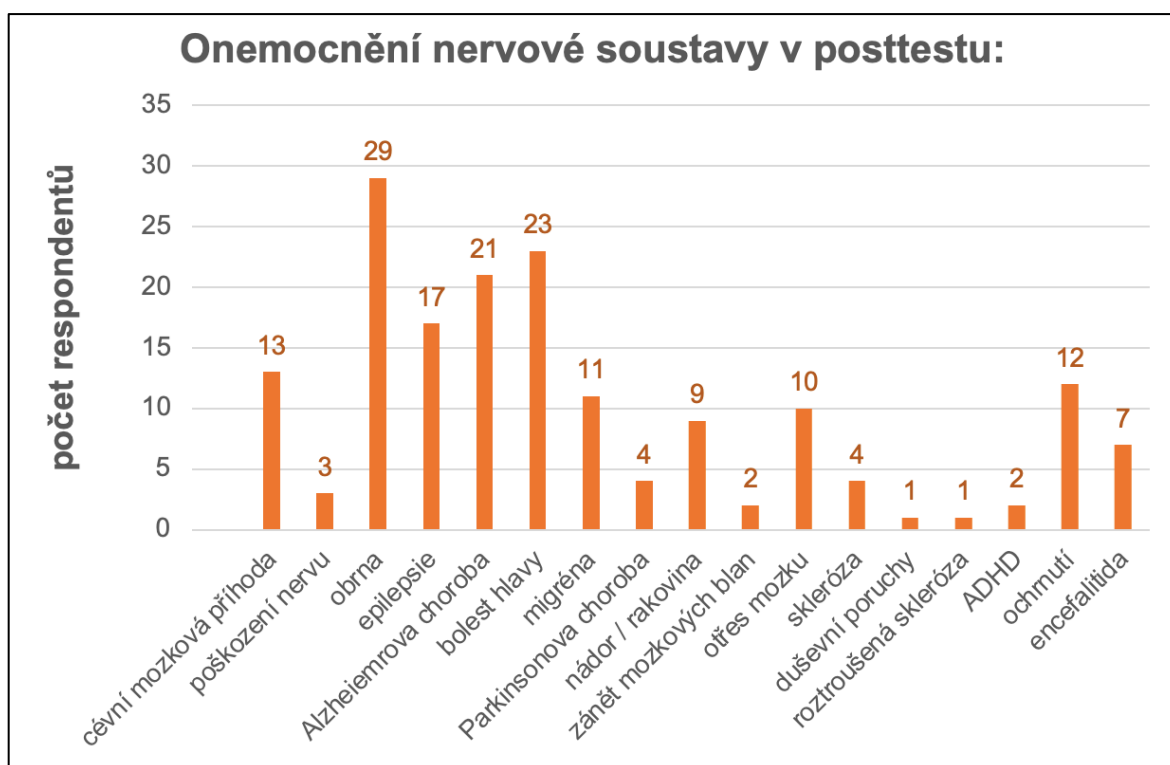
se bod neodčítal. 38 žáků napsalo 4 onemocnění nervové soustavy, což je o 17 více než v pretestu, takže získali 4 body. 5 žáků napsalo o jedno onemocnění více. Jedním bodem byli ohodnoceni 3 žáci. Dále 3 body získali dva žáci, 2 body též dva žáci. Další dva žáci uvedli o 2 onemocnění navíc. Odpověď *nevím* uvedl 1 žák, což je o 10 žáků méně než v pretestu. Nikdo nezískal 0 bodů.



Graf 36: Počet získaných bodů dvanácté otázky v pretestu.

Graf č. 37 demonstruje onemocnění, která žáci volili v posttestu. Celkem uvedli 17 patologií, což je o 1 více než v pretestu. 11 onemocnění se opakuje z pretestu, 6 onemocnění napsali žáci nových. Stejně jako v pretestu byla nejvíce volená odpověď *obrna*, v posttestu ji volilo 29 žáků, což je o 11 více než v pretestu. Druhým nejčastěji voleným pojmem byla *bolest hlavy*, kterou si vybralo 23 žáků, o 11 více než v pretestu. 21 žáků napsalo *Alzheimerovu chorobu*. *Epilepsii* uvedlo 17 žáků. *Cévní mozková příhoda* byla uvedena třinácti žáky. Pojem, který nebyl uveden v pretestu vůbec bylo *ochrnutí*. V posttestu ho volilo 12 žáků. *Migrénu* napsalo 11 žáků. Pojem *otřes mozku* volilo 10 žáků. *Nádor* nebo *rakovinu* uvedlo 9 žáků. *Encefalitida* nebyla v pretestu uvedena nikým, v posttestu ji volilo 7 žáků. *Sklerózu* napsali 4 žáci, v pretestu nebyla uvedena nikým. *Parkinsonovu chorobu* uvedli také 4 žáci.

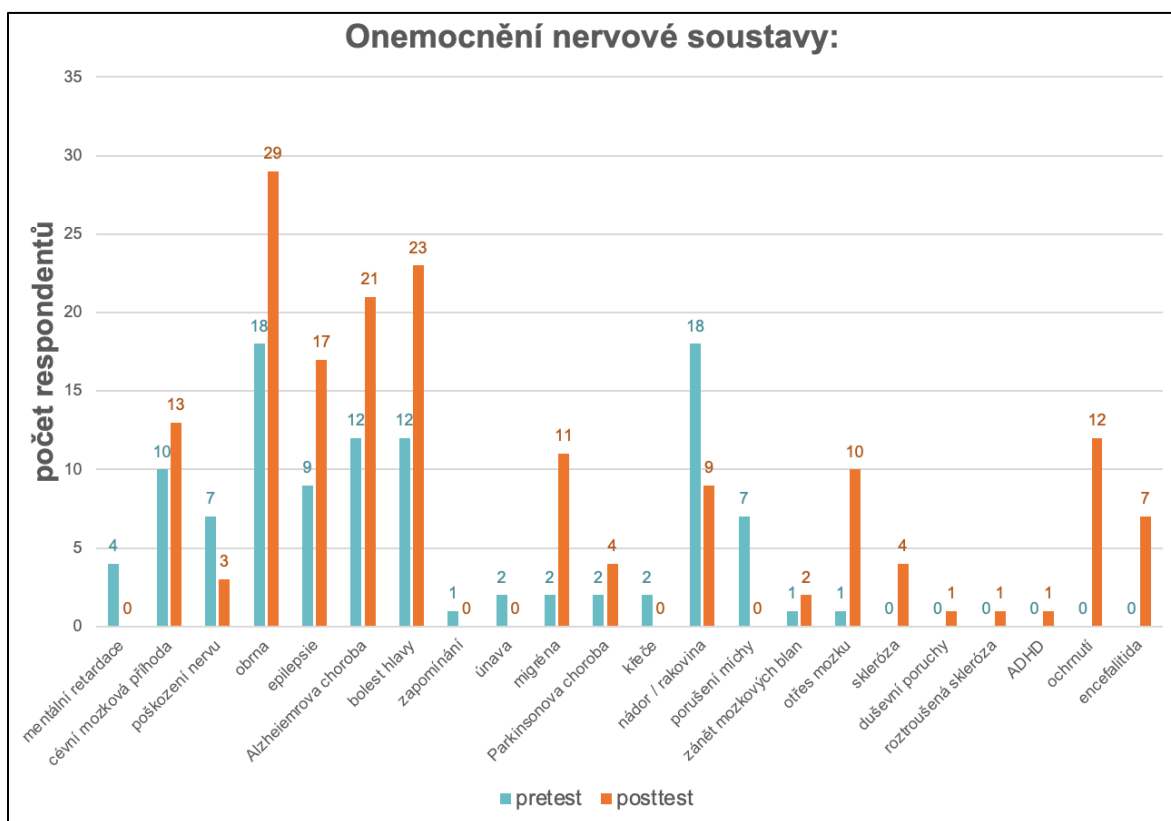
Poškození nervu zvolili 3 žáci. Zánět mozkových blan napsali 2 žáci, stejně jako ADHD, jež v pretestu nevolil nikdo. Pojmy duševní poruchy a roztroušenou sklerózu napsal 1 žák, v pretestu je nevedl nikdo. Na onemocnění nervové soustavy cílila aktivita šesté vyučovací hodiny. Žáci se rozdělili do skupin a každá skupina dostala jednu kartičku s patologií NS. Žáci na patologie zpracovávali plakát, který charakterizoval jednotlivou nemoc.



Graf 37: Zastoupení onemocnění v posttestu.

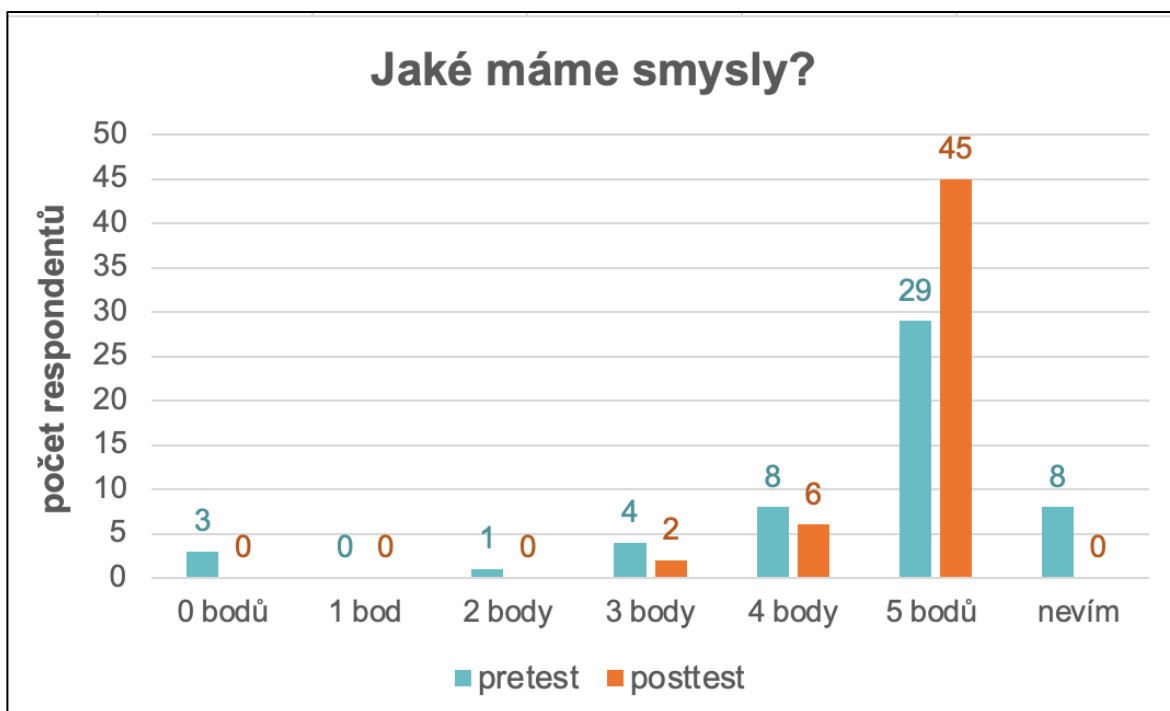
V grafu č. 38 vidíme odpovědi patologií NS v pretestu a v posttestu. V pretestu i v posttestu byla nejvíce zastoupená *obrna*, kdy v pretestu ji uvedlo 18 žáků a v posttestu 29 žáků. Na druhém místě byla v pretestu *rakovina* nebo *jiné nádorové onemocnění NS*. Druhé místo v posttestu měla *bolest hlavy* s 23 odpověďmi, v pretestu jí volilo žáků 12. Se stejným počtem dvanácti odpovědí byla v pretestu volena *Alzheimerova choroba*. V posttestu ji volilo 21 žáků. *Cévní mozkovou příhodu* zvolilo v pretestu 10 žáků, v posttestu 13. *Ochrnutí*, které v pretestu nevolil nikdo, uvedlo v posttestu 12 žáků. V pretestu napsalo 9 žáků *epilepsii*, v posttestu jich bylo 17. V pretestu 7 žáků volilo pojem *porušení míchy*, který

v posttestu neuvedl nikdo. Stejný počet odpovědí byl i u *poškození nervu*, kdy ho v posttestu zaznamenali žáci 3. *Mentální retardace* byla v pretestu volena čtyřmi žáky, v posttestu tuto odpověď nenapsal nikdo. *Únavu* v pretestu uvedli 2 žáci, v posttestu neměla žádné zastoupení. V pretestu 2 žáci uvedli *Parkinsonovu chorobu*, v posttestu byly tyto odpovědi 4. Pojem *křeče* zapsali v pretestu 2 žáci, v posttestu 0. Stejný počet žáků uvedl *migrénu*, v posttestu tento pojem naopak zvolilo žáků 11. *Zánět mozkových blan* napsal v pretestu 1 žák, v posttestu 2 žáci. *Zapomínání* bylo v pretestu zastoupeno jednou, v posttestu vůbec. *Otřes mozku* v pretestu uvedl 1 žák, v posttestu žáků 10. Následující pojmy byly uvedeny pouze v posttestu. *Sklerózu* uvedli 4 žáci, *duševní poruchy* 1 žák, *roztroušenou sklerózu* 1 žák, *ADHD* také jeden žák. Pojem *encefalitida* byl uveden sedmi žáky.



Graf 38: Zastoupení onemocnění v pretestu a v posttestu.

Třináctá otázka zkoumala, **jaké máme smysly**. Otázka byla bodovaná stejně jako jedenáctá a dvanáctá otázka. Za každý správný pojem získali žáci bod a při špatné odpovědi se bod neodčítal. Žákům, kteří nezískali plný počet bodů většinou nějaký pojem chyběl nebo měli pojem nepřesně uvedený. Získat tedy mohli celkem maximálně 5 bodů. Můžeme předpokládat, že k této otázce mají žáci prekoncepty a chutě by znát měli. V grafu č. 39 vidíme bodovou statistiku této otázky v pretestu a posttestu. Nejvíce žáků dosáhlo plného počtu 5 bodů v pretestu i v posttestu. V pretestu jich bylo 29, v posttestu 45. V pretestu získalo 8 žáků 4 body, v posttestu žáků 6. 3 body byly v pretestu uděleny čtyřem žákům, v posttestu dvěma. 1 žák získal v pretestu 2 body, v posttestu žádný žák. 0 bodů v pretestu měli 3 žáci, jelikož použili nerelevantní pojmy: 5, *smyslové*, *smysly*. V posttestu neměl 0 bodů neměl nikdo. Jelikož se jednalo o otevřenou otázku, 8 žáků v posttestu uvedli odpověď nevím. Žáci své smysly otestovali ve Experimentální laboratoři v poslední hodině výukového programu.



Graf 39: Počet získaných bodů třinácté otázky.

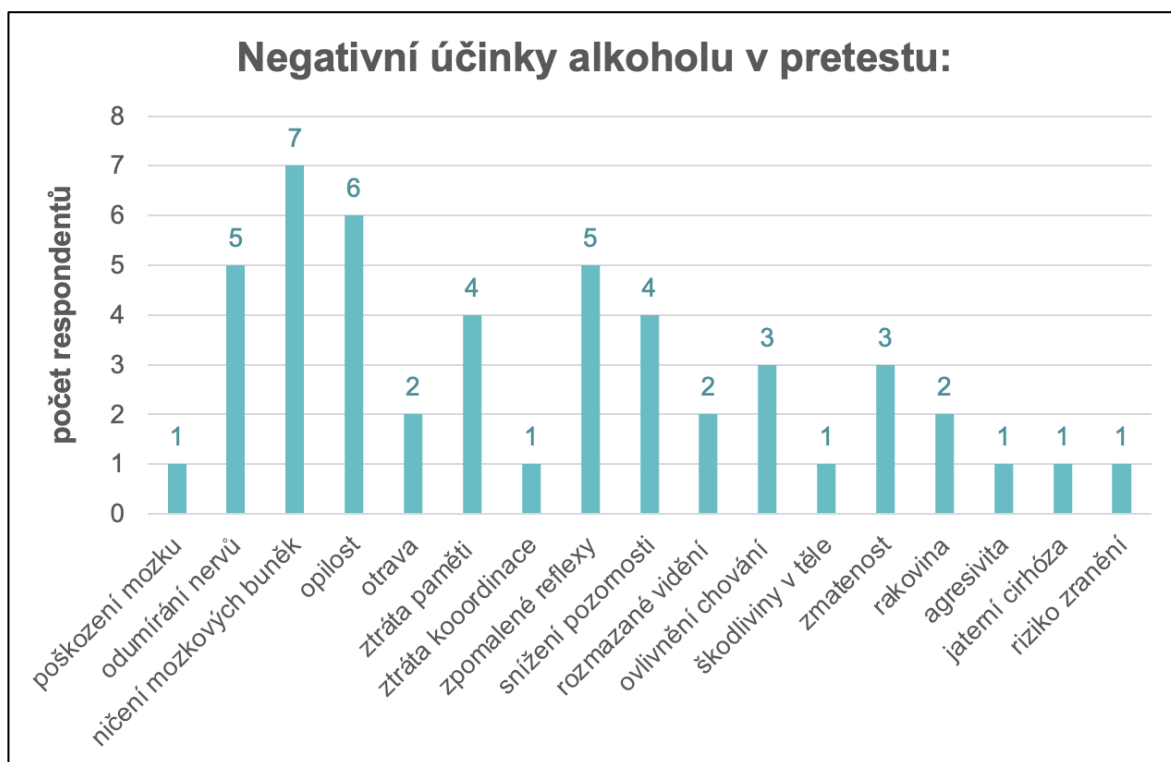
Čtrnáctá otázka se zajímala o **negativní účinky alkoholu**. Žáci měli za úkol napsat co nejvíce negativních účinků alkoholu. V grafu č. 40 vidíme, kolik odpovědí žáci uvedli. Hodnocení je stejné jako u předchozích otevřených otázek, kdy jeden relevantní pojem se rovná 1 bod. Nejvyšší počet 27 žáků získalo 1 bod. Dále 9 žáků získalo 2 body. 5 žáků dostalo 4 body a 3 body získal 1 žák, stejně jako 0 bodů. Odpověď *nevím* napsalo 10 žáků.



Graf 40: Počet získaných bodů čtrnácté otázky v pretestu.

V grafu č. 41 vidíme příklady negativních účinků, které žáci uvedli v pretestu. Celkem žáci uvedli 17 příkladů patologií. Tyto pojmy žáci pravděpodobně volili na základě prekonceptů, mezipředmětových vztahů nebo na základě alkoholu, jako sociálního problému. Nejvíce žáků, a to 7 uvedlo *ničení mozkových buněk*. Druhý nejčastější pojem byla *opilost*, kterou napsalo 6 žáků. Dalšími pojmy v pořadí, které uvedlo žáků 5 bylo *odumírání nervů* a *zpomalené reflexy*. *Ztráta paměti* byla uvedena čtyřmi žáky, stejně jako snížení pozornosti. 3 žáci uvedli pojem *ovlivnění chování* a *zmatenost*. Následující pojmy uvedli vždy dva žáci, *otrava*, *rozmazané vidění* a *rakovina*. *Poškození mozku*, *ztráta koordinace*, *škodliviny v těle*,

agresivita, jaterní cirhóza, a riziko zranění jsou pojmy, které zvolil vždy 1 žák. Můžeme říct, že tyto pojmy patří k obecnějším účinkům alkoholu, které jsou žákům zřejmě známé.



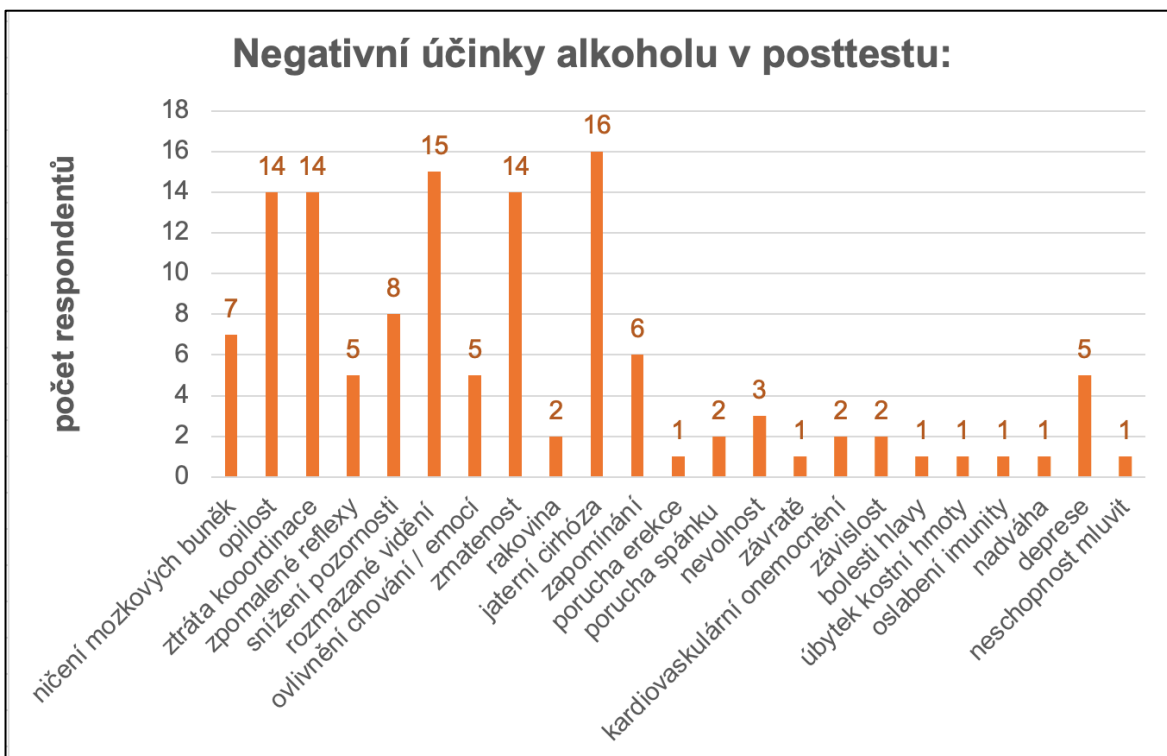
Graf 41: Zastoupení účinků alkoholu v pretestu.

Graf č. 42 znázorňuje, kolik odpovědí žáci uvedli v posttestu. Stejně jako v pretestu získalo nejvíce žáků 1 bod, 16 žáků, což je o 11 méně než v pretestu. 13 žáků dostalo 3 body, v pretestu jich bylo o 12 méně. Stejně jako v pretestu získalo 2 body 9 žáků. Stejnému počtu žáků byly uděleny 4 body. V pretestu nikdo nezískal 5 ani 6 bodů. V posttestu získali 2 žáci 5 bodů a 2 žáci 6 bodů. Odpověď *nevím* uvedli 2 žáci, což je o 8 žáků méně než v pretestu. Nikdo nezískal 0 bodů.



Graf 42: Počet odpovědí čtrnácté otázky posttestu.

