

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Karolína Molková

**Endokrinní systém člověka – příprava motivačních úkolů, pokusů
a her**

Olomouc 2022

Vedoucí práce: Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Mgr. Evy Jahodářové, Ph.D., s využitím bibliografických a elektronických zdrojů citovaných v práci. Tato práce byla zpracována v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Olomouci dne

.....

(vlastnoruční podpis)

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala Mgr. Evě Jahodářové, Ph.D. za její odborný dohled, cenné rady a trpělivost, kterou mi při vedení mé bakalářské práce poskytla. Mé poděkování patří též Mgr. Aleně Vláčilové za její ochotu a spolupráci při tvorbě didaktických her. Dále děkuji Mgr. Markétě Pišové za její cenné rady poskytnuté při sepisování didaktické části bakalářské práce. V neposlední řadě patří velké poděkování mé rodině a přátelům, bez kterých bych tuto práci nemohla dokončit. Jmenovitě děkuji Štěpánu Hradilovi, Kristýně Kratochvílové, Janě Sabové a Tereze Klaškové.

Obsah

1 ÚVOD	6
2 CÍLE PRÁCE	8
3 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU ČLOVĚKA	9
4 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA HORMONŮ	9
5 CHARAKTERISTIKA ENDOKRINNÍCH ŽLÁZ S POPISEM VYBRANÝCH HORMONŮ	10
5.1 PODVĚSEK MOZKOVÝ	10
5.1.1 PŘEDNÍ LALOK PODVĚSKU MOZKOVÉHO (ADENOHYPOFÝZA)	10
5.1.2 RŮSTOVÝ HORMON	11
5.1.3 STŘEDNÍ LALOK PODVĚSKU MOZKOVÉHO	12
5.1.4 ZADNÍ LALOK PODVĚSKU MOZKOVÉHO (NEUROHYPOFÝZA).....	12
5.2 ZASTOUPENÍ HYPOTHALAMU V ENDOKRINNÍM SYSTÉMU	12
5.3 ŠÍŠINKA	13
5.3.1 MELATONIN	14
5.4 ŠTÍTNÁ ŽLÁZA S PŘÍŠTÍTNÝMI TĚLÍSKY	15
5.4.1 PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA	16
5.4.2 TYROXIN	16
5.5 BRZLÍK	17
5.6 NADLEDVINY	18
5.6.1 ADRENALIN A NORADRENALIN.....	19
5.7 LANGERHANSOVY OSTRŮVKY SLINIVKY BŘIŠNÍ	20
5.7.1 INZULIN A GLUKAGON	21
5.8 POHLAVNÍ ŽLÁZY	22
5.8.1 MUŽSKÉ POHLAVNÍ ŽLÁZY	23
5.8.2 TESTOSTERON	23
5.8.3 ŽENSKÉ POHLAVNÍ ŽLÁZY	25
5.8.4 ESTROGEN A PROGESTERON	25
5.9 PLODOVÉ LŮŽKO	27
5.9.1 CHORIOVÝ GONADOTROPIN	27
6 DIDAKTICKÁ VÝCHODISKA	28
6.1 VYMEZENÍ KURIKULA	28

6.1.1 ZAŘAZENÍ TÉMATU DO KURIKULÁRNÍHO DOKUMENTU RVP	29
6.2 OBSAHOVÁ ANALÝZA UČEBNIC.....	29
6.3 CHARAKTERISTIKA VÝUKOVÝCH METOD	35
6.4 UČEBNÍ ÚLOHY	40
6.4.1 TAXONOMIE UČEBNÍCH ÚLOH	40
6.5 KLÍČOVÉ KOMPETENCE	42
6.6 ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY VÝUKY	45
6.7 METODICKÉ LISTY.....	47
6.7.1 ALFABOX	48
6.7.2 SÍŤ NEURONŮ	60
6.7.3 LIDSKÉ TĚLO JAKO VÝTVOR HORMONŮ	70
6.7.4 KAHOOT!	86
6.7.5 OVĚŘ SI SVÉ ZNALOSTI.....	110
6.7.6 O TITUL ZLATÉ ŽLÁZY	128
6.7.7 POZNÁŠ, CO JSEM?	148
7 ZÁVĚR	160
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	161
8.1 LITERÁRNÍ ZDROJE	161
8.2 INTERNETOVÉ ZDROJE:.....	173
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	175
10 SEZNAM TABULEK.....	177
11 SEZNAM PŘÍLOH VÁZANÝCH V PRÁCI.....	178

1 ÚVOD

Endokrinní systém člověka je orgánová soustava složená ze žláz s vnitřní sekrecí. K těmto žlázám se řadí: podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, pohlavní žlázy – vaječníky a varlata. Tyto orgány svou činností působí na lidský organismus tím, že produkují hormony, odborně nazývané inkrety. Jednotlivé žlázy se od sebe odlišují velikostí, tvarem a vylučováním jiných hormonů (Knight, 2021). Hormony jsou chemické látky vylučovány přímo do krve a tím se liší od exokrinní soustavy (žlázy s vnější sekrecí). Ty naopak své produkty, odborně označované jako exkreta, vylučují na povrch, např. slinné žlázy (Kopecký et al., 2012).

Endokrinní soustava člověka je propojena i se soustavou nervovou pomocí orgánu nazývaného hypothalamus. Ten se nachází v mozku nad podvěskem mozkovým. V mozku se zároveň nachází i šišinka. Hypothalamus a podvěsek mozkový, jinak nazýván hypofýza, tvoří hypothalamo-hypofyzární portálový systém. Tímto spojením hypothalamus podněcuje nebo zpomaluje vylučování hormonů podvěsku mozkového, který dále řídí i jiné žlázy s vnitřní sekrecí. Díky neuroendokrinnímu působení je udržována stabilita vnitřního prostředí – homeostáza. Řídící systémy lidského organismu je tedy nervová a endokrinní soustava (Bayram-Weston et al., 2021).

V tradičních základních školách je výuka tématu Endokrinního systému člověka realizována v 8. či 9. ročníku dle RVP ZV (2021). Nejčastěji je vyučována metodou frontální výuky s využitím učebnic či prezentací. Z hlediska časové dotace ji učitelé s žáky probírají zpravidla jednu vyučovací hodinu. Jakým způsobem tedy výuku daného tématu žákům přednést zábavnější a efektivnější formou? Jednou z možností je využití neformálního vzdělávání. Neformálním vzděláváním se rozumí veškeré plánované vzdělávací aktivity, které nejsou součástí oficiálního výchovně-vzdělávacího procesu ve školském systému. Tyto činnosti stejně jako formální vzdělávání mají za úkol rozvíjet poznatky a kompetence žáků (Pešek et al., 2019). Neformální vzdělávání se naproti vzdělávání formálnímu neuskutečňuje ve školském prostředí. Je realizováno ve vzdělávacích institucích jako je např. muzeum či science centra (Eshach, 2007).

Science centra jsou vzdělávacími institucemi vybavené názornými exponáty. Jsou zaměřené na popularizaci přírodovědných a technických oblastí (Davidsson & Jakobsson, 2012). Díky těmto možnostem nabízí výukové programy například pro žáky základních, ale i středních škol. Jednou z výhod vzdělávacích programů je především aktivní práce žáků s názornými pomůckami. Každý návštěvník science centra si může exponáty osahat a pokud

možno s nimi i manipulovat (Broulíková, 2013). Předností edukačních programů je realizace ve skupinkách o menším počtu žáků než v klasické školní třídě. Tím je lektorům umožněno využít takových metod, které ve formálním vyučování uplatnit nelze (Eshach, 2007). Je posílena pozornost žáků a jejich zájem o jednotlivé aktivity (Pávková, 2014). Naopak nevýhodou může být samotná funkčnost expozic s pomůckami. Mnoho návštěvníků si zkouší s exponáty různými způsoby manipulovat, což ale v případě neohleduplného využívání předmětů může vést i k samotnému poškození exponátů.

2 CÍLE PRÁCE

- Popsat složení a funkce endokrinního systému v těle člověka
- Analyzovat dané téma v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií
- Charakterizovat a vysvětlit alternativní způsoby výuky a neformální vzdělávání
- Vytvořit interaktivní hry, úkoly a další aktivity pro žáky 8. a 9. ročníku základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií

3 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU ČLOVĚKA

Endokrinní systém neboli žlázy s vnitřní sekrecí jsou takové žlázy, jež nemají vývody, a jimi tvořené produkty se uvolňují přímo do krve (Knight, 2021). Těmito produkty jsou hormony, látky chemického původu. Žlázy jsou rozprostřeny po celém našem těle a odlišují se od sebe původem, funkcí, velikostí i histologickou strukturou (Kopecký et al., 2012). Dover & Zimmet (2018) k hlavním endokrinním žlázám řadí podvěsek mozkový, šišinku, štítnou žlázu s příštítnými tělísky, slinivku břišní, ke které řadíme Langerhansovy ostrůvky, nadledviny, pohlavní žlázy a v těhotenství u žen plodové lůžko (celkový přehled endokrinních žláz a umístění žláz v lidském těle – Příloha 1). Opakem jsou žlázy exokrinní, které obsahují vývody. Díky těmto vývodům, fungujícím jako kanály, je umožněna produkce sekretů na povrch těla. Proto jsou samotné orgány označovány jako žlázy s vnější sekrecí a jejich výměšky jako exkreta či sekreta. Takovým příkladem mohou být žlázy trávicí ve střevě nebo v kůži žlázy potní (Knight, 2021). Kopecký et al. (2012) tvrdí, že různé podmínky vnějšího a vnitřního prostředí endokrinního mechanismu jsou řízeny zpětnou vazbou. V lidském těle probíhají zpětné vazby buď pozitivní, kdy buňky žláz tvorbu patických hormonů zvyšují, anebo negativní, které naopak svou produkci sekretu snižují. Spolu s endokrinním systémem řídí naše tělo i nervový systém. Tato neuroendokrinní spolupráce je velice důležitou složkou pro udržování stálosti vnitřního prostředí, homeostázy. Jedná se např. o ideální hladinu minerálů a solí v těle nebo o zachování stabilní teploty těla. Při komunikaci mezi různými oblastmi těla funguje nervový systém na bázi rychlých přenosů informací (zlomky sekund), kdežto hormonální soustava má déle trávající působení (Hiller-Sturmhöfel et al., 1998; Kopecký et al., 2012).

4 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA HORMONŮ

Obecně se pro pojem hormon používá synonymum sekret, avšak toto pojetí lze použít i pro výměšky žláz exokrinních. V užším pojetí se pro samostatné označení žláz endokrinních používá pojem inkret (Smetana, 2005). Knight (2021) tvrdí, že hormony vyplavované přímo do krve, jsou krví dále přenášeny k cílové tkáni, kde dojde ke konkrétní chemické odpovědi. Co se týče chemického složení inkretů, může být různorodé, nejčastěji se ale jedná o bílkoviny a látky odvozené od tuků. Dále jsou charakterizovány svou vysokou specificitou, jelikož jejich účinek nedokáže napodobit žádný jiný typ látek v těle. V menší míře ovlivňují i velikost, tvar a vývoj orgánů uložených kolem konkrétních žláz, které je vylučují. Pro zdravý život jsou hormony

nepostradatelné. Při jejich nedostatku či onemocnění žláz je nutné do organismu uměle dodat přírodní inkret, např. tabletami, injekcemi nebo transplantací (Smetana, 2005; Kopecký et al., 2012).

Kopecký et al. (2012) uvádí tyto funkce hormonů v organismu:

1. Hormony regulují fyziologické procesy a jsou klíčem k udržení vnitřního prostředí organismu, konkrétně např. stálost osmotického tlaku a glykemie.
2. Umožňují a přispívají k podpoře duševního, tělesného a sexuálního vývoje.
3. Přizpůsobují funkci organismu při různých činnostech a umožňují reakci na podněty.
4. Přispívají k rozmnožování druhů (sexuální aktivita, oplodnění apod.).

5 CHARAKTERISTIKA ENDOKRINNÍCH ŽLÁZ S POPISEM VYBRANÝCH HORMONŮ

5.1 PODVĚSEK MOZKOVÝ

Podvěsek mozkový, jinak nazýván hypofýza nebo *glandula pituitaria*, je oválné struktury a v dospělosti u člověka dorůstá velikosti 12x8 mm a váží přibližně 500 mg. Značně větší rozměry této žlázy mohou poukazovat na endokrinní patologickou činnost orgánu, zejména na vznik nádoru hypofýzy (Ganapathy & Tadi, 2021). Nachází se za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla (Obr. 1). Tato žláza tedy tvoří část mezimozku, diencephalonu. Z hlediska původu, anatomie a funkce se hypofýza rozděluje na 3 laloky. Přední lalok, nazývaný adenohypofýza neboli *lobus anterior*, střední lalok, tedy *lobus intermedia* a zadní lalok, odborně neurohypofýza či *lobus posterior*. Zajímavostí je, že se u žen během těhotenství velikost této žlázy může až zdvojnásobit, zvětšuje se hlavní část adenohypofýzy (De Sousa et al., 2015; Ganapathy & Tadi, 2021).

5.1.1 PŘEDNÍ LALOK PODVĚSKU MOZKOVÉHO (ADENOHYPOFÝZA)

Adenohypofýza se vyvíjí z Rathkeho výchlípků, která vystupuje z ektodermu dutiny ústní směrem nahoru k mezimozku a následně se spojí se zadním lalokem hypofýzy. Tento váček vzniká již v embryonálním vývoji jedince. V případě nedokonalého zformování Rathkeho výchlípků může dojít k tvorbě rozštěpů nebo cyst (Babu et al., 2013). Přední lalok hypofýzy je značně větší než zadní lalok hypofýzy, jelikož pokrývá 70-80 % této žlázy. Adenohypofýza zahrnuje dvě části – *pars distalis*, což je větší část předního laloku, a *pars tuberalis*, která ovíjí *infundibulární* stopku (zminěna v části o neurohypofýze). Větší objem předního laloku souvisí

i s produkcí hormonů, kterých vyprodukuje více než lalok zadní. Taktéž díky vylučování stimulačních inkretů reguluje činnost mnoha dalších endokrinních žláz (Babu et al., 2013; Devesa et al., 2016). Dle Smetany (2005) se adenohipofýza podílí na produkci šesti základních hormonů:

- Růstový hormon (somatotropin, STH, somatotropní hormon)
- Prolaktin (PRL)
- Adrenokortikotropní hormon (kortikotropin, ACTH)
- Tyreotropní hormon (thyreotropin, TSH)
- Folikuly stimulující hormon (folitropin, FSH)
- Luteinizační hormon (lutropin, LH, ICSH)

5.1.2 RŮSTOVÝ HORMON

Růstový hormon, odborně somatotropin je jedním z nejznámějších hormonů (Devesa et al., 2016). Jak již samotný název napovídá, hlavní funkcí je podpora tělesného růstu. Konkrétně napomáhá rozšiřování růstových plotének v epifýzách, tedy koncových částech dlouhých kostí kostry. Růstová ploténka je chrupavčitého původu. Důsledkem tohoto působení je prodloužení hlavních kostí paží a nohou, čímž se postupně zvyšuje výška jedince (Rose et al., 2014). Svou další funkcí napomáhá růstu svalů, proto je také často nazýván anabolický hormon. Avšak tento účinek je zesílen i působením hormonu testosteronu. V neposlední řadě růstový hormon přispívá k růstu hlavních vnitřních orgánů a podporuje hojení poškozených tkání. Produkce somatotropinu má největší účinek u mladých jedinců, u kterých dosud nedošlo k plnému kostnatění růstové ploténky (Kopecký et al., 2012; Devesa et al., 2016).

Rose et al. (2014) dále uvádí, že sekrece somatotropinu je řízena dvěma typy hormonů produkovaných hypotalamem. Jsou charakteristické svým antagonistickým, tedy protichůdným, působením. Prvním typem je uvolňující růstový hormon (GHRH – z anglického growth hormone-releasing hormone), který má stimulační účinek. Druhý typ je inhibující růstový hormon (GHIH – z anglického growth hormone-inhibiting hormone), jež potlačuje vliv somatotropinu.

Při poruchách produkce růstového hormonu (GH) dochází k tělesným abnormalitám. Nedostatečná sekrece GH v dětství vede k nanismu neboli trpasličímu vzrůstu. K tomuto se také pojí nedostatečné vyvinutí hřbetu nosu a nadměrně výrazné čelo. Naopak při zvýšené sekreci GH jedinci dosahují nadměrné výšky, tento stav se označuje pojmem gigantismus (Kopecký et al., 2012). Dalším onemocněním může být akromegalie. Tato nemoc se vyskytuje

u dospělých jedinců, u kterých došlo již k plnému vyvinutí růstové ploténky a následné nadměrné produkci růstového hormonu. Vyznačuje se nadměrnou velikostí jednotlivých částí těla, např. rukou či nohou. V případě včasného zachycení jakékoli z těchto abnormalit se zahajuje léčba léky či operací (De Herder, 2009).

5.1.3 STŘEDNÍ LALOK PODVĚSKU MOZKOVÉHO

Ganapathy & Tadi (2021) popisují střední lalok jako úzkou část tenké tkáně mezi předním a zadním lalokem hypofýzy. Mnoho autorů (např. Smetana, 2005 nebo Kopecký et al., 2012) jej ve svých publikacích přiřazují k adenohypofýze, jelikož je tvořen ze zbytku rozštěpu Rathkeho výchlípky. Ačkoli je často považován za nefunkční, produkuje tyto hormony:

- Endorfin
- Melanocyty stimulující hormony (melanotropin, MSH)

5.1.4 ZADNÍ LALOK PODVĚSKU MOZKOVÉHO (NEUROHYPOFÝZA)

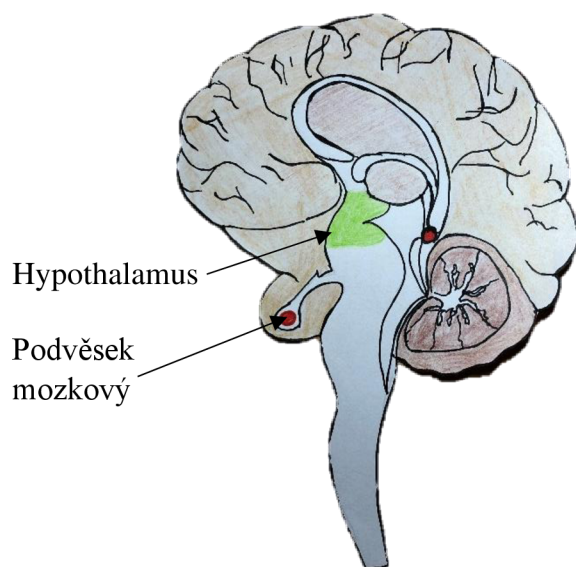
Neurohypofýza vzniká z neuroektodermální mezimozkové výchlípky, která se tvoří proti Rathkeho výchlípce. Zároveň s neurohypofýzou vzniká stopka, *infundibulum*, díky které je přichycena k hypothalamu (Smetana, 2005). Následně dochází ke sloučení zadního a předního laloku přes lalok střední. Samotná zadní část hypofýzy je tvořena oblastí označovanou jako *pars nervosa*. Ta je tvořena nervovou tkání, která obsahuje neuroendokrinní buňky. Od adenohypofýzy se liší i svou funkcí, jelikož žádné hormony nesyntetizuje, ale pouze ukládá dva vzniklé sekrety z hypothalamu. Ty jsou následně vyloučeny do krevního řečiště. Z tohoto důvodu se tato část hypofýzy považuje za nepravou endokrinní žlázu (Smetana, 2005; Kopecký et al., 2012; Knight, 2021). V neurohypofýze jsou deponovány tyto hormony (Knight, 2021):

- Vazopresin (antidiuretický hormon, adiuretin, ADH)
- Oxytocin (euterokinetický hormon)

5.2 ZASTOUPENÍ HYPOTHALAMU V ENDOKRINNÍM SYSTÉMU

Podhrbolí, odborně hypothalamus, se nachází pod thalamem ve spodině mezimozku, kde tvoří dno III. mozkové komory (Kopecký et al., 2012). Hypothalamus v lidském těle zastává mnoho funkcí, například usměrňuje příjem potravy a vody a má vliv na termoregulaci těla. Důležitou roli ale plní i v endokrinním systému člověka. Pomocí hypofýzy funguje jako nadřazená centrála hormonální soustavy. Hypothalamus si lze představit jako přechodný bod mezi nervovým a endokrinním systémem (Bayram-Weston et al., 2021). Prostřednictvím

prokrvených cévních sítí je spojen s hypofýzou a spolu vytvářejí hypothalamo-hypofyzární portálový systém. V hypothalamu jsou obsažena hypothalamická jádra, kde většina vytváří neurosekrety, jež stimulují nebo inhibují produkci sekretů adenohypofýzy. Pokud budou faktory působit na přední lalok stimulačně, začnou se uvolňovat hormony zvané liberiny. Faktory působící inhibičně, tj. snižující produkci hormonů, se označují jako statiny (Kopecký et al., 2012; Bayram-Weston et al., 2021).



Obr. 1: Schéma umístění hypothalamu a hypofýzy v mozku (upraveno dle Kopeckého et al., 2012).

5.3 ŠÍŠINKA

Šišinka, odborně epifýza, *glandula pinealis*, je neuroendokrinní žláza nacházející se mediálně mezi dvěma mozkovými hemisférami. K mezimozku je šišinka přichycena pineální stopkou. Tento orgán je nepárový. Je charakterizován vejcovitým vzhledem o délce 6-10 mm, šířce 4-6 mm a hmotnosti 12 mg. Plně vyvinutý je až ve věku 5-7 let (Patel et al., 2020). Tkáň šišinky je tvořena pinealocyty, což jsou buňky hlavní, a intersticiálními buňkami. Pinealocyty zachytávají aminokyselinu tryptofan, která se přeměňuje na serotonin a ten následně na melatonin (Knight et al., 2021a). S přibývajícím věkem epifýza kalcifikuje, což je způsobeno akumulací vápníku, zinku, fluoru, kobaltu a selenu. Hromaděním těchto minerálů dochází k tvorbě „mozkového písku“, *corpora arenacea*, ten se postupně zahušťuje, až ztvrdne do kulovitého útvaru o velikosti 1 mm. S postupnou kalcifikací se zmenšuje aktivní objem epifýzy, což má za následek sníženou sekreci melatoninu (Sergina et al., 2019). Kopecký et al. (2012) ještě tvrdí,

že má inhibiční dopad na fungování pohlavních žláz, hovoří tedy o antigonadotropním působení.