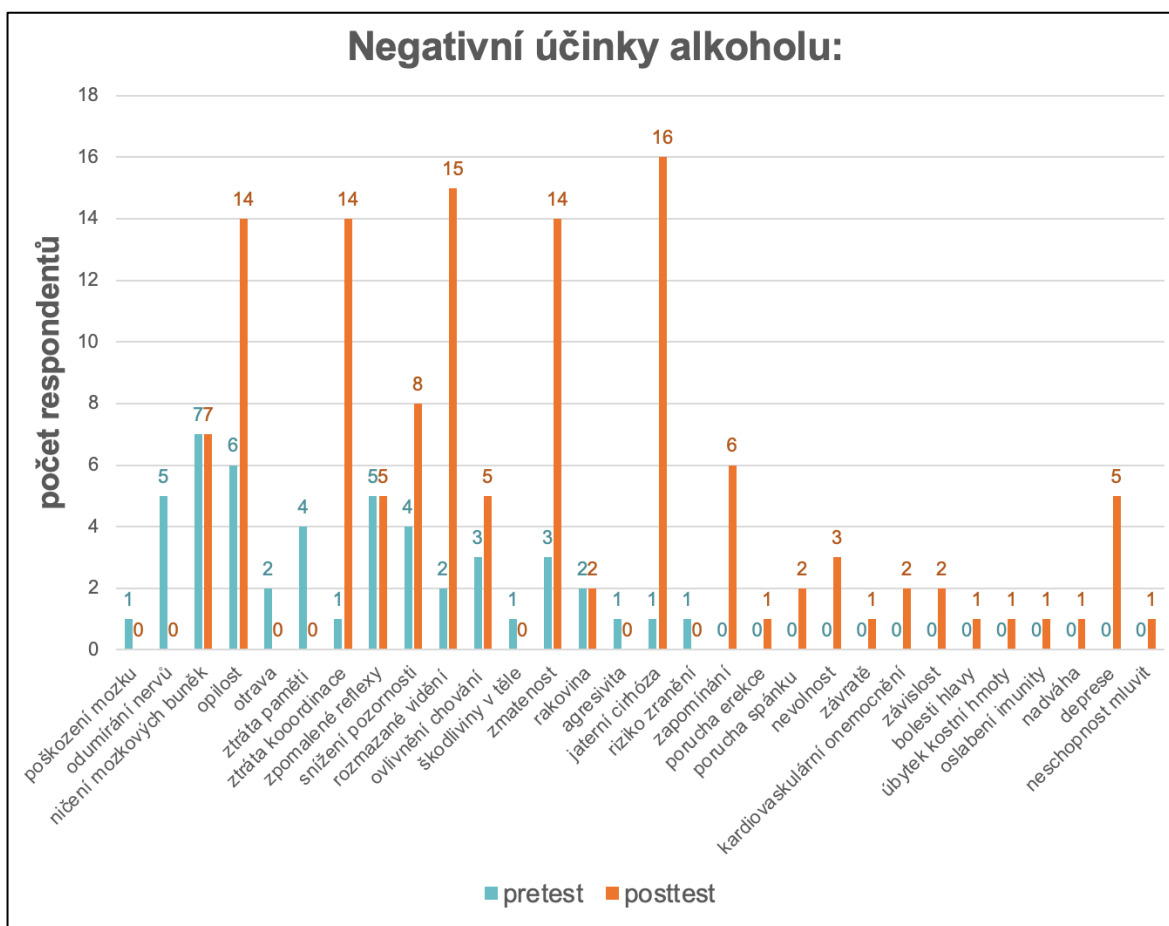
Graf č. 43 znázorňuje negativní účinky alkoholu, které žáci uvedli v posttestu. Celkem žáci napsali 24 relevantních pojmů, což je o 7 více než v pretestu. Nejvíce uváděným pojmem byla *jaterní cirhóza*, kterou uvedlo 16 žáků. *Rozmazané vidění* uvedlo 15 žáků. *Opilost, ztráta koordinace a zmatenost* napsalo žáků 14. *Snížení pozornosti* uvedlo 8 žáků. *Ničení mozkových buněk* napsalo 7 žáků. *Zapominání* uvedlo 6 žáků. *Zpomalené reflexy, ovlivnění chování / emocí a deprese* uvedlo 5 žáků. *Nevolnost* napsali 3 žáci. *Rakovinu, poruchu spánku, kardiovaskulární onemocnění a závislost* napsali 2 žáci. *Porucha erekce, závratě, bolesti hlavy, úbytek kostní hmoty, oslabení imunity, nadváha a neschopnost mluvit* byly pojmy, které uvedl 1 žák. Na problematiku návykových látek byla vyhrazena šestá a sedmá vyučovací hodina výukového programu. Žáci na toto téma tvořili plakát, který demonstroval komplikace při užívání návykových látek.



Graf 43: Zastoupení účinků alkoholu v posttestu.

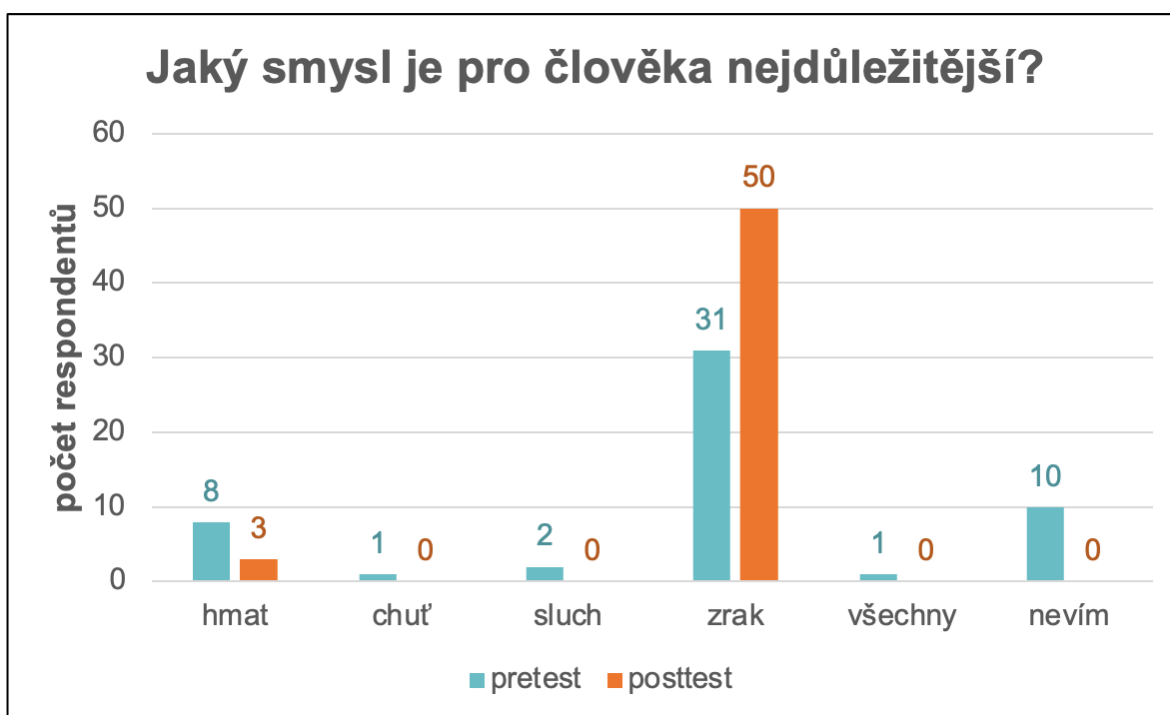
Graf č. 44 nám ukazuje odpovědi pretestu a posttestu. Nejčastější odpověď v posttestu byla *jaterní cirhóza*, kterou uvedlo 16 žáků, v pretestu o 15 méně. *Rozmazané vidění* uvedlo v posttestu 15 žáků, v pretestu 2 žáci. *Ztráta koordinace* byla uvedena v posttestu čtrnácti žáky, v pretestu jedním. 14 žáků uvedlo v posttestu *opilost*, v pretestu o 8 méně. V posttestu 14 žáků napsalo *zmatenost*, v pretestu tento pojem volili 3 žáci. *Snížení pozornosti* uvedlo 8 žáků v posttestu, o polovinu méně v pretestu. Stejný počet sedmi žáků uvedli pojem *ničení mozkových buněk* v pretestu i v posttestu. 6 žáků uvedlo v posttestu *zapomínání*, v pretestu nikdo. Stejný počet žáků uvedl v posttestu *ovlivnění chování*, v pretestu jich byl poloviční počet. *Zpomalené reflexy* uvedlo v pretestu i v posttestu 5 žáků. *Deprese* napsalo v posttestu 5 žáků, v pretestu nikdo. 3 žáci napsali v posttestu *nevolnost*, v pretestu žádný žák. *Rakovina* byla uvedena dvěma žáky v pretestu i v posttestu. *Porucha spánku*, *kardiovaskulární onemocnění* a *závislost* jsou pojmy, které byly uvedeny v posttestu dvěma žáky, v pretestu je nezmínil nikdo. *Porucha erekce*, *závratě*, *bolesti hlavy*, *úbytek tělesné hmotnosti*, *oslabení imunity*, *nadváha* a *neschopnost mluvit* jsou pojmy které byly uvedeny pouze v posttestu a

ve všech případech jedním žákem. 5 žáků v pretestu uvedlo pojem *odumírání nervů*, v posttestu ho nenapsal nikdo. Pojem *ztráta paměti* byl v pretestu uveden čtyřmi žáky, v posttestu nikým. 2 žáci zmínili v pretestu pojem *otrava*, v posttestu ho nezmínil nikdo. *Poškození mozku, škodliviny v těle agresivitu a riziko zranění* uvedl v pretestu vždy 1 žák, v posttestu tyto pojmy nevolil nikdo.



Graf 44: Zastoupení účinků alkoholu v pretestu a v posttestu.

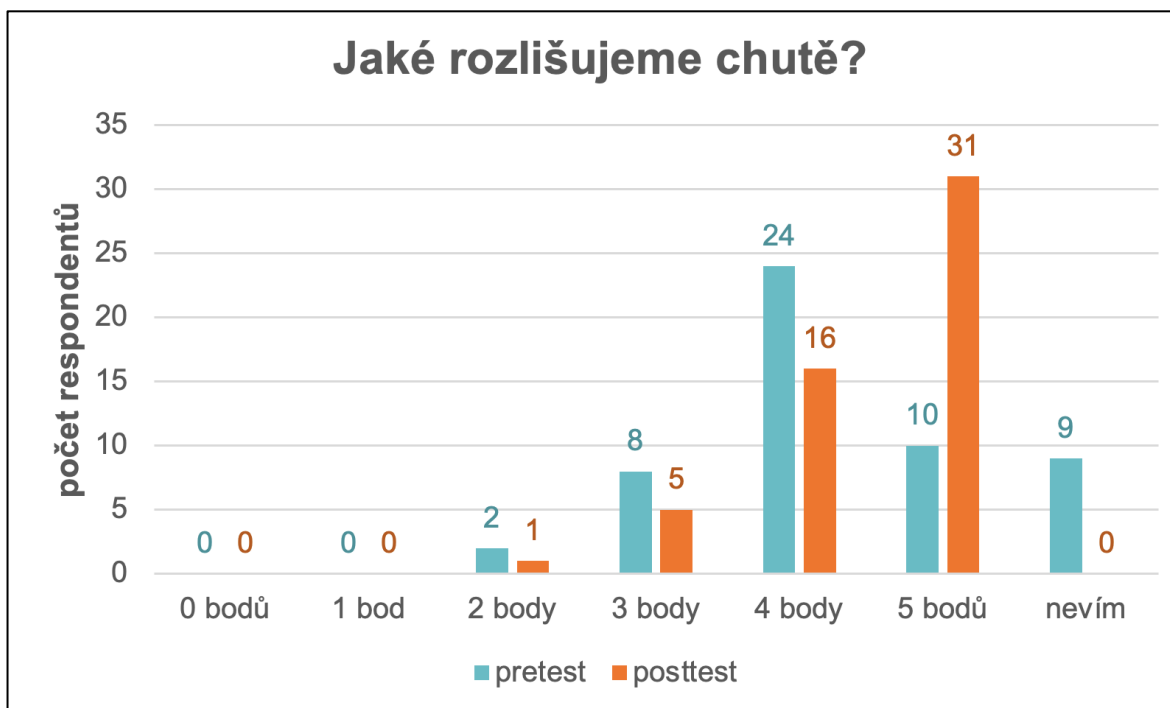
Patnáctá otevřená otázka se dotazovala, **jaký smysl je pro člověka nejdůležitější**. V grafu č. 45 vidíme výsledky této odpovědi v pretestu a v posttestu. V obou testech byla nejčastější odpověď *zrak*. V pretestu ho uvedlo 31 žáků, v posttestu jich bylo o 19 více. Jelikož žáci v posttestu volili jen 2 odpovědi, druhou volenou odpovědí byl *hmat*, který volili 3 žáci. V pretestu *hmat* volilo žáků 8. *Chuť* zmínil 1 žák, stejně jako odpověď všechny. *Sluch* zvolili 2 žáci. Jelikož se jednalo o otevřenou otázku, 10 žáků uvedlo odpověď *nevím*.



Graf 45: Počet získaných bodů patnácté otázky.

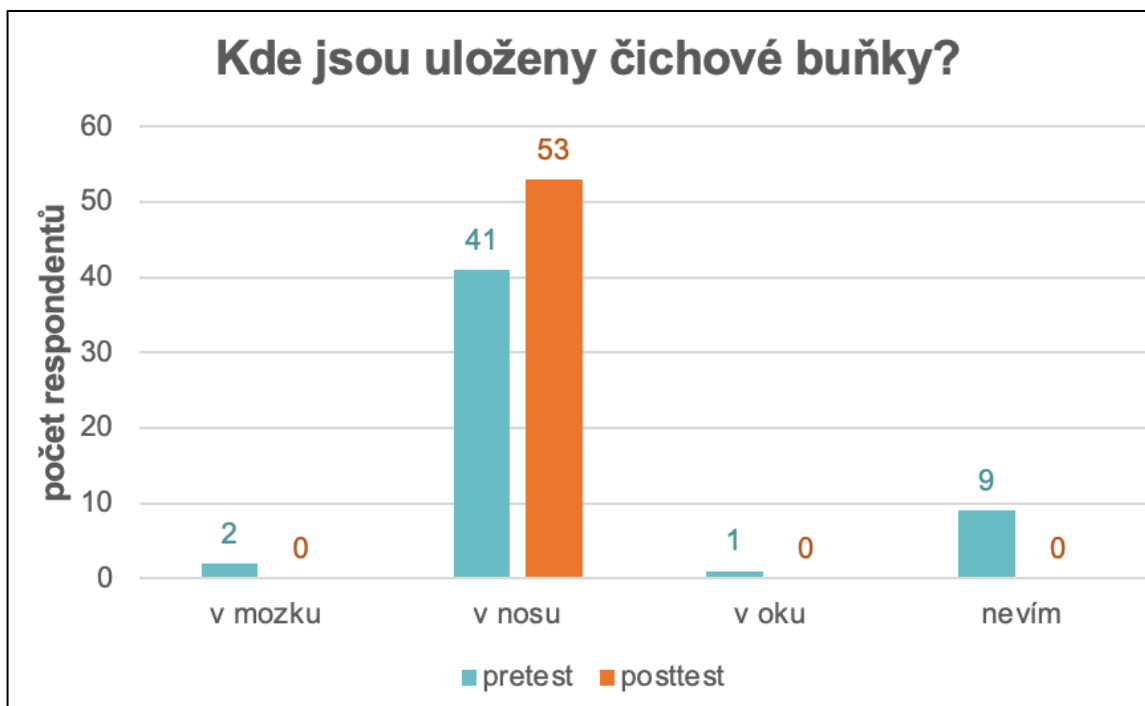
Šestnáctá otázka byla také otevřená a zajímala se o to, **jaké rozlišujeme chutě**. Předpokladem je, že žáci chutě znají a jejich rozlišování jsou známé pojmy. Hodnocení probíhalo stejně jako u předchozích otevřených otázek, kdy jeden správný pojem se rovná 1 bod. Žáci mohli získat maximálně 5 bodů, pokud uvedli správné odpovědi – *hořká, kyselá, slaná, sladká a umami*. Výsledky vidíme v grafu č. 46. V obou testech nikdo nezískal 1 nebo 0 bodů. V pretestu nejvíce žáků získalo 4 body, a to 24 žáků, což je o 8 více než v posttestu. Nejvíce žáků v posttestu získalo 5 bodů, a to 31, v pretestu jen 10. V pretestu získalo 8 žáků 3 body, v posttestu to bylo žáků 5. V pretestu získali 2 žáci 2 body, v posttestu 1 žák.

V pretestu 9 žáků napsalo odpověď *nevím*, v posttestu nikdo. Chuťové pohárky žáci otestovali v poslední hodině výukového programu v Experimentální laboratoři.



Graf 46: Počet získaných bodů šestnácté otázky.

Poslední otázka dotazníku se ptala, **kde jsou uloženy čichové buňky**. V posttestu všichni žáci uvedli *nos* nebo *nosní dutinu*. V pretestu tuto možnost zvolilo 41 žáků. Odpověď *v mozku* volili 2 žáci, *v oku* pak 1 žák. Odpověď *nevím* napsalo 9 žáků. Čichové buňky žáci otestovali v Experimentální laboratoři v poslední hodině, kdy měli poznat jednotlivé vůně, které jim byli předloženy.



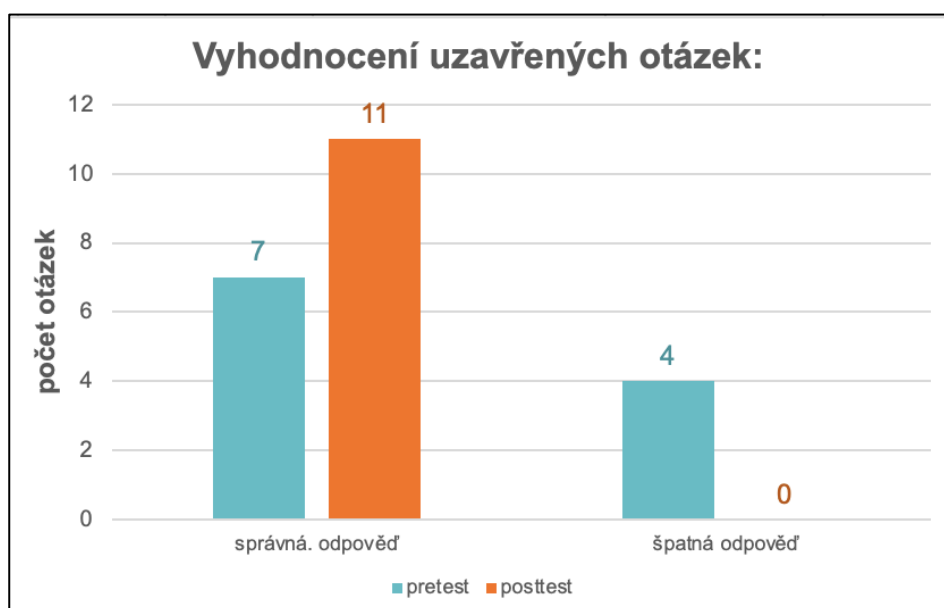
Graf 47: Odpovědi sedmnácté otázky v pretestu a v posttestu.

V tabulce č. 4 vidíme **správné odpovědi uzavřených otázek**. Zároveň tabulka demonstruje odpovědi, které žáci volili v nejvyšším počtu. Na otázku č. 2, 3, 4, 8, 9 a 10 žáci odpověděli *správně již v pretestu* a jsou vyznačeny zeleně. V *sedmé otázce* se správná odpověď přímo rovnala počtu jedné odpovědi, která byla špatná. Tato odpověď je označena oranžovou barvou. V *otázkách č. 1, 5, 6 a 11* žáci v pretestu vybrali *odpověď špatnou*. Tyto otázky jsou zvýrazněny červeně. Celkem jsme tak zjistili, že v pretestu bylo zodpovězeno správně 7 otázek, včetně sedmé otázky. Špatně byly zodpovězeny 4 otázky.

otázka č.	správná odpověď	odpověď, kterou volilo nejvíce žáků
1	mozek a mícha	mozek a nervy
2	neuron	neuron
3	dráždivost a vodivost	dráždivost a vodivost
4	odpověď organismu na podráždění	odpověď organismu na podráždění
5	v celém koncovém mozku	v mozečku
6	všechny nervy kromě mozku a míchy	mozek, mícha a nervy
7	vrozený	vrozený + vrozený i získaný
8	naučený	naučený
9	tepla, bolesti, tlaku a chladu	tepla, bolesti, tlaku a chladu
10	neurit	neurit
11	dendrit	synapse

Tabulka 4: Vyhodnocení uzavřených otázek.

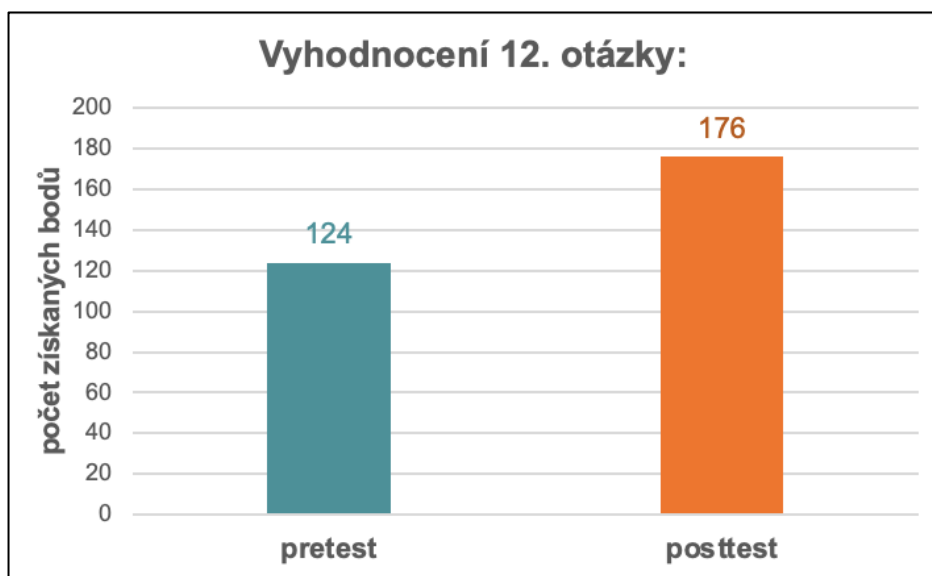
V grafu č. 48 vidíme **kompletní výsledky uzavřených otázek**. V pretestu bylo 7 otázek zodpovězeno správně a 4 špatně. V posttestu byly všechny otázky zodpovězeny správně.



Graf 48: Výsledky odpovědí pretestu a posttestu.

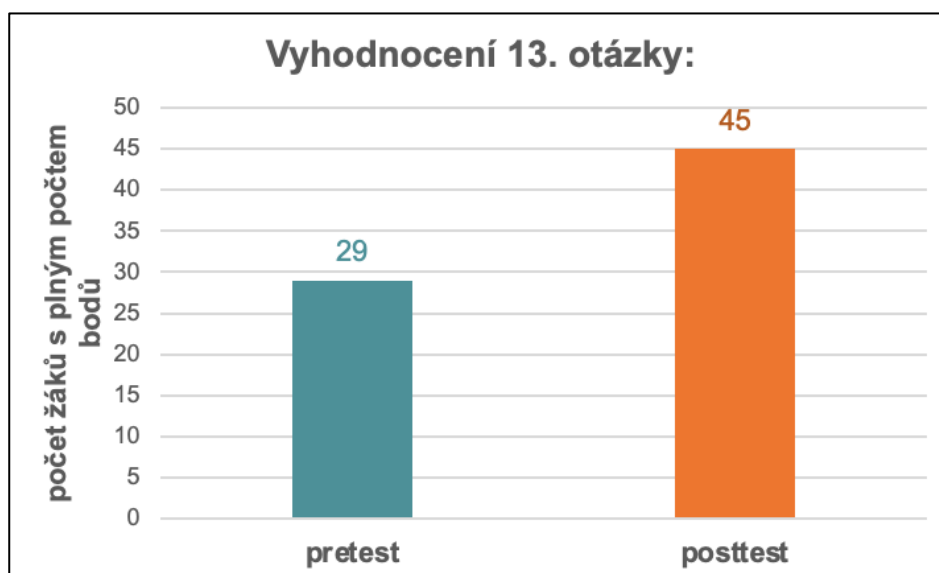
Otevřených otázek bylo celkem 6. Hodnocení u každé z nich bude uvedeno v následujících řádkách. Hodnocení vždy probíhalo individuálně na základě typu otázky. Způsob hodnocení je vždy uveden přímo u otázky níže.

Dvanáctá otázka a zároveň **první otevřená** se žáků dotazovala, **jaká 4 onemocnění znají**. V pretestu žáci uvedli celkem 16 patologií, v posttestu jich zmínili 17. Žáci byli ohodnoceni body, kdy 1 relevantní pojem se rovnal 1 bod. V grafu č. 49 vidíme celkový počet bodů všech žáků v pretestu a v posttestu. Při tomto finálním hodnocení byly sečteny body všech žáků dohromady v obou testech. *V pretestu všichni žáci získali 124 bodů. V posttestu získali o 52 bodů více, tedy 176 bodů.*



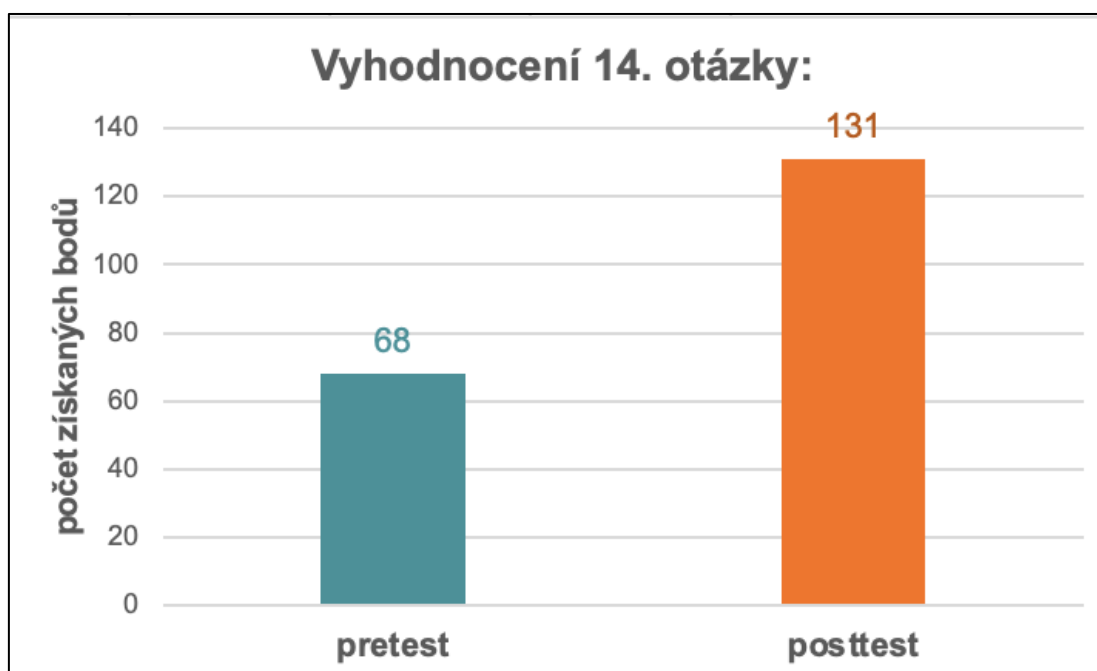
Graf 49: Výsledky dvanácté otázky.

Druhá otevřená otázka se žáků ptala, **jaké máme smysly**. Žáci zde mohli dostat *maximálně 5 bodů*, za každý uvedený smysl 1 bod. Správná odpověď byla *zrak, hmat, chuť, čich a sluch*. Graf č. 50 ukazuje, kolik žáků získalo plný počet bodů v pretestu a v posttestu. *V pretestu všech 5 smyslů uvedlo 29 žáků. V posttestu jich bylo o 16 více, tedy 45.*



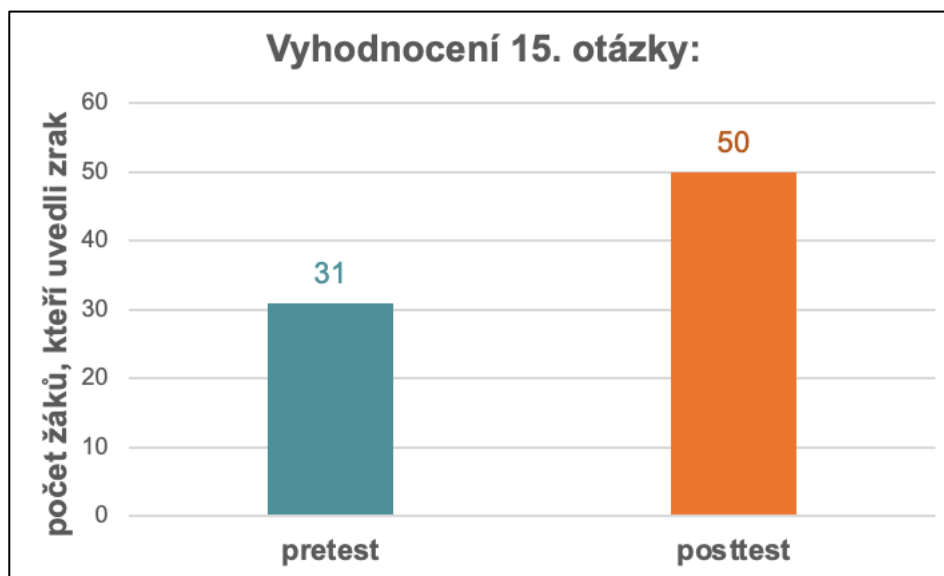
Graf 50: Výsledky třinácté otázky.

Třetí otevřená otázka se zajímala o **negativní účinky alkoholu**. Žáci měli v otázce uvedeno, že mají napsat několik negativních účinků alkoholu, kdy požadovaný počet nebyl přímo stanovený. V *pretestu* žáci uvedli 17 negativních účinků alkoholu. V *posttestu* jich bylo uvedeno o 7 více, tedy 24. Tato otázka byla hodnocena stejně jako první otevřená otázka. Žáci byli ohodnoceni body, kdy 1 relevantní pojem se rovnal 1 bod. V grafu č. 51 vidíme celkový počet bodů všech žáků v *pretestu* a v *posttestu*. Při tomto finálním hodnocení byly sečteny body všech žáků dohromady v obou testech. V *pretestu* žáci získali za všechny relevantní pojmy *68 bodů*. V *posttestu* dostali o 63 bodů více, tedy celkem *131 bodů*.



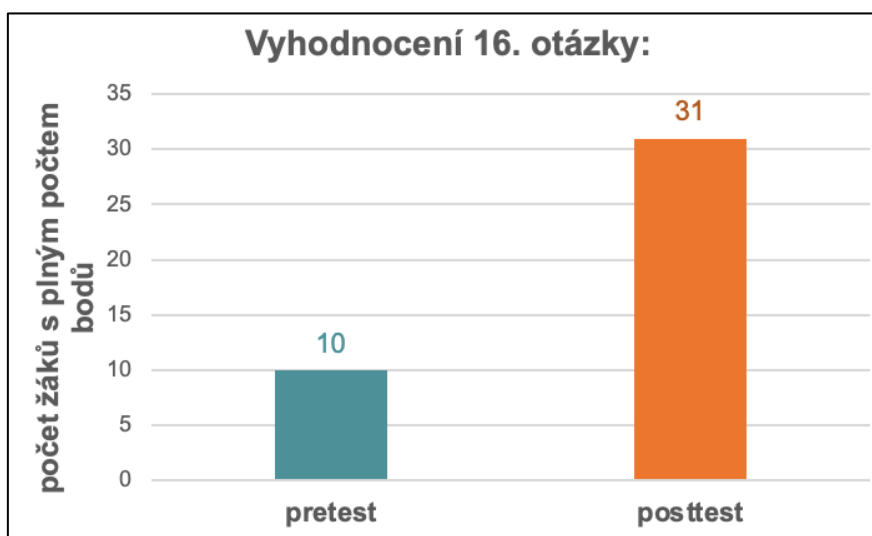
Graf 51: Výsledky čtrnácté otázky.

Čtvrtá otevřená otázka zkoumala, **jaký smysl je pro člověka nejdůležitější**. Žáci měli tento smysl napsat. Správnou odpovědí byl *zrak*. V grafu č. 52 vidíme, že v *pretestu* tuto odpověď uvedlo *31 žáků*, v *posttestu* jich bylo o 19 více, takže celkem *50*.



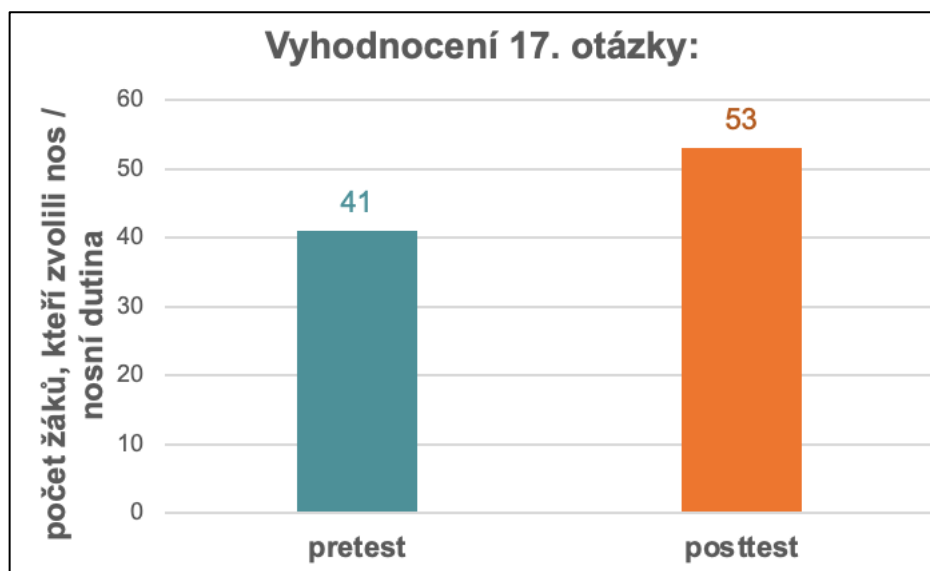
Graf 52: Výsledky 15. otázky.

Pátá otevřená otázka zkoumala, **jaké rozlišujeme chutě**. Správné odpovědi byly *hořká, kyselá, slaná, sladká a umami*. Žáci mohli dostat za každý správný pojem 1 bod, maximálně tedy *5 bodů*. Graf č. 53 nám ukazuje, kolik žáků dostalo maximální počet bodů v pretestu a v posttestu. V *pretestu* všech 5 bodů získalo pouze *10 žáků*. V *posttestu* získalo 5 bodů o 21 žáků více, celkem tedy *31*.



Graf 53: Výsledky 16. otázky.

Šestá otevřená otázka se dotazovala, kde jsou uloženy čichové buňky. Správnou odpovědí na tuto otázku bylo *v nose* nebo *v nosní dutině*. Výsledky této otázky demonstruje graf č. 54. V *pretestu* správně odpovědělo 41 žáků. V *posttestu* volilo správnou odpověď všech 53 žáků.

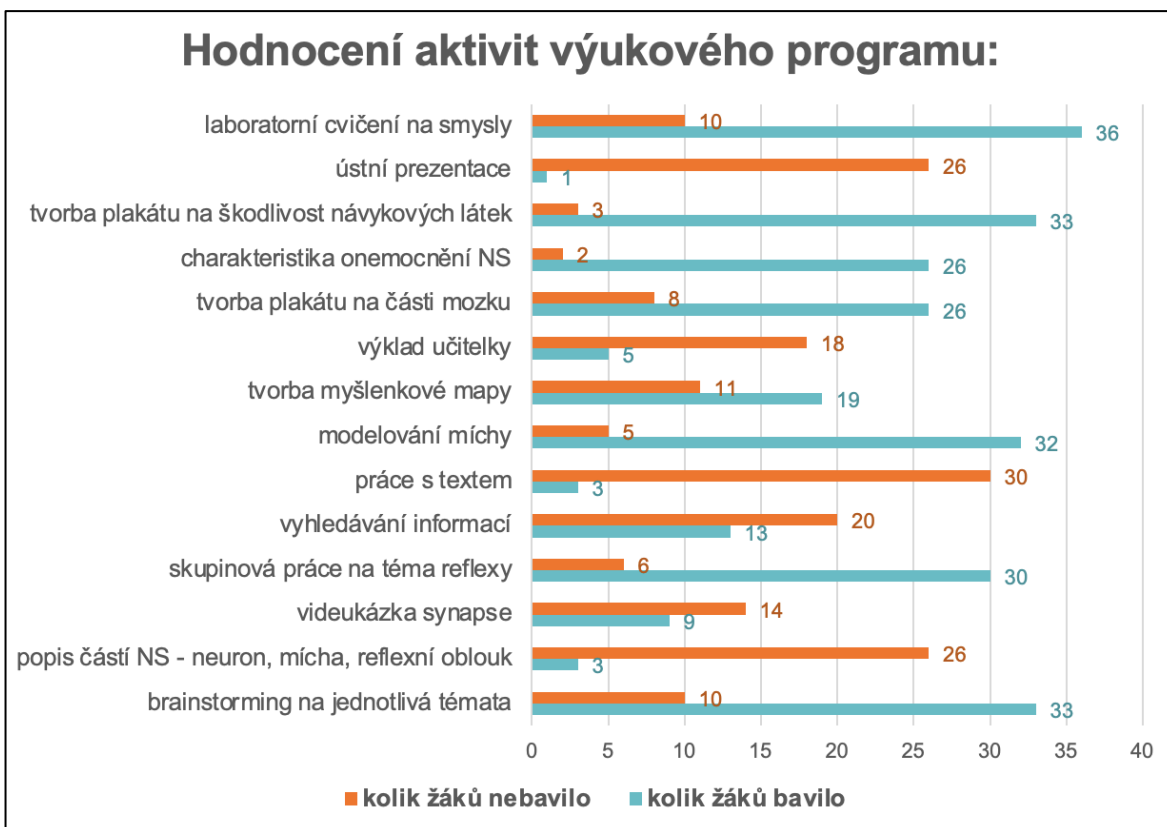


Graf 54: Výsledky 17. otázky.

5.2 Hodnocení aktivit

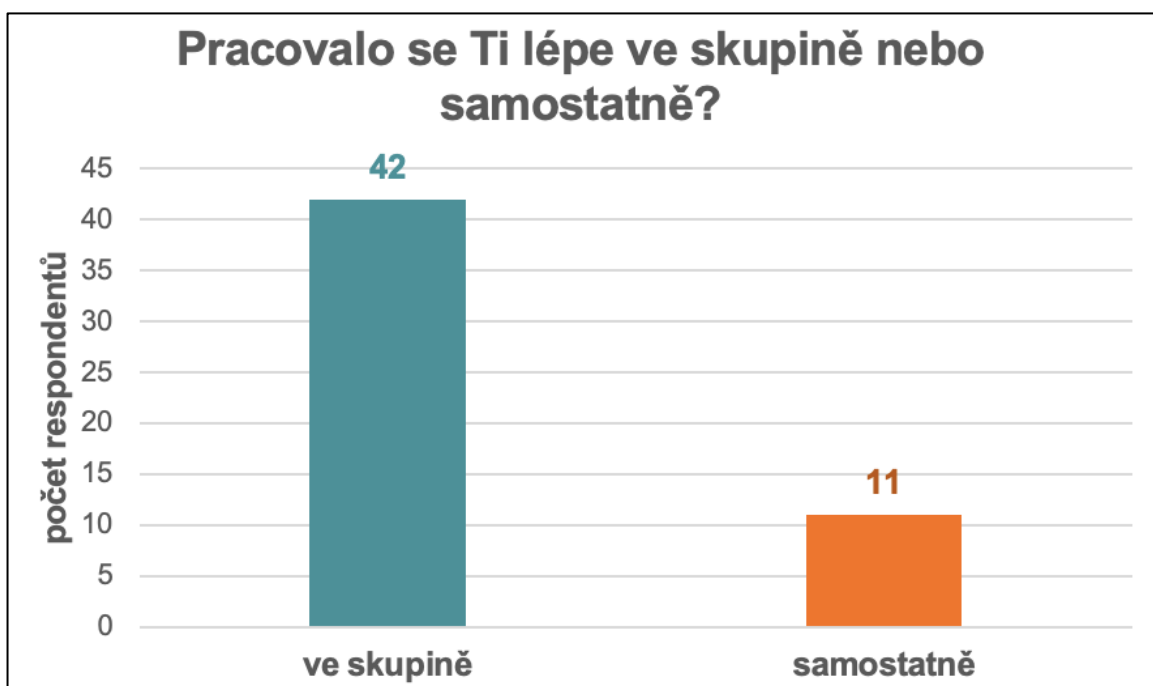
Žáci dostali po skončení výukového programu k vyplnění dotazník, který se jich ptal, **jak hodnotí celý výukový program**. Tento dotazník je součástí příloh. Dotazník obsahoval 4 otázky. První z nich se zaměřovala na to, jaké aktivity žáky bavili nejvíce. Měli k dispozici na výběr ze čtrnácti aktivit, které program obsahoval. V první otázce mohli zvolit až 5 aktivit, které se jim líbily nejvíce. Druhá otázka obsahovala stejné aktivity, kdy žáci naopak volili, jaké aktivity jim nepřišly atraktivní. Opět mohli zvolit až 5 aktivit. Třetí otázka se zaměřovala na to, zda se jim lépe pracovalo samostatně nebo ve skupině. Poslední otázka se žáků dotazovala, jakou známku by celému výukovému programu udělili. Systém hodnocení byl jako známky ve škole, 1 = nejlepší, 5 = nejhorší. Je nutné brát v potaz skutečnost, že ne všichni žáci využili možnosti zvolit všech 5 aktivit.

Graf č. 55 ukazuje výsledky 1. a 2. otázky. Nejvíce žáků, a to celkem 36 uvedlo jako nejoblíbenější aktivitu zvolilo *laboratorní cvičení na smysly*. Naopak 10 žáků uvedlo tuto aktivitu jako neoblíbenou. *Brainstorming na jednotlivá témata* zhodnotilo pozitivně 33 žáků. Tato aktivita nebyla úspěšná u deseti žáků. Stejný počet 33 žáků hodnotilo pozitivně *tvorbu plakátu na škodlivost návykových látek*. Tato aktivita neoslovila 3 žáky. *Modelování míchy* bylo oblíbené u 32 žáků. Pěti žákům se tato aktivita nelíbila. *Skupinová práce na téma reflexy* měla úspěch u třiceti žáků, ale nezaujala žáků 6. *Charakteristika onemocnění NS* oslovila 26 žáků, ale 2 žáci ji hodnotili negativně. Stejný počet žáků oslovila *tvorba plakátu na části mozku*. Ne příliš nadšeni z této aktivity bylo 8 žáků. *Tvorba myšlenkové mapy* pozitivně oslovila 19 žáků. Negativní zpětnou vazbu na ni uvedlo žáků 11. *Vyhledávání informací* se líbilo třinácti žákům, dvaceti žákům se nelíbilo. *Videoukázku synapse* pozitivně zhodnotilo 9 žáků. *Výklad učitelky* se líbil pěti žákům, zastoupení nenašel u osmnácti žáků. *Práci s textem* pozitivně hodnotili pouze 3 žáci. Neatraktivní byl pro 30 žáků. *Popis částí NS* vyhodnotili pozitivně 3 žáci. Oblíbený nebyl u třiceti žáků. Nejméně oblíbená aktivita byla *ústní prezentace*, kterou pozitivně zhodnotil pouze 1 žák. Negativně ho hodnotilo 30 žáků. Nejvíce žáků, celkem 36 volilo negativně *práci s textem*.



Graf 55: Vyhodnocení atraktivity výukových aktivit.

Graf č. 55 zkoumá výsledky třetí otázky, která zkoumá, **zda se žákům lépe pracovalo ve skupině nebo samostatně**. 42 žáků uvedlo, že se jim lépe pracovalo ve skupině. Samostatně se lépe pracovalo jedenácti žákům. Dle uvedených výsledků vidíme, že práce ve skupině je mezi žáky oblíbenější. V průběhu výukového programu žáci ve skupinách pracovali efektivně. Skupiny si ve většině aktivitách tvořili sami. Při některých aktivitách jsem žáky do skupin rozdělila sama, aby si vyzkoušeli práci i s jinými spolužáky, než s kterými pracují běžně a mají k nim bližší vztah. Žáci, kterým se lépe pracovalo ve samostatně mohou být více uzavření nebo si raději danou práci udělají sami a ve svém tempu.



Graf 56: Preference žáků při práci – ve skupině nebo sami.

Poslední otázka se žáků dotazovala, **jakou známkou by celý program ohodnotili**. Výsledky této otázky ukazuje graf č. 57. Nejlepší známka byla 1, nejhorší 5. *Nejvíce* žáků hodnotilo výukový program *známkou 1*, a to celkem 42 žáků. Známkou 2 udělilo 10 žáků a známku 3 udělil jeden žák. Podle těchto výsledků můžeme vyhodnotit, že žákům program přišel přínosný a jako celek ho hodnotí pozitivně.



Graf 57: Hodnocení výukového programu známkou.

6 Diskuze

Vyplňování pretestu a posttestu se zúčastnilo celkem 53 žáků ze dvou tříd osmých ročníků. Obě tyto třídy jsem měla ve školním roce 2023/2024 na přírodopis. Na Základní škole Komenského nám. 618 ve Slaném byla v tomto školním roce ještě jedna třída osmého ročníku, kterou učil kolega, který mi však neposkytl výzkum v této třídě provádět. Určitě by bylo vhodnější, kdyby se výzkumu zúčastnila i třetí třída, kterou jsem neučila, aby byly výsledky různorodější. Švaříček a Šed'ová (2014) doporučují vyšší počet respondentů. Bylo by také vhodné výzkum provádět na více základních školách.