5.3.1 MELATONIN

Hormon melatonin je nejdůležitější produkovanou látkou šišinky. Je známý jako inkret nastavující biologické hodiny člověka, jelikož ovlivňuje cyklus bdění a spánku. Vylučování melatoninu je ovlivněno množstvím světla vnímaného sítnicí. Zrakové podněty zvnějšku jsou zachyceny optickými nervy, které je přenesou až do zrakové kůry mozku člověka (Douma & Gumz, 2018). Kopecký et al. (2012) uvádí, že zraková kůra je součástí primárního a sekundárního systému mozkové kůry. Obě oblasti jsou uloženy na vnitřní straně týlního laloku mozku. Optické nervy se vzájemně kříží v optickém chiasmatu, nad kterým se nachází suprachiasmatické jádro (SCN). Suprachiasmatické jádro je součástí hypotalamu a obsahuje neurony, které mají vlastní 24hodinový rytmus synchronizovaný s podněty v závislosti na intenzitě světla. Hlavním spouštěčem produkce melatoninu je tedy nižší intenzita světla, přičemž výběžky neuronů suprachiasmatického jádra stimulují šišinku. SCN kromě cyklu bdění a spánku ovlivňuje také krevní tlak, tělesnou teplotu a chuť k jídlu (Kopecký et al., 2012; Douma & Gumz, 2018).

Sekrece tohoto hormonu zpravidla začíná ve večerních hodinách přibližně dvě hodiny před spánkem, většinou kolem desáté hodiny. Největší množství melatoninu je vylučováno v době nejhlubšího spánku, což je typicky mezi druhou a čtvrtou hodinou ranní. Následně s přibývajícím intenzitou denního světla produkce hladiny melatoninu klesá a ustane kolem osmé hodiny ráno (Chlubek & Sikora, 2020). Jak je již uvedeno výše, melatonin je produkován šišinkou, to ale není jediný orgán, který jej vylučuje. Na jeho uvolňování se také podílí např. krevní destičky, kůže, kostní dřev či orgány trávicí soustavy (Tordjman et al., 2017).

S nízkou tvorbou melatoninu se pojí nespavost a poruchy spánku. Tyto potíže mohou souviset např. s narůstajícím věkem (kalcifikace epifyzy – viz kapitola 5.2), nadměrnou stresovou zátěží či působením modrého světla z elektronických zařízení. V případě, kdy už nelze ovlivnit kvalitu spánku přirozenou cestou, např. snížením vlivu modrého světla před spaním, lze nastavit léčbu exogenním melatoninem. Jedná se o doplněk stravy, který prodlužuje spánek a zlepšuje jeho efektivitu. Tím se následně zlepšuje funkční výkonnost a duševní bystrost člověka v bdělém stavu (Grima et al., 2017; Rafique et al., 2020). Zajímavostí tohoto exogenního melatoninu je, že se dá využít také jako efektivní doplněk mnoha forem radioterapie a chemoterapie. Napomáhá snižovat některé nežádoucí účinky léčby a zvyšuje celkovou účinnost terapie (Talib et al., 2021).

5.4 ŠTÍTNÁ ŽLÁZA S PŘÍŠTÍTNÝMI TĚLÍSKY

Štítná žláza neboli *glandula thyroidea* se nachází v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu. Huhtaniemi & Martini (2018) tvrdí, že se jedná se o nepárový orgán složený ze dvou laloků (pravého a levého), které jsou vepředu uprostřed spojeny můstkem, odborně nazývaným *isthmus*. Díky tomuto spojení připomíná tvarem motýla. Ve zdravém stavu jedince jsou oba laloky symetrické, dlouhé asi 4 cm a široké 2 cm (Leung et al., 2010). Hmotností se může lišit v závislosti na věku, u dětí váží okolo 15 g a u dospělých může dosahovat i 40 g. Z hlediska histologie tvoří štítnou žlázu dvě hlavní populace buněk a těmi jsou folikulární buňky a parafolikulární buňky (Huhtaniemi & Martini, 2018).

Folikuly jsou uzavřené váčky žlázových buněk složené do menších laloků a společně tvoří jeden velký lalok. Uvnitř folikulu je obsažen koloid, což je bílkovinná tekutina, ve které se nachází tyreoglobulin. Pokud na štítnou žlázu správně působí stimulační hormon tyreotropin (TSH) z adenohypofýzy, může se syntetizovat již zmíněný tyreoglobulin, který následně umožní uvolnění dvou hlavních hormonů štítné žlázy. Ta ještě musí vyprodukovat bílkoviny, které na sebe naváží jód (Kopecký et al., 2012). Štítná žláza produkuje tyto dva hormony (Knight et al., 2021a):

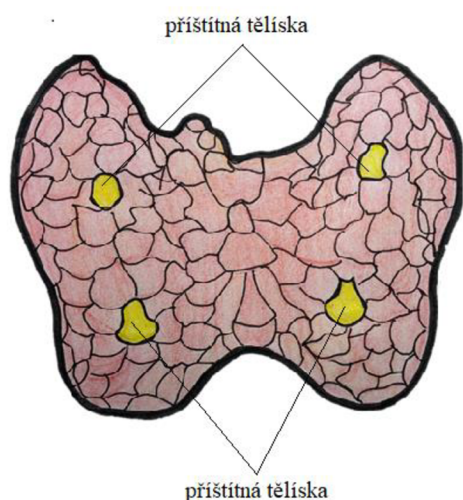
- T3 (trijodthyronin)
- T4 (tetrajodthyronin, tyroxin)

Jelikož je uvolňování hormonů T3 a T4 podmíněno hypothalamem (hormon uvolňující tyreotropin, TRH) a hypofýzou, konkrétně předním lalokem hypofýzy (stimulační hormon tyreotropin, TSH), označuje se toto spojení jako osa HPT. Z anglického hypothalamic-pituitary-thyroid axis, tedy osa hypothalamus-hypofýza-štítná žláza. Probíhá zde princip zpětné negativní vazby. Při zvýšené hladině T3 a T4 v krvi klesá produkce hormonu TSH v adenohypofýze. V případě nedostatku výše uvedených hormonů tvorba TSH stoupá (Ortiga-Carvalho et al. 2014).

Parafolikulární buňky jsou rozmístěny mezi folikuly štítné žlázy, jejich zastoupení představuje pouze 0,1 %. I přesto, že jsou parafolikulární buňky součástí štítné žlázy, nejsou řízeny osou HPT. Nezávisle hlídají koncentraci vápníku v těle, na kterém je závislá tvorba hormonu kalcitoninu (Roelfsema et al. 2017).

5.4.1 PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA

Dover & Zimmet (2018) odborně nazývají příštítná tělíska jako *glandulae parathyroideae* či příštítné žlázy. Nacházejí se na zadní straně laloků štítné žlázy v dolní a horní oblasti (Obr. 2). Jedná se většinou o čtyři drobné válcovité až kulaté útvary o velikosti 3–5 mm. Všechna čtyři tělíska váží kolem 1 g. Jejich vnější část je chráněna tenkým vazivovým pouzdem. Vnitřně jsou jednotlivé trámce těchto tělísek protkány tenkými cévami, kapilárami. Buňky příštítných tělísek produkují parathormon (PTH), je antagonistou hormonu kalcitonin (Roelfsema et al. 2017; Summers, & Macnab, 2017).



Obr. 2: Schéma umístění příštítných žláz na zadní straně štítné žlázy (upraveno dle Smetany, 2005).

5.4.2 TYROXIN

Tyroxin, odborným názvem tetrajodthyronin (T₄), je hormon obsahující jód. Je označován zkratkou T₄, jelikož obsahuje čtyři atomy jódu. Tím se strukturálně liší od druhého hormonu štítné žlázy, trijodthyroninu (T₃), který je tvořen pouze třemi atomy jódu (Knight et al., 2021a). Důležitou funkci zde zastává již výše zmíněný jodizovaný tyreoglobulin. Tyreoglobulin je bohatý na aminokyselinu tyrosin, jež poskytuje základ pro biosyntézu hormonů T₃ a T₄. Oba tyto hormony se skládají ze dvou vzájemně spojených molekul tyrosinu (Leung et al., 2010).

Singh et al. (2019) uvádí, že samotný jód je pro správné fungování lidského těla nepostradatelným prvkem. Pro správný příjem této složky je důležité si vybírat vhodnou stravu, ve které je obsažen. Hojně jej obsahují například mořské plody, mořské řasy či měkkýši. V menším množství se vyskytuje v červeném mase, vejcích či mléčných výrobcích či v některé brukvovité zelenině. Jód je možné přijímat i v multivitaminech pro doplnění stravy. Leung et al. (2010) dále uvádí, že denní příjem jódu by neměl klesnout pod 150 µg. Výjimku tvoří kojící

či těhotné ženy, u kterých by toto množství mělo dosahovat až 250 µg. Každodenní příjem by však neměl přesáhnout 500 µg (Zamrazil & Čeřovská, 2014).

Hormony štítné žlázy působí na metabolické, regulační, růstové a vývojové funkce v těle člověka. Podílejí se na udržování homeostázy – ovlivňují látkové výměny v těle, například spotřebu kyslíku v tkáních nebo tvorbu bílkovin, tudíž jsou podstatné i v době růstu jedince. Také napomáhají řídit metabolismus cukrů v těle a urychlují jejich vstřebávání (Roelfsema et al., 2017). Zamrazil & Čeřovská (2014) dále uvádějí, že jsou významné při tvorbě tepla v organismu a napomáhají udržovat tělesnou teplotu. Také působí na centrální nervovou soustavu, při nesprávné tvorbě těchto hormonů může dojít k poškození funkcí mozku. To zejména u vyvíjejícího se plodu v době těhotenství ženy (Ryšavá & Kříž, 2016).

V případě nedostatku či nadbytku jódu v těle, dochází k závažným onemocněním. Příkladem může být tyreotoxikóza, jejíž častou příčinou vzniku je hypertyreóza. Při těchto chorobách se jedná o nadměrnou produkci hormonů štítné žlázy. Jedinec může vykazovat známky nespavosti, návaly horka, nadměrného pocení či zrychleného bušení srdce. Také může dojít k výraznému poklesu hmotnosti i přes správné stravovací návyky (Kourime et al. 2018). S hypertyreózou je také spojen vznik strumy neboli vole projevující se viditelným zvětšením štítné žlázy. K dalšímu onemocnění se řadí hypotyreóza, choroba vyznačující se sníženou funkcí štítné žlázy. Příznaky této nemoci jsou vzhledem k výše uvedené chorobě opačné. U jedince se objevuje např. nadměrný pocit únavy a nedostatek energie, zpomalená srdeční činnost či nižší krevní tlak. K příkladům nemocí spojených s hypotyreózou se řadí také kretenismu či tvorba nádorů (Jiskra, 2015).

5.5 BRZLÍK

Thymus gland nebo jen thymus je žlázou nacházející se v mezihrudí (*mediastinu*), mezi levou a pravou plící je chráněn horní částí hrudní kosti, *manubriem sterni* (Knight & Nigam, 2020). Je to nepárový orgán, jež se skládá z pravého a levého laloku, které jsou složeny z malých lalůčků, lobulí. Lalůčky jsou rozděleny v důsledku pronikajících vazivových přepážek, nazývajících se septa, z vnějšího vazivového obalu do vnitřní části brzlíku. Velikost lobulí je přibližně 2-3 mm a spojuje je pojivová tkáň. Vnější část thymu tvoří tmavá kůra, pod kterou je uložena světlá dřev, je zbarvena do růžovošedé barvy (Kopecký et al., 2012; Knight & Nigam, 2020). Celková velikost brzlíku se mění, s narůstajícím věkem se zmenšuje, atrofuje. Před pubertou váží přibližně 40 g. Okolo 20. roku je o polovinu menší než při narození a v seniorském věku má pouze šestinu své původní velikosti (Bilder, 2016).

Z hlediska funkce je brzlík primárně mízním, tedy lymfoidním orgánem, z čehož plyne, že plní činnost nejen v endokrinním, ale i imunitním systému člověka. V oblasti imunitní v něm dozrávají T-lymfocyty nacházející se v kůře i dřeni thymu (Knight & Nigam, 2020). T-lymfocyty jsou dále rozděleny na několik typů, např. T_c-lymfocyty, T_{h1}-lymfocyty či T_{h2}-lymfocyty. Tyto T_h-lymfocyty jsou podstatné při udržování imunitní rovnováhy. T_{h1}-lymfocyty slouží k podpoře buněčné imunity, mají prozánětlivé působení (Hořejší, 2014). Naopak funkcí T_{h2}-lymfocytů je podpora B-lymfocytů v produkci protilátek proti patogenům. Taktéž napomáhají organismu rozpoznávat endogenní antigeny, látky a buňky v těle a zabraňovat autoimunitnímu onemocnění (Absolonová et al., 2021). Tvorba T-lymfocytů se snižuje se zmenšujícím se brzlíkem (Knight & Nigam, 2020). V oblasti endokrinní vylučuje brzlík dva důležité hormony – thymosin a thymulin. Propojenost imunitního a endokrinního systému je nezbytná pro běžné fungování imunitní činnosti. Působením výše uvedených hormonů snadněji dozrávají T_h-lymfocyty. Zajímavostí je, že samotné hormony se často využívají k léčbě mnoha infekcí či některých autoimunitních onemocnění (Severa et al., 2019).

5.6 NADLEDVINY

Nadledviny, odborně *glandulae suprarenales*, se nacházejí na horním pólu ledvin, jsou párové, stejně jako ledviny (Kopecký et al., 2012). I přesto se ale mezi těmito žlázami nacházejí značné rozdíly. Pravá je umístěna v těle níže, na úrovni 12. žebra, a má trojúhelníkovitý tvar. Kdežto levá nadledvina se nachází o něco výše, mezi 11. a 12. žebrem, a vzhledem připomíná půlměsíc. U člověka ve zdravém stavu váží každá nadledvina okolo 4–6 g, je přibližně 3 cm široká, 5 cm vysoká a 1 cm tlustá (Westphalen & Bonnie, 2006). Kolem obou nadledvinek se nachází tuk, který plní ochrannou funkci, ale jeho nadměrná přítomnost může způsobit zdravotní potíže. Každá nadledvina je dobře zásobena okysličenou krví prostřednictvím horních, středních a dolních tepen. Odkysličená krev je z každé ledviny odváděna přes nadledvinkovou žílu. Nadledviny jsou tedy dobře prokrvené (Perrier & Boger, 2005; Gorman, 2013).

Povrch nadledvin je tvořen tlustým vazivovým pouzdem nazývaným *capsula*, které je bohaté na kolagen. Přes tento obal proudí vaskulární systém do vnitřních částí nadledvinek. Pod *capsullou* se nachází kůra neboli *cortex*, která představuje přibližně 90 % celkového objemu nadledvin (Smetana, 2005). Dle Gormanové (2013) se kůra z histologického hlediska skládá ze tří odlišných vrstev tkáně, z nichž každá produkuje hormony, které se rozlišují podle účinku a chemické stavby. Vnější vrstva, *zona glomerulosa*, produkuje mineralokortikoidy. Střední vrstva, *zona fasciculata*, syntetizuje glukokortikoidy. Vnitřní vrstva, *zona reticularis*, je

značnou hranicí mezi kůrou a dření a produkuje pohlavní hormony. V kůře se větví pleteň tepen, která prochází do dřene nadledvin (Smetana, 2005; Gorman, 2013). Dřeň, odborně *medulla*, tvoří asi 10 % objemu nadledvin. Je tvořena buňkami nervového původu, hlavními z nich jsou buňky chromafinní, které jsou afinní k solím chromu. Tyto buňky produkují hormony nazývané katecholaminy (Mubarik & Aeddula, 2021).

Hlavními hormony vylučovanými kůrou nadledvin jsou (Kopecký et al., 2021):

- Mineralokortikoidy – aldosteron
- Glukokortikoidy – kortizol
- Pohlavní hormony – androgeny (testosteron), estrogeny

Hlavními hormony vylučovanými dření nadledvin jsou (Kopecký et al., 2021):

- Katecholaminy – adrenalin, noradrenalin

Jelikož uvolňování hormonu kortizolu z kůry nadledvin je podmíněno hormonem adrenokortikotropinem (ACTH). Ten je uvolňován adenohipofýzou iniciací kortikotropinu (CRH) z hypothalamu, na který působí daný stresor. Propojení těchto orgánů je označováno jako osa HPA z anglického hypothalamic-pituitary-adrenal axis, tedy osa hypothalamus-hypofýza-nadledviny. Při zvýšení hladiny kortizolu v krvi hypothalamus snižuje sekreci CRH, což to snižuje v adenohipofýze uvolňování ACTH, tím dochází ke snížení sekrece kortizolu. Zpětná vazba této osy je tedy negativní. HPA osa má vliv i na uvolňování aldosteronu a androgenů (Gallo-Payet, 2016).

5.6.1 ADRENALIN A NORADRENALIN

Berends et al. (2019) charakterizuje hormon adrenalin, odborně epinefrin, a noradrenalin, jinak nor-epinefrin, jako společně tvořené inkrety nadledvin. Z hlediska chemické struktury jsou odvozeny z aminokyseliny tyrosinu. Lidské tělo tyrosin může získat dvěma způsoby. První možnost dodání tyrosinu spočívá v pestré stravě. Bohatými zdroji tyrosinu jsou např. mléčné produkty, sója či kuřecí maso, mandle či fazole (Wurtman et al., 2003). Druhým způsobem získání této aminokyseliny je přeměna z aminokyseliny jiné – fenylalaninu. Díky chromafinním buňkám, které tyrosin vycytávají může následným působením enzymů dojít k přeměně tyrosinu. Z tyrosinu nevzniká pouze adrenalin a noradrenalin, ale také dopamin a katecholamin L-dopa. (Berends et al., 2019).

Hormon adrenalin je nejdůležitější produkt skupiny katecholaminů. Tvoří přibližně 95 % vyprodukovaných sekretů z dřeně nadledvinek. Adrenalin je vylučován v případě, kdy se jedinec ocitá ve stresovém stavu. Například při vnímání hrozby nebo v nebezpečných či vzrušujících situacích (Verberne et al. 2016). Dochází tak k poplachové reakci organismu „bojuj nebo uteč“ (Kopecký et al., 2012). V takovou chvíli se vylučuje společně s adrenalinem i menší množství noradrenalinu. Noradrenalin je vylučován v akutně stresových situacích. Zde je důležité zmínit propojení s autonomní nervovou soustavu (ANS), která svými vzruchy snižuje či zesiluje činnost žláz. ANS ale také ovlivňuje i hladkou a srdeční svalovinu. Na této činnosti se podílí sympatikus nebo parasympatikus, jež působí proti sobě. K přenesení daného vzruchu je potřeba určitých zprostředkovatelů, tzv. mediátorů (Orel, 2015). A právě výše zmíněný noradrenalin je mediátorem sympatika. Dřeň nadledvin je zásobena takovými nervovými zakončeními, která při své aktivaci umožňují zesílení adrenalinové a noradrenalinové reakce (Orel, 2015; Verberne et al., 2016).

Účinky těchto dvou hormonů jsou rychlé, reakce těla je okamžitá, lze ji zpozorovat během několika sekund. Obecně je stres chápán jako narušení rovnováhy působící z vnějšího prostředí na organismus jedince (Ranabir & Reetu, 2011). Adrenalinový nával primárně působí na kardiovaskulární systém, ale i na dýchací soustavu a gastrointestinální trakt a játra. Hormony dřeně nadledvin zvyšují hladinu srdeční frekvence až nad 90 tepů za minutu. To se vyznačuje výrazným bušením srdce a zvýšením krevního tlaku a zvýšenou dechovou frekvencí (Macdonald et al., 2020). Dochází k vazokonstrikci, tedy stažení cév v kůži a gastrointestinálním traktu, zároveň se snižuje i trávení. Opačným procesem je vazodilatace, což je rozšiřování cév, která probíhá v soustavě kosterní, svalové a srdeční. Dále adrenalin působí na zvýšení hladiny glukózy v krvi a zlepšení smyslových percepceí. Mírnější vliv stresu může mít na jedince pozitivní dopad, ale jeho dlouhodobý účinek může vést k závažným onemocněním nadledvin (Ranabir & Reetu, 2011; VanPutte et al., 2017; Macdonald et al., 2020).

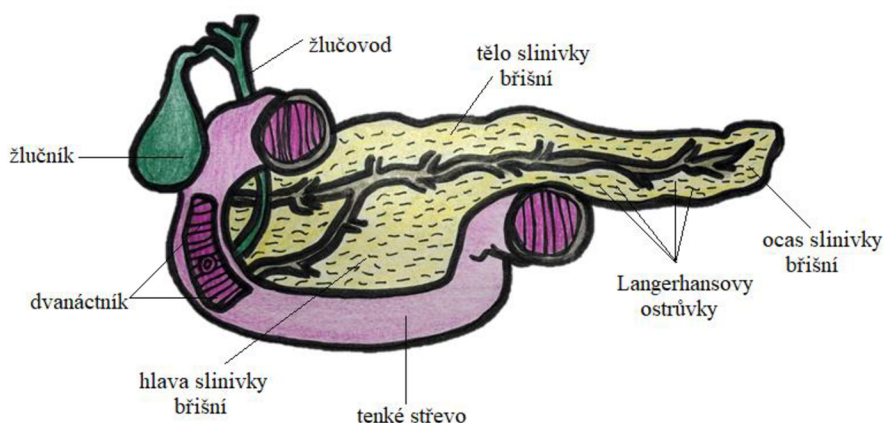
5.7 LANGERHANSOVY OSTRŮVKY SLINIVKY BŘIŠNÍ

Slinivka břišní, odborně *pancreas*, česky převzato pankreas, je dlouhý plochý orgán, který se nachází v břiše za žaludkem. Skládá se z hlavy, těla a ocasu (Obr. 3). Její váha se pohybuje přibližně kolem 100 g a její délka může dosahovat až 23 cm. Histologicky se slinivka skládá se dvou typů tkání, které tvoří oblast exokrinní a oblast endokrinní (Taylor & Knight, 2021).

Exokrinní slinivka tvoří větší část orgánu, přibližně 90 % objemu u dospělého jedince (Larsen & Grapin-Botton, 2017). Produkuje trávicí enzymy rozkládající tuky, bílkoviny a sacharidy na jednodušší a stravitelnější látky. Těmito enzymy jsou lipáza – rozkládající tuky, trypsin – štěpící bílkoviny a amyláza – štěpící sacharidy. Dále vylučuje tekutinu obohacenou o hydrogenuhličitany, ta neutralizuje kyselé žaludeční šťávy ve dvanáctníku. Enzymy společně s výše uvedenou tekutinou tvoří pankreatické šťávy (Gorelick et al., 2018).

Endokrinní slinivka se skládá z malých ostrůvků, které mají nejpočetnější zastoupení v ocasu pankreatu. Jedná se o Langerhansovy ostrůvky či pankreatické ostrůvky, odborně *insulae Langrhansi*. U dospělého člověka se vyskytuje přibližně 3,2 milionu těchto ostrůvků, které jsou chráněny neúplným vazivovým pouzdrém. Mohou být veliké až 0,6 mm. Každý Langerhansův ostrůvek je tvořen pěti hlavními typy buněk, mezi které pronikají krevní vlasečnice. Každý druh buňky produkuje jeden či více hormonů (Smetana, 2005; Taylor & Knight, 2021):

- Alfa buňky – glukagon
- Beta buňky – inzulin a amylin
- Delta buňky – somatostatin
- Gama buňky – pankreatický polypeptid
- Epsilon buňky – ghrelin



Obr. 3: Schéma umístění slinivky břišní vůči ostatním orgánům trávicího traktu (upraveno dle Kopecského et al., 2012).