Pretest žáci vyplňovali první hodinu výukového programu. V pretestu bylo celkem 17 otázek. Otázky byly rozdělené na uzavřené, kterých bylo 11 a žáci mohli vybírat ze čtyř odpovědí, kdy byla 1 správně. Otevřených otázek bylo celkem 6. Otázky byly vybrány různorodě. Některé zkoumaly prekoncepty žáků, další ověřovaly zkušenosti žáků z běžného života a nechybělo ani mezipředmětové propojení. Otevřené otázky byly zvoleny pro větší rozmanitost žákovských odpovědí. Z celkového počtu jedenácti uzavřených otázek bylo v sedmi otázkách nejvíce zvolených odpovědí správných. Tato skutečnost byla pro mě potěšující. Žáci zvládli otázky vyplnit v časovém rozpětí patnácti minut téměř bez problémů. Nejméně správně zvolených odpovědí žáci uvedli u otázky č. 1 „*K centrální nervové soustavě patří*“, kdy pouze 9 žáků zvolilo správnou odpověď. Stejně skóre devíti správných odpovědí bylo zvoleno u otázky č. 6 „*Co tvoří obvodovou nervovou soustavu?*“ Tyto otázky byly vzájemně propojené. Můžeme se tak domnívat, že žáci pojmy jako mozek, mícha a nervy znali, ale neuměli je správně zařadit. Naopak neúspěšnější otázka byla č. 2 „*Jak se nazývá nervová buňka?*“, když již v pretestu správně zvolilo 37 žáků. Otevřené otázky byly na vyhodnocení náročnější. Žáky získávali za každý relevantní pojem 1 bod. Tyto body se následně sčítaly dohromady. Nejnižší rozdíl mezi vhodně zvolenými odpovědi mezi pretestem a posttestem měla otázka č. 13 „*Jaké máme smysly?*“, a to sice 16 bodů. Naopak nejvyšší rozdíl byl zaznamenaná u otázky č. 14 „*Uved' negativní účinky alkoholu.*“ S rozdílem 63 bodů.

Výukový program obsahoval celkem 14 aktivit, které byly voleny různorodě. Cílem bylo se zaměřit na aktivizační metody, ale některá abstraktní a zcela nová témata byla žákům předána i formou klasických metod. Dle Pavelkové (2007) jsou aktivizační metody velice

motivační a ovlivňují žákovskou kreativitu a zájem o danou problematiku. Tobolková (2010) ve svém výzkumu srovnávala 2 třídy, kdy jedna byla vyučována klasickými metodami a druhá aktivizujícími. Žáci ze třídy s aktivizačními metodami byli více motivováni, ale více bodů v testu získala třída s klasickými metodami. Na základě těchto výsledků můžeme uvažovat, že oba typy výukových metod mají ve výuce své místo. Chvojová (2024) ve svém výzkumu uvádí, že žáci by ocenili aktivizující aktivity klidně každou hodinu, ale uvítali by z nich více zápisků. Celý výukový program obsáhl, celkem 8 vyučovacích jednotek. Za cíl bylo vyzkoušet s žáky více různorodých aktivit, proto byla časová dotace vyšší. Inspirací pro volbu výukových metod byly mnou absolvované předměty po celou dobu magisterského studia a kostrou pro mnohé aktivity byla i publikace Lenky Pavlasové, Přehled didaktiky biologie. Hodiny probíhaly dle připravených plánů a žáky pracovali ve většině případech adekvátně aktivně. Aktivity a zejména časovou dotaci lze libovolně měnit na základě vlastních skupin žáků, kde budou aktivity dále použity.

Posttest žáci vyplňovali s odstupem tří týdnů od konce výukového programu. Stejně jako v pretestu na něj měli 15 minut. V uzavřených otázkách na všech 11 nejvíce žáků volilo odpověď správnou. Nejúspěšnější otázkou byla otázka č.17 „*Kde jsou uloženy čichové buňky?*“. Na tuto otázku odpověděli všichni žáci správně. Nejméně úspěšnou otázkou byla otázka č. 10 „*Jak se nazývá dlouhý výběžek nervové buňky?*“. Správnou odpověď zde volilo 28 žáků.

Výsledky posttestu nám ukazují, že odučený výukový program byl pro žáky užitečný. Chvojová (2024) ve své rigorózní práci vytvořila výukový blok na téma svalová soustava a zkoumala jejich znalosti v pretestu a posttestu. Následně ve svém výzkumu vyhodnotila, že výsledky pretestu a posttestu se u žáků liší v prospěch posttestu. Neubauerová (2020) ve své bakalářské práci porovnávala výuku nervové soustavy pomocí didaktických her v jedné třídě a klasickými výukovými metodami ve třídě druhé. Dle zjištěných výsledků uvádí, že výsledky obou skupin se zásadně neliší. Neubauerová (2020) ale uvádí rozdíl v preferenci aktivit žáků. Žáci více preferovali výuku s didaktickými hry.

Žáci hodnotili pomocí dotazníku atraktivitu výukového programu. Mohli vybrat až 5 aktivit, které je bavily a 5 aktivit, které je nebavily. Nejvíce žáků vyhodnotilo jako nejatraktivnější laboratorní práci se smysly. Märzová (2020) ve své bakalářské práci

vytvořila laboratorní a praktická cvičení na jednotlivé soustavy člověka. V této práci však chybí zpětná vazba žáků. Neckařová (2018) ve svém výzkumu zjistila, že 69,83 % žáků osmého ročníku uvedlo laboratorní cvičení jako zajímavou formou výuky a 23,46 % uvedlo jako přínosné pro osvojení učiva. Aktivitu, kterou 36 žáků vyhodnotilo jako nejméně atraktivní byla *práce s textem*. Reiserová (2022) ve své práci uvádí, že z 91 dotazovaných respondentů vyhovuje analýza textu pouze jednomu žákovi.

Žáci si měli v dotazníku vybrat, zda se jim lépe pracuje samostatně nebo ve skupině. Celkem 42 žáků zvolilo možnost ve skupině. Remetová (2018) ve své bakalářské práci uvádí, že žáci se ze začátku ve skupinových pracích dohadovali a nebyli schopni efektivně pracovat. Žáci však motivací autorky začali pracovat lépe a aktivně, práce je bavila a na hodiny se těšili.

Žáci hodnotili výukový program známkou jako ve škole, kdy 42 žáků hodnotilo program známkou 1. Dále 10 žáků udělilo známku 2 a 1 žák známku 3.

7 Závěr

Ve své diplomové práci jsem si stanovila 2 hlavní cíle. Prvním cílem bylo popsat výukové metody, které jsem využila v navrženém výukovém programu na téma nervová soustava. Tyto metody jsem popsala na základě odborné literatury v teoretické části práce.

Druhým hlavním cílem bylo vytvořit funkční výukový program na téma nervová soustava pro žáky 8. ročníku. V tomto výukovém programu jsem vytvořila celkem 8 vyučovacích hodin, které jsem následně odučila ve třídách 8.A a 8.C na Základní škole Komenského nám. 618 ve Slaném. Dále jsem chtěla zjistit, jaké znalosti mají žáci před výukovým programem a po jeho absolvování. K tomu mi sloužil pretest, který žáci vyplnili první hodinu výukového programu. Pretest obsahoval celkem 17 otázek, kdy 11 otázek bylo uzavřených a 6 otevřených. Zjistila jsem, že již v pretestu nejvíce žáků zvolilo správnou odpověď u sedmi z nich. Uzavřených otázek bylo žákům předloženo 6. U uzavřených otázek byla vždy jedna odpověď správná. Otevřené otázky byly hodnoceny body. Posttest ověřoval získané znalosti žáků po absolvování výukového programu a obsahoval stejné otázky jako v pretestu jen v jiném pořadí. Posttest žáci vyplňovali 3 týdny po absolvování výukového programu. Výsledky posttestu ukázali, že nejvíce žáků volilo ve všech otázkách správné odpovědi. Můžeme tak navržený výukový program hodnotit jako funkční.

Dílčím cílem mé práce bylo porovnávání tématu nervové soustavy ve čtyřech učebnicích pro ZŠ. Nejvhodnější učebnicí byla vyhodnocena učebnice od nakladatelství Taktik Hravý přírodopis 8.

Posledním cílem práce bylo vyhodnotit atraktivitu výukového programu z pohledu žáků. Po proběhlém výukovém programu žáci vyplnili dotazník. Jako nejatraktivnější aktivitu žáci vybrali laboratorní práci na téma smysly. Nejméně atraktivní aktivita očima žáků byla práce s textem. Dále jsem zjistila, že 42 žáků raději pracuje ve skupině než sami. Znamku 1 udělilo programu 42 žáků. Tento výzkum mi vytvořil přehled aktivit, které žáky baví a které jim naopak nepřijdou tak zábavné, což je pro mě ukazatel do dalších let mé práce. Žáci většinu typů aktivit znají z mých hodin, proto by bylo atraktivnější provádět výzkum i na jiné základní škole a porovnat je se získanými výsledky.

Závěrem bych ráda motivovala další učitele, aby byli pozitivně nakloněni používat širokou škálu aktivit ve svých vyučovacích hodinách.

Seznam použitých informačních zdrojů

Seznam odborné literatury:

1. BUZAN, Tony a Barry BUZAN. *Myšlenkové mapy: probud'te svou kreativitu, zlepšete svou paměť, změňte svůj život*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2910-4.
2. DUFEK, Michal, et al. *Cévní mozkové příhody, obecný úvod a klasifikace*. [online]. Interní medicína pro praxi, 2002, 6: 5-10. cit. [15.07.2023]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2002/06/10.pdf>
3. ČAPEK, Robert. *Moderní didaktika: Lexikon výukových a hodnotících metod*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-3450-7.
4. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
5. DYLEVSKÝ, Ivan. *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2111-3 (Dylevský, 2019)
6. DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011. ISBN 978-80-87419-06-9.
7. EHLER, Edvard, et. al. *Poruchy čichu a chuti u polyneuropatií*. [online]. Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku Pardubická krajská nemocnice, a.s. 2013. cit. [17.07.2023]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2015/02/08.pdf>
8. FIALA, Pavel a Jiří VALENTA. *Přehled anatomie centrálního nervového systému*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2020. ISBN 9788024644776.
9. FADEL, Charles. *Multimodal Learning Through Media: What the Research Says*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2008.
10. HANSEN, David. V., HANSON Jesse. E., SHENG Morgan. *Microglia in Alzheimer's disease*. Journal of Cell Biology [online]. 2018, 217(2), s. 459-472 [cit. 20.10.2024]. DOI: 10.1083/jcb.201709069. ISSN 0021-9525. Dostupné z: <https://rupress.org/jcb/article/217/2/459/52543/Microglia-in-Alzheimers-disease>

11. HELUS, Zdeněk. *Úvod do psychologie: učebnice pro střední školy a bakalářská studia na VŠ*. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-247-3037-0
12. HUTYRA, Martin, et al. *Kardioembolizační ischemické cévní mozkové příhody*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-7091-8.
13. CHVOJOVÁ, Valerie. *Využití a porovnání vybraných aktivizujících výukových metod prostřednictvím postojového dotazníku na SŠ*. Rigorózní práce. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií, 2024. [online]. [cit. 18.11.2024]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/189963/150060608.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. JANČAŘÍKOVÁ, Kateřina. *Didaktické zásady v přírodovědném vzdělávání: metodická příručka pro učitele biologie, chemie, fyziky, geografie, informatiky, matematiky a lektory environmentální výchovy*. Praha: Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, 2022. ISBN 978-80-7603-289-7.
15. JANÍKOVÁ, Marcela a Kateřina VLČKOVÁ. *Výzkum výuky – tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*. Brno: Paido, 2009. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-180-5.
16. KALVACH, Pavel a kol., *Mozkové ischemie a hemoragie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2765-3.
17. KUMAR, Vinay., ABBAS, Abul. K., & ASTER, Jon. C. *Robbins Basic Pathology*. 10th ed. Elsevier - Health Sciences Division: 2017. ISBN 9780323353175.
18. LANGMEIER, Miloš. *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2526-0.
19. LOUDOVÁ, Lucie, Lukáš MARTINKOVIČ, Juraj MIKULÁŠ a Jiří KASÍK, 2013. Konzumace marihuany jako rizikový faktor ischemické cévní mozkové příhody – kazuistika. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. [online]. roč. 76, č. 5., 637- 640. [cit.16.07.2023]. ISSN 1210-7859. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2013-5/konzumace-marihuany-jako-rizikovy-faktor-ischemicke-cevni-mozkove-prihody-kazuistika-41405/download?hl=cs>

20. MAŇÁK, Jiří a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido. 2003. ISBN 80-7315-039-5.
21. MCMILLAN, Beverly. *Velký ilustrovaný atlas lidského těla*. Praha: Svojtka & Co., 2009. ISBN 978-80-256-0152-5.
22. MAGAN, Dipti, YADAV, Kumar Raj. *Right Broca's area is hyperactive in right-handed subjects during meditation: Possible clinical implications? Medical Hypotheses*, . [online]. India 2021. [cit. 12.7.2023]. ISSN 0306-9877. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2021.110556>.
23. MÄRZOVÁ, Lenka. Praktická cvičení a laboratorní práce ve výuce biologie člověka na ZŠ a SŠ. Plzeň, 2020. bakalářská práce (Bc.). ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Fakulta pedagogická. [online]. [cit. 19.11.2024]. Dostupné z: <https://naos-be.zcu.cz/server/api/core/bitstreams/5c4997e0-28c3-49ee-9b05-9d0f77164840/content>
24. NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Čtvrté vydání. Praha: Galén, 2019. ISBN 978-80-7492-450-7.
25. NECKAŘOVÁ, Jana. Analýza současného stavu výuky laboratorních cvičení z přírodopisu na 2. stupni základních škol a v odpovídajících ročnících víceletých gymnázií v Olomouckém kraji. Olomouc, 2018. bakalářská práce (Bc.). UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI. Pedagogická fakulta. [online]. [cit. 19.11.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/2huq3k/>
26. NEJEDLÁ, Marie; SVOBODOVÁ, Hana a ŠAFRÁNKOVÁ, Alena. *Ošetrovatelství IV/1: pro 4. ročník středních zdravotnických škol a vyšší zdravotnické školy*. Praha: Informatorium, 2004. ISBN 80-7333-032-6-
27. NEUBAUEROVÁ, Marcela. Didaktická hra ve výuce nervové soustavy člověka. Č. Budějovice, 2020. bakalářská práce (Bc.). JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Pedagogická fakulta. [online]. [cit. 19.11.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/gc2eau/>
28. NOVÁKOVÁ, Jiřina. *Aktivizující metody výuky*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014. ISBN 978-80-7290-649-9.
29. NOVOTNÝ, Ivan a Michal HRUŠKA. *Biologie člověka*. 5., rozšířené a upravené vydání. Praha: Fortuna, 2015. ISBN 978-80-7373-128-1.

30. PAVELKOVÁ, Jaroslava. *Oborová didaktika biologie: vybraná témata pro učitele všeobecně vzdělávacích předmětů*. Praha: Univerzita Karlova, 2007. Texty pro distanční studium. ISBN 978-80-7290-335-1.
31. PAVLASOVÁ, Lenka. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014. ISBN 978-80-7290-643-7.
32. PECINA Pavel a Lucie ZORMANOVÁ. *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a v praxi*. Brno: Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta, 2009. ISBN 978-80-210-4834-8.
33. PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. 6., rozš. a přeprac. vyd. Přeložil Jiří FOLTÝN. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0367-4.
34. REISEROVÁ, Zuzana. Tematický celek Šelmy ve výuce biologie na SŠ. Plzeň, 2022. diplomová práce (Mgr.). ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Fakulta pedagogická. [online]. [cit. 19.11.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/tzq3ha/>
35. Remetová, Miriama. Kooperativní/skupinové vyučování jako prostředek rozvoje sociálních kompetencí žáků na střední škole. Liberec, 2018. bakalářská práce (Bc.). Technická univerzita v Liberci. Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická. [online]. [cit. 20.11.2024]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/zsvi5f/>.
36. ROKYTA, Richard. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 9788024748672.
37. RŮŽEK, Daniel. *Klíšťová encefalitida*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5305-8.
38. SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro nelékařské zdravotnické obory*. Praha: Grada, 2008. ISBN: 978-80-247-2733-2.
39. SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro studium i praxi*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5247-1.
40. SEMENCOVÁ, Barbora. *Využití ICT technologií ve výuce přírodopisu/biologie*. Diplomová práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2019. [online]. [cit. 27.07.2023]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/116970/120351571.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

41. SIKOROVÁ, Zuzana. *Praktické problémy vysokoškolské výuky*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-248-1398-1.
42. SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání. 4. české vydání*. Přeložil Kateřina JANDOVÁ, přeložil Miloš LANGMEIER, přeložil Otomar KITTNAR, přeložil Eduard KURIŠČÁK, přeložil Pavla MLČKOVÁ, přeložil Martina NEDBALOVÁ, přeložil Vladimír RILJAK, přeložil Michal WITTNER. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4271-7.
43. SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika. 2. rozšířené a aktualizované vydání*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-6981-3.
44. ŠEBLOVÁ, Jana, Jiří KNOR a kol. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 2. doplněné a aktualizované vydání*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0596-0.
45. ŠVAŘÍČEK, Roman a ŠEĐOVÁ, Klára. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0644-6
46. TOBOLKOVÁ, K.: *Srovnání efektivnosti výuky pomocí inovativních a klasických metod*. Diplomová práce, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2010. [online]. [cit. 18.11.2024]. Dostupné z: https://theses.cz/id/6q9xfu/downloadPraceContent_adipIdno_13582
47. TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0512-5.
48. TYMRÁKOVÁ, Iva, Helena JEDLIČKOVÁ a Lenka HRADILOVÁ. *Pracovní list a tvorba pracovního listu pro přírodovědné vzdělávání*. In Metodologické aspekty a výzkum v oblasti didaktik přírodovědných polnohospodářských a příbuzných oborov. Nitra, Přírodovědec č. 171: Přírodovědec č. 171, 2005. s. 104–110. ISBN 80-8050-848-8.
49. WINSTON, Robert M. L., ed. *Člověk: Obrazová encyklopedie lidstva*. V Praze: Knižní klub, 2005. ISBN 80-242-1455-5.
50. ZORMANOVÁ, Lucie. *Obecná didaktika*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-9131-9.

51. ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-7845-7.

internetové zdroje:

1. ANDRUSCA, Alexandru. *Basal ganglia*. [online]. Regis University, Denver 2022. [cit. 13.7.2023]. Dostupné z: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/basal-ganglia>
2. CLEVELAND CLINIC. *Pituitary gland*. [online]. Clevelandn Clinic, Ohio, 2022. [cit. 12.7.2023]. Dostupné z: <https://my.clevelandclinic.org/health/body/21459-pituitary-gland>
3. CLEVELAND CLINIC. *Temporal lobe*. [online]. Clevelandn Clinic, Ohio, 2023. [cit. 13.7.2023]. Dostupné z: <https://my.clevelandclinic.org/health/body/16799-temporal-lobe>
4. CRUMBIE, Lorenzo. *Gate theory and pain pathway*. [online]. Regis University, Denver 2022. cit. [16.07.2023]. Dostupné z: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/gate-theory-of-pain-modulation>
5. FAITLOVÁ, Hana a Jan VODIČKA. *Příručka pro praxi: Poruchy čichu*. [online]. Klinika otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku Pardubická krajská nemocnice, a.s. 2013. cit. [16.07.2023]. Dostupné z: <https://www.otorinolaryngologie.cz/content/uploads/2020/02/ppp-cich.pdf>
6. FALTÝN, Jaroslav a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, 2023. cit [15.10.2024]. Dostupné z: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2023/07/RVP_ZV_2023_zmeny.pdf
7. FONTANA, Josef a Patrik MAĎA. *Chuťový a čichový systém*. [online]. 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha, 2013. cit. [16.07.2023]. Dostupné z: <http://fbfl.cz/skripta/xiii-smysly/3-chutovy-a-cichovy-system/>
8. KLOUBAL, Libor. *Když už vás Kahoot nebaví, máte tady Blooket*. [online]. Moderní výuka, 2022. cit. [27.07.2023]. Dostupné z: <http://ipadvetride.cz/kdyz-uz-vas-kahoot-nebavi-mate-tady-blooket/>

9. KOVAŘÍKOVÁ, Ludmila. *Chyby při využívání technologií ve výuce*. [online]. [cit. 27.07.2023]. Dostupné z: [https://spomocnik.rvp.cz/clanek/22252/CHYBY-PRI-VYUZIV ANI-TECHNOLOGII-VE-VYUCE.html](https://spomocnik.rvp.cz/clanek/22252/CHYBY-PRI-VYUZIVANI-TECHNOLOGII-VE-VYUCE.html)
10. LUKÁŠ, Josef. *Creutzfeldtova – Jakobova nemoc (CJD)*. [online]. Havlíčkův Brod, Psychiatrická nemocnice, 2021. [cit. 15.07.2023]. Dostupné z: <https://www.pnhb.cz/psychiatricke-texty/creutzfeldtova-jakobova-nemoc-cjd>
11. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL. *Klíš'ová encefalitida*. [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2023. [cit. 15.07.2023]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/46-klistova-encefalitida>
12. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL. *Závislost, co to je?* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2023. [cit. 15.07.2023]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/320-zavislost-zakladni-informace>
13. OKPE, Onome. *Accomodation*. [online]. Regis University, Denver 2023. [cit. 19.7.2023]. Dostupné z: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/accommodation>
14. WHO. *Epilepsy*. [online]. Geneva, 2023. cit. [15.07.2023]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy>
15. ZIMPL, Milan. *Nervová soustava 2*. [online]. SPŠ stavební, Havlíčkův Brod, 2006. [cit. 27.6.2023]. Dostupné z: https://www.stavskola.cz/userfiles/file/stavskola/materialy-ke-studiu/biologie/Nervova_soustava_2.pdf

Vyjádření k využití nástrojů umělé inteligence

Při psaní mé diplomové práce jsem využila umělou inteligenci, konkrétně jazykový model OpenAI ChatGPT zejména k jazykové úpravě a stylizaci. Tento nástroj mi v tomto ohledu usšetřil čas a zefektivnil můj jazykový projev. Využívala jsem ChatGTP hlavně při hledání různorodých synonym.

Dále jsem tento nástroj využila při orientaci a vyhledávání odborné literatury v problematice nervové soustavy, především pro práci s cizojazyčnými zdroji.

Po celou dobu využívání umělé inteligence jsem měla na paměti, že tyto informace je třeba ověřit a doplnit tak. Žádná část mé diplomové práce tak není samostatně vytvořena tímto podpůrným nástrojem.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Neuron (https://www.mentem.cz/blog/neuron/ , 2015).....	12
Obrázek 2: Průběh reflexu v reflexním oblouku (Novotný, Hruška, 2015, s. 124).....	17
Obrázek 3: Průřez míchou (Novotný, Hruška, 2015, s. 126).....	20
Obrázek 4: Řez mozkem (https://www.pramen-zdravi.cz/Neurologicka-onemocneni-a4_41.htm , 2016).....	21
Obrázek 5: Autonomní nervový systém (https://www.oberonic.cz/stresova-vs-relaxacni-reakce-cast-druha/ , 2023)	27

Seznam tabulek

Tabulka 1: Zařazení tématu nervová soustava v RVP ZV (Faltýn a kol. 2023)	41
Tabulka 2: Bloomova taxonomie kognitivních cílů (Zormanová, 2014, s. 276)	46
Tabulka 3: Přehled výukových metod podle Maňáka (Zormanová, 2014, s. 602–603)	50
Tabulka 4: Vyhodnocení uzavřených otázek.	104

Seznam grafů

Graf 1: Odpovědi na první otázku v pretestu.....	68
Graf 2: Odpovědi na první otázku v posttestu.	69
Graf 3: Srovnání odpovědí první otázky.....	69
Graf 4: Odpovědi na druhou otázku v pretestu.	70
Graf 5: Odpovědi na druhou otázku v posttestu.	71
Graf 6: Srovnání odpovědí druhé otázky.....	71
Graf 7: Odpovědi na třetí otázku v pretestu.....	72
Graf 8: Odpovědi na třetí otázku v posttestu.	73
Graf 9: Srovnání odpovědí třetí otázky.....	73
Graf 10: Odpovědi na čtvrtou otázku v pretestu.....	74
Graf 11: Odpovědi na čtvrtou otázku v posttestu.	75
Graf 12: Srovnání odpovědí čtvrté otázky.	75
Graf 13: Odpovědi na pátou otázku v pretestu.	76
Graf 14: Odpovědi na pátou otázku v posttestu.	77
Graf 15: Srovnání odpovědí páté otázky.....	77
Graf 16: Odpovědi na šestou otázku v pretestu.....	78
Graf 17: Odpovědi na šestou otázku v posttestu.	79
Graf 18: Srovnání odpovědí šesté otázky.	79
Graf 19: Odpovědi na sedmou otázku v pretestu.	80
Graf 20: Odpovědi na sedmou otázku v posttestu.....	81
Graf 21: Srovnání odpovědí sedmé otázky.	81
Graf 22: Odpovědi na osmou otázku v pretestu.....	82
Graf 23: Odpovědi na osmou otázku v posttestu.....	83
Graf 24: Srovnání odpovědí osmé otázky.	83
Graf 25: odpovědi na devátou otázku v pretestu.....	84
Graf 26: Odpovědi na devátou otázku v posttestu.	85
Graf 27: Srovnání odpovědí deváté otázky.	85
Graf 28: Odpovědi na desátou otázku v pretestu.	86
Graf 29: Odpovědi na desátou otázku v posttestu.....	87

Graf 30: Srovnání odpovědí desáté otázky.	87
Graf 31: Odpovědi na jedenáctou otázku v pretestu.	88
Graf 32: Odpovědi na jedenáctou otázku v posttestu.	89
Graf 33: Srovnání odpovědí jedenácté otázky.	89
Graf 34: Počet získaných bodů dvanácté otázky v pretestu.	90
Graf 35: Zastoupení onemocnění v pretestu.	91
Graf 36: Počet získaných bodů dvanácté otázky v pretestu.	92
Graf 37: Zastoupení onemocnění v posttestu.	93
Graf 38: Zastoupení onemocnění v pretestu a v posttestu.	94
Graf 39: Počet získaných bodů třinácté otázky.	95
Graf 40: Počet získaných bodů čtrnácté otázky v pretestu.	96
Graf 41: Zastoupení účinků alkoholu v pretestu.	97
Graf 42: Počet odpovědí čtrnácté otázky posttestu.	98
Graf 43: Zastoupení účinků alkoholu v posttestu.	99
Graf 44: Zastoupení účinků alkoholu v pretestu a v posttestu.	100
Graf 45: Počet získaných bodů patnácté otázky.	101
Graf 46: Počet získaných bodů šestnácté otázky.	102
Graf 47: Odpovědi sedmnácté otázky v pretestu a v posttestu.	103
Graf 48: Výsledky odpovědí pretestu a posttestu.	105
Graf 49: Výsledky dvanácté otázky.	106
Graf 50: Výsledky třinácté otázky.	106
Graf 51: Výsledky čtrnácté otázky	107
Graf 52: Výsledky 15. otázky	108
Graf 53: Výsledky 16. otázky	108
Graf 54: Výsledky 17. otázky	109
Graf 55: Vyhodnocení atraktivity výukových aktivit.	111
Graf 56: Preference žáků při práci – ve skupině nebo sami.	112
Graf 57: Hodnocení výukového programu známkou.	113

Seznam příloh

Příloha 1: Ukázka pretestu a posttestu.....	132
Příloha 2: Hodnocení výukového programu.....	138
Příloha 3: Výukový program – přípravy na hodiny.....	141
Příloha 4: Kompletní odpovědi pretestu.	174
Příloha 5: Kompletní odpovědi posttestu.	180
Příloha 6: Vyhodnocení dotazníků atraktivity výukového programu.....	186

Přílohy

Příloha 1: Ukázka pretestu a posttestu

V posttestu byly odpovědi totožné, jen v jiném pořadí.

Výuka nervové soustavy na základní škole

B *I* U ↻ ✕

Následující dotazník slouží jako pretest, který ověří Tvoje vstupní znalosti před výukovým blokem na téma nervová soustava. Na celý test máš 15 minut. Snaž se ho vypracovat co nejlépe.

Děkuji Ti za vyplnění :)
Ladislava Horáková.

⋮

K centrální nervové soustavě patří: *

- mozek a nervy
- mozek a mícha
- mozek, mícha a nervy
- pouze mozek

Jak se nazývá nervová buňka? *

- neurit
- neuron
- synapse
- dendrit

Mezi schopnosti nervových buněk patří: *

- dráždivost a vodivost
- krycí schopnosti
- přenášení kyslíku a oxidu uhličitého
- přenášení živin

Co je to reflex? *

- dotyk nervů
- vzruch
- nervová buňka v mozku
- odpověď organismu na podráždění

Kde se nachází centrum vyšší nervové činnosti? *

- v mezimozku
- v prodloužené míše
- v celém koncovém mozku
- v mozečku

Obvodovou nervovou soustavu tvoří: *

- mozek
- mozek, mícha a nervy
- všechny nervy kromě mozku a míchy
- nervy a prodloužená mícha

Nepodmíněný reflex je: *

- vrozený i získaný
- vrozený
- získaný
- nacvičený

Podmíněný reflex je: *

- vrozený i získaný
- naučený
- vrozený
- dotyk nervových zakončení

V kůži jsou čidla: *

- zvuku, chladu, tlaku a tepla
- chuti, bolesti, tlaku a zvuku
- tepla, bolesti, tlaku a chladu
- světla, tlaku, bolesti a chladu

Dlouhý výběžek nervové buňky se nazývá: *

- neurit
- neuron
- synapse
- dendrit

Krátké výběžky nervové buňky se nazývají: *

- neurity
- neurony
- synapse
- dendrity

Napiš 4 onemocnění nervové soustavy *

Text stručné odpovědi

Jaké máme smysly? *

Text stručné odpovědi

Uveď několik negativních účinků alkoholu na nervovou soustavu: *

Text stručné odpovědi

Jaký smysl pro člověka je nejdůležitější: *

Text stručné odpovědi

Jaké rozlišujeme chutě? *

Text stručné odpovědi

Kde jsou uloženy čichové buňky? *

Správné odpovědi:

1. K centrální nervové soustavě patří: mozek a mícha
2. Jak se nazývá nervová buňka? neuron
3. Mezi schopnosti nervových buněk patří: dráždivost a vodivost
4. Co je to reflex? odpověď organismu na podráždění
5. Kde se nachází centrum vyšší nervové činnosti? v celém koncovém mozku
6. Obvodovou nervovou soustavu tvoří: všechny nervy kromě mozku a míchy
7. Nepodmíněný reflex je: vrožený
8. Podmíněný reflex je: naučený
9. V kůži jsou čidla tepla, bolesti, tlaku a chladu
10. Dlouhý výběžek nervové buňky se nazývá: neurit
11. Krátké výběžky nervové soustavy se nazývají: dendrit
12. Napiš 4 onemocnění nervové soustavy: např. migréna, otřes mozku, zánět mozkových blan, roztroušená skleróza
13. Jaké máme smysly? zrak, čich, chuť, hmat, sluch
14. Uveď několik negativních účinků alkoholu na nervovou soustavu: např. narušené vnímání, špatná koordinace pohybu, halucinace, vidiny, nespavost, kolísání nálad
15. Jaký smysl je pro člověka nejdůležitější? zrak
16. Jaké rozlišujeme chutě? umami
slaná, sladká, kyselá, hořká,
17. Kde jsou uloženy čichové buňky? ve stropě nosní dutiny

Příloha 2: Hodnocení výukového programu.

Hodnocení výukového programu

Dotazník slouží k Tvému vlastnímu ohodnocení celého výukového programu na téma Nervová soustava.

Děkuji za vyplnění :)

Ladislava Horáková

...

Které aktivity Tě bavily nejvíce a byly pro Tebe nejatraktivnější? *

Můžeš zaškrtnout až 5 odpovědí.

- brainstorming na jednotlivá témata
- popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk
- videoukázka synapse
- skupinová práce na téma reflexy
- vyhledávání informací - sám i ve skupině
- práce s textem
- modelování míchy
- tvorba myšlenkové mapy
- výklad učitelky
- tvorba plakátu na části mozku
- charakteristika onemocnění NS
- tvorba plakátu na škodlivost návykových látek
- ústní prezentace
- laboratorní cvičení na smysly



Které aktivity Tě naopak nebavily? *

Můžeš zaškrtnout až 5 odpovědí.

- brainstorming na jednotlivá témata
- popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk
- videokázka synapse
- skupinová práce na téma reflexy
- vyhledávání informací - sám i ve skupině
- práce s textem
- modelování míchy
- tvorba myšlenkové mapy
- výklad učitelky
- tvorba plakátu na části mozku
- charakteristika onemocnění NS
- tvorba plakátu na škodlivost návykových látek
- ústní prezentace
- laboratorní cvičení na smysly

Pracovalo se Ti lépe ve skupině nebo samostatně? *

- ve skupině
- samostatně

Ohodnoť celý program známkou jako ve škole. * 

1- nejlepší
5 - nejhorší

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Příloha 3: Výukový program – přípravy na hodiny.

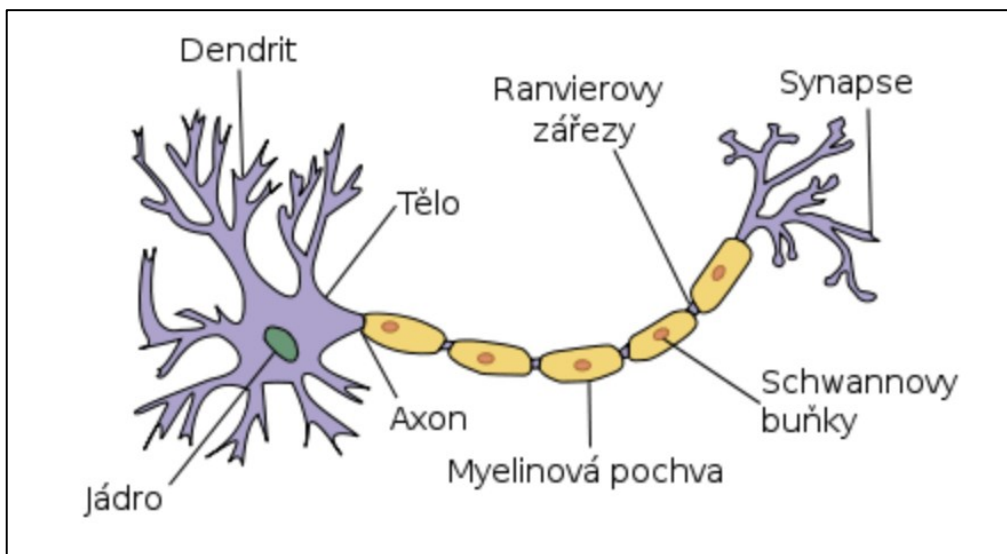
Příprava na první vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava – úvod
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none">• žák odhadne rychlost reakce mozku• žák stručně popíše stavbu neuronu• žák se seznámí s pojmem synapse
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none">• jedná se o úvodní hodinu, kdy počítám s tím, že žáci mají základní znalosti z prvního stupně a z běžného života• jejich vstupní informace ověří pretest• dle RVP ZV můžeme navázat na 1. stupeň, kdy žáci absolvovali učivo lidského těla, a to na základě očekávaných výstupů <p><i>ČJS-5-5-01: žák využívá poznatků o lidském těle k vysvětlení základních funkcí jednotlivých orgánových soustav a podpoře vlastního zdravého způsobu života</i></p> <p><i>ČJS-5-5-05: žák předvede v modelových situacích osvojené jednoduché způsoby odmítání návykových látek</i></p>
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none">• pretest• mobilní telefon• tenisový míček pro učitele• obrázek neuronu k nalepení• videoukázka: https://www.youtube.com/watch?v=HUuUUJktL6E• sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<p>1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny.</p>

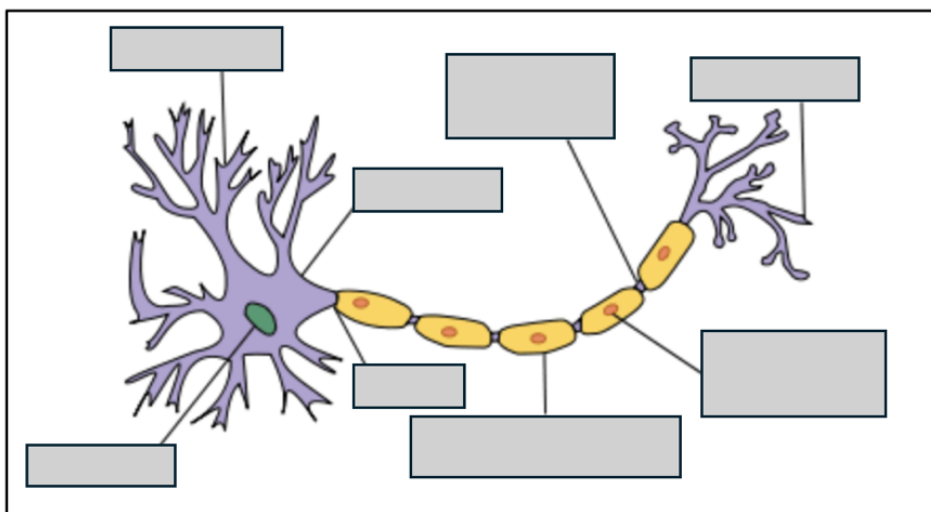
2. **PRETEST** – V úvodní části si žáci vyplní pretest pomocí QR kódu na svých mobilních telefonech.
3. **BRAINSTORMING & DISKUZE** – Následně po jednom z žáků kontrolovatelně hodím tenisový míček a položím žákům dotaz: „Přemýšleli jste někdy o tom, jakou rychlostí reaguje mozek?“ Žáci si své odhady zapíší do sešitu. Poté proběhne stručná diskuze o tom, co si žáci myslí. nechám je sdílet své myšlenky, ale diskuze musí být předmětná. Cílem této aktivity je navození motivace k novému tématu.
4. **POPIS NEURONU S VÝKLADEM**– Předpokládám, že se žáci s pojmem neuron sice setkali, ale nemusí přesně vědět o co se jedná. Žáky se seznámím s J. E. Purkyně a následně proběhne krátký výklad, kdy se budu soustředit na popis neuronu a na jeho funkce. Následně žáci dostanou k nalepení obrázek neuronu bez popisu a jejich úkol bude neuron pomocí učebnice popsat. Pak se otočí do čtveřice a své popisy prodiskutují. Nakonec proběhne finální kontrola na tabuli, kdy obrázek promítnu a žáci pojmy doplní.
5. **VIDEOUKÁZKA** – Žáky seznámím s pojmem synapse a pro lepší zapamatování jim pustím videoukázku, která podpoří duální kódování.
6. **OPAKOVÁNÍ** – Žáci budou mít za úkol napsat jednu větu, kterou považují za důležitou k dnešní hodině. Nakonec pár žáků namátkově vyvolám, aby svou větu přečetli.
7. **ZÁVĚR HODINY** – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.

Domácí příprava na další hodinu	Není
Poznámky	Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.

správné řešení:



zadání pro žáky:



Příprava na druhou vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava – reflexy, mícha
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák pracuje ve skupině • žák pracuje s textem • žák si vyzkouší nepodmíněný reflex • žák se seznámí s pojmem reflexní oblouk • žák popíše průřez míchy
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • neuron • kosterní soustava – průřez obratle
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • instrukce k provedení reflexu • lékařská kladívka nebo jiný předmět na úder • obrázek reflexního oblouku k nalepení • model obratle • přehled o míše k nalepení • sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. MOTIVACE – Žáci se rozdělí do třech skupin a každá skupina dostane instrukce na papírku. Instrukce se týkají tří nepodmíněných reflexů – kolenní, tricipitální a reflex Achillovy šlachy. Upozorním je na bezpečnost práce. Každý žák ze skupiny si vyzkouší reflex a zapíše si své dojmy. Následně si skupiny vzájemně sdělí, co si právě zkusili. Cílem této aktivity je pozitivní navození před novým klíčovým tématem. 3. POPIS REFLEXNÍHO OBLOUKU S VÝKLADEM –

	<p>Po skupinové práci plynule navážu na další téma a žákům sdělím, že si právě vyzkoušeli několik nepodmíněných reflexů. Dále žáci dostanou obrázek reflexního oblouku bez popisu, který si doplní na základě práce s učebnicí. Po následné společné kontrole zmíním ještě reflexy podmíněné, jejíž charakteristiku žáci vypracují za domácí úkol.</p> <p>4. POPIS MÍCHY– Jako prekoncept předpokládáme, že žáci znají z kosterní soustavy obratel. Pro větší názornost jim ukážu model a ukážu páteřní kanál. Žákům ještě sdělím, že nervová soustava se dělí na 2 části, a to centrální a periferní. Žáci uvidí obrázek míchy na tabuli, společně si popíšeme jednotlivé části a žáky upozorním, že tento popis jim bude užitečný příští hodinu.</p> <p>5. PRÁCE S TEXTEM – Žáci dostanou přehled o míše, kde budou chybět klíčová slova. Žáci budou vyhledávat informace v učebnici. Cílem je práce s textem, třídění informací a seznámení se s novými pojmy. Další hodinu proběhne kontrola a žákům bude tento přehled sloužit k nalepení do sešitu.</p> <p>6. ZÁVĚR HODINY – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.</p>
Domácí příprava na další hodinu	Charakteristika a příklady podmíněných reflexů.
Poznámky	<p>Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.</p> <p>Námět k reflexům byl použit z následující prezentace: https://is.muni.cz/el/fsps/podzim2021/np4410/Neuro_reflexy.pdf</p>

zadání k reflexům:

Jeden z vaší skupiny si sedne tak, aby jeho dolní končetina visela volně dolů. Další spolužák jemně klepne sedícího spolužáka pod čéškou.

Vyzkoušejte si tento úkol celá skupina a napište vaše dojmy a jak jste se cítili a co dělo s vaší nohou.

vaše dojmy:

Jeden z vaší skupiny si sedne tak, aby klečel na židli. Druhý spolužák jemně klepne sedícího spolužáka na Achillovu šlachu

Vyzkoušejte si tento úkol celá skupina a napište vaše dojmy a jak jste se cítili a co dělo s vaší nohou.

vaše dojmy:

.

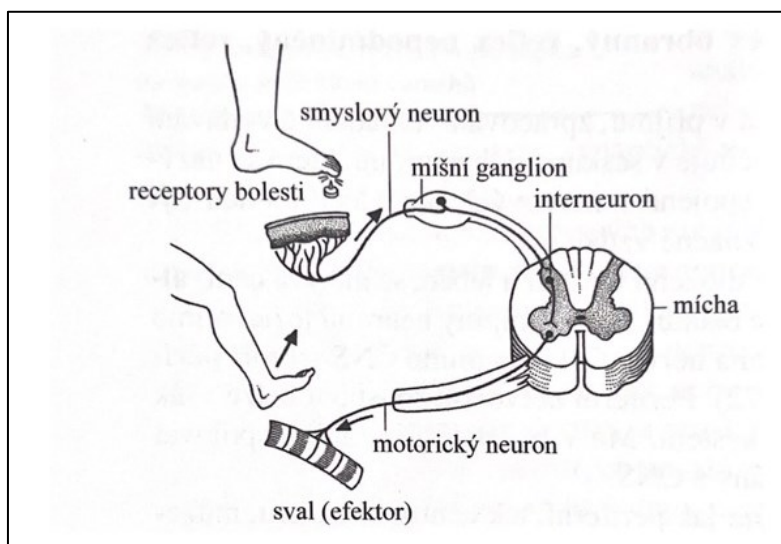
Jeden z vaší skupiny si sedne tak, aby mu druhý žák podepřel ruku nad loktem.

Druhý spolužák jemně klepne sedícího spolužáka těsně nad loktem.

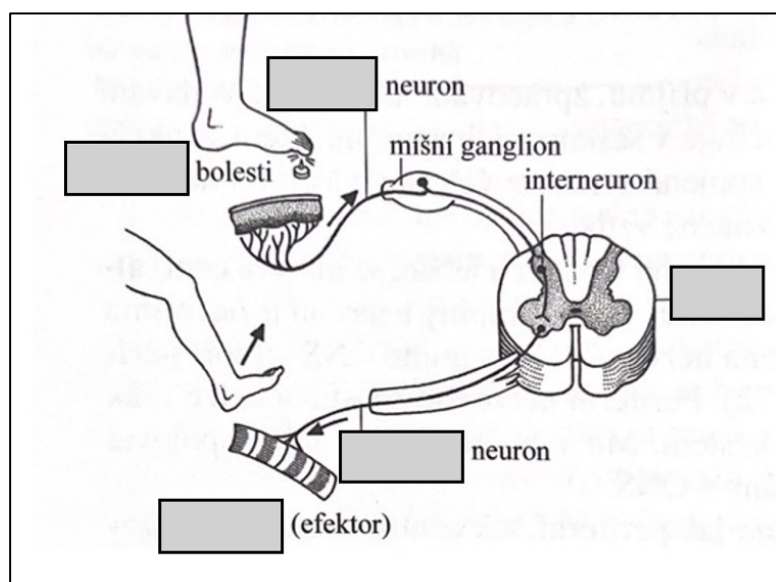
Vyzkoušejte si tento úkol celá skupina a napište vaše dojmy a jak jste se cítili a co dělo s vaší rukou.

vaše dojmy:

správně řešení:



zadání pro žáky:



správné řešení:

MÍCHA

- nervová trubice, prochází páteřním kanálem (otvory v **obratlech**)
- z míchy vychází **31** párů míšních nervů
- nervy vedoucí z orgánů do míchy = **dostředivé** nervy
- nervy vedoucí **od** míchy = odstředivé nervy
- povrch míchy = **bílý** obal
- **vnitřek** míchy = šedá hmota (těla nervových buněk)
- šedá hmota v míše vytváří obrazec ve tvaru **H**
- uprostřed šedé hmoty je **míšní** kanálek s mozkomíšním **mokem**
- mícha přenáší **vzruchy** – přerušení (porušení) způsobuje vážné poruchy hybnosti (poškození páteře může vést k **ochrnutí**)

zadání pro žáky:

MÍCHA

- nervová trubice, prochází páteřním kanálem (otvory v)
- z míchy vychází párů míšních nervů
- nervy vedoucí z orgánů do míchy = nervy
- nervy vedoucí míchy = odstředivé nervy
- povrch míchy = obal
- míchy = šedá hmota (těla nervových buněk)
- šedá hmota v míše vytváří obrazec ve tvaru
- uprostřed šedé hmoty je míšní s mozkomíšním
- mícha přenáší – přerušení (porušení) způsobuje vážné poruchy hybnosti (poškození páteře může vést k)

Příprava na třetí vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava – mícha – upevňování znalostí
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák vyjmenuje podmíněné reflexy • žák vymyslí strukturovanou otázku • žák pracuje ve skupině • žák vymodeluje model míchy • žák popíše průřez míchy
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • mícha
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • instrukce k provedení reflexu • modelína • přehled o míše k nalepení • mobilní telefon • sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. KONTROLA DOMÁCÍHO ÚKOLU – Žáci ústní formou odprezentují svůj domácí úkol z minulé hodiny. Společně si přečteme příklady podmíněných reflexů. 3. OPAKOVÁNÍ Z MINULÝCH HODIN – Dnešní hodina bude zaměřená i na upevňování učiva. Každý žák vymyslí jednu strukturovanou otázku, která se bude týkat učiva z minulých hodin, a zároveň k ní i odpověď. Následně se žáci budou navzájem vyvolávat a pokládat si otázky. Pokud někdo odpoví špatně, opraví ho jiný spolužák nebo já. Tato aktivita bude sloužit mně i žákům jako zpětná vazba.