5.7.1 INZULIN A GLUKAGON

Inzulin je hormon bílkovinného původu. Samotný inzulin vzniká z molekuly proinzulinu. Beta buňky regulují zvýšení koncentrace glukózy v krvi a následně vyloučí hormon inzulin přímo do krve (Kopecký et al., 2012). Inzulin se váže na inzulinové receptory, které jsou přítomny

ve většině typů buněk v těle. Ale hlavní cílovou tkání jsou buňky jater, *hepatocyty*, a základní buňky tukové tkáně, *adipocyty*. Vazba inzulínu na jeho receptory prostřednictvím glukózového přenašeče spouští pohyb glukózy typu GLUT 4 na cytoplazmatické membráně buňky. GLUT4 tedy usnadňuje rychlý pohyb glukózy do buněk a tkání, kde má mnoho využití (Bakalář et al., 2020; Taylor & Knight, 2021). GLUT 4 usnadňuje rychlý pohyb glukózy do buňky. Může být využitý metabolismem, nebo je přeměněn na glykogen či tuk. Tento děj je označován jako inzulinová odpověď, nezbytná pro snížení a normalizaci koncentrace glukózy v krvi (Taylor & Knight, 2021).

Glukagon má také, stejně jako inzulín, bílkovinný charakter. Prekurzorem glukagonu je proglukagon. Tento hormon je přirozeným antagonistou k hormonu inzulínu (Lefebvre et al., 2015). Uvolňuje se do krve při klesnutí hladiny glukózy v krvi, například když jedinec několik hodin nejedl. Glukagon je navázán na glukagonové receptory, které jsou přítomny v játrech. Tvorba tohoto společného komplexu umožňuje rozklad jaterních zásob glykogenu na glukózu. Odborně se výše popsaný proces nazývá glykogenolýza. Po rozpadu se glukóza uvolňuje do krve a tím zvyšuje hladinu krevního cukru (Güemes et al., 2016).

Inzulín a glukagon se svým protikladným působením podílejí na homeostáze glukózy v těle tzv. glykémii. U dospělého jedince je určeno rozmezí 3,5–5,5 mmol/l glukózy v krvi (Güemes et al., 2016). Pokud není dodržena hladina krevního cukru v těchto hodnotách, následkem vznikají abnormality – hypoglykémie a hyperglykémie. Hypoglykémie je stav snížené koncentrace glukózy v krvi pod 3,0 mmol/l. Tato porucha vzniká např. u těžších forem otrav alkoholem, snížený příjem potravy nebo nadměrná fyzická zátěž. Hypoglykémie se nejčastěji vyznačuje slabostí, pocením, únavou či křečemi. Při nevhodném léčení může dojít k poruše mozku a dojít tak hypoglykemickému kómatu (Nečas et al., 2021). Opakem jsou zvýšené hodnoty cukru v krvi jedince. Dochází k hyperglykémii, hladina cukru v krvi je nad 7,0 mmol/l. Nejčastějšími příznaky jsou např. žízeň, dehydratace, časté močení. Ve vážných situacích může dojít k poruše vědomí až kómatu. Hyperglykémie se vyskytuje u nemoci diabetes mellitus, běžně známá jako cukrovka či cukrová úplavice (Kopecký et al., 2012; Bakalář et al., 2020; Nečas et al., 2021).

5.8 POHLAVNÍ ŽLÁZY

Pohlavní žlázy, gonády, jsou u mužů a žen rozdílné. Tím se odlišují od ostatních endokrinních žláz uvedených výše, které mají u obou pohlaví přibližně stejný tvar i velikost. Kromě produkce hormonů gonády primárně produkují i pohlavní buňky (Kopecký et al., 2012).

5.8.1 MUŽSKÉ POHLAVNÍ ŽLÁZY

Pohlavními žlázami mužů jsou varlata, *testes*. Varlata jsou mužské reprodukční orgány zajišťující spermatogenezi, reprodukci spermií. Tvoří párový orgán oválného tvaru. U dospělých mužů jsou přibližně 4,5–5,1 cm dlouhá a váží 15–19 g (Silber, 2018). Nachází se ve speciálním váčku zvaném šourek, čímž se liší od všech ostatních hlavních orgánů, které jsou uloženy v tělní dutině. Vnější umístění je nezbytné, jelikož optimální dozrávání spermií závisí na udržování teploty varlat kolem 32–35 °C, což je o 2–5 °C méně, než je typická tělesná teplota lidského těla 37 °C. Vnitřní ochrana je zajištěna vnějším pouzdem varlat nazývaným *tunica albuginea*, které je vyživováno kolagenem. Každé varle je rozděleno přepážkami na malé lalůčky, jež obsahují semenotvorné kanálky, tubuly, kde se tvoří spermie (Hjollund et al., 2002). V semenných tubulech se nachází tři hlavní typy buněk. Prvním typem jsou spermatogonie, které jsou důležité pro tvorbu a množení spermií. Druhý typ, Sertolihovy buňky, zajišťují růst, zrání a diferenciaci spermií. A třetím typem jsou Leydigovy buňky, taktéž vymezené buňky, které tvoří hlavní endokrinní buněčnou populaci varlat. Zastávají důležitou roli při produkci hormonu testosteronu, který je varlaty tvořen (VanPutte et al., 2017).

5.8.2 TESTOSTERON

Produkce testosteronu začíná již v prenatálním období jedince, tedy při nitroděložním vývoji. Při aktivním vývoji jedince, nejpozději do prvního roku života, dochází k sestoupení varlat do šourku. Může dojít i k nesestoupení varlat, k tzv. kryptorchismu, v případě nedostatečné produkce testosteronu v těle dítěte. Což může mít za následek sníženou sexuální aktivitu nebo také neplodnost muže (Knight & Nigam, 2017). Činnost varlat je podněcovaná hormonem choriový gonadotropin, jenž je vyměšován placentou. Jelikož při porodu dojde ke ztrátě spojení plodu s placentou matky, aktivita pohlavních žláz ustává. Největší tvorba testosteronu začíná při obnovení činnosti varlat, což je nejčastěji v období dospívání, pubertě (Kopecký et al., 2012).

Hladina testosteronu je kontrolována hypotalamem, pokud produkce hormonu začne klesat, hormony uvolňující gonadotropin se uvolní do hypofýzy (Dwyer & Quinton, 2019). dále Zirkin & Papadopoulos (2018) dále tvrdí, že z předního laloku hypofýzy se uvolňují folikulostimulační hormony (FSH) a luteinizační hormony (LH), ty jsou řazeny mezi gonadotropiny. Ve varlatech gonadotropní hormon FSH podnítl tvorbu semenotvorných kanálků, ve kterých se následně tvoří spermie. Luteinizační hormon (LH) ovlivní výslednou

produkci testosteronu v Leydigových buňkách. Ty přijímají cholesterol a používají ho k syntéze testosteronu. Uvedený portálový oběh řídí osa HPG, tedy hypothalamus-hypofýza-gonády, z anglického hypothalamic-pituitary-gonadal axis (Zirkin & Papadopoulos, 2018; Dwyer & Quinton, 2019). Testosteron působí na metabolismus bílkovin, rozvíjí druhotné pohlavní znaky. Dále má vliv na orgánové systémy a tkáně člověk. Čímž dochází k mnoha tělesným změnám. Příklady změn v jednotlivých soustavách člověka uvádí Knight & Nigam (2017):

- kosterní soustava – zvýšení růstu a hustoty kostí, rizikem při nedostatku testosteronu je zvýšené riziko zlomenin
- rozmnožovací soustava – nárůst tvorby spermií a zvětšování varlat, penisu a semenných váčků
- nervová soustava – zvyšování libida, při jeho snížení může jedinec prožívat úzkost či špatnou náladu
- svalová soustava – nárůst svalové hmoty, avšak při nízké hladině hormonu může dojít ke svalové atrofii
- kožní soustava – přibývá podkožní tuk a narůstá ochlupení v oblasti těla a obličeje
- dýchací soustava – rozšiřuje se hrtan, čímž dochází k prohloubení hlasu
- kardiovaskulární soustava a krev – sval srdce je posílen, zvyšuje se tvorba červených krvinek, zlepšuje se transport kyslíku

V případě, kdy testosteron není produkován v dětském věku, může dojít k mužskému hypogonadismu, což znamená sníženou funkci mužských pohlavních žláz, tedy nižší produkci spermií a testosteronu. Tím může být způsobeno např. opožděné období puberty, nevyvinutí sekundárních pohlavních znaků. Dále neplodnost nebo také vyšší růst způsobený pozdějším uzavíráním růstových chrupavek kostí (Češka et al., 2020). Knight & Nigam (2017) tvrdí, že u většiny mužů začíná klesat produkce testosteronu po třiceti letech přibližně o 1–1,4 % ročně. S postupem narůstajícího věku dochází k andropauze, která působí negativně na fyzickou i psychickou stránku mužů. Nejčastějšími ukazateli jsou například:

- nárůst tělesného tuku
- snížení kostní hmoty
- pokles libida
- snížení tělesného a obličejového ochlupení

5.8.3 ŽENSKÉ POHLAVNÍ ŽLÁZY

Pohlavními žlázami žen jsou párové vaječníky, ovaria či *oophora*. Vaječníky jsou ženskými reprodukčními orgány umístěnými v pánevní dutině, produkují vajíčka, oocyty. K endokrinním žlázám jsou řazeny, jelikož jejich další funkcí je vylučování pohlavních hormonů. Společně s vejcovody, dělohou a vaginou se vaječníky řadí k vnitřním částem pohlavního ústrojí ženy. Pro ovarium je charakteristický ovoidní tvar a nepravidelná hrudkovitá struktura (Grim et al., 2005). Každý zralý vaječník je přibližně 3–5 cm dlouhý a váží asi 5–8 g. S přibývajícím věkem se velikost, délka a celkový vzhled mění (Wallace & Kelsey, 2004). V období novorozeneckém jsou vaječníky velmi malé, protáhlé a hladké. Nejvýraznější růst vaječníků a rozvoj pohlavních orgánů obecně začíná v pubertálním věku se začínajícími měsíčními cykly (Slezáková, 2011). K těmto periodám se řadí cyklus menstruační, ovariální čili ovulační, a děložní. Právě v tomto období dospívání se začíná utvářet nerovný povrch vaječníků. Následně v etapě klimakteria, přechodu, dochází ke stárnutí a pomalému zánikání ovaria, až se ve starším věku úplně scvrkne (Kolařík et al., 2011). Z hlediska stavby se vaječník skládá z ochranné výstelky nacházející se na povrchu, kůry a dřene (Wallace & Kelsey, 2004). Kůra obsahuje vajíčka v různých fázích vývoje, která se vyvíjejí v tekutinou naplněných váčcích zvaných folikuly. Tyto folikuly tvoří primární endokrinní tkáň ve vaječnicích a vylučují hormony estrogen a progesteron. Vnitřní dřeň je tvořena z cév a kolagenního vaziva, díky kterému jsou ovaria vyživována (Grim et al., 2005).

5.8.4 ESTROGEN A PROGESTERON

Tvorba těchto hormonů souvisí s menstruačním cyklem ženy. Menstruací se označuje proces krvácení z dělohy začínající v pubertálním období dívky. K první menstruaci většinou dochází okolo dvanáctého roku života dívky (Hodická et al., 2015). Tato perioda trvá přibližně 28 dní. Slezáková (2011) rozděluje menstruační cyklus na čtyři fáze – menstruační, proliferační, sekreční a ischemickou. S postupným vývojem pohlavních orgánů ženy probíhají další dva významné cykly – ovariální cyklus a děložní cyklus.

Estrogen a progesteron vznikají již při cyklu ovariálním, který se dělí na další fáze. Řídící osa HPG, z anglického hypotalamus-hypofýza-gonáda, funguje na stejném principu jako u mužů. Značný rozdíl nastává při produkci folikulostimulačního hormonu (FSH), jež u žen stimuluje zvětšení a množení folikulárních buněk ve vaječniku. Ty produkují ženský hormon estrogen a podněcují vznik Graafova folikulu, což je folikul obsahující vajíčko (Trávník, 2012). Popsaný děj nastává v první fázi ovariálního cyklu, zvané folikulární. Díky luteinizačnímu hormonu (LH) produkovanému ve druhé fázi, ovulační, dochází k prasknutí Graafova folikulu a

následně ke vniku žlutého tělíska, odborně nazývaného *corpus luteum*. V poslední fázi, ovariálního cyklu, luteální, dozrává žluté tělísko, které vylučuje hormon progesteron (Kopecký et al., 2012). Ten zastává aktivní funkci pouze v případě, kdy je žena těhotná. V té chvíli by se již hovořilo o žlutém tělísku těhotenském, ve většině měsíců k otěhotnění nedochází a žluté tělísko se svažuje. V případě, že těhotenský stav nenastává, vzniká tělísko menstruační. Výsledkem je tedy snížená sekrece progesteronu. Grim et al. (2005) dále tvrdí, že zaniknutím, involucí, žlutého tělíska dochází ke vzniku tělíska bílého, tedy vazivové jizvy, odborně *corpus albicans*. Ve fázích děložního cyklu dochází k obnově děložní výstelky – endometria (Knight & Nigam 2017).

Fyzické změny vyvolané působením estrogenu (Kopecký et al., 2012):

- růst děložní sliznice a její obnovení po předchozí menstruaci
- zvětšení dělohy, pochvy a vnějšího genitálu
- nárůst ochlupení v podpaží a krajně stydké
- ukládání tukové tkáně na stehnech a hýždích
- rozšiřování pánve
- růst prsou

Funkce progesteronu (Costa, 2016):

- v těhotenství zabraňuje zrání dalším folikulům
- zajišťuje chuť k jídlu během těhotenství
- přispívá k vývoji mléčné žlázy

I u žen, stejně jako u mužů, může dojít k nedostatku produkce estrogenu v dětském věku, v tomto případě dochází k ženskému hypogonadismu. To může mít za následek např. opožděnou pubertu či nedostatečný vývin sekundárních pohlavních znaků u ženy. Také může nastat vynechání menstruace, neplodnost či vaginální zánět (Hodická et al., 2015). S narůstajícím věkem u žen začíná klesat produkce hormonu estrogenu. Tento proces se nazývá menopauza, období, kdy žena přestala menstruuovat v důsledku snížené činnosti vaječnicků a následné produkce estrogenu a progesteronu (Knight et al., 2021b). Avšak podobné náznaky, jako jsou např. nepravidelné cykly, mohou probíhat i ve fázi perimenopauzy. Ta může trvat až deset let, než nastane období menopauzy, což je vázáno na zbývající počet vajíčků

ve vaječnicích. Většinou postihuje ženy ve věku 44–56 let. Jednotlivé příznaky se mohou často lišit, ale často zahrnují např. (Brinton et al., 2015):

- návaly horka
- vaginální smršťování a suchost
- sníženou hustotu kostí
- poruchy spánku
- změny nálady a deprese

5.9 PLODOVÉ LŮŽKO

Plodové lůžko neboli placenta je přechodný orgán přítomný pouze po dobu těhotenství. Lidská placenta váží kolem 500 g, obvykle má tvar disku. Typický průměr je 22 cm a tloušťka 2,5 cm. Placenta se vyvíjí dříve než samotný plod, jelikož daný orgán musí být připraven a schopen podporovat plod. Tvoří se z plodové blány, která je utvářena z obalů vajíčka. Konkrétně se vyvíjí z buněk trofoblastu, které napomáhají v její výživě. Vzniká ke konci třetího týdne po početí. Ukončení růstu placenty je mezi 36.–38. týdnem těhotenství ženy (Burton & Fowden, 2015; Burton & Jauniaux, 2015).

Funguje jako bariéra, která zabraňuje přímému smíšení mateřské a fetální krve. Zajišťuje přenos kyslíku a živin z mateřské krve k plodu a odvádí vyprodukované odpadní látky z fetálního oběhu do krevního oběhu matky (Burton & Fowden, 2015). Tento proces je zajištěn pupečníkem, orgánem spojujícím plod s placentou (Hájek et al., 2014).

Placenta plní další funkci i v endokrinní soustavě, jelikož produkuje více než sto peptidových a steroidních hormonů. Hormony jsou důležité pro zdravý vývoj plodu a úspěšný porod. Vylučuje například choriový gonadotropin a progesteron, ale také růstový hormon či prolaktin. Prolaktin přispívá k tvorbě mléka a jeho následnému vylučování po porodu ženy (Burton & Jauniaux, 2015).

5.9.1 CHORIOVÝ GONADOTROPIN

Choriový gonadotropin (hCG), produkovaný plodovým lůžkem, je lidský hormon detekovaný v moči a krevních testech k potvrzení těhotenství. Vzniká v základní tkáni placenty, v buňkách trofoblastu, již sedmý den po oplození vajíčka. Zabraňuje zániku žlutého tělíska a zvyšuje produkci progesteronu (Kopecký et al., 2012; Burton & Fowden, 2015).

6 DIDAKTICKÁ VÝCHODISKA

6.1 VYMEZENÍ KURIKULA

Pojem kurikulum pochází z latinského *curriculum*, což v překladu znamená běh, závod. Tento termín se používal již v 18. století ve významu obsah vzdělávání. Pedagogové tento výraz tedy chápali jako průběh studia, časový úsek či okruh poznatků určených k naučení (Maňák et al., 2008). Během řady let se místo pojmu kurikulum začal používat termín učební plán. Nicméně anglosaské národy slovo kurikulum používají doposud a díky tomu se opět rozšířilo do Evropy, kde se v mnoha zemích ujalo, včetně České republiky (Průcha, 1997; Maňák et al., 2008). Zormanová (2014) tvrdí, že pojem kurikulum je v české pedagogice používán od roku 1990.

Jelikož pro konkrétní pojetí kurikula není jednoznačně stanovená definice, často se v odborných literaturách liší a je popisováno mnoha definicemi. Vymezení konkrétního pojetí pojmu uvedených v dokumentech:

- dle Průchy et al. (2003) „*obsah veškeré zkušenosti, kterou žáci získávají ve škole a v činnostech ke škole se vztahujících, její plánování a hodnocení.*“
- dle Maňáka et al. (2008) „*obsah vzdělání (učivo) v širším slova smyslu a proces jeho osvojování, tj. jako veškerou zkušenost žáka (učícího se), kterou získává ve školském (vzdělávacím) prostředí a činnosti, které jsou spojeny s jeho osvojováním a hodnocením.*“

Kurikulum není vyčleněno jako samostatný dokument. Maňák et al. (2008) řadí ke kurikulárním dokumentům Národní program rozvoje vzdělávání v ČR, který je jinak nazýván Bílá kniha. Dále mezi kurikulární dokumenty patří vzdělávací programy, konkrétně Rámcový vzdělávací program (dále jen RVP) a Školní vzdělávací program (dále jen ŠVP). Kurikulárními dokumenty jsou i standardy, učební plány, učební osnovy a v neposlední řadě učebnice. Zormanová (2014) k těmto dokumentům přiřazuje i tematický učební plán a metodické příručky.

Česká republika rozděluje kurikulární dokumenty na úroveň státní a na úroveň školní. Státní úroveň představují tyto programy: Národní program vzdělávání a RVP schvalované Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). ŠVP jsou na úrovni jednotlivých škol (Veteška & Tureckiová, 2008). Walterová (1994) dále rozděluje kurikulární dokumenty do tří rovin, a to na zamýšlené, realizované a osvojené kurikulum. Do zamýšlené roviny se řadí plánované tematické celky a samotná příprava pedagoga na výuku. K dokumentům zamýšlené roviny patří naplánované učivo. Za realizované kurikulum se považuje konkrétní probíraná učební látka s žáky v hodině. Výsledné naučené znalosti žáků patří do kurikula osvojeného

(Janík et al., 2007). Pro detailnější klasifikaci kurikulárního dokumentu ještě slouží vymezení pěti forem – koncepční, projektová, realizační, výsledková, efekto­vá, jejichž podrobnou charakteristiku podává Průcha (1997).

6.1.1 ZAŘAZENÍ TÉMATU DO KURIKULÁRNÍHO DOKUMENTU RVP

Pro české školství je závazným kurikulárním dokumentem RVP obsahující vytyčené vzdělávací rámce. Ty jsou rozděleny na jednotlivé úrovně pro současnou výuku na konkrétním stupni škol, kterými jsou předškolní vzdělávání (PV), základní vzdělávání (ZV) a střední vzdělávání (SV). RVP také obsahují rámec ostatních vzdělávání, ke kterým se řadí základní umělecké vzdělávání a jazykové školy s právem na státní závěrečné zkoušky. Na základě RVP si jednotlivé stupně škol zpracovávají vlastní ŠVP (RVP ZV, 2021).

Podle RVP ZV (RVP ZV, 2021) je téma Endokrinní systém člověka zařazeno do výuky druhého stupně. Řadí se ke vzdělávací oblasti Člověk a příroda, do vzdělávacího oboru Přírodopis. V tomto oboru je přímé zaměření na vzdělávací obsah – biologie člověka. Ve spojitosti se vzdělávací oblastí Člověk a příroda je důležité zmínit, že navazuje na vzdělávací oblast Člověk a jeho svět, uplatňovanou na prvním stupni ZV. Nepřímým způsobem je k této látce přistoupeno i ve vzdělávací oblasti Člověk a zdraví, konkrétně ve vzdělávacím oboru Výchova ke zdraví. Vzdělávací obsah tohoto oboru v souvislosti s tématem endokrinního systému člověka je rozvíjen vzdělávacím obsahem – Rizika ohrožující zdraví a jejich prevence. Z hlediska obsahového taktéž navazuje na vzdělávací oblast Člověk a jeho svět (RVP ZV, 2021).

6.2 OBSAHOVÁ ANALÝZA UČEBNIC

Učebnice není chápána pouze jako součást kurikulárních dokumentů, je to také literární učební pomůckou pro žáky a zároveň i didaktický prostředek pro učitele (Průcha, 2013). I přesto, že se neřadí mezi povinné výukové texty, jejich návaznost na školní dokumenty je nezbytná. Konkrétně jsou propojeny s RVP. Provázanost těchto dokumentů je důležitá kvůli jejich využitelnosti. Návaznost dokumentů školní úrovně na dokumenty státní úrovně musí být dodržena, aby konkrétní učebnice odpovídaly danému stupni vzdělávání (Maňák et al., 2007). Maňák et al. (2008) o učebnicích dále tvrdí, že žákům prezentují učivo v daném vzdělávacím oboru. Učebnice vychází z učebních osnov, čímž stanovují a upřesňují systematicky uspořádaný rozsah a obsah učiva. Jsou tvořeny ke konkrétnímu oboru, ročníku a předmětu vzdělávání (Wahla, 1983).