- 4. MODELOVÁNÍ MÍCHY & POPIS**– Žáci se rozdělí do pěti rovnoměrných skupin. Každá skupina bude mít za úkol vymodelovat jeden funkční model míchy. Jako předloha jim poslouží obrázek z učebnice nebo si ho mohou vyhledat na svých mobilních telefonech. K modelování použijí modelínu v několika barvách pro větší přehlednost. Při skupinovém modelování je nutné žáky upozornit, že tento model nám bude sloužit k detailnějšímu popisu a poslouží v následujících hodinách. Je dobré také žákům připomenou, že se nejedná o „umělecké dílo“, ale o funkční model, a to z důvodu rychlejší efektivity práce. Tato aktivita bude pro žáky odpočinkovou a zároveň zde rozvíjíme psychomotorické cíle a práci ve skupině. Po modelování si vyberu jednu skupinu, která svůj model popíše, případně ji další skupiny doplní. Po popisu modelování míchy žákům promítnu obrázek průřezu míchy a veškeré dosavadní znalosti upevníme ústně.
- 5. TVORBA MYŠLENKOVÉ MAPY** – Žáci budou mít za úkol vytvořit vlastní myšlenkovou mapu. Jako centrální pojem zadám „míchu“. Žáci si budou tvořit svou myšlenkovou mapu do sešitů a zároveň bude probíhat tvorba jedné mapy na tabuli. Předpokládám, že žáci svou mapu v sešitu nestihnou, takže si ji dodělají doma. Cílem tvorby mapy je ověření cílů a znalostí žáků, takže si mohou udělat zpětnou vazbu nad svými dosavadními znalostmi.
- 6. ZÁVĚR HODINY** – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.

Domácí příprava na další hodinu	Dokončení myšlenkové mapy.
Poznámky	Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.

Příprava na čtvrtou vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava –mozek
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák vymyslí funkci mozku • žák pracuje ve skupině • žák hledá a třídí informace • žák prezentuje vyhledané informace o mozku • žák používá ke své práci IT
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • mícha • základní znalosti o mozku
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • 2x vytištěný obrys mozku formátu A₂ • barevné papíry • mobilní telefon, tablety • sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. BRAINSTORMING & DISKUZE – Žáci dostanou za úkol napsat cokoliv, co se jim vybaví, když se řekne mozek. Nechám žákům úplně volnou ruku, aby mohli vyjádřit svou myšlenku k tomu to tématu. Nechám žáky pojmy napsat na tabuli a následně proběhne krátká diskuze. Tato aktivita poslouží jako pozitivní naladění k dnešnímu tématu. 3. TVORBA PLAKÁTU NA ČÁSTI MOZKU– Po brainstormingu bude následovat hlavní náplň dnešní hodiny. Žáci se rozdělí nejprve do šesti rovnoměrných skupin, šestá skupina může být početnější. Pro žáky mám připravené dva modely mozku A₂, kdy na jednom je pět

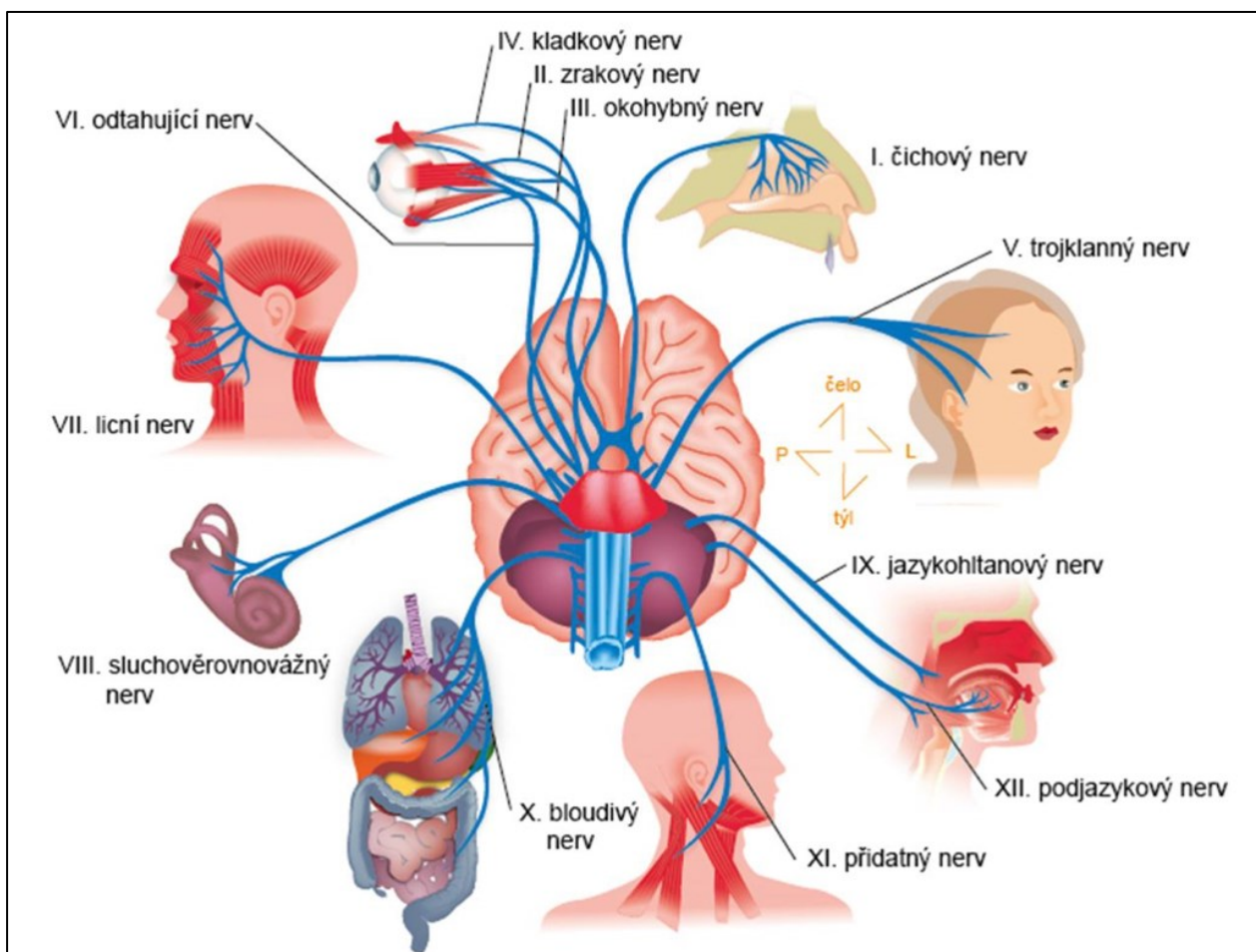
	<p>části mozku a na druhém je koncový mozek rozdělen na jednotlivé laloky. Žáci budou mít za úkol ve svých skupinách popsat určenou část mozku. K vyhledávání informací jim poslouží telefon, tablet nebo učebnice. Podmínkou bude, že informace budou stručné, psané v bodech a budou klást důraz na umístění, popis a funkci jednotlivé části mozku. Toto vše si zapíší na svůj barevný papír a přilepí na danou část na velký papír. To samé platí i pro skupinu s koncovým mozkiem, ale s rozdílem, že popisují laloky. Tato aktivita v žácích podporách větší představivost, práce s IT, komunikační a sociální kompetence.</p> <p>4. PREZENTACE– Po dokončení obou plakátů proběhne žakovská prezentace, kdy každá skupina představí svou část mozku. S žáky jsme oba plakáty umístili na koberec a sedli si kolem nich. Po prezentaci ústně zhodnotím, jak se žákům dařilo a telefonem naskenuji jejich díla, která na příští hodinu vytisknu a žákům poslouží jako zápis do jejich sešitů.</p> <p>5. ZÁVĚR HODINY – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.</p>
Domácí příprava na další hodinu	Není
Poznámky	Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.

Příprava na pátou vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava –nervy
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák správně zařadí nerv k příslušnému orgánu • žák rozliší nervy hlavové, míšní a útrobní • žák rozezná funkci sympatiku a parasympatiku
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • mícha • mozek
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • žákovské plakáty mozku pro každého žáka k nalepení • model míchy • zalaminované kartičky s názvy hlavových nervů • sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. DOKONČENÍ Z MINULÉ HODINY – Žáci nejprve dostanou vytištěné plakáty z minulé hodiny, které si vlepí do sešitu a poslouží jako zápis. 3. VÝKLAD– Žaky je nejprve nutné seznámit s několika abstraktními pojmy, jako jsou inervace, senzorický a motorický nerv a nervy rozdělit do tří skupin na míšní, hlavové a útrobní. Toto vše provedu stručným výkladem. 4. PRÁCE S OBRÁZKEM– Následně každá dvojice dostane kartičku s názvem jednoho hlavového nervu. Na interaktivní tabuli bude obrázek bez názvů. Žáci budou mít za úkol se ve dvojicích rozhodnout, kam daný nerv umístí. Na schématu jsou velice zřetelně vidět orgány, žáci tak mohou daný nerv odhadnout a v případě nejasností je doplním.

	<p>5. CHARAKTERISTIKA MÍŠNÍCH NERVŮ – Pro detailnější popis opět použijeme model míchy. Na tomto modelu lze snadněji demonstrovat reflexní oblouk s důrazem na svalstvo a čidla v kůži.</p> <p>6. SYMPATIKUS A PARASYPATIKUS – Žákům promítnu dva obrázky, kdy na jednom bude rozkvetlý park s důrazem na klid a relax a na druhém budou závodní auto připomínající akci a rychlost. Žáci budou mít za úkol si napsat do sešitu, co v nich obrázky vzbuzují a následně své dojmy sdělí. Následně jim sdělím, že právě popsali práci útrobních nervů a rozdělíme si je na sympatikus a parasympatikus. Zdůrazním, že pracují jako antagonisté a jejich činnost přirovnám k obrázkům. Žáci si na základě těchto obrázků jejich funkci lépe zapamatují. Na závěr bude žákům promítnut obrázek s jednotlivými orgány. Žáci budou mít za úkol ústně popsat, jak se bude orgán chovat v parku a jak na závidě s auty.</p> <p>7. ZÁVĚR HODINY – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.</p>
Domácí příprava na další hodinu	Není
Poznámky	Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.

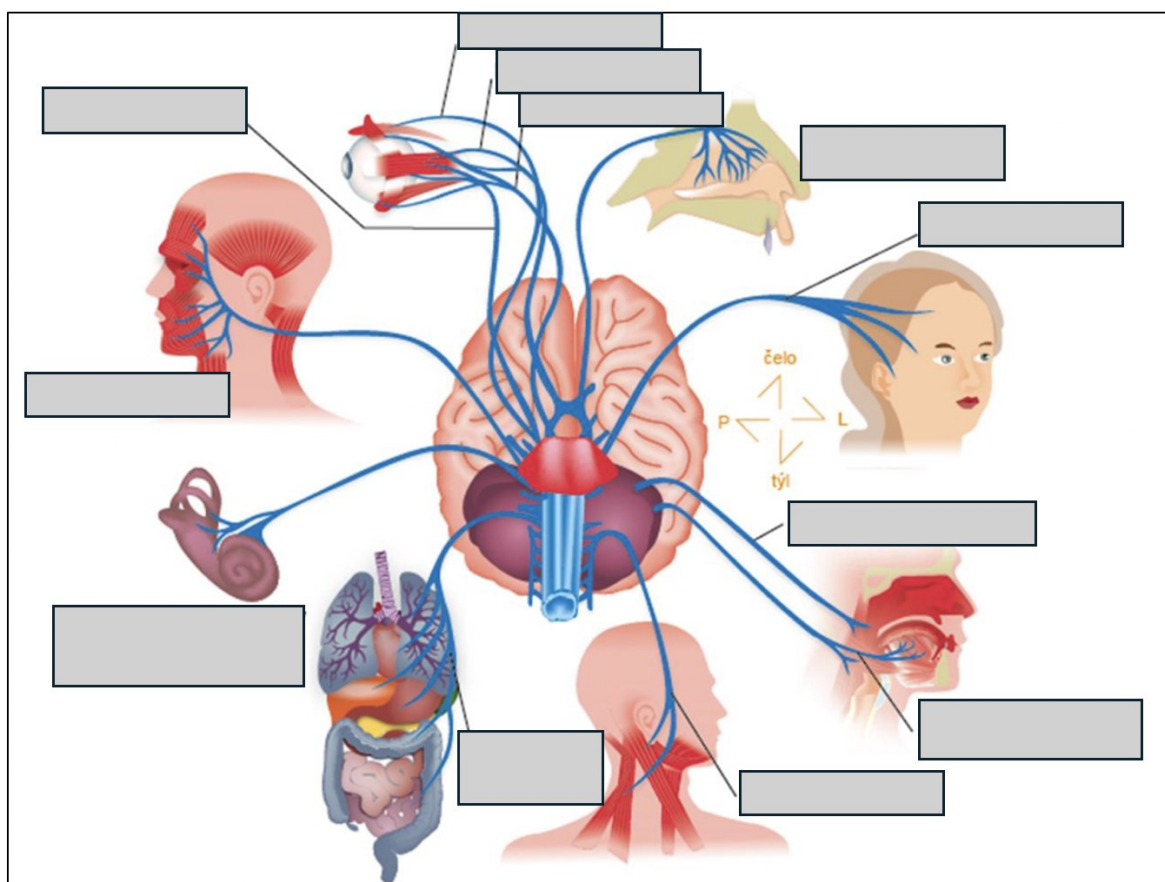
správné řešení:



1

¹ Hlavové nervy. *Neurofyziologie MUNI*. [online]. [cit. 2024-07-04]. Upraveno. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/fsp/podzim2020/bp1146/hlavove_nervy.pptx.pdf

zadání pro žáky:



2

² Hlavové nervy. *Neurofyziologie MUNI*. [online]. [cit. 2024-07-04]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/fsp/s/podzim2020/bp1146/hlavove_nervy.pptx.pdf

I. čichový
nerv

II. zrakový
nerv

III. okohybný
nerv

IV. kladkový
nerv

V. trojklanný
nerv

VI. odtahovací
nerv

VII. lícní
nerv

VIII. sluchově
rovnovážný
nerv

IX. jazykohltanový
nerv

X. bloudivý
nerv

XI. přídatný
nerv

XII. podjazykový
nerv

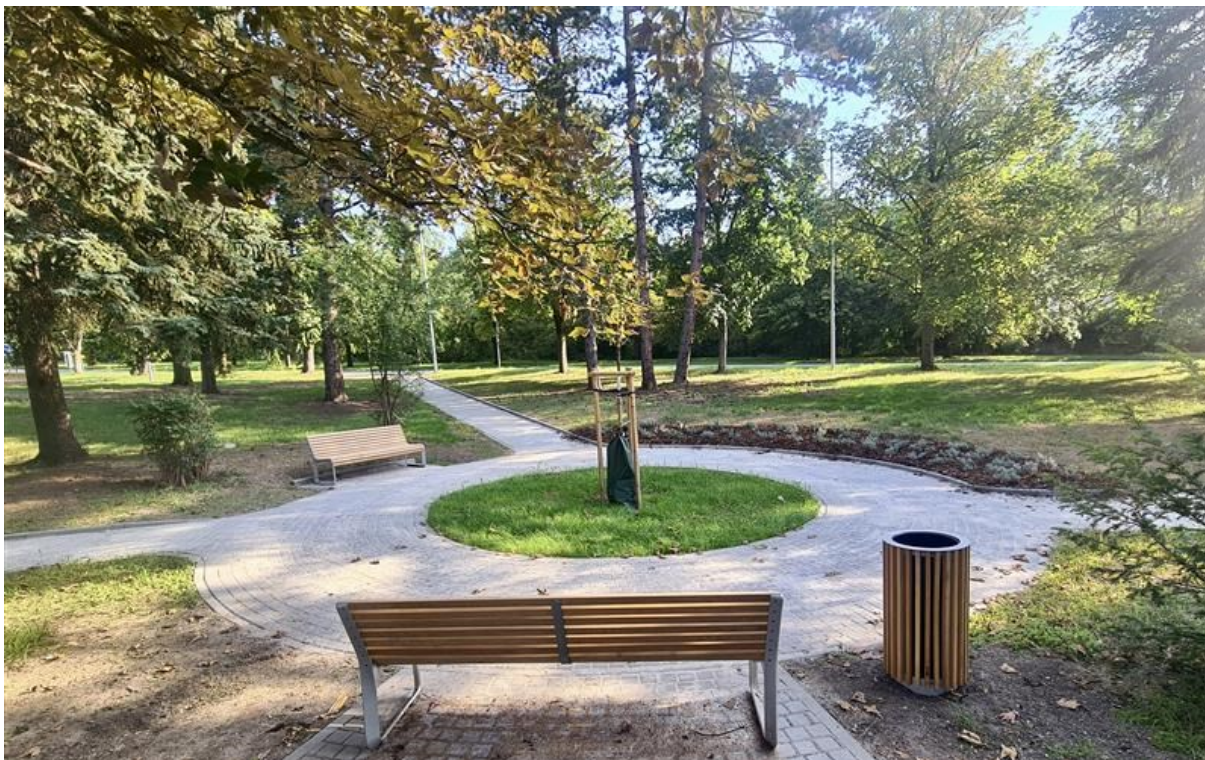
sympatikus:



3

³ Spojení závodních vozů lega ve Forza Horizon 4 Lego Speed Champions. *Hospodářské noviny*. [online]. [cit. 2024-07-04]. Dostupné z: <https://tech.hn.cz/c1-66590560-vsechno-je-tu-bozi-microsoft-pridal-do-zavodni-hry-forza-horizon-auta-a-stavby-z-kostek-lega>

parasymphatikus:



4

⁴ Dražkovický park. *Královské město Slaný*. [online]. [cit. 2024-07-04]. Dostupné z: <https://www.meuslany.cz/drazkovicky-park-quot-se-otevrel-pro-verejnost/d-77490/p1=34731>

správné řešení:

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

PARASYMPATIKUS

- ZUŽUJE ZORNIČKY 
- PODPORUJE SLINĚNÍ 
- ZUŽUJE DÝCHACÍ CESTY 
- ZPOMALUJE SRDEČNÍ TEP 
- STIMULUJE AKTIVITU ŽALUDKU 
- STIMULUJE ŽLUČNÍK 
- STIMULUJE STŘEVNÍ PERISTALTIKU 
- POVOLUJE MOČ. MĚCHÝŘ 
- PODPORUJE VZRUŠENÍ A EREKCI 

oberonic.cz

SYMPATIKUS

- ROZTAHUJE ZORNIČKY 
- OMEZUJE SLINĚNÍ 
- ROZTAHUJE DÝCHACÍ CESTY 
- ZRYCHLUJE SRDEČNÍ TEP 
- BLOKUJE AKTIVITU ŽALUDKU 
- STIMULUJE PRODUKCI GLUKÓZY 
- OMEZUJE STŘEVNÍ PERISTALTIKU 
- STIMULUJE PRODUKCI ADRENALINU A NORADRENALINU 
- STAHUJE MOČ. MĚCHÝŘ 
- PODPORUJE EJAKULACI A STAHY DĚLOHY 



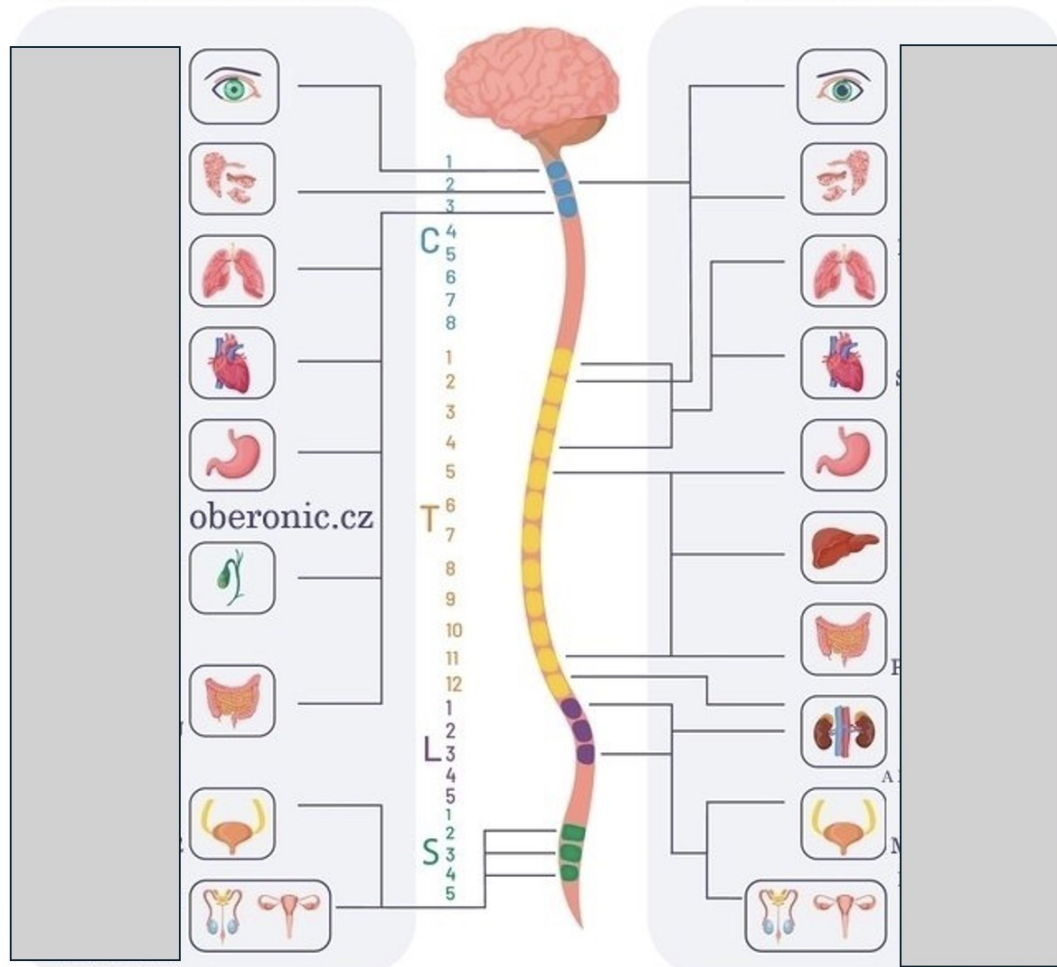
1
2
3
C 4
5
6
7
8
1
2
3
4
5
T 6
7
8
9
10
11
12
1
2
L 3
4
5
1
2
3
4
5
S

zadání pro žáky:

AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

PARASYMPATIKUS

SYMPATIKUS



Příprava na šestou vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava – onemocnění
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák vyhledává a třídí informace • žák se seznámí s neznámějšími patologiemi NS • žák pracuje ve skupině
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • předpokladem je, že žáci některá onemocnění znají • žáci mají povědomí o negativním dopadu užívání návykových látek
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • zalamované kartičky s nemocemi • vytištěný obrys člověka ve formátu A2 • barevné papíry • mobilní telefon, tablety • sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. CHARAKTERISTIKA ONEMOCNĚNÍ – Žáci dostanou do dvojice kartičku s jedním onemocněním nebo duševní poruchou. Jejich úkolem bude na papír charakterizovat danou nemoc libovolným způsobem. Mohou použít například barvy pro vyjádření emocí nebo nakreslit panáčka, který danou patologií prožívá. Důležitým aspektem tohoto úkolu je následná kvalitní reprodukce spolužákům, jelikož hlavním cílem této aktivity je právě charakteristika dané nemoci ostatním, která proběhne následovně. Žáci se tam vzájemně seznámí s neznámějšími patologiemi, které jsem vybrala.