Pojem učebnice vysvětluje např. Průcha (1998) jako edukační konstrukt, čímž se rozumí výtvar vytvořený pro speciální účely výchovy a vzdělání. Působnost učebnice je široká, je brána jako prvek kurikulárního projektu, také jako součást souboru didaktických prostředků a v neposlední řadě je to také druh školního didaktického textu. Další objasnění učebnice podává Průcha et al. (2003), kde je přesně definována jako „*druh knižní publikace způsobené k didaktické komunikaci svým obsahem a strukturou*“

Učebnice ve výuce má své opodstatnění, jelikož zastává několik podstatných funkcí. Maňák et al. (2006) uvádí, že jednou z hlavních úloh je funkce didaktická, jelikož mnoho učitelů využívá učebnici jako podpůrné kurikulum k vyučování a žáci k učení. Další ze zásadních funkcí, je motivace žáků k učení. Proto je důležité vytvořit učebnice takovým způsobem, aby u žáků podněcovaly zvědavost o konkrétní předmět (Mikk, 2000). Dle detailnější klasifikace další funkce učebnice uvádí Průcha (1998). Jedná se o funkce informační, transformační, systematizační, zpevňovací a kontrolní, sebevzdělávací, koordinační a rozvojově výchovná funkce.

Zkoumání učebnic je prováděno v rámci obsahové analýzy učebnic v pedagogickém výzkumu. Obsahová analýza učebnic zkoumá náplň strukturovaných textových prvků, kam patří např. témata, pojmy či poznatky. Dále zjišťuje obrazové prvky, do kterých se řadí obrazové komponenty (Hloušková, 2001). Podle Gavory (2015) je pro konkretizaci obsahové analýzy učebnic důležité stanovit tři jednotlivá kritéria. Správné vyhodnocení informací záleží na určení věkové kategorie čtenářů, specifičnosti zaměření textů a konkretizaci analyzovaného prvku. Prostřednictvím této metody jsou zjišťovány nedostatky a nejednotnost jednotlivých učebnic v oblasti zkoumaného prvku (Knecht et al., 2008). Analyzování obsahu učebnic lze provádět kvantitativně nebo kvalitativně. Kvantitativní analýza se zaměřuje např. na početný výskyt konkrétních slov či témat v jednotlivých zkoumaných textech. Naopak kvalitativní analýzou se v dokumentech zjišťují souvislosti a vzájemné vztahy, ale i srozumitelnost, hodnotová orientace a obtížnost samotného textu (Hendl, 2005).

V rámci obsahové analýzy učiva Endokrinní soustavy člověka jsem analyzovala deset vybraných učebnic přírodopisu pro 8. ročník základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií. Učebnice jsou seřazeny od nejstaršího vydání po nejnovější, jejichž přehled je uveden v Tab. 1. V průběhu analýzy výše uvedeného tematického celku byla věnována pozornost základním pojmům, propojenosti s dalšími orgánovými soustavami, žlázám z hlediska českých i odborných názvů, dále hormonům, funkcím žláz a nemocem souvisejících s touto tematikou. Pro konkrétní rozbor byly vybrány klíčové pojmy znázorněné v Příloze 2. Příloha 2 obsahuje celkem 55 pojmů rozdělených do 7 oblastí.

Tab. 1: Učebnice přírodopisu použité pro obsahovou analýzu endokrinního systému člověka.

číslo učebnice	citace
1.	KVASNIČKOVÁ, Danuše, FAIERAJZLOVÁ, Věra, FRONĚK, Jiří & PECINA, Pavel. <i>Ekologický přírodopis 8 pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií: učebnice zpracovaná podle osnov vzdělávacího programu Základní škola</i> . Praha: Fortuna, 1997. ISBN 80-7168-477-5.
2.	KANTOREK, Jan, JURČÁK Jaroslav & FRONĚK, Jiří. <i>Přírodopis 8</i> . Olomouc: Prodos, 1999. ISBN 80-7230-040-7.
3.	MALENINSKÝ, Miroslav & VACKOVÁ Blanka. <i>Přírodopis: pro 8. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií: člověk</i> . Praha: Nakladatelství České geografické společnosti (ČGS), 2005. ISBN 80-86034-41-0.
4.	VANĚČKOVÁ, Ivana. <i>Přírodopis 8: pro základní školy a víceletá gymnázia</i> . Plzeň: Fraus, 2006. ISBN 80-7238-428-7.
5.	KVASNIČKOVÁ, Danuše, FAIERAJZLOVÁ, Věra, FRONĚK, Jiří & PECINA, Pavel. <i>Ekologický přírodopis 8: pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií</i> . Praha: Fortuna, 2008. ISBN 978-80-7373-027-7.
6.	ČERNÍK, Vladimír, MARTINEC, Zdeněk & VODOVÁ, Vladimíra. <i>Přírodopis 8: biologie člověka pro základní školy</i> . Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009. ISBN 978-80-7235-416-0.
7.	DROZDOVÁ, Eva, KLINKOVSKÁ Lenka, & LÍZAL Pavel. <i>Přírodopis: učebnice</i> . Brno: Nová škola, 2009. ISBN 80-7289-111-1.
8.	NAVRÁTIL, Miroslav. <i>Přírodopis 8: člověk pro 8. ročník základní školy</i> . Olomouc: Prodos, 2017. ISBN 978-80-7230-359-5.
9.	ŽÍDKOVÁ, Hana, KNŮROVÁ, Kateřina, KAREŠOVÁ, Petra, MLAČÁKOVÁ, Milena, PERNIKÁŘOVÁ, Renáta, SEIDLOVÁ, Denisa, ŠTOVÍČKOVÁ, Kateřina, TÍŽKOVÁ, Ludmila, VOJTKOVÁ, Iva. <i>Hravý přírodopis 8: pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia</i> . Ilustroval Roland HAVRAN. Praha: Taktik, 2018. ISBN 978-80-7563-140-4.
10.	PELIKÁNOVÁ, Ivana et al. <i>Přírodopis 8: hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia</i> . Plzeň: Fraus, 2021. ISBN 978-80-7489-705-4.

Co se týká oblasti obecných pojmů, ve všech analyzovaných učebnicích autoři uvádí základní klíčová slova – hormon a vyměšování. Taktéž téměř každý autor zkoumaných učebních textů definují soustavu žláz s vnitřní sekrecí. Pouze Vaněčková (2006) a Pelikánová et al. (2021) tento pojem nahrazují odborným výrazem – endokrinní soustava. Polovina učebnic zahrnuje srovnání vnitřní sekrece s vnější, konkrétně jej uvádí Kvašničková et al. (1997), Maleninský & Vacková (2005), Kvašničková et al. (2008), Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018). Navíc Žídková et al. (2018) popisuje vnější sekreci žláz a dále zmiňuje i odborný název – exokrinní soustava. Autoři Maleninský & Vacková (2005), Drozdová et al. (2009), Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018) ještě popisují hormon z hlediska stavby jako chemickou látku. V ostatních analyzovaných učebních textech charakteristika samotného hormonu není uvedena.

Všichni autoři učebnic zmiňují společné řízení těla se soustavou nervovou. Vaněčková (2006), Černík et al. (2009), Drozdová et al. (2009) a Pelikánová et al. (2021) uvádí i důležitost imunitní soustavy, jelikož je do ní zahrnut brzlík, který je řazen k soustavě imunitní, ale svou úlohu zastává i v endokrinní soustavě. Autoři Drozdová et al. (2009), Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018) popisují funkci brzlíku pouze jako orgán, ve kterém jsou tvořeny bílé krvinky. Navíc Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018) vysvětlují i konkrétní funkci brzlíku, tedy tvorbu T-lymfocytů.

V rámci charakteristiky žláz autoři Maleninský & Vacková (2005), Vaněčková (2006), Černík et al. (2009), Navrátil (2017), Žídková et al. (2018), Pelikánová et al. (2021) v učebnicích zahrnují základní orgány endokrinní soustavy. Jedná se tedy o tyto klíčové pojmy – podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, nadledviny, varlata a vaječníky. Langerhansovy ostrůvky ale nezmiňují Kvašničková et al. (1997), Kantorek et al. (1999), Kvašničková et al. (2008), Drozdová et al. (2009). Navíc Kvašničková et al. (2008) v novějším vydání učebnice neuvádí brzlík, kdežto ve starším vydání jej autoři Kvašničková et al. (1997) zmiňují.

Autoři všech analyzovaných učebnic znázorňují endokrinní žlázy barevnými kresbami. Kromě Kvašničkové et al. (1997, 2008), jejíž učební texty obsahují pouze černobílé kresby, s výjimkou barevné kresby slinivky břišní a žlázy s vnitřní sekrecí. Dodatečně někteří autoři zmiňují rozdělení podvěsku mozkového na přední lalok a zadní lalok. Konkrétně jej uvádí Kantorek et al. (1999), Vaněčková (2006) a Pelikánová et al. (2021). Avšak Navrátil (2017) předkládá pouze barevnou kresbu předního i zadního laloku podvěsku mozkového. Všichni autoři učebnic také objasňují rozdělení nadledvin – kůra nadledvin a dřeň nadledvin. Navíc Kvašničková et al. (2008) zobrazuje kůru nadledvin černobílou kresbou. Učební texty Navrátila (2017) a Žídkové et al. (2018) zachycují kůru i dřeň nadledvin barevnou kresbou.

Z hlediska odbornosti názvů žláz autoři všech analyzovaných učebnic popisují podvěsek mozkový odborně jako hypofýzu. Odborný klíčový pojem hypofýza formou černobílé kresby znázorňuje Kvašničková et al. (1997, 2008). Ostatní autoři v učebních textech vyobrazují hypofýzu barevnou kresbou. Odborné pojetí šišinky jakožto epifýzy i s barevnou kresbou uvádí pouze Kantorek et al. (1999), Drozdová et al. (2009) a Žídková et al. (2018). V dalších učebnicích pojem epifýza není uvedena.

O jednotlivých typech hormonů se zmiňuje každý autor zkoumaných učebnic. Hormon adrenalin a inzulin popisují všichni autoři. Často uváděnými hormony je i růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin a testosteron. Tyto hormony charakterizuje Kantorek et al. (1999), Maleninský & Vacková (2005), Vaněčková (2006), Drozdová et al. (2009), Navrátil (2017), Žídková et al. (2018) a Pelikánová et al. (2021). Vaněčková (2006), Navrátil (2017), Žídková et al. (2018) a Pelikánová et al. (2021) uvádí růstový hormon i odborným ekvivalentem – somatotropin. Dalšími zmíněnými hormony jsou tyroxin a parathormon, ty popisují všichni autoři kromě Kantorka et al. (1999) a Černíka et al. (2009). Dále pouze učebnice od autorů Maleninského & Vackové (2005) objasňuje hormon noradrenalin. Stejně tak Žídková et al. (2018) jako jediná vysvětluje hormon endorfin. Mezi méně zmiňované hormony patří melatonin, tyrotropin, aldosteron. Pojem melatonin uvádí Maleninský & Vacková (2005), Drozdová et al. (2009), Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018). Z těchto autorů Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018) jako jediní popisují i hormon tyrotropin. Navíc učební texty od Kantorka et al. (1999), Vaněčkové (2006) a Pelikánové et al. (2021) obsahují i hormon aldosteron.

V žádné učebnici nenajdeme znázornění hormonu formou barevné či černobílé kresby. Jednotlivé hormony autoři v učebnicích řadí k samotným žlázám dle jejich produkce. Každý autor charakterizuje funkci uvedených žláz, tedy samotné účinky hormonů v těle člověka.

Choroby spojené s endokrinní soustavou člověka, konkrétně onemocnění cukrovku zmiňují autoři všech analyzovaných učebnic. Kromě Kvašničkové et al. (1997), Maleninského & Vackové (2005) a Černíka et al. (2009) všichni ostatní autoři uvádějí i odborný název cukrovky – *diabetes mellitus*. Z dalších klíčových slov Drozdová et al. (2009) a Žídková et al. (2018) popisují onemocnění struma i s barevnou fotografií. Černík et al. (2009) zmiňuje toto onemocnění pouze v textu. Pouze autoři Maleninský & Vacková charakterizují onemocnění kretenismus. Maleninský & Vacková ještě uvádí pojem trpaslictví, který zároveň zmiňuje i Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018). Autoři Navrátil (2017) a Žídková et al. (2018) ve svých publikacích také vysvětlují onemocnění gigantismus. Každý autor v jednotlivých učebních textech zmiňuje způsoby léčby výše uvedených chorob, pouze Kantorek et al. (1999) tyto informace neuvádí. Autoři Vaněčková (2006), Drozdová et al. (2009), Navrátil (2017),

Žídková et al. (2018) a Pelikánová et al. (2021) ve svých učebnicích znázorňují pomůcky k léčbě chorob formou barevné fotografie.

Výsledná prozkoumání učebnic z hlediska kvantitativního zastoupení analyzovaných klíčových pojmů, černobílých a barevných kreseb a barevných fotografií jsou znázorněny v Tab. 2.

Tab. 2: Početnost a procentuální podíl zastoupení klíčových pojmů, černobílých a barevných kreseb a barevných fotografií v analyzovaných učebnicích na téma Endokrinní systém člověka.

Počet analyzovaných pojmů	Autor a rok vydání učebnice	Klíčové pojmy		Černobílé kresby		Barevné kresby		Barevné fotografie	
		Počet	Podíl [%]	Počet	Podíl [%]	Počet	Podíl [%]	Počet	Podíl [%]
55	Kvašničková et al. (1997)	26	47,3 %	9	16,4 %	2	3,6 %	0	0,0 %
55	Kantorek et al. (1999)	31	56,4 %	0	0,0 %	11	20,0 %	0	0,0 %
55	Maleninský & Vacková (2005)	39	70,9 %	0	0,0 %	9	16,4 %	0	0,0 %
55	Vaněčková (2006)	39	70,9 %	0	0,0 %	11	20,0 %	1	1,8 %
55	Kvašničková et al. (2008)	25	45,5 %	5	9,1 %	2	3,6 %	0	0,0 %
55	Černík et al. (2009)	26	47,3 %	0	0,0 %	9	16,4 %	1	1,8 %
55	Drozdová et al. (2009)	37	67,3 %	0	0,0 %	11	20,0 %	2	3,6 %
55	Navrátil (2017)	43	78,2 %	0	0,0 %	15	27,3 %	1	1,8 %
55	Žídková et al. (2018)	48	87,3 %	0	0,0 %	14	25,5 %	2	3,6 %
55	Pelikánová et al. (2021)	39	70,9 %	0	0,0 %	11	20,0 %	1	1,8 %

Z celkového počtu 55 analyzovaných pojmů obsahují nejvíce klíčových slov (48) učebnice Žídkové et al. (2018) s podílem 87,3 %. Naproti tomu učebnice od autorů Kvašničkové et al. (2008) zahrnuje nejméně klíčových slov (25) v procentuálním zastoupení

45,5 %. Černobílé kresby obsahuje starší vydání učebnice Kvašničkové et al. (1997), jež pojímá nejvíce četného zastoupení (9) barevných kreseb v podílu 16,4 %. Naopak novější publikace Kvašničkové et al. (2008) obsahuje méně černobílých kreseb (5) zastoupených pouze v 9,1 %. Nejpočetnějšího zastoupení barevných kreseb (15) zahrnuje Navrátil (2017), což představuje 27,3 %. Učebnice Kvašničkové et al. (1997, 2008) obsahují nejméně barevných kreseb (2) v podílu 3,6 %. Autoři Drozdová et al. (2009) a Žídková et al. (2018) doplňují svá vydání učebnic o nejvíce barevných fotografií (2) – v zastoupení 3,6 %, vzhledem k ostatním analyzovaným učebním textům. Naproti tomu autoři Vaněčková (2006), Černík et al. (2009) a Navrátil (2017) uvádí méně barevných fotografií (1), pouze 1,8 % podílu.

6.3 CHARAKTERISTIKA VÝUKOVÝCH METOD

Vališová et al. (2011) uvádí, že termín metoda je převzatý z řeckého slova „*methodos*“, který lze chápat jako určitý postup či způsob vedoucí k dosažení výsledného cíle. V didaktickém pojetí se používá odborný pojem „vyučovací metoda“ popisující již konkrétní a specifický způsob uspořádání činností vyučujících, lektorů, žáků i studentů (Skalková, 2007). Maňák & Švec (2003) uvádí, že „*výuková metoda vyznačuje především cestu, po níž se ve škole ubírá žák, ostatní činitelé tuto cestu usnadňují*“. Pomocí vybraných metod je realizována vazba cíle a obsahu v pedagogickém procesu i s jeho výsledky závisujícími na individuálních vědomostech, dovednostech a postojích žáků. Konkrétní vzdělávací a výchovné cíle jsou dosaženy tehdy, kdy je stanovena správná výuková metoda (Skalková, 2007). Propojení výukových metod s obsahem výuky od sebe nelze oddělit, jelikož konkrétní způsob vyučování umožňuje žákům transport a zprostředkování učiva. Tím napomáhá reálnějším představám a chápání všeho, čím je jedinec obklopen (Vališová et al., 2011).

K dosažení určených cílů si učitelé při každodenním plánování vyučování musí promyslet, jaké efektivní metody ve výuce zvolí. Na základě znalosti výhod a nevýhod jednotlivých metod je vyučující účelně využívá v praxi (Petty, 2013). Podle Skalkové (2007) je v pedagogickém procesu ideální propojení více vyučovacích metod, které lze v průběhu hodiny měnit a střídat. Využívání pouze jedné výukové metody v hodině vede spíše k neúspěšným výsledkům. Dle Maňáka & Švece (2003) mají zvolené metody žáky uvádět do aktivní role, dále je vést ke komunikaci, a především motivovat žáka. Zařazením rozmanitých způsobů výuky se pro žáky edukační proces stává zábavným a iniciativním. Žáci při výběru a kombinaci vhodných metod plně uplatňují své dovednosti, schopnosti a poznatky (Petty, 2013). Čímž dochází k formování žákovi osobnosti Zormanová (2012).

Z hlediska kategorizace a členění výukových metod v současné didaktice není vytvořena jednotná klasifikace. Každý autor se dívá na výuku jiným pohledem a stanoví si svá kritéria, podle kterých vytváří metody. Výuka žáků se tak stává velmi rozmanitým pedagogickým procesem. Jednou z nejčastěji využívaných taxonomií výukových metod je dle Maňáka & Švece (2003). Ti rozdělují výukové metody do tří celků, jedná se o klasické výukové, aktivizující metody a komplexní výukové metody.

Klasické výukové metody jsou nedílnou součástí tradičního vyučování. Pro tyto metody je typická frontální výuka často s dominantní rolí učitele (Zormanová, 2012). Při volbě klasického typu vyučování ale nedochází k dostatečné aktivizaci žáků v hodině. Ve srovnání s aktivizujícími výukovými metodami jsou klasické výukové metody značně jednodušší na přípravu i realizaci v pedagogickém procesu (Pecina & Zormanová, 2009). Tyto metody se dále rozdělují do tří podkategorií (Maňák & Švec, 2003):

- A. metody slovní (např. vyprávění, vysvětlování, práce s textem, rozhovor apod.)
- B. názorně demonstrační (např. pozorování předmětů a jevů, předvádění, práce s obrazem, instruktáž apod.)
- C. dovednostně praktické (např. napodobování, manipulování, laborování a experimentování či vytváření dovedností apod.)

Aktivizujícími výukovými metodami se žáci stávají aktivními jedinci edukačního procesu namísto pasivních příjemců informací (Kotrba & Lacina, 2011). Dle klasifikace Maňáka & Švece (2003) se nejčastěji jedná o využívané metody diskuse či metody řešení problémů a didaktických her. Žáci jsou prostřednictvím těchto způsobů výuky nejen motivováni, ale také rozvíjí své komunikační dovednosti, týmovou spolupráci, samostatné kritické myšlení (Grecmanová & Urbanovská, 2007). Dále zde patří metody heuristické a inscenační (Maňák & Švec, 2003).

Komplexní výukové metody zahrnují souhrnné kombinace prvků organizačních forem, didaktických prostředků a životních situací, které jsou v komplexních metodách více rozšířeny než již výše uvedené výukové metody. Dle Maňáka & Švece (2003) tento celek metod zahrnuje např. skupinovou a kooperativní výuku, individuální a individualizovanou výuku, samostatnou práci žáků, výuku dramatem, učení v životních situacích apod.

Při tvorbě metodických listů jsem k jednotlivým aktivitám zvolila metody dle klasifikace výše uvedených autorů Maňáka & Švece (2003). Využité metody jsou zaznamenané v Tab. 3.

Tab. 3: Zvolené výukové metody k jednotlivým aktivitám podle Maňáka & Švece (2003).

Klasické výukové metody
<i>A. Metody slovní</i>
1. Vysvětlování
2. Rozhovor
3. Práce s textem
<i>B. Metody názorně demonstrační</i>
1. Práce s obrazem
Aktivizující výukové metody
1. Metody diskusí
2. Metody řešení problémů
3. Didaktické hry
Komplexní výukové metody
1. Skupinová výuka
2. Samostatná práce žáků
3. Brainstorming

Vysvětlování je monologickou slovní metodou využívanou učiteli k systematickému předávání učiva žákům. Učitel se u žáků snaží rozvíjet logické myšlení formou indukce či dedukce, což vede k objasňování souvislostí (Maňák, 2001; Skalková, 2007).

Rozhovor je oproti vysvětlování dialogickou slovní metodou, která je založena na vzájemné komunikaci mezi aktéry výuky. Podstatou rozhovoru je objasnění nového učiva žákům na základě pokládaných otázek učitelem a zodpovězenými otázkami žáků (Maňák, 2001; Švarcová-Slabinová, 2005).

Prací s textem se rozumí zpracovávání informací z textu za účelem rozšiřování, upevňování či osvojování znalostí. Tato metoda má více forem, žáci například mohou vyhledávat informace v textu, opravovat chybně napsaný text či klasicky předčítat z učebnice apod. Při této metodě mohou žáci pracovat zároveň s učitelem nebo samostatně (Pavlasová, 2014).

Práce s obrazem je využívána k demonstrativnímu znázornění učiva žákům. Zahrnují ilustrace či fotografie v učebnicích, kresby na tabuli, náčrty či schémata aj. Tyto pomůcky jsou chápány jako didaktické obrazy předkládající žákům jevy ve výuce (Švarcová-Slabinová, 2005).

Metoda **diskuse** svou podstatou navazuje na metodu rozhovoru, od kterého se odlišuje určitými specifickými prvky. V diskusi jde o komunikaci nejen mezi učiteli a žáky, ale i mezi žáky samotnými. Otázky z rozsáhlejší tematiky se stanoveným úkolem u účastníků diskuse umožňuje rozvíjení myšlenkových operací při výměně názorů na základě znalostí probíraného tématu (Sitná, 2009; Petty, 2013).

Metoda **řešení problémů** je jednou z výukových strategií metody heuristické. V edukačním procesu tuto metodu žáci uplatňují tuto v případě, kdy se setkávají s problémovými úlohami. Žáci hledají vhodná řešení situací za využití složitých myšlenkových operací a logického myšlení (Maňák & Švec, 2003).

Didaktická hra je v současném pedagogickém procesu nejčastěji využívanou metodou pro aktivizaci žáků ve výuce. Slouží k osvojování nebo zopakování učiva zábavnou formou a zároveň u žáků rozvíjí soutěživost i spolupráci. Hlavní zásadou didaktické hry jsou jasně daná pravidla (Pecina & Zormanová, 2009; Pavlasová, 2014).

Skupinová výuka spočívá v aktivní práci žáků v menších skupinách. Díky spolupráci žáků je přenesena interakce z učitele na žáka i mezi žáky samotné. Při skupinové výuce jsou žáci vedeni ke spolupráci, vzájemné pomoci a ke sdílení názorů v dané problematice (Petty, 2013).

Samostatná práce žáků podporuje individuální předpoklady k využívání jejich vlastního stylu učení, rozvíjí způsoby osvojování učební látky. K této metodě jsou přiřazovány samostatné práce žáků s učebnicí, knihou či samostatné plnění pracovních úloh. Lze je využít např. i při laboratorních cvičeních apod. (Maňák & Švec, 2003; Skalková, 2007).

Brainstorming neboli bouře nápadů je metoda často využívaná na začátku hodiny. Podává přehled, jak se žáci v daném tématu orientují. Ve stanoveném časovém úseku žáci zformulují co nejvíce nápadů v oblasti probíraného učiva. Zařazením brainstormingu do výuky se u žáků rozvíjí kreativní myšlení (Sikorová et al., 2007; Pavlasová, 2014).

Žáci si prostřednictvím vhodně zvolených metod v jednotlivých aktivitách osvojují vědomosti z oblasti Endokrinního systému člověka. Také se zamýšlí nad důležitostí fungování této orgánové soustavy v lidském organismu a jejího propojení s nervovou soustavou člověka. Učitel v aktivitách žákům předává poznatky a vysvětluje dané téma. Metody klasické jsou využity ve hrách Alfabox, Síť neuronů, Lidské tělo jako výtvar hormonů, O titul zlaté žlázy a Poznej, co jsem. Aktivizující metody obsahují aktivity Alfabox, Ověř si své znalosti a Poznej, co jsem. Komplexní výukové metody jsou obsaženy v každé činnosti.

- **Alfabox:** tato aktivita je skupinovou prací. Žáci pracují s kresbami endokrinních žláz člověka, kresbou strukturního vzorce hormonu testosteronu a kresbami

pomůcek k léčbě nemocí endokrinního systému. Žáci spolupracují ve skupinách, diskutují mezi sebou, když nalezené pomůcky přiřazují k jednotlivým písmenům do alfaboxu. Na závěr aktivity je využita metoda rozhovoru mezi vyučujícím a žáky ke kontrole přiřazených pomůcek do alfaboxu.

- **Sít' neuronů:** zde žáci pracují pouze s klubkem bavlny kdy spolupracují ve skupině a zároveň i s vyučujícím. S využitím další metody brainstormingu a rozhovoru učitel zjišťuje, jaké mají žáci dosavadní poznatky o endokrinním systému člověka. Jako zakončení aktivity uplatňuje učitel metodu vysvětlování, kdy žákům objasňuje propojenost dvou řídicích orgánových soustav lidského organismu (nervový systém člověka – vytvořená síť neuronů a endokrinním systém člověka).
- **Lidské tělo jako výtvar hormonů:** je skupinovou činností žáků. Učitel žákům vysvětluje dané učivo s názornými pomůckami, které obdrží každá skupina. Během aktivit žáci diskutují s vyučujícím, ale i mezi sebou. Řeší problematiku určení polohy endokrinních žláz v lidském těle. Následně k jednotlivým žlázám přiřazují konkrétní vylučované hormony a jejich účinek na organismus člověka. V neposlední řadě se zabývají základními nemocemi endokrinních orgánů. Na závěr vyučují s žáky zopakuje dané téma formou rozhovoru – pokládáním otázek.
- **Kahoot!:** při aktivitě Kahoot! žáci pracují samostatně se svými mobilními telefony. Žáci mohou spolupracovat i ve dvojicích s jedním mobilním telefonem a využít tak metodu skupinové výuky zároveň s diskusí.
- **Ověř si své znalosti:** samostatnou práci žáci vyplňují pracovními listy s učebními úlohami. Podle zadaných úloh při jejich vypracování využívají metody řešení problémů, práci s textem a práci s obrazem. Následně žáci mezi sebou diskutují své odpovědi v rámci utvořených skupinek. Na závěr probíhá společná kontrola jednotlivých úloh i s učitelem.

- **O titul zlaté žlázy:** v této didaktické hře žáci spolupracují ve třech skupinách, kde řeší úlohy jednotlivých podtémat z tematického celku endokrinního systému člověka. Žáci pracují s indiciemi a vzájemnou diskusí řeší jejich správné odpovědi.
- **Poznáš, co jsem?:** je skupinovou prací žáků. Žáci zde pracují s nápovědnými ilustracemi a vylosovanými kartičkami s názvy hormonů a kartičkami s charakteristikami daných hormonů. Žáci mezi sebou ve dvojicích prodiskutují, zda se sešli správně u konkrétní ilustrace, což následně vysvětlí i svým spolužákům.

6.4 UČEBNÍ ÚLOHY

Problematikou učebních úloh se zabývá mnoho autorů, proto je těžké určit jejich jednotnou definici. Ve své bakalářské práci se zaměřuji na stanovení učebních úloh dle Tollingerové (1976). Tollingerová (1976) se zabývala tímto tématem již v 70. letech 20. století. Její charakteristika a klasifikace učebních úloh je, s menšími obměnami, využívána dodnes. Tollingerová (1976) popisuje učební úlohu jako *„jazykový útvar nebo promluvu, která se výslovně, verbálně, nebo svým kontextem, neverbálně stává nositelem signálu – teď musím něco udělat, na rozdíl od prosté zprávy, která je nositelem signálu – teď se něco dozvím.“* Kalhous & Obst (2009) dále popisují, že využití učebních úloh ve výuce směřuje k aktivizaci žáků a podporují jejich myšlení, tudíž jsou využívány jako jedny z nejpodstatnějších pomůcek v procesu vyučovací hodiny. S tímto tvrzením se shoduje i Tollingerová (1976), která za jeden ze znaků učebních úloh určila regulační potenci. Žáci jsou při řešení úlohy aktivními jedinci, kdy si zároveň organizují samotný průběh činnosti. Také je důležité zachovat pedagogický smysl dané úlohy. Učební úlohy vznikají za určitým pedagogickým významem, podle Tollingerové (1976) se jedná o akční rádius.

6.4.1 TAXONOMIE UČEBNÍCH ÚLOH

Učitel využívá taxonomii k určení operační obtížnosti jednotlivých úloh, které žákům zadává. Na základě aktivních sloves stanovených ke každé kategorii přiřazuje dané úlohy, jedná se o tzv. taxaci. Díky taxaci vyučující může srovnat operační hodnotu se stanoveným výukovým cílem, čímž lze zjistit didaktickou hodnotu učební úlohy (Tollingerová, 1970).

Tollingerová (1970) klasifikuje učební úlohy do pěti hlavních kategorií, zmíněné v Tab. 4. Hlavní kategorie obsahují ještě další podkategorie. Tato taxonomie vychází z Bloomovy kategorizace kognitivních cílů. Učební úlohy jsou řazeny podle náročnosti od jednodušších po složitější.

Tab. 4: Taxonomie učebních úloh - 5 kategorií podle Tollingerové (1970).

Klasifikace učebních úloh
1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků
3. Úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatků
4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků
5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení

- **Alfabox:** je zaměřen na pamětní reprodukci poznatků a jednoduché myšlenkové operace s poznatků. Na základě naučených informací žáci třídí a vyjmenovávají jednotlivé pomůcky.
- **Síť neuronů:** je aktivita určena k pamětní reprodukci poznatků a jednoduchým myšlenkovým operacím. Při této aktivitě pracují pouze s pojmy, které již znají.
- **Lidské tělo jako výtvar hormonů:** při této činnosti jsou požadovány po žácích jak jednoduché myšlenkové operace s poznatků, tak i složitější myšlenkové operace s poznatků. Žáci vyjmenovávají a popisují jednotlivé pomůcky. Zprvu třídí jednotlivé endokrinní žlázy dle polohy v lidském těle. Následně k nim přiřazují konkrétní hormony a jejich účinky na lidský organismus. Zároveň ale využívají deduktivní či induktivní metody při určování jednotlivých onemocněních endokrinního systému.
- **Kahoot!:** je aktivitou k opakování učiva, tudíž vyžaduje pamětní reprodukci poznatků. Zároveň žáci využívají jednoduché myšlenkové operace s poznatků. Žáci prostřednictvím naučených informací vybírají správné odpovědi z připravených faktů (pravdivých či lživých).

- **Ověř si své znalosti:** vzhledem k rozmanitosti jednotlivých úloh žáci pracují s pamětní reprodukcí poznatků, jednoduchými i složitými myšlenkovými operacemi s poznatky a úlohami rozvíjející tvořivé myšlení. Pracovní list obsahuje úlohy zaměřené na:
 - Přřazování pojmů (názvy hormonů a nemocí) k charakteristikám
 - Doplnění názvů endokrinních žláz do pojmové/myšlenkové mapy
 - Určování polohy endokrinních žláz v lidském těle
 - Řešení problémové situace z textu – diagnostikování onemocnění konkrétní endokrinní žlázy a hormonu, návrhnutí léčby
 - Charakterizaci pojmů (inzulin X glukagon, vaječníky X varlata, Endokrinní systém X Nervový systém) a popisování jejich společné charakteristiky

- **O titul zlaté žlázy:** tato didaktická hra je zaměřena na opakování poznatků. Dále jsou po žácích vyžadovány složité myšlenkové operace s poznatky. Žáci pracují s již nabytými znalostmi o daném tématu. Na základě indicií žáci odvozují (dedukují) odpovědi k jednotlivým úlohám.

- **Poznáš, co jsem?:** je aktivitou určenou ke složitým myšlenkovým operacím s poznatky. Žáci pomocí nápovědných kartiček a ilustrací se svými spolužáky vyvozují (indukují) společné závěry

6.5 KLÍČOVÉ KOMPETENCE

Důraz na klíčové kompetence byl v české pedagogice vyzdvižen v dokumentu Bílá kniha v roce 2001 (Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, 2001). RVP daného stupně vzdělávání stanovuje jednotlivé klíčové kompetence. Úroveň osvojeného celku znalostí konkrétních klíčových kompetencí popisují Standardy vzdělávání (Zormanová, 2014). Záměrem základního vzdělávání je vybavit žáky tímto souborem znalostí pro ně dosažitelné úrovně. Klíčovými kompetencemi se rozumí složitý komplex dovedností, vědomostí, schopností a hodnot, které žák dokáže propojit a díky tomu se stává úspěšným jedincem ve svém osobním životě i ve společnosti. Shrnují celkové poznatky žáků, kterých by měli na konci základního vzdělávání dosáhnout (Bělecký, 2007). Osvojování tohoto souboru znalostí se neodehrává pouze ve školských zařízeních, počínaje předškolním vzděláváním, přes

vzdělání základní a střední. Je to složitý a dlouhodobý proces probíhající během celého života. Proto klíčové kompetence základního vzdělávání nejsou brány za výslednou úroveň. Formují podstatu budoucího rozvoje žáka jednak v celoživotním učení ale i v pracovním procesu (RVP ZV, 2021). Belz & Siegrist (2001) doplňují, že kromě nabytých informací ze školských zařízení v průběhu vzdělávání je nutné, aby byl jedinec vybaven takovými kompetencemi, které získá i v rámci rodinné výchovy. Klíčové kompetence jsou v jednotlivých předmětech propojeny. Oddělením kompetencí by nebylo možné dosáhnout kompletního výsledného procesu vzdělávání (Bělecký, 2007). Nabytím klíčových kompetencí žák projevuje své schopnosti v oblasti přiměřené orientace v přirozených okolnostech. Dále aktivně jedná a řeší problémy ze svých již nabytých znalostí či zkušeností, dokáže zaujmout přínosný postoj v daných situacích, čímž za svá rozhodnutí nese odpovědnost (Veteška & Tureckiová, 2008).

Při tvorbě aktivit jsem k jednotlivým hrám zvolila klíčové kompetence zaznamenané v Tab. 5. Dalšími kompetencemi jsou ještě klíčové kompetence pracovní a klíčové kompetence občanské (RVP ZV, 2021).

Tab. 5: Klíčové kompetence rozvíjené v aktivitách dle RVP ZV (2021).

Klíčové kompetence ZV
Kompetence k učení
Kompetence k řešení problémů
Kompetence komunikativní
Kompetence sociální a personální
Kompetence digitální

Kompetence k učení žáky vedou k využívání různých učebních metod a organizaci vlastního průběhu učení. Po dosáhnutí této kompetence žáci samostatně vyhledávají a zpracovávají informace se správným využitím termínů a symbolů. Také propojují již nabyté informace a uvádí je do souvislostí (Zormanová, 2014; RVP ZV, 2021).

Kompetenci k řešení problémů žáci získávají dovednost rozpoznat a chápat problémové situace. Samostatně plánují způsoby k vyřešení problémů a zvládají je vyřešit s využitím již nabytých znalostí. Při řešení problémů uplatňují i své logické a kritické myšlení (Bělecký, 2007; RVP ZV, 2021).

Kompetence komunikativní u žáků rozvíjejí dovednost verbální i neverbální komunikace. Žáci srozumitelně a jasně vyjadřují své myšlenky, ale zároveň přijímají i názory

jiných. Aktivně se zapojují do diskuse, při které rozlišují podstatné informace od nepodstatných (Belz & Siegrist, 2001; RVP ZV, 2021).

Kompetence sociální a personální rozvíjí u žáků schopnost vlastní sebereflexe, utváří svůj samotný rozvoj, jelikož se učí zodpovědnosti za své jednání a rozhodnutí. Nabytím kompetence také žáci aktivně spolupracují ve skupině, kde se účastní diskuse k daným tématům (Zormanová, 2014; RVP ZV, 2021).

Po získání **digitální kompetence** mají žáci osvojeny způsoby a metody, jak samostatně používat běžné digitální technologie i s jejich aplikacemi. Odpovědně a efektivně využívají digitální zařízení i v průběhu výuky k vyhledávání informací a následný sdílení informací. (RVP ZV, 2021).

V rámci vytvořených aktivit pro žáky 8. a 9. ročníku na ZŠ a víceletých gymnáziích je každá činnost zaměřena na osvojování znalostí z tematického celku Endokrinní systém člověka. V jednotlivých aktivitách jsou rozvíjeny tyto klíčové kompetence:

- Kompetence k učení:
 - Žáci se učí používat správnou terminologii spojenou s endokrinním systémem člověka (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Alfabox, Lidské tělo jako výtvar hormonů, Kahoot!, Ověř si své znalosti, O titul zlaté žlázy).
 - Žáci si osvojují znalosti propojující nervovou a endokrinní soustavu (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Síť neuronů Ověř si své znalosti).
 - Žáci si uvědomují podstatu endokrinního systému člověka a fungování této orgánové soustavy v lidském těle (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Lidské tělo jako výtvar hormonů, Ověř si své znalosti, Poznáš, co jsem?).

- Kompetence komunikativní:
 - Žáci si rozšiřují slovní zásobu v tématu endokrinního systému člověka (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Alfabox, Lidské tělo jako výtvar hormonů, Ověř si své znalosti).
 - Žáci se aktivně zapojují do diskuse s vyučujícím ale i mezi sebou a sdělují si informace o problematice endokrinního systému člověka (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Alfabox, Síť neuronů, Lidské tělo jako výtvar hormonů, Kahoot!, Ověř si své znalosti, O titul zlaté žlázy, Poznáš, co jsem?).

- Kompetence sociální a personální:
 - Žáci rozvíjejí spolupráci v kolektivu, se svými spolužáky pracují jako tým (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Alfabox, Lidské tělo jako výtvar hormonů, Kahoot!, O titul zlaté žlázy).
 - Žáci si pomáhají při řešeních konkrétních úloh na téma endokrinní systém člověka (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Alfabox, Lidské tělo jako výtvar hormonů, Kahoot!, Ověř si své znalosti, O titul zlaté žlázy).
 - Žáci si rozvíjejí sebejistotu prostřednictvím vlastního rozhodování při samostatné práci (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Kahoot!, Ověř si své znalosti).

- Kompetence k řešení problémů:
 - Žáci využívají získané poznatky o endokrinním systému člověka pro správné řešení úloh a rozvíjí své kritické myšlení (kompetence je rozvíjena v těchto aktivitách: Ověř si své znalosti, O titul zlaté žlázy, Poznáš, co jsem?).
 - Žáci ve skupině volí vhodné postupy a strategie pro vyřešení jednotlivých úkolů (kompetence je rozvíjena v aktivitě O titul zlaté žlázy).

- Kompetence digitální:
 - žáci efektivně využívají své mobilní telefony ke zpracování informací o endokrinním systému člověka (kompetence je rozvíjena v aktivitě Kahoot!).

6.6 ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY VÝUKY

K netradičním způsobům výuky patří neformální vzdělávání. Neformálním vzděláváním při práci s mládeží se rozumí výchovně-vzdělávací organizovaný proces s plánovanými programy zaměřenými na rozvoj dovedností, znalostí a kompetencí (Pešek et al., 2019). Neformální vzdělávání na rozdíl od formálního vzdělávání nenaplňuje běžný rámec školského systému (Havlíčková & Žárská, 2012). Ve formálním vzdělávání žáci získávají certifikát dokládající úspěšné ukončení daného stupně vzdělání. Naopak neformální výukou nelze dosáhnout uceleného školského vzdělání (MŠMT, 2013). V rámci takových aktivit žáci mohou, ale nemusí certifikát obdržet (Pávková, 2014). Eshach (2007) tvrdí, že aktivity neformálního vzdělávání probíhají mimo školní prostředí. Častými organizátory plánovaných programů jsou zejména nestátní neziskové organizace (NNO) či soukromé vzdělávací instituce. Havlíčková & Žárská

(2012) do neformálního vzdělávání ještě řadí i školská zařízení pro zájmová vzdělávání (kluby, kroužky, střediska volného času apod.). Jelikož se zájmové aktivity ve školních kroužcích či klubech odehrávají ve školských prostorách, jsou proto často považovány za oficiální činnosti školy. Rozdíl mezi neformálním a formálním vzděláváním zde závisí na určených vzdělávacích cílech, které se nevztahují k oficiálním školním osnovám (Eshach, 2007).

Důležitým faktorem k vykonávání neformálních aktivit je přítomnost zaškoleného vedoucího, lektora, instruktora či odborně – facilitátora. Facilitátor je osoba usnadňující učení, provádí jedince edukačním programem (Havlíčková & Žárská, 2012). K účinné realizaci plánované výuky je podstatná samotná osobnost lektora. Ideální vedoucí zvládá mnoho dovedností, např. aktivně komunikovat se zúčastněnými jedinci – správně formuluje myšlenky a nechává prostor žákům k jejich vyjádření (Mažárová, 2018). U každé aktivity je podstatné určit konkrétní vzdělávací cíl založený podle potřeb účastníků a jejich zkušeností (Pešek et al., 2019). Dalším znakem tohoto procesu vzdělávání je dobrovolnost v provádění činnosti. K zapojení se do aktivit žáci využívají vnitřní motivaci a vlastní zájem. Důraz je kladen i na skupinové učení a přátelský vztah mezi vedoucími a účastněnými jedinci (Pávková, 2014). V neposlední řadě neformální vzdělávání pracuje s chybami žáků. Lektori chyby představují jako možnosti dalšího rozvoje (Pešek et al., 2019).

Pešek et al. (2019) dále popisují dvě skupiny metod uplatňované v neformálně vzdělávacím procesu. Do první kategorie řadí energizery a „ledolamky“. Metody určené k aktivizaci a vzájemnému upevnění interakce mezi žáky. Druhou kategorií tvoří metody snadno přizpůsobující konkrétním tématům vzdělávání. Patří zde např. brainstorming, skupinová práce, diskuse, případové studie, simulace či rolové hry a mnoho dalších.

Mezi instituce poskytující neformální vzdělávání patří také science centra. Science centra se dají chápat jako moderní muzea s řadou zábavných a interaktivních exponátů. Nejčastěji se jedná o vystavené předměty z přírodovědných a technických oblastí (Davidsson & Jakobsson, 2012). Od běžných muzeí se odlišují v mnoha znacích. Návštěva těchto zařízení je založena na principu „hands on“, v překladu „osahat si“ dané objekty sloužící právě k manipulování a prozkoumávání vědeckých zákonů (Davidsson & Jakobsson, 2012; Broulíková, 2013). V těchto institucích účastníky provádí tzv. edutaineři. Pojem pocházející ze spojení dvou anglických slov – „educate“ a „entertain“ – což v překladu znamená „vzdělávat“ a „bavit“. Pro průvodce se také používá pojem „explainer“. Taktéž převzaté slovo, z anglického „explain“, překládáno jako „vysvětlovat“ (Krčmová & Chvátal, 2020). V České republice se nachází 8 institucí, které jsou součástí České asociace science center. Mezi Science

centra se řadí např. Techmania Science Center v Plzni, Svět techniky v Ostravě, ale i centrum VIDA! v Brně či Pevnost Poznání v Olomouci (Česká asociace science center, nedatováno).

Ze zmíněných science center jsem navštívila centrum Pevnost Poznání a VIDA! centrum. Pevnost Poznání s expozicí „Rozum v hrsti“ ani centrum VIDA! s expozicí „Člověk“ nerealizují samotný výukový program na téma „Endokrinní systém člověka“. V Pevnosti Poznání se nachází exponát mozku, kterým žáci mohou procházet. V tomto exponátu jsou pomocí dataprojektoru znázorněné i jeho části (např. adenohypofýza, neurohypofýza, hypothalamus apod.) Žákům tímto způsobem lze představit propojení soustavy endokrinní a nervové. V centru VIDA! je návštěvníkům ukázán průřez lidským tělem ve formě plastové figuríny. Ta je složena z několika lidských orgánů, mimo jiné obsahuje i ty, které plní endokrinní funkci.

Termín „alternativní“ popisuje i Maňák (1997), který jej uvádí v souvislosti s metodami uplatňovanými v alternativních typech škol, v nichž se vyučuje jinými způsoby než ve školách tradičních. To však není podmínkou, inovativní metody nejsou již využívány pouze v alternativním vzdělávání, jelikož mnoho z nich vstupuje do popředí i v běžných školách (Maňák 1997; Maňák & Švec, 2003). Jednotlivé typy alternativního školství se liší v mnoha ohledech, ale zároveň se shodují v několika znacích. Příkladem společných rysů je především individuální přístup ke každému žákovi. Výchovně-vzdělávací proces jednotlivé žáky vyzdvihuje do popředí (Váňová, 2011). Konkrétními alternativními školami, které lze studovat v České republice jsou například Janská škola, Waldorfská škola, Lesní / přírodní škola, Montessori škola (Němcová, 2020).