	<p>3. TVORBA PLAKÁTU – Další částí bude velice důležité téma, a to závislosti. Žáci nejprve vypíší na tabuli všechny závislosti, které znají. Žákům dám i prostor pro jejich případný názor. Následně se žáci rozdělí do třech skupin. K této aktivitě bude potřeba předkreslený obrys člověka, ideálně i s orgány pro efektivnější práci žáků. Žáci budou mít za úkol ve svých skupinách vyhledat zdravotní komplikace, které způsobuje nadměrné užívání drog, alkoholu a cigaret. Každá skupina bude mít svoji závislost. Informace mohou vyhledávat na svých mobilních telefonech nebo tabletech. Tyto informace a patologie se však budou týkat jednotlivých orgánů, aby bylo pro žáky zřetelné, jak moc nebezpečné jsou návykové látky. Veškeré informace žáci zapíší v bodech na barevný papír pro větší přehlednost a nalepí k orgánu panáčka. My jsme barvy zvolili následující, žlutá pro kouření, modrá pro alkohol a zelenou pro drogy. Soustředit by se měli primárně na patologii NS, ale zahrnou i jiné orgány, což jim zároveň poslouží jako opakování. Nutné je dbát, aby si žáci efektivně práci rozdělili.</p> <p>Předpokladem je, že žáci budou v této práci pokračovat i další hodinu,</p> <p>4. ZÁVĚR HODINY – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.</p>
Domácí příprava na další hodinu	Není
Poznámky	Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.

bolesti
hlavy

migréna

otřes
mozku

záněty mozku
(meningitida,
encefalitida...)

epilepsie

ochrnutí

dětská
mozková
obrna

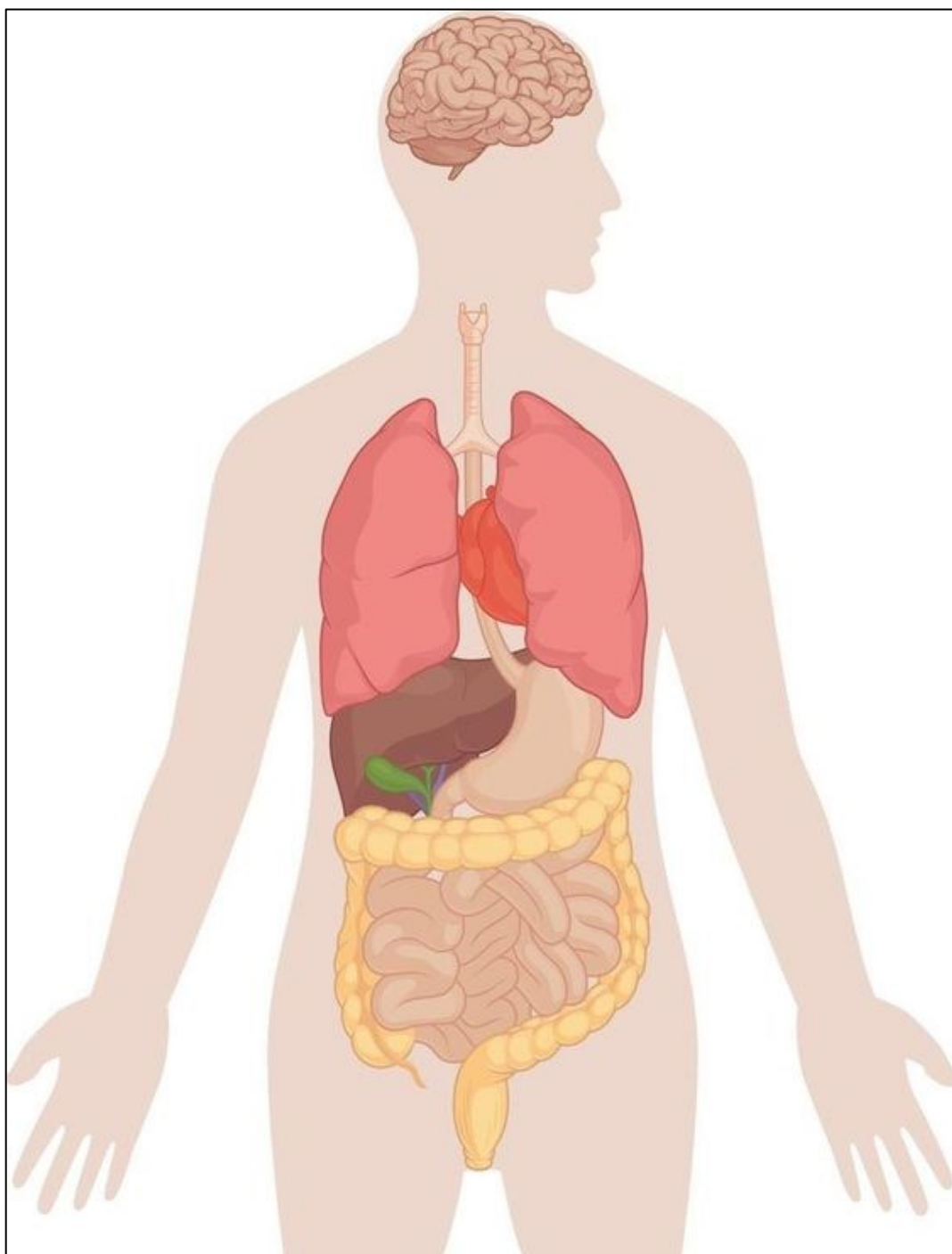
mozková
mrtvice

roztroušená
skleróza

Alzheimerova
nemoc

Parkinsonova
nemoc

duševní
poruchy



5

⁵ Anatomie du corps humain - cerveau, poumons, cœur, foie, intestins dessin. *Vecteezy*. [online]. [cit. 2024-07-06]. Dostupné z: <https://fr.vecteezy.com/art-vectoriel/2143962-corps-humain-anatomie-cerveau-poumons-coeur-foie-intestins-dessin>

Příprava na sedmou vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava – onemocnění – dokončení, prezentace
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák vyhledává a třídí informace • žák se seznámí s nejznámějšími patologiemi NS • žák pracuje ve skupině • žák prezentuje informace, které se dozvěděl
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • předpokladem je, že žáci některá onemocnění znají • žáci mají povědomí o negativním dopadu užívání návykových látek
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • vytištění obrys člověka ve formátu A2 • barevné papíry • mobilní telefon, tablety • sešit, učebnice, psací potřeby, lepidlo, projektor
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. DOKONČENÍ PLAKÁTU – Žáci v této hodině dokončí svůj plakát z minulé hodiny. U této aktivity je nutné počítat s dostatečnou u časovou rezervou. Jedná se o náročnější skupinovou práci, kde nutné dbát na maximální kooperaci v jedné skupině, ale i mezi nimi. V této hodině již žáci budou lepit jednotlivé informace na orgány, proto je nutné být v této části aktivní a dostatečně jim dopomout. 3. PREZENTACE PLAKÁTU – Po finálním dokončením plakátu bude následovat prezentace. Je několik možností prezentací: Já volím prezentaci po orgánech, kdy

	<p>začneme od mozku a každá skupinka řekne, jakou zdravotní komplikaci jejich závislosti.</p> <p>4. VYUŽITÍ PLAKÁTU – Výsledný plakát může mít různá edukační a preventivní využití. My jsme zvolili vyvěšení na chodbě školy, aby měl co největší využití a byl na očích co nejvíce žákům. Zároveň je motivační pro žáky, kteří plakát tvořili jeho následné využití</p> <p>5. ZÁVĚR HODINY – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.</p>
Domácí příprava na další hodinu	Není
Poznámky	Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.

Příprava na osmou vyučovací hodinu

Třída	8.A, 8.C
Téma hodiny	Nervová soustava – smysly
Cíle hodiny	<ul style="list-style-type: none"> • žák vyjmenuje smysly • žák pracuje ve skupině • žák provádí jednotlivé pokusy • žák zapisuje a vyhodnocuje, co pokusy zjistil • žák ověřuje teoretické poznatky
Prekoncept (východiska hodiny)	<ul style="list-style-type: none"> • smysly
Pomůcky	<p>Čich – borůvky, citrón, skořici, hrušku, jehličí, růži, eukalyptus, hřebíček, bazalku, zázvor, šátek</p> <p>Zrak – židle, okno, šátek</p> <p>Chut' – nastrohaná jablka a mrkev, šátek</p> <p>Hmat – šátek, libovolný předmět dle výběru žáků</p> <p>Sluch - https://www.szynalski.com/tone-generator/</p> <ul style="list-style-type: none"> • protokol pro každého žáka • psací potřeby
Rozpis výukových aktivit	<ol style="list-style-type: none"> 1. ÚVOD – S žáky se přivítám a zapíšu do třídní knihy. Následně žákům sdělím téma a cíle hodiny. 2. INSTRUKCE & POUČENÍ O BEZPEČNOSTI– Žáci se rozdělí do rovnoměrných čtveřic a připraví si pomůcky a dostatek pracovní plochy. Žáci již mají v tuto chvíli před sebou vlastní protokoly. Žákům předám nejprve bezpečnostní instrukce a následně jim vysvětlím úkoly. Žáci mají v protokolu poměrně stručné instrukce, takže

	<p>jim některé úkoly přiblížím. Žáci si mohou dělat do protokolu poznámky. S paní asistentkou budeme žákům celou dobu k dispozici. Nutné je žáky upozornit, aby si neříkali dojmy před tím, než daný pokus ověří i druhá dvojice, aby byla práce co nejefektivnější. Před volbou ochutnávky jsem si nejprve zjistila, zda nemá nějaký žák na některou potravinu alergii.</p> <p>3. ČICH – Dva žáci ze čtveřice mají v tuto chvíli zavázané oči. Já nebo AP druhé dvojici předloží jednu z námi připravených vůní a žáci budou čichem hádat, co cítí. Následně se vystřídají a své dojmy zapíší. Druhý ze dvojice jim řekne, zda uhodli vůni správně. Je nutné mít připraveno více vzorků.</p> <p>4. ZRAK – Žáci budou pracovat ve dvojicích. Nejprve si jeden z dvojice prohlédne panenku žáka před pokusem. Následně si jeden z dvojice si sedne čelem k oknu a na deset vteřin si přikryje oči. Druhý žák následně vyhodnotí změnu, kterou pozoruje na panence a svůj závěr si zapíše. Úkol udělá i druhý žák.</p> <p>5. CHUŤ – Celá skupina si zakryje oči a já s AP každé skupině rozdáme vzorky jablek a mrkví. Žáci nejprve ochutnají se zavázanýma očima a ucpaným nosem a následně jen se zavázanýma očima. Své dojmy si pak zapíší.</p> <p>6. HMAT – Jeden ze dvojice si zakryje šátkem oči a druhý žák mu předloží jím vybraný předmět, který bude hádat. Svůj výsledek si následně zapíše. Totéž udělá druhý ze dvojice.</p> <p>7. SLUCH – Poslední úkol bude dělat celá třída hromadně. Žákům pustím https://www.szynalski.com/tone-generator/, kdy začneme na hodnotě cca 450 Hz. Budu</p>
--	--

	<p>přidávat na intenzitě a žáci budou mít za úkol pozorovat, jakou nejvyšší hodnotu ještě slyší. Tuto hodnotu si zapíše do protokolu.</p> <p>8. ZÁVĚR HODINY – Žákům nastíním plán další hodiny, shrnu dnešní hodinu a rozloučím se.</p>
	Není
Poznámky	<p>Výuka probíhala ve třídě formou prezenční výuky.</p> <p>Námět ke cvičení zraku byl použit z následujícího zdroje: https://clanky.rvp.cz/wp-content/uploads/prilohy/2636/prakticke_namety.pdf</p>

EXPERIMENTÁLNÍ LABORATOŘ

jméno laboranta:

Vítej v experimentální laboratoři!

Čeká tě 5 úkolů, které prověří tvé smysly.

Pracovat budeš ve čtveřici, ale úkoly jsou cílené na dvojice.

U některých úkolů budeš začínat ty, ale některé si první zkusí kolegové.

Nenapovídejte si a neodhalujte si vzájemně závěry, ať jsou vaše

experimenty co nejpřesnější a máte z nich zážitek.

Zavaž si šátkem oči a hádej vůně,
které ti předloží spolužák.

zapiš, co jsi cítil/a:

Teď dej hádat spolužákovi vůně ty.



Posaď se čelem k oknu a zakryj si na
deset vteřin otevřené oči. Spolužák
bude sledovat, co se děje s tvou
panenkou. Totéž udělá i spolužák.

zapiš, co jsi na panence spolužáka
pozoroval/a:

Zavaž si oči a ucpi nos.
Co jsi právě ochutnal/a?

Teď ochutnej bez ucpaného nosu.
Co jsi ochutnal/a teď?



Rozhlédni se po třídě a připrav si pro
spolužáka jeden předmět, který bude
muset hmatem se zavázanýma
očima uhodnout. Snaž se, aby byl
originální.

Jaký předmět si nahmatal/a ty?

Poslouchej zvuky na interaktivní tabuli.

Sleduj hodnoty v Hz a nejvyšší
hodnotu, kterou jsi slyšel/a naposled si
zapiš.

slyšel/a jsem nejvíce _____ Hz



Příloha 4: Kompletní odpovědi pretestu.

K centrální nervové soustavě patří:	Jak se nazývá nervová	Mezi schopnosti nervových buněk patří:	Co je to reflex?
mozek a nervy	synapse	krycí schopnosti	nervová buňka v mozku
mozek a mícha	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	krycí schopnosti	nervová buňka v mozku
mozek a mícha	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	krycí schopnosti	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	nervová buňka v mozku
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a mícha	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	odpověď organismu na podráždění
mozek a mícha	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
pouze mozek	synapse	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	vzruch
pouze mozek	dendrit	krycí schopnosti	dotyk nervů
mozek a nervy	dendrit	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	nervová buňka v mozku
pouze mozek	synapse	krycí schopnosti	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	přenášení živin	odpověď organismu na podráždění
mozek a nervy	neuron	přenášení živin	odpověď organismu na podráždění
mozek a mícha	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neurit	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek a nervy	synapse	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	vzruch
mozek, mícha a nervy	neuron	přenášení živin	dotyk nervů
mozek a nervy	synapse	krycí schopnosti	nervová buňka v mozku
mozek a nervy	synapse	krycí schopnosti	vzruch
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	nervová buňka v mozku
mozek a mícha	neuron	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	dotyk nervů
mozek a nervy	neurit	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a nervy	neurit	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	vzruch
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a mícha	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neurit	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek, mícha a nervy	neurit	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	dotyk nervů
mozek a mícha	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	dotyk nervů
mozek a nervy	neurit	krycí schopnosti	vzruch
mozek a nervy	neurit	dráždivost a vodivost	vzruch
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	nervová buňka v mozku
pouze mozek	neuron	přenášení živin	dotyk nervů
pouze mozek	neuron	přenášení živin	vzruch
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	přenášení živin	nervová buňka v mozku
mozek a nervy	synapse	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	vzruch
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek, mícha a nervy	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
mozek a mícha	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
pouze mozek	neuron	dráždivost a vodivost	odpověď organismu na podráždění
pouze mozek	neuron	krycí schopnosti	dotyk nervů

Kde se nachází centrum vyšší nervové činnosti?	Obvodovou nervovou soustavu tvoří:	Nepodmíněný reflex je:
v mezimozku	mozek	vrozený i získaný
v mozečku	všechny nervy kromě mozku a míchy	vrozený
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	vrozený
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	nacvičený
v mozečku	mozek, mícha a nervy	získaný
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v mozečku	mozek, mícha a nervy	získaný
v mezimozku	nervy a prodloužená mícha	vrozený
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v celém koncovém mozku	všechny nervy kromě mozku a míchy	vrozený
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	vrozený
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	nacvičený
v celém koncovém mozku	všechny nervy kromě mozku a míchy	získaný
v mezimozku	mozek, mícha a nervy	nacvičený
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	získaný
v mezimozku	nervy a prodloužená mícha	nacvičený
v mozečku	mozek, mícha a nervy	nacvičený
v mezimozku	nervy a prodloužená mícha	nacvičený
v mezimozku	nervy a prodloužená mícha	nacvičený
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	vrozený
v celém koncovém mozku	nervy a prodloužená mícha	vrozený
v mezimozku	mozek	nacvičený
v prodloužené míše	mozek, mícha a nervy	získaný
v mozečku	mozek	vrozený i získaný
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	získaný
v mezimozku	mozek, mícha a nervy	získaný
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	nacvičený
v celém koncovém mozku	všechny nervy kromě mozku a míchy	vrozený i získaný
v mezimozku	mozek	vrozený i získaný
v mezimozku	nervy a prodloužená mícha	získaný
v prodloužené míše	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	získaný
v mozečku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	vrozený
v mezimozku	všechny nervy kromě mozku a míchy	vrozený
v mezimozku	všechny nervy kromě mozku a míchy	vrozený
v mozečku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v mozečku	nervy a prodloužená mícha	vrozený
v mezimozku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v mozečku	mozek, mícha a nervy	vrozený i získaný
v prodloužené míše	nervy a prodloužená mícha	vrozený i získaný
v prodloužené míše	všechny nervy kromě mozku a míchy	získaný
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	vrozený
v mezimozku	mozek, mícha a nervy	vrozený
v mezimozku	mozek, mícha a nervy	vrozený
v prodloužené míše	nervy a prodloužená mícha	vrozený i získaný
v celém koncovém mozku	všechny nervy kromě mozku a míchy	nacvičený
v mozečku	mozek	nacvičený
v mezimozku	nervy a prodloužená mícha	vrozený
v mozečku	všechny nervy kromě mozku a míchy	vrozený i získaný
v mozečku	mozek, mícha a nervy	získaný
v celém koncovém mozku	mozek, mícha a nervy	získaný

Podmíněný reflex je:	V kůži jsou čidla:	Dlouhý výběžek nervové buňky se nazývá:
vrozený i získaný	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neuron
vrozený i získaný	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
dotyk nervových zakončení	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
vrozený i získaný	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
dotyk nervových zakončení	světla, tlaku, bolesti a chladu	neurit
vrozený	zvuku, chladu, tlaku a tepla	synapse
dotyk nervových zakončení	zvuku, chladu, tlaku a tepla	synapse
naučený	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neurit
vrozený	zvuku, chladu, tlaku a tepla	synapse
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
dotyk nervových zakončení	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	synapse
naučený	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	synapse
vrozený i získaný	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neuron
dotyk nervových zakončení	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neuron
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
naučený	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	neurit
dotyk nervových zakončení	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	neurit
naučený	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neuron
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
dotyk nervových zakončení	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
vrozený i získaný	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	neuron
vrozený i získaný	světla, tlaku, bolesti a chladu	neurit
dotyk nervových zakončení	zvuku, chladu, tlaku a tepla	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurit
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrit
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neuron
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
dotyk nervových zakončení	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	synapse
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
naučený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse
vrozený	zvuku, chladu, tlaku a tepla	synapse

Krátké výběžky nervové buňky se nazývají:	Napiš 4 onemocnění nervové soustavy
dendřity	Zápal plic
dendřity	retardace ,mrtvice mozku
dendřity	Skřípnutý nerv, dětská obrna epilepsie
synapse	Alzheimer, epilepsie, retardace, mrtvice
synapse	Alzheimerova choroba, Amyloidóza, Bolest hlavy, Cévní mozková příhoda,
dendřity	Bolest hlavy, zapomínání,
synapse	bolest hlavy, obrna, únava, mozková příhoda
synapse	Bolest hlavy cévní mozková příhoda dětská mozková obrna epilepsie
neurony	Bolest hlavy cévní mozková příhoda dětská mozková obrna epilepsie
dendřity	bolest hlavy, alzheimer, dětská obrna, mozková příhoda
dendřity	Bolest hlavy, Alzheimerova choroba, Dětská mozková obrna, epilepsie
synapse	bolest hlavy, obrna, únava, mozková příhoda
dendřity	Decká mozková obrna, amilodia, cévní mozková příhoda, bolest hlavy
synapse	Infarkt obrna alzheimer
neurony	infarkt, obrna, Alzheimer, bolest hlavy
neurony	infarkt, migréna, alzheimer, parkinsonova
synapse	Infarkt, obrna, bolest hlavy, alzheimer
synapse	Křeče ,přetrhnutý nerv ,
synapse	Křeče, přetrhnutí nervy,
neurity	Nádor, přerušeni míchy
synapse	Necitění bolesti, nádor
synapse	Nevím
synapse	Nevím
neurony	Nevím
synapse	Nevím
dendřity	Nevím
synapse	nevím
neurity	nevím
synapse	nevím
synapse	nevím
neurity	nevím
dendřity	nevím
neurity	Ochmuti
neurony	Ochrnutí odrenina rakovina a
synapse	Ochmuti, nádor na mozku, zánět mozkových buněk, otřes mozku
neurony	Přerušeni míchy, nádor, poškození mozku obrna
neurony	Přerušeni míchy, poškození mozku, přetržení nervu, obrna
neurony	Rakovina
synapse	Rakovina
neurity	Rakovina mozku
neurony	Rakovina porušeni míchy
dendřity	rakovina preruseni michx nador
synapse	Rakovina, porušeni míchy
synapse	Rakovina, Aids haimer, porucha, obrna
neurity	Rakovina, epilepsie, dětská mozková obrna obrna, alshaimer
neurity	Rakovina, epylepsie, detska mozkova obrna, alzheimrova nemoc
synapse	rakovina, natrzeni, nádor, narušení mozku
synapse	retardace epilapsie mozkova mrtvice alzheimer
neurony	Retardace, rakovina, alzheimer, migrény
dendřity	Tik, ztrata zraku, jecne zrno, sedy zakal
neurity	Zachvatová onemocnění nervového systému
dendřity	Zánět rakovina alzhajmr bolest hlavy
neurity	Zranění míchy, nervů