6.7 METODICKÉ LISTY

Metodické listy jsou vytvořeny jako návrhy motivačních aktivit pro výukový program, který bude následně vytvořen ze zásobníku her. Edukační program bude zaměřen na téma Endokrinní systém člověka ve science centru Pevnosti poznání v Olomouci.

6.7.1 ALFABOX

Tab. 6: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě Alfabox na téma Endokrinní systém člověka.

Alfabox	
Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	10 minut
Doporučené výukové metody	rozhovor, diskuse, skupinová práce
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletých gymnázií
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, nervová soustava, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata, růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin, endorfin, melatonin, tyroxin, parathormon, thymosin, inzulin a glukagon, kortizol a adrenalin, estrogen a progesteron, testosteron, endokrinologie, nemoci
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák určí jednotlivé žlázy s vnitřní sekrecí v lidském těle • žák rozpozná choroby spojené s tematikou endokrinního systému člověka • žák určí základní léčebné metody nemocí spojených s endokrinním systémem člověka, např. cukrovka, onemocnění štítné žlázy
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci používají správnou terminologii v oblasti endokrinního systému člověka za pomoci připravených kreseb a jejich přiřazování do alfaboxu.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci diskutují mezi sebou ve skupinách i s vyučujícím. Žáci si rozšiřují slovní zásobu v tématu endokrinního systému člověka.</p>

	<p>Kompetence sociální a personální: žáci se učí spolupracovat se svými spolužáky při řešení daného úkolu.</p>
<p>Základní termíny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo • Hormony = inkrety, chemické látky vyměšované endokrinními žlázami, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo • Žlázy s vnitřní sekrecí = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí • Nervová soustava = pomocí nervových vzruchů řídí organismus člověka společně s endokrinním systémem člověka • Podvěsek mozkový = hypofýza, je součástí mezimozku, nachází se za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla <ul style="list-style-type: none"> ○ adenohipofýza – přední lalok hypofýzy, produkuje <u>růstový hormon, adrenokortikotropní hormon, tyreotropin</u> ○ neurohipofýza – zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>oxytocin</u> ○ střední lalok hypofýzy (lalok intermedia) – spojuje přední a zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>endorfin</u> • Šišinka = epifýza, je přichycena pineální stopkou k mezimozku, produkuje hormon <u>melatonin</u> • Štítná žláza = nachází se v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu a produkuje hormony <u>T3 a T4 – tyroxin</u> • Příštítná tělíska = nachází se na zadní straně štítné žlázy, jsou to 4 kulovitá tělíska po stranách horní (2) a dolní (2) části a produkuje hormon <u>parathormon</u> • Brzlík = nachází se mezi pravou a levou plicí za hrudní kostí. Produkuje hormon <u>thymosin</u> přispívající k tvorbě Th-lymfocytů v imunitním systému člověka

	<ul style="list-style-type: none"> • Slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky = pankreas, nachází se v břiše za žaludkem. Je složena ze dvou typů tkání – endokrinní a exokrinní. Produkuje hormony <u>inzulin</u> a <u>glukagon</u> • Nadledviny = nacházejí se na horní části ledvin. Produkce hormonů závisí na jejich stavbě, dělí se na kůru (produkuje hormon <u>kortizol</u>) a dřeň (produkuje hormon <u>adrenalin</u>) • Vaječníky = ženské pohlavní žlázy, nacházející se v pánevní dutině, produkují hormony <u>estrogen</u> a <u>progesteron</u> • Varlata = mužské pohlavní žlázy nacházející se mimo tělní dutinu, produkují hormon <u>testosteron</u> • Nemoci – při poruše žlázy dochází buď k nadměrné nebo nedostatečné produkci určitého hormonu, léčbou chorob spojených s endokrinním systémem člověka se zabývá lékařský obor <u>endokrinologie</u>
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkují hormony, inkrety, a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Jako s každou jinou orgánovou soustavou i s touto se pojí nemoci, které se odborně léčí.</p> <p><u>PODVĚSEK MOZKOVÝ:</u></p> <p>Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.</p> <p><u>Přední lalok</u> produkuje tyto hormony:</p>

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin

- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin, napomáhá zpětnému vstřebávání vody do krevního oběhu

- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy

Střední lalok produkuje hormon **endorfin** – hormon štěstí, který vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠIŠINKA:

Šišinka neboli epifýza. Je to nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle. Je nepárovou žlázou. Produkuje hormon **melatonin**, který řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní cyklus člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.– 4. hodinou.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Nachází se po stranách hrtanu pod štítnou chrupavkou, tvoří jí dva laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **T3** – trijodthyronin a **T4** – tetrajodthyronin neboli **tyroxin**, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle (např. dýchání, spotřeba kyslíku), váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince.

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Příštitná tělíska jsou součástí štítné žlázy. Jedná se o 4 drobné oválné útvary nacházejících se na lalocích zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkuje hormon **parathormon**, který reguluje hladinu vápníku v krvi.

BRZLÍK:

Hlavní funkci má v imunitní soustavě člověka. Dozrávají v něm bílé krvinky (T-lymfocyty). Dozrávání je umožněno díky hormonu **thymosinu**, který brzlík produkuje. Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plící a je tak chráněn hrudní kostí. Hlavní funkci má v dětství – s narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY

Slinivka břišní neboli pankreas je nepárovou žlázou. Je to kombinovaná žláza – má funkci vnějšího i vnitřního vyměšování. Vnější, exokrinní vyměšování umožňuje trávení. Vnitřní, endokrinní je umožněno díky Langerhansovým ostrůvkům, které slinivka břišní obsahuje.

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi. Jedná se o tyto hormony:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Dle stavby a funkce se dělí na kůru a dřeň.

Kůra produkuje hormon **kortizol** působící protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi.

Dřeň produkuje hormony **adrenalin** a **noradrenalin**, které se vylučují ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychlují srdeční činnost, zvyšují tvorbu potu, rozšiřují zornice, rozšiřují dýchací cesty, vyplavují do krve glukózu – krevní cukr.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Anatomie pohlavních žláz je závislá na pohlaví. Obecně jsou párovými žlázami, které mají podobnou funkci a tou je rozvoj druhotných pohlavních znaků a pohlavních buněk.

Varlata:

Varlata jsou pohlavní mužskou žlázou. Produkují hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvoj druhotných pohlavních znaků (např. nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy, zvýšené ochlupení, změna hlasu).

Vaječníky:



Vaječníky jsou pohlavní ženskou žlázou. Produkují hormony **estrogen a progesteron** – oba hormony ovlivňují vývin ženských pohlavních orgánů a pohlavních buněk – vajíček, rozvoj druhotných pohlavních znaků (např. ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve, růst prsou a stejně jako u chlapců rozvoj ochlupení) a menstruační cyklus.

Onemocnění:

V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

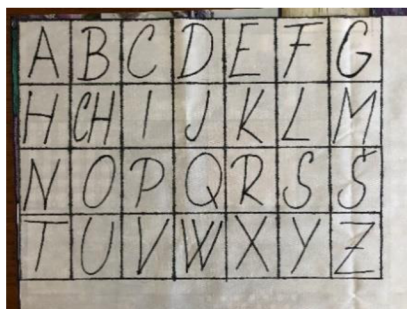
- cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovky dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulin. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulin. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulin vylučuje, ale tkáně samotný inzulin nedokáží využívat. Tento typ vzniká např. při nadváze a přejídání se. Má podobné

	<p>projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.</p> <p>- <u>gigantismus</u> a <u>nanismus</u>, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. <u>Gigantismus</u> se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. Léčba gigantismu se ve většině řeší chirurgickým zákrokem, jelikož je tato nemoc často způsobována nádorem hypofýzy. <u>Nanismus</u> neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěšku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na ruce a nohou. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidi, kteří nanismem netrpí. Léčba nanismu spočívá v dodávání růstového hormonu.</p> <p>- <u>struma</u> – je dalším onemocněním spojeným s endokrinním systémem člověka. Tato nemoc nastává, když vzniká porucha funkce štítné žlázy. Tvorba strumy, vole, nastává při snížené produkci hormonu tyroxinu. Snížená produkce může nastat např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je důležité zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské plody. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy.</p> <p>Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GRIM, Miloš, DRUGA, Rastislav, PÁČ, Libor, POSPÍŠILOVÁ, Blanka & SMETANA, Karel. <i>Základy anatomie: 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém</i>. Praha 5: Galén, 2005. 163 s. ISBN 80-7262-111-4. • KNIGHT, John Endocrine system I: overview of the endocrine system and hormones. <i>Nursing Times</i>. 2021, 117(5) 38-42.

	<ul style="list-style-type: none"> • PATEL, Shrey, RAHMI, Benjamin, GANDHI, Jason, SEYAM, Omar, et al. Revisiting the pineal gland: A review of calcification, masses, precocious puberty, and melatonin functions. <i>International Journal of Neuroscience</i>. 2020, 130(5) 464-475.
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • obrázky endokrinních žláz – podvěsek mozkový, hypothalamus, epifýza, brzlík, příštítná tělíska, štítná žláza, nadledviny, děloha s vaječníky, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, varlata (Obr. 5: A–H), obrázek molekuly hormonu (testosteronu), léky v dóze, obrázek injekční stříkačky (Obr. 5: I–J) • korálky – červený, modrý, zelený a žlutý (od každé barvy 4x), pytlíček • plastový ubrus, pravítko, lihový fix, tužka, nůžky
Postup pro výrobu alfaboxu s fotodokumentací	<p><u>Alfabox vyrábí učitel</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vezmeme si plastový ubrus, lihový fix a pravítko a tužku (Obr. 4: A). <p>A.</p>  <ol style="list-style-type: none"> 2. Na vnitřní stranu ubrusu (kde není žádný vzor) nakreslíme tužkou tabulku, která má 28 políček (Obr. 4: B). <p>B.</p>  <ol style="list-style-type: none"> 3. Lihovým fixem obtáhneme předkreslenou tabulku a do každého políčka dopíšeme jedno písmeno z abecedy – A, B, C, D, E, F,

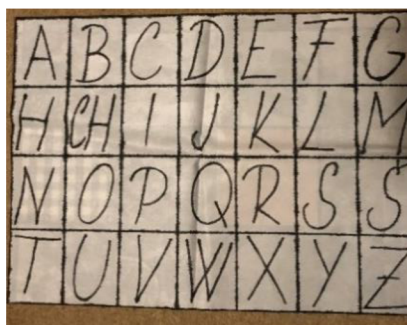
G, H, CH, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, Š, T, U, V, W, X, Y, Z (Obr. 4: C).

C.



4. Tabulku vystříhneme (Obr. 4: D).

D.



Obr. 4: A – Pomůcky pro výrobu alfaboxu,


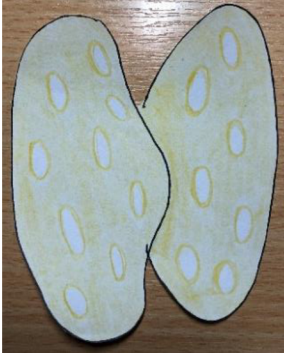



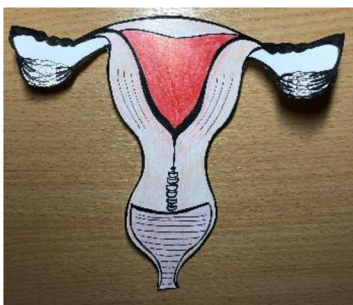
B – načrtnutí tabulky alfaboxu,

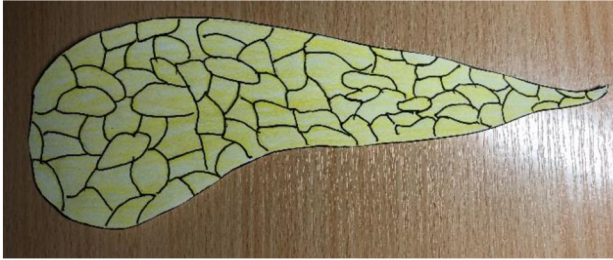
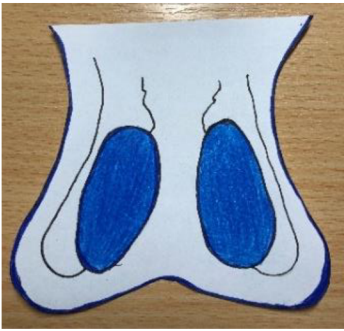
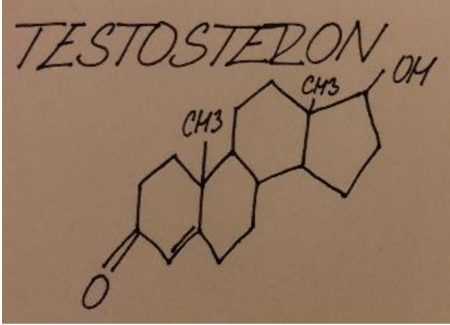


C – obkreslení a dopsání písmen do tabulky alfaboxu,

D – vystříhnutý alfabox (foto Molková, 2022).

Pravidla aktivity

1. Aktivita je určena pro 16 žáků.
2. Rozdělíme žáky do 4 skupin (pro rozřazení do skupin si každý žák z pytlíku vytáhne korálek buď červené, modré, zelené nebo žluté barvy). V každé skupině jsou 4 žáci.
3. Každá skupina pracuje se svým alfaboxem.
4. Úkolem je posbírat co nejvíce objektů rozmístěných např. na stolech, na parapetu okna a na dalších předmětech v místnosti.
5. Za každý správně přiřazený a určený obrázek k písmenu z alfaboxu získá skupina 1 bod.
6. Skupina, která bude již hotová se přihlásí a tím dá znamení vyučujícímu pro kontrolu.
7. Následuje společná kontrola obrázků pojmenovaných žáky.
8. Z každé skupiny vždy mluví jeden žák, který pojmenuje nalezený obrázek dle abecedy – začíná tedy od písmene A.

	<p>9. Postupně si se všemi řekneme a ukážeme obrázky, které každá skupina posbírala.</p> <p>10. Body každé skupiny budou spočítány na konci hry, kontrola bude probíhat s obrázky na konkrétních písmenech alfaboxy.</p> <p>11. Každý tým po sečtení bodů může získat ještě bonusové body, které se budou počítat za každý správně určený hormon ke konkrétní žláze.</p>
<p>Obrázková dokumentace pomůcek pro žáky</p>	<p>A. </p> <p>B. </p> <p>C. </p> <p>D. </p> <p>E. </p> <p>F. </p>

	<p>G.</p>  <p>H.</p>  <p>CH.</p>  <p>I.</p>  <p>J.</p>  <p>Obr. 5: A – Mozek s podvěskem mozkovým (růžový barva), hypothalamem (zelená barva) a epifýzou (modrá barva), B – brzlík, C – příštítná tělíska (žlutá barva), D – štítná žláza, E – nadledviny, F – děloha s vaječníky, G – slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, H – varlata, CH – strukturální vzorec hormonu testosteronu, I – léky v dóze, J – injekční stříkačka (foto Molková, 2022).</p>
<p>Doporučení pro učitele</p>	<p>Pro organizaci této aktivity doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> vytvořit si alfabox a obrázky před aktivitou viditelně rozmístit obrázky v místnosti před začátkem aktivity rozdělit žáky do skupin rozlosováním

	d) realizovat aktivitu na začátku hodiny jako opakování již probraného tématu či ji využít k závěrečnému opakování
Závěr	Pro závěrečné vyhodnocení aktivity si společně s žáky zkontrolujeme zařazené obrázky v alfaboxu a jejich správné pojmenování žáky. Po kontrole přiřazených pomůcek k písmenu z alfaboxu podle správně určených obrázků vyúčující sečte body. Body slouží pro určení pořadí vítězů. Dále lze získat bonusové body za správné pojmenování produkovaných hormonů jednotlivými žlázami.

6.7.2 SÍŤ NEURONŮ

Tab. 7: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě Síť neuronů na téma Endokrinní systém člověka.

Síť neuronů	
Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	5–10 minut
Doporučené výukové metody	rozhovor, vysvětlování, skupinová výuka, brainstorming
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletých gymnázií
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, exokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, nervová soustava, nervový vzruch, neuron, hypothalamus, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata, růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin, endorfin, melatonin, tyroxin, parathormon, thymosin, inzulin a glukagon, kortizol a adrenalin, estrogen a progesteron, testosteron, endokrinologie
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák vyjmenuje jednotlivé žlázy s vnitřní sekrecí v lidském těle • žák pojmenuje jednotlivé hormony vylučované konkrétní endokrinní žlázou v lidském těle • žák propojuje znalosti z nervové a endokrinní soustavy
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci si osvojují znalosti nervové a endokrinní soustavy člověka.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci sdělují základní terminologické pojmy z oblasti nervové soustavy a endokrinní soustavy člověka svým spolužákům.</p>

Základní termíny

- **Endokrinní systém člověka** = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo
- **Exokrinní systém člověka** = orgánová soustava složená ze žláz s vnějším vyměšováním
- **Hormony** = inkrety, jsou to chemické látky vyměšované žlázami s vnitřní sekrecí, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo
 - růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin, endorfin – vylučovány hypofýzou
 - melatonin – vylučován šišinkou
 - tyroxin – vylučován štítnou žlázou
 - parathormon – vylučován příštítnými tělísky
 - thymosin – vylučován brzlíkem
 - inzulin a glukagon – vylučovány slinivkou břišní, konkrétně Langerhansovými ostrůvky
 - kortizol a adrenalin – vylučovány nadledvinami
 - estrogen a progesteron – vylučovány vaječníky
 - testosteron – vylučován varlaty
- **Žlázy s vnitřní sekrecí** = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí. V lidském těle se nachází tyto endokrinní žlázy:
 - podvěsek mozkový (řídící žláza nacházející se v mozku, je rozdělena na přední lalok (adenohypofýzu), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýzu) a každý produkuje jiné hormony)
 - hypothalamus = nachází se pod thalamem ve spodině mezimozku, tvoří III. dno mozkové komory. Obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které stimulují nebo inhibují produkci hormonů adenohypofýzy. Tím vytváří s hypofýzou hypothalamo-hypofyzární systém. Je to nepárový orgán
 - šišinka (nejmenší žláza uložená v koncovém mozku)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>štítná žláza</u> (orgán produkující hormon, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle) ○ <u>příštítná tělíska</u> (4 oválná tělíska nacházející se na zadní straně štítné žlázy) ○ <u>brzlík</u> (orgán důležitý v imunitním systému člověka, díky tvorbě hormonů v něm mohou dozrávat bílé krvinky – T-lymfocyty) ○ <u>nadledviny</u> (párové orgány nacházející se na horním vrcholu ledvin, hormony nadledvin jsou tvořené v kůře i dřeni) ○ <u>slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky</u> (největší endokrinní žláza v lidském těle plnící i exokrinní funkci) ○ <u>vaječníky</u> (párová pohlavní žláza u žen, která plní i reprodukční funkci) ○ <u>varlata</u> (párová pohlavní žláza u mužů, která plní i reprodukční funkci) <ul style="list-style-type: none"> • Nervová soustava = pomocí nervových vzruchů řídí organismus člověka • Nervový vzruch = přenos informací do centrální nervové soustavy (CNS), tedy mozek + mícha • Neuron = základní stavební jednotka nervové soustavy, složen z výběžků – dendritů, axonu a těla buňky, přenáší nervové vzruchy přes výběžky do těla a z těla buňky • Endokrinologie = lékařský obor zabývající se problematikou, poruchami a chorobami spojenými s endokrinním systémem člověka
Teoretický úvod	<p>Endokrinní soustava X exokrinní soustava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkují hormony a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Hormony jsou vyměšovány přímo do krve.

- Exokrinní soustava je složena ze systému žláz, které se vyměšují na povrch těla – například potní žlázy, slinné žlázy, mazové, mléčné.

Propojenost endokrinní soustavy s nervovou soustavou:

- Soustava hormonální ovlivňuje lidské tělo pomaleji než soustava nervová, ale za to má dlouhodobější účinek. Nervové vzruchy jsou rychle přenášeny do mozku a mají rychlou reakci.
- Propojení mozku s hormonální soustavou úzce souvisí i proto, jelikož se v něm nachází dvě žlázy produkující hormony – šišinka (epifýza) a podvěsek mozkový (hypofýza). Důležitou funkci plní i orgán hypothalamus, který povzbuzuje nebo tlumí tvorbu hormonů v podvěsku mozkovém.

Žlázy, hormony a jejich funkce v lidském těle:

- Každý člověk má v těle 8 endokrinních žláz (dohromady je těchto žláz 9, ale pohlavní žlázy jsou u mužů a žen rozdílné). Ty produkují jiné typy hormonů (odborně inkretů) a i naše tělo každý hormon řídí rozdílnými způsoby. Endokrinní žlázy produkují několik hormonů.

PODVĚSEK MOZKOVÝ:

Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.

Přední lalok produkuje tyto hormony:

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin

- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin – zpětné vstřebávání vody do krevního oběhu

- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy

Střední lalok produkuje **endorfin** – hormon štěstí, vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠIŠINKA:

Šišinka je odborně nazývána jako epifýza. Je to nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle, nacházející se v zadní části mozku, kde je stejně jako hypofýza přichycena stopkou. Je to nepárová žláza. Produkuje hormon **melatonin** – řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní cyklus člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.–4. hodinou.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Nachází se po stranách hrtanu, pod štítnou chrupavkou. Je tvořena dvěma laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **tyroxin** – ovlivňuje látkovou výměnu v těle, váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince (látkové výměny – např. dýchání, spotřeba kyslíku).

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Jsou 4 drobné útvary nacházejících se na lalokách zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkuje hormon **parathormon** – vylučuje a zvyšuje vápník v krvi.

BRZLÍK:

Brzlík je především orgánem imunitní soustavy. Dozrávají v něm bílé krvinky – T-lymfocyty. To je umožněno tvorbou hormonu **thymosinu**. Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plící a je tak chráněn hrudní kostí. S narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar, tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY:

Odborně se nazývá pankreas a je to nepárová žláza. Nachází se v dutině břišní, pod játry, za žaludkem, obepíná ji tenké střevo. Je to žláza, jelikož má funkci vnějšího vylučování (napomáhá trávení díky enzymům) i vnitřní vylučování (endokrinní funkce – tvoří ji Langerhansovy ostrůvky).

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi. Jedná se o hormony fungující protichůdně:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY:

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Dle stavby a funkce se dělí na kůru a dřeň.

Kůra produkuje **kortizol** – působí protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi.

Dřeň produkuje **adrenalin** a **noradrenalin** – vylučují se ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychluje srdeční činnost, zvyšuje tvorbu potu, rozšiřuje zornice, rozšiřuje dýchací cesty, vyplavuje do krve glukózu – krevní cukr.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Anatomie pohlavních žláz je závislá na pohlaví. Obecně jsou párovými žlázami, které mají podobnou funkci a tou je rozvoj druhotných pohlavních znaků a pohlavních buněk.

Varlata:

Varlata se nachází mimo tělní dutinu, jako jediné žlázy, jsou uloženy v kožním vaku – šourku. Produkují hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvíjí druhotných pohlavních znaků (např. nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy, zvýšené ochlupení, změna hlasu).

Vaječníky:

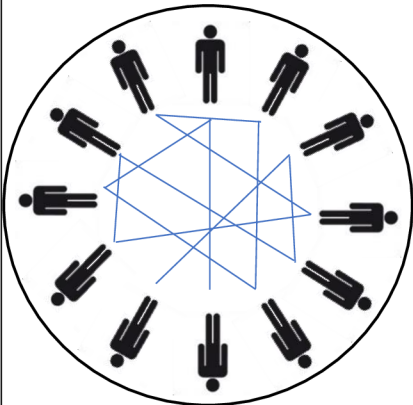

Vaječníky se nachází v zadní části pánve. Produkují hormony **estrogen a progesteron**, které ovlivňují vývoj vaječnicků, vajíčků a rozvíjí druhotné pohlavní znaky – (např. ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve, růst prsou a stejně jako u chlapců rozvoj ochlupení) a menstruační cyklus.

Onemocnění:

V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

- cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovky dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulín. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulín. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulín vylučuje, ale tkáň samotný inzulín nedokáže využívat. Tento typ vzniká např. při nadváze a přejídání se. Má podobné

	<p>projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.</p> <p>- <u>gigantismus</u> a <u>nanismus</u>, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. <u>Gigantismus</u> se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. Léčba gigantismu se ve většině řeší chirurgickým zákrokem, jelikož je tato nemoc často způsobována nádorem hypofýzy. <u>Nanismus</u> neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěšku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na ruce a nohou. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidi, kteří nanismem netrpí. Léčba nanismu spočívá v dodávání růstového hormonu.</p> <p>- <u>struma</u> – je dalším onemocněním spojeným s endokrinním systémem člověka. Tato nemoc nastává, když vzniká porucha funkce štítné žlázy. Tvorba strumy, vole, nastává při snížené produkci hormonu tyroxinu. Snížená produkce může nastat např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je důležité zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy.</p> <p>Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BAYRAM-WESTON, Zubeyde, KNIGHT, John & SIENZ, Maria A. Endocrine system 2: hypothalamus and pituitary gland. <i>Endocrine system 2: hypothalamus and pituitary gland</i>. 2021, 117(6) 49-53. • DOVER, Anna R. & ZIMMETT, Nicole. The endocrine systém. In: INNES, Alastair J., DOVER, Anna R. & FAIRHURST, Karen. <i>Macleod's Clinical Examination</i>. 14. vyd. Edinburgh:

	<p>Elsevier, 194-209 s. 2018. ISBN 978-0-7020-6993-2. Dostupné z: http://www.karary.edu.sd/site/assets/files/24714/macleods_clinical_examination_14_ed.pdf</p> <ul style="list-style-type: none"> • KOPECKÝ, Miroslav, KIKALOVÁ, Kateřina, BEZDĚKOVÁ, Milada, HŘIVNOVÁ, Michaela & MAJEROVÁ, Jana. <i>Somatologie</i>. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 311 s. ISBN 978-80-244-2271-8.
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • klubko bavlny (Obr. 6: B)
Pravidla aktivity	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktivita je určena pro 15 žáků (ale lze ji provádět i s více žáky). 2. Žáci i s vyučujícím utvoří kruh. 3. Vyučující drží jeden konec klubka bavlny a po vyslovení pojmu či sousloví souvisejícího s tematikou endokrinního systému člověka, hodí klubko žákovi. 4. Žák chytne klubko bavlny, drží jednu část provázku a následně hodí klubko bavlny spolužákovi – tím vytvoří síť (Obr. 6: A). 5. Úkolem každého žáka je říct konkrétní pojem související s problematikou endokrinního systému člověka. 6. Žáci mluví jen tehdy, když mají klubko bavlny v ruce. 7. Spolužáci si mohou pomoci v případě, kdyby nějaký žák nevěděl pojem související s tématem. 8. Cílem je vytvoření „sítě neuronů“ takovým způsobem, že každý žák drží provázek v daném místě bavlny. 9. Hru je možno prodloužit, pokud žáci budou vědět více pojmů v tomto tématu.
Obrázková dokumentace	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>A.</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>B.</p>  </div> </div>

	Obr. 6: A – Schéma rozmístění žáků v kruhu s názorným vytvořením sítě neuronů z klubka bavlny, B – klubko bavlny (foto Molková, 2022).
Doporučení pro učitele	Pro organizaci této aktivity doporučuji: <ul style="list-style-type: none"> a) přichystat si pomůcku předem b) realizovat aktivitu metodou skupinové práce c) realizovat aktivitu na začátku hodiny pro orientaci vyučujícího, jak dobře žáci ovládají danou problematiku nebo k závěrečnému opakování tématu
Závěr	„Vytvořená síť neuronů“ symbolizuje nervový systém (soustavu). Díky nervovým vzruchům vedeným do mozku neurony, je řízeno naše tělo. Lidský organismus je ale řízen i endokrinní soustavou, konkrétně hormony, které vylučují žlázy s vnitřní sekrecí. Nervový a endokrinní systém spolu vzájemně spolupracují prostřednictvím orgánu hypothalamu, který se nachází v mozku nad endokrinní žlázou podvěskem mozkovým.

6.7.3 LIDSKÉ TĚLO JAKO VÝTVOR HORMONŮ

Tab. 8: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě Lidské tělo jako výtvar hormonů na téma Endokrinní systém člověka.

Lidské tělo jako výtvar hormonů	
Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	20 minut
Doporučené výukové metody	rozhovor, vysvětlování, diskuse, skupinová výuka
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletých gymnázií
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, exokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, nervová soustava, hypothalamus, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata, růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin, endorfin, melatonin, tyroxin, parathormon, thymosin, inzulin a glukagon, kortizol a adrenalin, estrogen a progesteron, testosteron, endokrinologie
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák vysvětlí význam a popíše polohu jednotlivých endokrinních žláz v lidském těle • žák přiřadí a popíše konkrétní hormony související s endokrinními žlázami lidského organismu • žák porovná funkce jednotlivých hormonů ovlivňujících lidské tělo • žák uvede nemoci spojené s endokrinním systémem člověka a určí konkrétní léčebné metody k onemocněním jako je cukrovka, gigantismus, nanismus a struma • žák vysvětlí pojmy jako – endokrinní systém člověka, hormon, žlázy s vnitřní sekrecí, endokrinologie

<p>Klíčové kompetence</p>	<p>Kompetence k učení: žáci se seznamují s endokrinním systémem člověka za pomoci společného vytváření vlastního plakátu. Žáci využívají správnou odbornou terminologii pro jednotlivé pojmy v endokrinním systému člověka, žáci si uvědomují funkci endokrinních žláz v lidském organismu.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci se aktivně zapojují do diskuse a rozhovoru se spolužáky a vyučujícím o umístění endokrinních žláz v těle člověka, přiřazení jednotlivých hormonů ke konkrétním žlázám, určení jejich funkcí v organismu člověka a charakteristice chorob spojených s tímto tématem.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci se učí pracovat ve skupině, rozvíjí spolupráci v kolektivu.</p>
<p>Základní termíny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo • Exokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnějším vyměšováním • Hormon = inkret, chemická látka vyměšovaná endokrinními žlázami, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo • Žlázy s vnitřní sekrecí = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí • Nervová soustava = pomocí nervových vzruchů řídí organismus člověka společně s endokrinním systémem člověka • Hypothalamus = přechodový bod mezi endokrinním a nervovým systémem, stimuluje nebo inhibuje uvolňování hormonů z adenohipofýzy • Podvěsek mozkový = hypofýza, je součástí mezimozku, nachází se za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla, dělí se na tři laloky: <ul style="list-style-type: none"> ○ adenohipofýza – přední lalok hypofýzy, produkuje <u>růstový hormon, adrenokortikotropní hormon, tyreotropin</u>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ neurohypofýza – zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>oxytocin</u> ○ střední lalok hypofýzy (lalok intermedia) – spojuje přední a zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>endorfin</u> • Šišinka = epifýza, je přichycena pineální stopkou k mezimozku, produkuje <u>melatonin</u> – řídí cirkadiánní rytmus člověka • Štítná žláza = nachází se v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu a produkuje hormony <u>T3 a T4 – tyroxin</u> – ovlivňuje látkovou výměnu v těle člověka • Příštítná tělíska = nachází se na zadní straně štítné žlázy, jsou to 4 kulovitá tělíska po stranách horní (2) a dolní (2) části, a produkuje <u>parathormon</u> – ovlivňuje množství vápníku v krvi člověka • Brzlík = nachází se mezi pravou a levou plicí za hrudní kostí, produkuje hormon <u>thymosin</u> přispívající k tvorbě Th-lymfocytů v imunitním systému člověka • Slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky = pankreas, nachází se v břiše za žaludkem. Je složena ze dvou typů tkání – endokrinní a exokrinní, produkuje <u>inzulin a glukagon</u>, kteří řídí hladinu cukru v krvi • Nadledviny = nacházejí se na horní části ledvin. Produkce hormonů závisí na jejich stavbě, dělí se na kůru (produkuje <u>kortizol</u>) a dřeň (produkuje <u>adrenalin</u>), které ovlivňují člověka ve stresových situacích • Vaječníky = ženské pohlavní žlázy, nacházející se v pánevní dutině, produkuje <u>estrogen a progesteron</u> – ovlivňují vznik druhotných pohlavních znaků u žen • Varlata = mužské pohlavní žlázy nacházející se mimo tělní dutinu, produkuje <u>testosteron</u> – ovlivňuje vznik druhotných pohlavních znaků u mužů • Endokrinologie – lékařský obor zabývající se nemocemi souvisejícími s endokrinním systémem člověka
--	---

Teoretický úvod

Endokrinní soustava X exokrinní soustava:

- Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkují hormony, inkrety, a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Hormony jsou vyměšovány přímo do krve.
- Exokrinní soustava je složena ze systému žláz, které se vyměšují na povrch těla – například potní žlázy, slinné žlázy, mazové a mléčné.

Propojenost s nervovou soustavou:

- Soustava hormonální ovlivňuje lidské tělo pomaleji než soustava nervová, ale za to má dlouhodobější účinek. Nervové vzruchy jsou rychle přenášeny do mozku a mají rychlou reakci.
- Propojení mozku s hormonální soustavou úzce souvisí i proto, jelikož se v něm nachází dvě žlázy produkující hormony – šišinka (epifýza) a podvěsek mozkový (hypofýza). Důležitou funkci plní i orgán hypothalamus, který povzbuzuje nebo tlumí tvorbu hormonů v podvěsku mozkovém.

Žlázy a hormony v lidském těle:

- Každý člověk má v těle 8 endokrinních žláz (dohromady je těchto žláz 9, ale pohlavní žlázy jsou u mužů a žen rozdílné). Liší se od sebe umístěním v orgánovém systému, velikostí, tvarem, funkcí a tvorbou hormonů.

PODVĚSEK MOZKOVÝ:

Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.

Přední lalok produkuje tyto hormony:

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin
- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin zpětné vstřebávání vody do krevního oběhu
- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy

Střední lalok produkuje **endorfin** – hormon štěstí, vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, smíchem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠÍŠINKA:

Šišinka neboli epifýza je nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle, nacházející se v zadní části mozku, kde je stejně jako hypofýza přichycena stopkou. Je to nepárová žláza. Produkuje hormon **melatonin**, který řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní cyklus člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.–4. hodinou. Zajímavostí této žlázy je, že s přibývajícím věkem se zmenšuje, tím pádem produkuje méně melatoninu, a proto člověk ve stáří spí méně.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Sama o sobě ovlivňuje činnost ostatních žláz s vnitřní sekrecí, např. příštítná tělíska, pohlavní žlázy. Nachází se po stranách hrtanu pod štítnou chrupavkou. tvoří ji dva laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **T3** – trijodthyronin a **T4** – tetrajodthyronin neboli **tyroxin**, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle (např. dýchání, spotřeba kyslíku), váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince.

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Příštitná tělíška jsou součástí štítné žlázy. Jedná se o 4 drobné oválné útvary nacházející se na lalocích zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkují hormon **parathormon**, který reguluje hladinu vápníku v krvi.

BRZLÍK:

Brzlík není vždy je řazen k této soustavě, protože má hlavní funkci v imunitní soustavě člověka. Díky hormonu **thymosin**, který brzlík produkuje, v něm mohou dozrávat bílé krvinky (T-lymfocyty). Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plicí a je tak chráněn hrudní kostí. Hlavní funkci má v dětství – s narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY:

Slinivka břišní je nepárová žláza. Nachází se v dutině břišní, pod játry, za žaludkem, obepíná ji tenké střevo. Je to kombinovaná žláza – má funkci vnějšího i vnitřního vyměšování. Vnější, exokrinní vyměšování umožňuje trávení. Vnitřní, endokrinní vyměšování je umožněno díky Langerhansovým ostrůvkům, které slinivka břišní obsahuje.

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi. Jedná se o hormony fungující protichůdně:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY:

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Dle stavby a funkce se dělí na kůru a dřev.

Kůra produkuje hormon **kortizol** působící protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi.

Dřeň produkuje hormony **adrenalin** a **noradrenalin**, které se vylučují ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychlují srdeční činnost, zvyšují tvorbu potu, rozšiřují zornice, rozšiřují dýchací cesty, vyplavují do krve glukózu – krevní cukr.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Anatomie pohlavních žláz je závislá na pohlaví. Jsou to párové žlázy, které mají podobnou funkci. Jedná se o varlata a vaječníky, které jsou zodpovědné např. za rozvoj druhotných pohlavních znaků jedince. Mají také funkci rozmnožovací, rozvíjí pohlavní buňky.

Varlata:

Varlata se nachází mimo tělní dutinu, jako jediné žlázy, jsou uloženy v kožním vaku – šourku. Produkují hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvíjí druhotných pohlavních znaků (např. nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy, zvýšené ochlupení, změna hlasu).

Zajímavost: Mutace a přeskokování hlasu dospívajících chlapců je způsobena rozšiřováním hrtanu, čímž dochází k prohlubování hlasu.

Vaječníky:

Vaječníky se nachází v zadní části pánve. Produkují hormony **estrogen** a **progesteron**, které ovlivňují vývoj vaječnicků, vajíček a rozvíjí druhotné pohlavní znaky – (např. ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve, růst prsou a stejně jako u chlapců rozvoj ochlupení) a menstruační cyklus.

Zajímavost: I ženy v těle mají malou dávku hormonu testosteronu a naopak i muži mají v menší míře v těle estrogen.

Onemocnění:

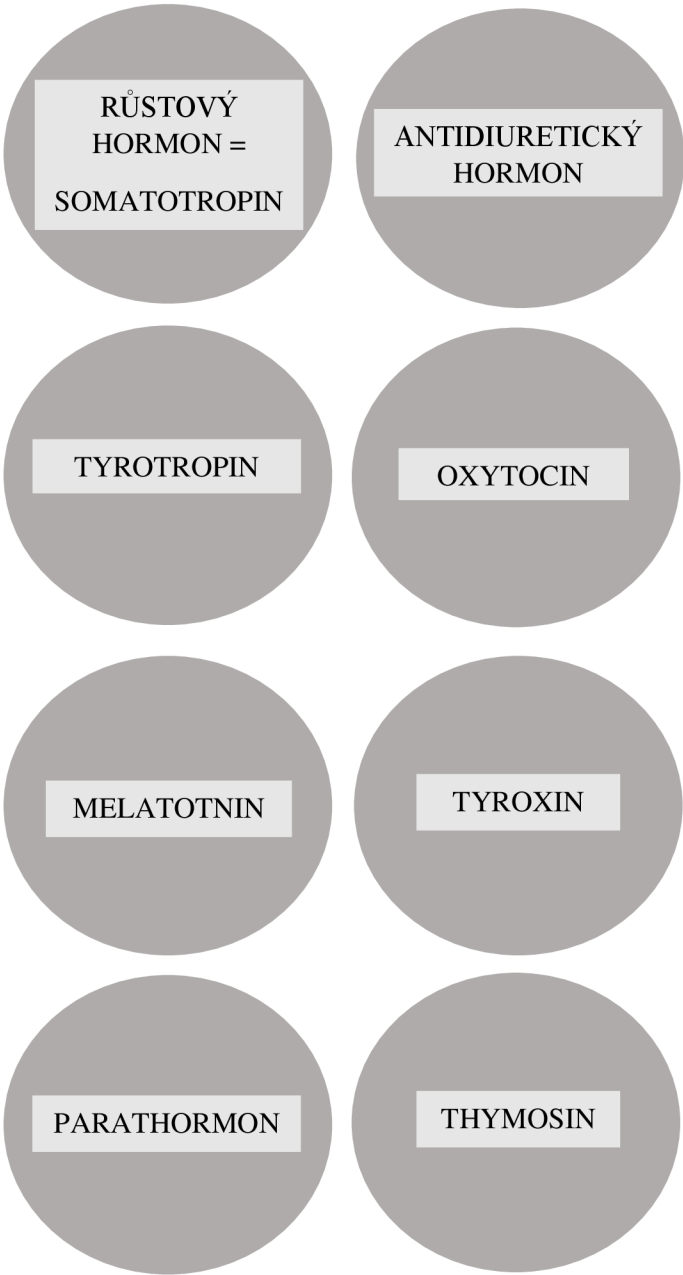
V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

- cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovku dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulin. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulin. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulin vylučuje, ale tkáně samotný inzulin nedokáží využívat. Tento typ vzniká např. při nadváze a přejídání se. Má podobné projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.

- gigantismus a nanismus, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. Gigantismus se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. Zajímavost – nejvyšším člověkem, který trpěl gigantismem byl Robert Wadlow, který měřil 272 cm, zemřel ale ve svých 22 letech. V historii České republiky byl zaznamenán v knize Guinnessových rekordů Josef Drásal, který měřil 242 cm. Zemřel v roce 1886 a je pohřbený v Holešově na Hané. Léčba gigantismu se ve většině řeší chirurgickým zákrokem, jelikož je tato nemoc často způsobována nádorem hypofýzy. Nanismus neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěsku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na rukou a nohou. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidé, kteří nanismem netrpí. Zajímavost – nanismem trpí např. známí herec ze seriálu Hra o trůny, Peter Dinklage, který měří 135 cm. Nanismem ale trpěl i také proslavený fotbalista Lionel Messi, u kterého se ale nemoc vyléčila. Léčba nanismu spočívá v dodávání růstového hormonu.

	<p>- <u>struma</u> – je dalším onemocněním spojeným s endokrinním systémem člověka. Tato nemoc nastává, když vzniká porucha funkce štítné žlázy. Tvorba strumy, vole, nastává při snížené produkci hormonu tyroxinu. Snížená produkce může nastat např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je důležité zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské plody. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy či medikací. Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GÜEMES, Maria, RAHMAN, Sofia A. & HUSSAIN, Khalid. What is a normal blood glucose? <i>Archives of disease in childhood</i>. 2016, 101(6) 569-574. • HOLEŠOV <i>Oficiální portál města: Josef Drásal</i> [online]. Holešov: RaabWEB, 2019 [cit. 2022-04-12]. Dostupné z: https://www.holesov.cz/1227-josef-drasal.html • JISKRA, Jan. Léčba hypotyreózy a hypertyreózy. <i>Vnitřní Lékařství</i>. 2015, 61(10) 868-872. • KNIGHT, John & NIGAM, Yamni. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. <i>Nursing Times</i>. 2017, 113(9) 44-47. • KOPECKÝ, Miroslav, KIKALOVÁ, Kateřina, BEZDĚKOVÁ, Milada, HŘIVNOVÁ, Michaela & MAJEROVÁ, Jana. <i>Somatologie</i>. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 311 s. ISBN 978-80-244-2271-8. • NEČAS, Emanuel, KOFRÁNEK, Jiří, KRIJÍT, Jan, MARŠÁLEK, Petr, MARUNA, Pavel, MĚLKOVÁ, Zora, PROKEŠOVÁ, Ludmila, ŠIMÁK, Jan, ŠULC, Karel & VOKURKA, Martin. <i>Obecná patologická fyziologie</i>. 5. vyd. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2021. 312 s. ISBN 978-80-246-4633-6.
<p>Pomůcky</p>	<p>Pomůcky si vyučující vyrábí sám před aktivitou</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • 3x hnědý balící papír, fixy, lepicí guma (Obr. 8: CH), pastelky • názvy hormonů – růstový hormon, antidiuretický hormon, tyrotropin, oxytocin, melatonin, tyroxin, parathormon, thymosin, inzulin, glukagon, kortizol, adrenalin, testosteron, estrogen, progesteron, endorfin (Obr. 7: A) • charakteristika jejich funkcí vybraných hormonů (Obr. 7: B) • obrázky endokrinních žláz – mozek, ve kterém je zaznačený hypothalamus, podvěsek mozkový a šišinka, štítná žláza, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata (Obr. 8: A–H) • červené a modré korálky (od každé barvy 8 korálků), pytlíček
<p>Pravidla aktivity</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hra je určena pro 16 žáků – v každé skupině je 8 žáků. 2. Žáci se rozdělí do 2 skupin pomocí rozlosování – z pytlíčku si vytáhnou buď červený, nebo modrý korálek. 3. Skupina s červenými korálky tvoří orgánovou soustavu žláz s vnitřní sekrecí dívky a skupina s modrými korálky chlapce (důležité rozdělení kvůli rozdílnosti pohlavních žláz). 4. Vyučující rozdá každé skupině předem nakreslený obrys člověka na balícím papíru + obrázky žláz, obrázky hormonů s funkcí hormonů a fixy. 5. Nakreslený obrys na balícím papíře má i vyučující, který aktivitu provádí zároveň s žáky. 6. Skupiny si pojmenují svou dívku a svého chlapce. 7. Při společném výkladu a rozhovoru si žáci doplní orgány do svého obrysu těla dle reálné polohy v lidském těle, připevní je pomocí lepicí gumy. Pro kontrolu s žáky si i vyučující doplní žlázy do svého obrysu těla (jen žlázy). 8. Při následném přiřazování konkrétních hormonů si žáci nejprve sami určí, který hormon patří ke konkrétní žláze. Následně si jej společně s vyučujícím zkontrolují, vysvětlí a popíší. 9. Stejným způsobem žáci přiřadí i funkce konkrétních hormonů, které si opět pod vedením vyučujícího společně zkontrolují, vysvětlí a popíší.