Jaké máme smysly?	Uveď několik negativních účinků alkoholu na nervovou soustavu:
Nevim	nevim
zrak ,čuch, sluch	poskození mozku
Čich, hmat, sluch, citlivost, chute, zrak...	Odumření nervu, nicení mozkových buněk
Chuf,čich,hmat,	Mrtvý nervi
hmat cich chut sluch zrak	duševní onemocnění včetně úzkostí, deprese, psychóz či demence
Chuf,hmat,čich,zrak,sluch	Opilost
chuf hmat čich sluch zrak	otrava, strana paměti
Čich hmat sluch zrak chuf	Skodí nervové soustave
Čich hmat sluch zrak	Škodí nervům
chut, hmat, čich, zrak, sluch	ničí mozkové buňky, ovlivňuje pohyb
Hmat, sluch, chuf, čich, zrak	Zpomalené reflexy, snížení pozornosti
chuf,hmat,čich,sluch,zrak	otrava, si mimo
Chuf hmat cich zrak sluch	Němost ztráta paměti
Čich hmat chuf zrak sluch	Opilost rozmazané vidění zmatenost ničení jater
zrak, chuf, hmat, čich, sluch	opilost, rozmazane videni, zmatenost, niceni jater
chuf,čich,hmat,sluch,zrak	vidíme rozmazane
Zrak,čich,chuf,hmat,sluch	Opilost, rozmazane videni, zmatenost, niceni jater
Zrak , čich, chuf , hmat	Ovlivňuje její fungování
Hmat,čuch,sluch,zrak,chuf	Negeativní učinek na chování organismu
Hmat,čich,chuf,sluch,vidění	Opilost
Hmat, čich, zrak, sluch, chuf	Alkohol zabijí buňky a taky přináší škodliviny do těla
Nevim	Nevim
Nevim	Nevim
nevim	gidagidydidagidao
Nevim	Vetší chytrost
Hmat sluch chuf zrak čuch	nevom
čuch,hmat,sluch	nevim
nevim	nevim
nevim	nevim
chuf čich hmat zrak sluch	nepozornost
Chuf 🍷 Hmat 🍷 čich 🍷 sluch 🍷	Třeba mám odumírání mozkové buňky nebo to něco 🍷🍷🍷
chuf dotyk hlas sluch nosování	zmatenost
Čichaci, chutové	Ztrata paměti
Čich sluch zrak hmat chuf	nevim
Čich, sluch, hmat, chuf, zrak	4 - Zkracuje paměť, snižuje pozornost, snižene vnímání dějů, deprese
Chuf , Čech, zrak , hmat	Zabijí to mozkové buňky ,
Čich, hmat, chuf, sluch, zrak	Zabijí to mozkové buňky v mozku
Smysly	Rakovina
Vnímání bolesti a teploty	Nemoci
Smyslové	Opilost
Chmat čich chuf sluch	opilost
čich hmat sluch chuf vidění	agresivita
Chuf, hmat , čich, hmat, zrak	Opilost
Zrak,hmat,čich,chuf	Rakovina
Čich, sluch, hmat, zrak, chuf	Spomalení reflexů, zhorseni vnimani
čich, sluch, hmat, zrak, chuf	Spomalení reflexu, zhorseni vnimani
čich, sluch, hmat, vidění, chuf	pomalá reakce
nevim	nervy umrou
Zrak, chuf, sluch, čich, hmat	3 -Opilost, zmatenost, jaterní cirhoza
Chuf , čich, zrak, hmat, sluch	Necitlivost, horsi videni
Hmat chlad teplo vidění sluchové chutové dotykové pachové čichové	Nevim
Hmat chuf čich a sluch	Dejší reakce nedostatek rozumu
Hmat, sluch čich chuf	Můžem se zranit cévu

Jaký smysl pro člověka je nejdůležitější:	Jaké rozlišujeme chutě?	Kde jsou uloženy čichové buňky?
Hmat	Nvm	V oku
zrak	sladke slane kysele	v nosu
Zrak	Kysele, slane, sladke, masove...	nevl
nevím	Sladké slané kyselý	V nosu
zrak	horcky slany sladky	v nosu
Vsechny	Sladký slaný kyselý hořký	V nose
zrak	pálive , hořké sladké kysele	v nosu
Zrak	Sladky kyselý hořky slany	V nosu
Zrak	Slaný sladké	V nose
zrak	sladká, slaná, hořká, kyselá	nosní dutina
Zrak	Slaná, sladká, hořká, kyselá, umami	V nosní dutině
zrak	nevím	v nosu
Zrak	Slaná sladká hořká umami kyselá	V nose
Hmat	Sladká slaná hořká kyselá palivá	V nose
zrak	slany, sladky, horcky, kyselý, palivy	v nosní dutině
zrak	kyselá sladká hořká a slaná	v nosu
Chut	Kyselá, palivá, hořká, sladká, slaná	Nos
Zrak	Sladká ,slaná ,kyselá ,hořká ,umami	V nosu
Zrak	Slaný,sladká,kyselá,hořká,	V nose
Zrak	Slaný,sladký,kyselý,pepř, pálivý	Do nosu
Zrak	Slané, sladké, hořké, kiselé, umami	V nose
nevím	Nevím	Nevím
Nevím	Nevím	Nevím
nevím	nevím	nevím
nevím	nevím	Uchu
Hmat	Slaná sladká hořká omami	V nose
zrak	slané,sladké,hořké	v nose
Nevím	Nevím	Nevím
nevím	Kraken	nevím
zrak	slaná sladká hořká kyselá	nevím
nevím	Sladké,slané,pálivé, kyselé UMAMI	V nose asi ? * * *
zrak	dobře palive nedobře sladke kysele	v nosu
Zrak	Sladké,slane,kysele	V nosu
Zrak	Kyselá sladká hořká umami	nose
Zrak	Sladká, slaná, hořká, kyselá, onami	V kořenu nosu
Zrak	Sladká, slaná , hořká , Kyselá , umami	V nosu
Zrak	Sladkou, slanou, hořkou, kyselou, umami	V nosu
nevím	nevím	nevím
nevím	Slané sladké a kyselé	Nevím
zrak	V puse nebo-li slaný sladký a hořký	V mozku
Chmat	U Mami hořkost sladkost slanost	V nosu
hmat	sladke slane horke kysele	v nose
Hmat	Sladký, umami, slaný , hořký, kyselý	v nosu
Zrak	Slaná,hořká,kyselá a sladká	V mozku
Sluch	Slané,sladké,kyselé,hořké	V nose
Sluch	Slane,sladke,kysele,horke	V nose
hmat	sladké,slané,hořké,kyselé,pálive	v nose
dotyk	sladke kysele horske a slane	v nosu
Zrak	Sladká, slaná, Kyselá, hořká	V nose
Zrak	Sladke,slane,palive,kysele,horke	V nose
zrak	Sladke kyselen slané hořké	V nosní dutině
Zrak	Sladká slaná kyselá hořká a umami	V nosu
Hmat	Sladký, kyselí, hořký,	V nose

Příloha 5: Kompletní odpovědi posttestu.

Kde se nachází centrum vyšší nervové činnosti	Mezi schopnosti nervových buněk patří:	Jak se nazývá nervová buňka
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	přenášení živin	neuron
v mezimozku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neurit
v prodloužené míše	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	krycí schopnosti	neuron
v prodloužené míše	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neurit
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	neuron
v prodloužené míše	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	neuron
v mozečku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	neuron
v mozečku	přenášení živin	neuron
v mozečku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	krycí schopnosti	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	přenášení živin	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v prodloužené míše	přenášení živin	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron
v mezimozku	přenášení kyslíku a oxidu uhličitého	neuron
v celém koncovém mozku	dráždivost a vodivost	neuron

Nepodmíněný reflex je:	V kůži jsou čidla:	Krátké výběžky nervové buňky se nazývají:	Dlouhý výběžek nervové buňky se nazývá:
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurity	dendrit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
nacvičený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
nacvičený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurity	synapse
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	dendrit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurity	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neuron
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
vrozený	zvuku, chladu, tlaku a tepla	dendrity	synapse
nacvičený	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	neurony	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
nacvičený	světla, tlaku, bolesti a chladu	dendrity	synapse
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurony	neuron
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurony	neuron
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	chuti, bolesti, tlaku a zvuku	synapse	dendrit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	neurity	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neuron
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	synapse
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	synapse
získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	synapse	dendrit
vrozený i získaný	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neuron
vrozený	tepla, bolesti, tlaku a chladu	dendrity	neurit

Napiš 4 onemocnění nervové soustavy
otřes mozku,epilepsie,skleróza
Alzheimerova nemoc, Parkinsonova, Dětská obrna, epilepsie
neurózy, psychózy, dětská mozková obrna, zánět mozkových blan
Infarkt,obrna,bolest hlavy, Alzheimer
Infarkt, obrna, alzheimer, migréna
obrna,infarkt,alzheimer,bolest hlavy
Infarkt,alzheimer,obrna,bolest hlavy
Infarkt,obrna,alzheimer bolest hlavy
infarkt, obrna, alzheimer, bolest hlavy
Rakovina šedý zákal otřes mozku slepota
nebk
Epilepsie, dětska obrna, migréna, roztroušena skleróza
adhd, záchvaty, mozková obrna, degenerace
Parkinsonova choroba
Epilepsie ,bolest hlavy,migréna,skleróza ,nadory
Infarkt,obrna,Alzheimer,bolest hlavy
mozkova mrtvice, onemocneni jater, migrena, encefalitida, nadory
Infarkt, obrna, bolest hlavy, alzheimer
Zánět,nádor,mozková mrtvice,ochrnutí,ochromení,obrna
Nádor epilepsie encefalitida mozková mrtvice
mentální postižení (ZTP) zdravotně tělesně postižení,ochrnutí způsobeno poškozením mychi.
rakovina
Alzheimer obrna bolest hlavy infarkt
infarkt, obrna, Alzheimer, bolest hlavy
Infarkt obrna
infarkt,obrna,alzheimer,bolest hlavy
Rakovina ochrnutí ochabnutí smrt
Alzheimerova choroba.Amyloidóza.Bolest hlavy.Cévní mozková příhoda.Chronický únavový syndrom.
Bolest hlavy, mozková mrtvice,Obrna,Migrena
bolest hlavy cévní mozková příhoda amyloidoza
mrtvice,ochrnutí ,epilepsie,zánět
Obrna , mozková mrtvice , poškození nervu , otřes mozku , epilepsie
Infarkt obrna alzheimer bolest hlavy
Bolest hlavy, cévní,amyloidoza,dekompenze,
Encefalitida migréna epilepsie otřes mozku
Epilepsie otřes mozku
Bolest hlavy, dekompenzní nemoc, Alzheimerova choroba. Amyloidóza.
epilepsie,bolest hlavy,mozkova mrtvice,alzheimerova nemoc
Epilepsie obrna migréna skleróza
Epilepsie,bolest hlavy,mozková mrtvice,alzheimerova nemoc
Epilepsie, nádor na mozku, ochrnutí, alzheimer, Downův syndrom
Mozková mrtvice, duševní porucha, otřes mozku, epilepsie
Obrna, mozková mrtvice, poškození nervů, otřes mozku
záchvaty adhd mozkova obrna degenerativní
infarkt obrna bolest hlavy alzheimer
infarkt,obrna,alzheimer, bolest hlavy
otřes mozku,migréna,epilepsie,parkinsonova choroba
infarkt,parkinsonova nemoc,migréna,alzheimer
Rakovina
Rakovina poranění míchy ochrnutí
Bolest hlavy, dětská mozková obrna, diabetická neuropatie
Cévní mozková příhoda ,dětská mozková obrna ,epilepsie ,otřes mozku
otřes mozku, migréna, alzheimer, skleróza

Uved' nekolik negativnich ucinku alkoholu na nervovou soustavu:
Odumirani bunek
Zpomaleny reflexy, zpomalené myšlení, ovlivňuje emoce, krátkodobá paměť, špatná koordinace
Úbytek nervových buněk
Opilost, rozmazané vidění, zmatenost, ničení jater
Opilost, rozmazané vidění, zmatenost
Opilost, zmatenost, ničení jater
Opilost, ničení jater, zmatenost
Opilost, zmatenost, rozmaz. vidění
Opilost, rozmazané vidění, zmatenost, ničení jater
Játra nepozornost nemotornost
nevím
Časté zapomínání, ztráta IQ, problém s koordinací
nestabilita,
Snížena koordinace a rovnováha a oslabena pamet
Zhorskene vnimani, poruchy erekce,
Opilost, rozmazané vidění, zmatenost, ničení jater
porucha zraku, porucha spanku, onemocneni jater, porucha pozornosti
Opilost, rozmazané vidění, zmatení, ničení jater
Pomalejší vnímání, rozmazaný obraz, neschopnost předpovídat
Porucha spanku porucha pozornosti
zmena a koordinace tela a pohyb, poskození jater, problémy s prijmanim informaci, spatny zrak, nevilnosti a zavrate celkovi pohyb tela motani tela.
zničení jater
Zmatenost opilsti ničení jater
Opilost, rozmazané vidění, zmatenost, , ničení jater
Ničení jater zmatení
Opilost, rozmazane videni, zmatenost, niceni jater
Bláznivosti motání se
cirhóza, jater kardiovaskulární onemocneni rakovina nemoci trávici soustavy
nevím
ovlivňuje emoce
motání se, zvracení
Zabijí mozkové buňky, stracení rovnováhu, nevnima
Opilost rozmazané vidění
Ovlivňuje emoce
Závislost
Bolesti hlavy
Rakovina, Úbytek kostní hmoty a tím i riziko zlomenin. Oslabení imunity Onemocnění srdce a cév, Nadváhu,
zpomalene reflexi
Zmatení mysli
Rozmazané vidění,
Odumírání bunek, deprese
☹️ Rychle zapomínáme, nevnímáme, zanikají mozkové buňky
Zabijí mozkové buňky, ztrácíme rovnováhu a nevnímeme
zmatenost
Opilost
Opilost, rozmazane videni, zmatenost, niceni jater
motáme se a neumíme držet rovnováhu
motáme se, rozmazané vidění
Zavislost
Odejde mozeček a blbě chodíš
Deprese psychóz
Ovlivňuje rovnováhu, myšlení, schopnost mluvit
duševní problémy, deprese, demence, psychozy

Jaké máme smysly?	Jaký smysl pro člověka je nejdůležitější?	Kde jsou uloženy čichové buňky?	Jaké rozlišujeme chutě?
Zrak,čich,sluch,hmat,chuť	Zrak	nos	Sladká,slaná,kyselá,hořká,umami
Zrak, chuť, čich, hmat, sluch	Zrak	Dutina nosní	Slaná,sladká,kyselá,hořká,umami
Čich, chuť, hmat, zrak, sluch	Zrak	Dutinách nosní	Sladká, slaná, hořká, kyselá
Zrak,čich,chuť,hmat,sluch	Zrak	Dutině nosní	Hořká,sladká,slaná,kyselá,pálivá,Umami
Zrak, čich, chuť, hmat, sluch	Zrak	Nos	Slaná, sladká, hořká, kyselá
zrak,čich,hmat,chuť,sluh	zrak	noš	sladké, slané,hořké ,kyselé , korenene
Hmat,čich,chuť,sluch,zrak	Zrak	Nos	Sladké,slane,palivě,kysele
Hmat,zrak,chuť,sluch,čich	Zrak	Nos	Umami,sladke,hořké,kysele ,palivě,
hmat, čich, zrak, chuť, sluch	zrak	nos	slaná, sladká, pálivá, hořká, umami
Čich zrak sluch hmat chuť	Zrak	Nosohltanu	Hořké sladké umami slaný kyselé
čich chuť hmat zrak sluch	zrak	v nose	sladka kyselá hořka paliva slana
Čich, chuť, zrak, hmat, sluch	Zrak	Strop nosní dutiny	Slaná, sladká, kyselá, hořká, umami
hmat, čich, chuť, sluch, zrak	zrak	stropě nosní dutiny	sladkost, slanost, kyselost, hořkost, umami
Zrak, sluch, hmat	Zrak	V cichovem epitelu	Sladka, slana, kyselá
Chuť,čich,zrak,hmat,sluch	Zrak	V dutine nosni	Sladka slana horka paliva kyselii umami
Chuť,hmat,zrak,sluch,čich	Zrak	V dutině nosní	Kyselá,paliva,hořká,sladká,umami,spana
SLUCH,ZRAK,ČICH,CHUŤ,HMAT	ZRAK	v dutině nosní	slané, sladké, hořké, kyselé a patá chuť UMAMI
Sluch, čich, zrak, sluch	Zrak	V dutině nosní	Sladká, slaná, hořká, kyselá
Čich,chuť,hmat,zrak	Zrak	V dutině nosní	Sladká,slaná,kyselá,hořká a ještě jedna
Zrak chuť čich hmat sluch	Zrak	V dutině nosní	Sladká kyselá hořká umami slaná
zrakove,hmatove,sluchove,dychaci	zrakovi	v dutine nosni a celkovem nosu ce	kysele,horke,sladke,palive(palive)
hmat chut dotyk zrak sluch	dotyk	v nose	sladkw kysele horke
Hmat sluch zrak čich chuť	Zrak	V nose	Umami sladká slaná hořká kyselá
sluch, čich, chuť, zrak, hmat	zrak	v nose	slané, sladké, kyselé, hořké, palivý, UMAMI
Čich zrak chuť sluch hmat	Zrak	V nose	Umami kyselá sladká slaná hořká
chuť,sluch,zrak,hmat,čich	zrak	v nose	sladka, slana,kyselá,paliva,horka,umami
Hmat chuť dotyk čich sluch	Zrak	V nose	Kyselé sladké hořké slaneé uuuuu mmmmaaaa
Chuť,zrak,čich,hmat,	Zrak	V nose	Pálivá,umami,kyselá,sladká,hořká
Chuť,Zrak,Čich,Sluch,Hmat	Zrak	V nose	slané,sladké,hořké,
zrak sluch chut cich hmat	zrak	v nose	sladky slany
čich ,hmat,zrak,sluch,chuť	zrak	v nose	kysele,sladké ,hořké ,korenene
Zrak čich chuť sluch hmat	Zrak	V nose	Sladká slaná paliva horka umami kyselá
Chuť zrak hmat sluch čich	Zrak	V nose	Sladký Slaný kyselý
Zrak sluch čich hmat sluch	Zrak	V nose	Sladký slaný kyselý
Chuť zrak čich sluch hmat	Zrak	V nose	Kyselý sladký horký a slaný
Chuť sluch hmat zrak	Zrak	V nose	Kyselý sladký horký chladní
Chuť, sluch zrak hmat čich	Zrak	V nose	Slaná, hořká, sladký, kyselá a umami
sluch,čich,zrak,chuť,hmat	zrak	v nosni dutine	slane,sladke,kysele,horke,palive
Čich hmat chuť sluch zrak	Zrak	V nosní dutině	Slaná sladká umami hořká kyselá
Sluch,zrak,čivh,chuť,hmat	Zrak	V nosní dutině	Sladke,slane,kysele,horke,pálivé
Sluch, hmat, čich, zrak chut	Hmat	V nosní dutině pod čelním lalokem	Slané, hořké, kyselé, umami, sladké
Hmat, čich, zrak, chuť, sluch	Zrak	V nosohltanu	sladká, slaná, umami, hořká, pálivá, kyselá
Čich, hmat, sluch, zrak, chuť	Zrak	V nosohltanu	Slaná, sladká, hořká, palivá, umami, kyselá
hmat cich chut sluch zrak	zrak	v nosu	umami palive hořky sladky
zrak cich sluch chut s cyt kuze	zrak	v nosu	na sladke kysele slane horke
hmat,zrak,sluch,chuť,čich	zrak	v nosu	Kyselou,slanou,horkou,sladkou a umami
sluch,čich,hmat,chuť a zrak	zrak	v nosu	slaná,sladká,hořká,kyselá a kombinace
zrak,chuť,hmat,zrak,sluch	zrak	v nosu	kysele,sladka,slana,horka
Zrak,chuť,hmat,čich	Zrak	V nosu	Umami,kyselé,sladký,slaný,hořký
Zraku sluchu hmatu čichu	Hmat	V nosu	Sladký kyselí hořký umami
Čich zrak chuť sluch	Zrak	Ve stropě nosní dutiny	Kyselou sladkou slanou
Sluch ,zrak ,čich ,huť ,hmat	Zrak	Ve stropě nosní dutiny	Slaná ,sladka ,kyselá ,hořká ,umami
zrak, čich, chmat, chuť sluch	zrak	Ve stropě nosní dutiny	umami, kyselou, slanou, hořkou, sladkou

Které aktivity Tě naopak nebavily? Můžeš zaškrtnout až 5 odpovědí.
skupinová práce na téma reflexy, modelování míchy, tvorba myšlenkové mapy, laboratorní cvičení na smysly
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, videoukázka synapse, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, výklad učitelky
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, tvorba myšlenkové mapy, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, výklad učitelky
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, videoukázka synapse, práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
videoukázka synapse, práce s textem, laboratorní cvičení na smysly
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, práce s textem, modelování míchy, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, charakteristika onemocnění NS
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, skupinová práce na téma reflexy, ústní prezentace
videoukázka synapse, modelování míchy, charakteristika onemocnění NS, laboratorní cvičení na smysly
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, práce s textem, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, tvorba myšlenkové mapy, laboratorní cvičení na smysly
vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, výklad učitelky
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, tvorba plakátu na části mozku, tvorba plakátu na škodlivost návykových látek
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, tvorba plakátu na části mozku, tvorba plakátu na škodlivost návykových látek
vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, vyhledávání informací - sám i ve skupině, modelování míchy, tvorba myšlenkové mapy
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, práce s textem, výklad učitelky
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, tvorba myšlenkové mapy, výklad učitelky
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem
vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, ústní prezentace
laboratorní cvičení na smysly
brainstorming na jednotlivá témata, skupinová práce na téma reflexy, ústní prezentace, laboratorní cvičení na smysly
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, skupinová práce na téma reflexy, tvorba plakátu na části mozku
brainstorming na jednotlivá témata, popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, laboratorní cvičení na smysly
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, vyhledávání informací - sám i ve skupině, výklad učitelky, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, práce s textem, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, videoukázka synapse, práce s textem, tvorba myšlenkové mapy, ústní prezentace
videoukázka synapse, práce s textem, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, videoukázka synapse, vyhledávání informací - sám i ve skupině, výklad učitelky
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, tvorba myšlenkové mapy, výklad učitelky, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, vyhledávání informací - sám i ve skupině, modelování míchy, výklad učitelky, tvorba plakátu na části mozku, ústní prezentace
videoukázka synapse, práce s textem
videoukázka synapse, práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, práce s textem, laboratorní cvičení na smysly
brainstorming na jednotlivá témata, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, práce s textem, tvorba myšlenkové mapy, tvorba plakátu na části mozku, ústní prezentace
videoukázka synapse, skupinová práce na téma reflexy, práce s textem
práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, videoukázka synapse, tvorba myšlenkové mapy
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, videoukázka synapse, vyhledávání informací - sám i ve skupině, práce s textem, modelování míchy, tvorba plakátu na části mozku
videoukázka synapse, výklad učitelky, tvorba plakátu na části mozku
popis částí NS - neuron, mícha, reflexní oblouk, skupinová práce na téma reflexy, vyhledávání informací - sám i ve skupině
ústní prezentace, laboratorní cvičení na smysly
práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
brainstorming na jednotlivá témata, tvorba plakátu na škodlivost návykových látek
práce s textem, výklad učitelky, ústní prezentace
práce s textem, tvorba myšlenkové mapy, ústní prezentace
videoukázka synapse, tvorba plakátu na části mozku, laboratorní cvičení na smysly
tvorba myšlenkové mapy, výklad učitelky, ústní prezentace