	<p>10. Dále se žáci zamyslí, zda existují nějaké nemoci spojené s touto orgánovou soustavou – ty si dále zapíší ke svému dílu.</p> <p>11. Žáci si v průběhu výkladu mohou ke svému plakátu dopsat zajímavosti spojené s endokrinním systémem člověka.</p>
<p>Obrázková dokumentace</p>	<p>A.</p>  <p>RŮSTOVÝ HORMON = SOMATOTROPIN</p> <p>ANTIDIURETICKÝ HORMON</p> <p>TYROTROPIN</p> <p>OXYTOCIN</p> <p>MELATOTNIN</p> <p>TYROXIN</p> <p>PARATHORMON</p> <p>THYMOSIN</p>

INZULÍN

GLUKAGON

KORTIZOL

ADRENALIN

TESTOSTERON

ESTROGEN A
PROGESTERON

ENDORFIN

B.

OVLIVŇUJE RŮST ORGANISMU

PODPORUJE ČINNOST LEDVIN

PODPORUJE ČINNOST ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

URYCHLUJE POROD

PODPORUJE TVORBU MATEŘSKÉHO
MLÉKA

OVLIVŇUJE CYKLUS BDĚNÍ A SPÁNKU
LÁTKOVÁ VÝMĚNA V TĚLE VÁŽE JÓD
OVLIVŇUJE KONCENTRACI VÁPŇÍKU V KRVI
NAPOMÁHÁ DOZRÁVAT BÍLÝM KRVINKÁM (T LYMFOCYTŮM)
SNIŽUJE HLADINU CUKRU V KRVI
ZVYŠUJE HLADINU CUKRU V KRVI
MÁ PROTIZÁNĚTLIVÉ PŮSOBNÍ
ŘÍDÍ HLADINU CUKRU V KRVI
PŘIPRAVUJE ORGANISMUS NA TĚLESNOU A DUŠEVNÍ ZÁTĚŽ
POMÁHÁ LÉPE ZVLÁDAT STRES
VÝVOJ MUŽSKÝCH POHLAVNÍCH BUNĚK
ROZVÍJÍ MUŽSKÉ DRUHOTNÉ POHLAVNÍ ZNAKY
VÝVOJ ŽENSKÝCH POHLAVNÍCH BUNĚK
ROZVÍJÍ ŽENSKÉ DRUHOTNÉ POHLAVNÍ ZNAKY
HORMON ŠTĚSTÍ – NAPOMÁHÁ UDRŽET DOBROU NÁLADU

A.



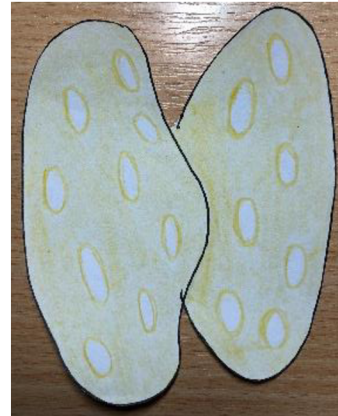
B.



C.



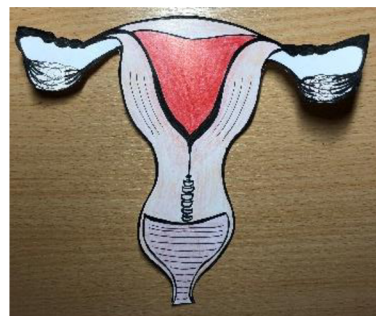
D.



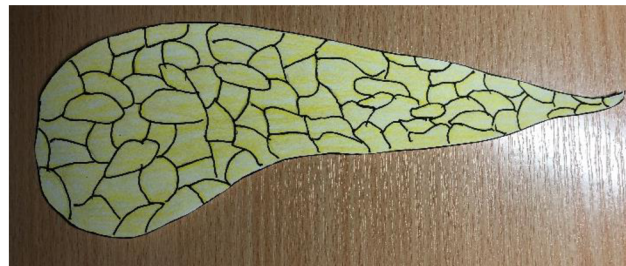
E.



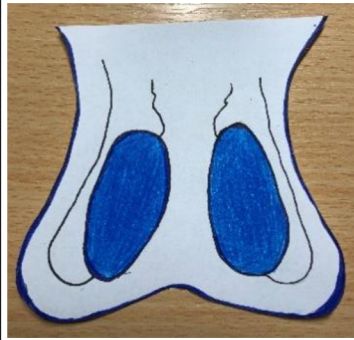
F.



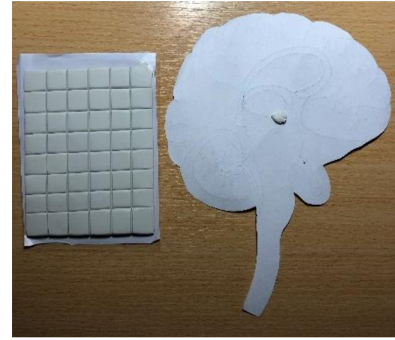
G.



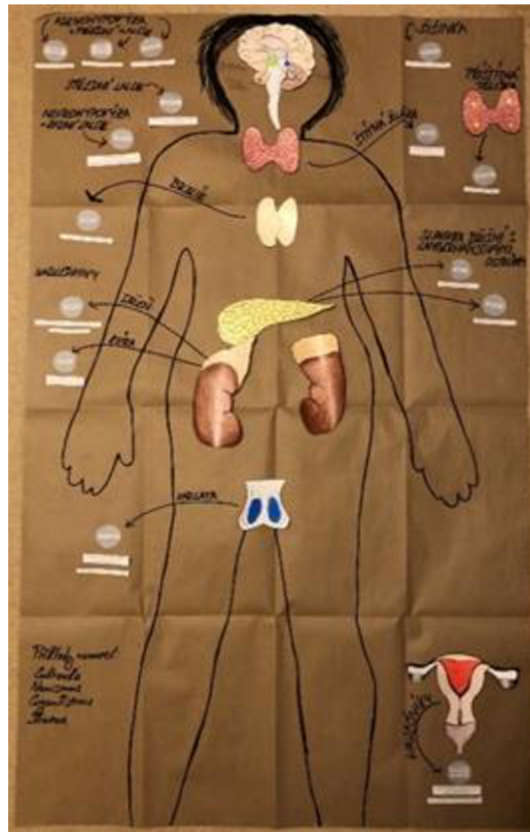
H.



CH.



I.



Obr. 7: A – Názvy hormonů v lidském těle, B – funkce uvedených hormonů (foto Molková, 2022).

Obr. 8: A – Štítná žláza, B – příštítná tělíska (žlutá barva), C – mozek s podvěskem mozkovým (růžová barva), hypothalamus (zelená barva), epifýza (modrá barva), D – brzlík, E – nadledviny, F – děloha s vaječníky, G – slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, H – varlata, CH – lepící guma, I – ukázka finálního plakátu „Lidské tělo jako výtvor hormonů“ (foto Molková, 2022).

<p>Doporučení pro učitele</p>	<p>Pro organizaci této aktivity doporučuji:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) rozdělit si žáky do skupin b) pro výklad učiva je nezbytné dodržet posloupnost informací: <ul style="list-style-type: none"> 1) charakteristika a popis endokrinních žláz 2) popis hormonů 3) vysvětlení účinku hormonů 4) popis nemocí spojených s endokrinním systémem člověka c) využít tuto aktivitu jako hlavní část výuky pro objasnění endokrinních žláz člověka
<p>Závěr</p>	<p>Jako závěrečné vyhodnocení aktivity si společně s žáky shrneme to nejdůležitější:</p> <p>Endokrinní soustava (systém) člověka je orgánová soustava složená ze žláz s vnitřní sekrecí. Endokrinní žlázy působí na tělo člověka tím, že produkují hormony, odborně inkrety, které jsou vylučovány přímo do krve člověka. Každá žláza zároveň vylučuje jiný typ hormonu. Tím se liší od exokrinní soustavy, která vylučuje své výměšky na povrch těla. Endokrinní soustava je také propojena se soustavou nervovou (se kterou řídí lidské tělo) díky orgánu hypothalamu. Hypothalamus je propojen s první endokrinní žlázou nacházející se v mozku – podvěskem mozkovým, ten vylučuje např. růstový hormon či antidiuretický hormon. V mozku se také nachází i šišinka, produkující melatonin. Další žlázou je i štítná žláza (vyměšuje tyroxin) s příštítnými tělísky (produkuje parathormon). Dále brzlík, který je důležitý i v imunitním systému, vylučuje hormon thymosin. Také nadledviny, které produkují adrenalin a noradrenalin, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky vylučující inzulín a glukagon. A v neposlední řadě pohlavní žlázy – vaječníky (vyměšují estrogen a progesteron) a varlata (vylučují testosteron).</p> <p>Častými nemocmi souvisejícími s endokrinním systémem člověka jsou např. cukrovka, tvorba volete (strumy), poruchy vzrůstu - nadměrný vzrůst (gigantismus) či vzrůst podprůměrné výšky (nanismus).</p>

6.7.4 KAHOOT!

Tab. 9: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě Kahoot! na téma Endokrinní systém člověka.

Kahoot!	
Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	10 minut
Doporučené výukové metody	samostatná práce žáků (popř. skupinová výuka, diskuse)
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletých gymnázií
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, exokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, hypothalamus, nervová soustava, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák rozlišuje pravdivé a lživé odpovědi v problematice endokrinní soustavy člověka • žák aplikuje znalosti z daného tématu endokrinního systému člověka • žák charakterizuje pojmy jako je endokrinní systém člověka, hormon, hypofýza, hypothalamus, adrenalin, cukrovka, hormony brzlíku, nervová soustava, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, inzulin a glukagon, melatonin, příštítná tělíska, testosteron, pohlavní hormony
Klíčové kompetence	<p>Kompetence k učení: žáci určují pravdivé či lživé informace o endokrinním systému člověka za pomoci připravených otázek v internetové aplikaci Kahoot!</p> <p>Kompetence digitální: žáci využívají efektivně a zodpovědně mobilní telefony ke zpracování informací o endokrinním systému člověka v internetové aplikaci Kahoot!</p>

	<p>Kompetence sociální a personální: žáci rozvíjí vlastní sebedůvěru prostřednictvím samostatné práce.</p> <p><u>V případě skupinové práce:</u></p> <p>Kompetence komunikativní: žáci mezi sebou diskutují o správnosti zvolených odpovědí.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci se učí spolupracovat ve skupině.</p>
<p>Základní termíny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo • Exokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnějším vyměšováním • Hormon = inkret, chemická látka vyměšována endokrinními žlázami, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo • Žlázy s vnitřní sekrecí = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí • Nervová soustava = pomocí nervových vzruchů řídí organismus člověka společně s endokrinním systémem člověka • Hypothalamus = přechodový bod mezi endokrinním a nervovým systémem, stimuluje nebo inhibuje uvolňování hormonů z adenohipofýzy • Podvěsek mozkový = hypofýza, je součástí mezimozku, nachází se za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla, dělí se na tři laloky: <ul style="list-style-type: none"> ○ adenohipofýza – přední lalok hypofýzy, produkuje <u>růstový hormon, adrenokortikotropní hormon, tyreotropin</u> ○ neurohipofýza – zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>oxytocin</u> ○ střední lalok hypofýzy (lalok intermedia) – spojuje přední a zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>endorfin</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Šišinka = epifýza, je přichycena pineální stopkou k mezimozku, produkuje <u>melatonin</u> – řídí cirkadiánní rytmus člověka • Štítná žláza = glandula thyroidea, nachází se v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu a produkuje hormony <u>T3 a T4 – tyroxin</u> – ovlivňuje látkovou výměnu v těle člověka • Příštítná tělíska = nachází na zadní straně štítné žlázy, jsou to 4 kulovitá tělíska po stranách horní (2) a dolní (2) části, a produkuje <u>parathormon</u> – ovlivňuje množství vápníku v krvi člověka • Brzlík = nachází se mezi pravou a levou plicí za hrudní kostí. Produkuje hormon <u>thymosin</u> přispívající k tvorbě Th-lymfocytů v imunitním systému člověka. • Slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky = pankreas, nachází se v břiše za žaludkem. Je složena ze dvou typů tkání – endokrinní a exokrinní. Produkuje <u>inzulin a glukagon</u>, kteří řídí hladinu cukru v krvi • Nadledviny = nacházejí se na horní části ledvin. Produkce hormonů závisí na jejich stavbě, dělí se na kůru (produkuje <u>kortizol</u>) a dřeň (produkuje <u>adrenalin</u>), které ovlivňují člověka ve stresových situacích • Vaječníky = ženské pohlavní žlázy, nacházející se v pánevní dutině, produkuje <u>estrogen a progesteron</u> – ovlivňují vznik druhotných pohlavních znaků u žen • Varlata = mužské pohlavní žlázy nacházející se mimo tělní dutinu, produkuje <u>testosteron</u> – ovlivňuje vznik druhotných pohlavních znaků u mužů • Endokrinologie – lékařský obor zabývající se nemocemi souvisejícími s endokrinním systémem člověka
Teoretický úvod	<p>Endokrinní soustava X exokrinní soustava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkuje hormony a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Hormony jsou vyměšovány přímo do krve.

- Exokrinní soustava je složena ze systému žláz, které se vyměšují na povrch těla – například potní žlázy, slinné žlázy.

Propojenost s nervovou soustavou:

- Řízení našeho těla funguje i za pomoci nervové soustavy, konkrétně nervové vzruchy přijímají signály, které zachytí smyslové orgány. Tyto vzruchy jsou přenášeny neurony do mozku pomocí nervových drah, kde jsou zaznamenány.
- Propojení mozku s hormonální soustavou úzce souvisí i proto, jelikož se v něm nachází dvě konkrétní žlázy produkující hormony – šišinka (epifýza) a podvěsek mozkový (hypofýza). Důležitou funkci plní i orgán hypothalamus, který povzbuzuje nebo tlumí tvorbu hormonů v podvěsku mozkovém.

Žlázy a hormony v lidském těle:

- Každý člověk má v těle 8 žláz (dohromady je těchto žláz 9, ale pohlavní žlázy jsou u mužů a žen rozdílné). Liší se od sebe umístěním v orgánovém systému, velikostí, tvarem, funkcí a tvorbou hormonů.

PODVĚSEK MOZKOVÝ:

Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.

Přední lalok produkuje tyto hormony:

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin

- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin – zpětné vstřebávání vody do krevního oběhu člověka

- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy

Střední lalok produkuje **endorfin** – hormon štěstí, vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠIŠINKA:

Šišinka neboli epifyza je nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle, nacházející se v zadní části mozku, kde je stejně jako hypofýza přichycena stopkou a také je řízena nervově. Je to nepárová žláza. Produkuje hormon **melatonin**, který řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní hodiny člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.–4. hodinou. Zajímavostí této žlázy je, že s přibývajícím věkem se zmenšuje, tím pádem produkuje méně melatoninu, a proto čím víc jsme starší, tím menší potřebu spánku máme.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Sama o sobě ovlivňuje činnost ostatních žláz s vnitřní sekrecí, např. příštítná tělíska, pohlavní žlázy. Nachází se po stranách hrtanu pod štítnou chrupavkou ji tvoří dva laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **T3** – trijodthyronin a **T4** – tetrajodthyronin neboli **tyroxin**, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle (např. dýchání, spotřeba kyslíku), váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince.

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Příštitná tělíška jsou součástí štítné žlázy. Jedná se o 4 drobné oválné útvary nacházejících se v lalokách zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkují hormon **parathormon**, který vylučuje a zvyšuje vápník v krvi.

BRZLÍK:

Brzlík není vždy je řazen k této soustavě, protože má hlavní funkci v imunitní soustavě člověka. Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plicí a je tak chráněn hrudní kostí. Díky hormonu **thymosin**, který brzlík produkuje, v něm mohou dozrávat bílé krvinky (T-lymfocyty). Hlavní funkci má v dětství – s narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar, tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY:

Slinivka břišní, odborně pankreas, je nepárovou žlázou. Nachází se v dutině břišní, pod játry, za žaludkem, obepíná ji tenké střevo. Je to kombinovaná žláza – má funkci vnějšího i vnitřního vyměšování. Vnější, exokrinní vyměšování umožňuje trávení. Vnitřní, endokrinní vyměšování je umožněno díky Langerhansovým ostrůvkům, které slinivka břišní obsahuje.

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi. Jedná se o hormony fungující protichůdně:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY:

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Dle stavby a funkce se dělí na kůru a dřeň.

Kůra produkuje **kortizol** působící protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi

Dřeň produkuje **adrenalin** a **noradrenalin** které se vylučují ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychlují srdeční činnost, zvyšují tvorbu potu, rozšiřují zornice, rozšiřují dýchací cesty, vyplavují do krve glukózu – krevní cukr.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Anatomie pohlavních žláz je závislá na pohlaví. Jsou to párové žlázy, které mají podobnou funkci. Jedná se o varlata a vaječníky, které jsou zodpovědné např. za rozvoj druhotných pohlavních znaků jedince. Mají také funkci rozmnožovací, rozvíjí pohlavní buňky.

Varlata:

Varlata se nachází mimo tělní dutinu, jako jediné žlázy, jsou uloženy v kožním vaku – šourku. Produkují hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvíjí druhotných pohlavních znaků (např. nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy, zvýšené ochlupení, změna hlasu).

Zajímavost – Mutace a přeskokování hlasu dospívajících chlapců je způsobena rozšiřováním hrtanu, čímž dochází k prohlubování hlasu.

Vaječníky:

Vaječníky se nachází v zadní části pánve. Produkují hormony **estrogen** a **progesteron**, které ovlivňují vývoj vaječnicků, vajíček a rozvíjí druhotné pohlavní znaky – (např. tělesné změny – ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve, růst prsou a stejně jako u chlapců rozvoj ochlupení) a menstruační cyklus.

Zajímavost – i ženy v těle mají malou dávku hormonu testosteronu a naopak i muži mají v menší míře v těle estrogen.

Onemocnění:

V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovku dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulin. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulin. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulin vylučuje, ale tkáně samotný inzulin nedokáží využívat. Tento typ vzniká např. při nadváze a přejídání se. Má podobné projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.

- gigantismus a nanismus, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. Gigantismus se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. Léčba gigantismu se ve většině řeší chirurgickým zákrokem, jelikož je tato nemoc často způsobována nádorem hypofýzy. Nanismus neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěsku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na ruce a nohou. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidi, kteří nanismem netrpí. Léčba nanismu spočívá v dodávání růstového hormonu.

- struma – je onemocnění, které nastává, při poruše funkce štítné žlázy. K tvorbě strumy, vóle, dochází při nedostatečném vylučování hormonu tyroxinu. Snížená produkce může nastat např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je

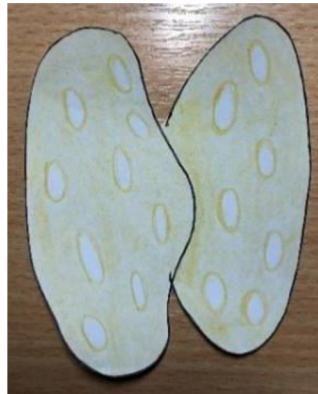
	<p>důležité zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské plody. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy. Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • KNIGHT, John & NIGAM, Yamni. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. <i>Nursing Times</i>. 2017, 113(9) 44-47. • KOPECKÝ, Miroslav, KIKALOVÁ, Kateřina, BEZDĚKOVÁ, Milada, HŘIVNOVÁ, Michaela & MAJEROVÁ, Jana. <i>Somatologie</i>. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 311 s. ISBN 978-80-244-2271-8. • PATEL, Shrey, RAHMI, Benjamin, GANDHI, Jason, SEYAM, Omar, et al. Revisiting the pineal gland: A review of calcification, masses, precocious puberty, and melatonin functions. <i>International Journal of Neuroscience</i>. 2020, 130(5) 464-475. • RANABIR Salam & REETU Keisam. Stress and hormones. <i>Indian Journal of Endocrinol and Metabolism</i>. 2011, 15(1) 18-22.
<p>Pomůcky</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Telefonní mobil žáků, předem připravené otázky ve hře Kahoot! <p><u>Pravdivá fakta:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Žlázy s vnitřní sekrecí vylučují hormony přímo do krevního oběhu člověka. 3. Nervová soustava a žlázy s vnitřní sekrecí jsou propojené a společně řídí lidské tělo. 6. Slinivka břišní je žlázou kombinovanou – má endokrinní i exokrinní funkci. 7. Slinivka břišní obsahuje Langerhansovy ostrůvky – ty produkují inzulin a glukagon. 8. Hormon melatonin je tvořen v šišince a řídí náš rytmus spánku a bdění. 11. Příštítná tělíska se nachází na zadní straně štítné žlázy.

	<p>13. Orgán hypothalamus se nachází nad podvěskem mozkovým, který také ovlivňuje endokrinní soustavu.</p> <p>14. Hormony jsou chemické látky.</p> <p>18. Na obrázku jsou vyobrazeny vaječníky (Obr. 9: D).</p> <p>19. Na obrázku je vyobrazena slinivka břišní (Obr. 9: E).</p> <p><u>Nepravdivá fakta:</u></p> <p>2. Každý člověk má v těle dohromady 10 endokrinních žláz.</p> <p>4. Dřeň i kůra nadledvin vylučují stejné hormony.</p> <p>5. Hormon adrenalin je stresový hormon, proto zpomaluje tep a naše reakce na podněty.</p> <p>9 Onemocnění cukrovka je způsobeno poruchou tvorby růstového hormonu.</p> <p>10. Hypofýza – podvěsek mozkový – neovlivňuje žádné jiné žlázy s vnitřní sekrecí.</p> <p>12. Hormony brzlíku lidské tělo nijak nevyužívá.</p> <p>15. Ženský pohlavní hormon se nazývá testosteron.</p> <p>16. Na obrázku jsou vyobrazeny nadledviny (Obr. 9: B).</p> <p>17. Na obrázku je zobrazen brzlík (Obr. 9: A).</p> <p>20. Na obrázku je zobrazena štítná žláza (Obr. 9: C).</p>
Pravidla aktivity	<ol style="list-style-type: none"> 1. Žáci pracují samostatně (v případě, že by někdo z žáků neměl mobilní telefon, hra probíhá ve dvojicích). 2. Každý žák se na svém mobilním telefonu připojí na internet, kde si do vyhledávání zadá kahoot.it. 3. Do hry se přihlásí pomocí kódu, který jim zadá vyučující. 4. Po přihlášení si každý žák zadá svou přezdívku. 5. Ve hře žáci odpovídají na vytvořené otázky. 6. Odpověď na otázky je omezena limitem 30 s. 7. Žáci ihned po zodpovězení ví, zda je jejich odpověď správná. 8. Za každou správnou odpověď žáci získávají body. Body se přičítají v závislosti na rychlosti odpovědi. 9. Za nesprávnou odpověď se body neodčítají. 10. Žáci průběžně vidí své bodové skóre.

11. Aplikace Kahoot! sama vyhodnotí vítěze. Na konci jsou zobrazeni 3 žáci s nejvyšším počtem bodů.

Obrázková dokumentace

A.



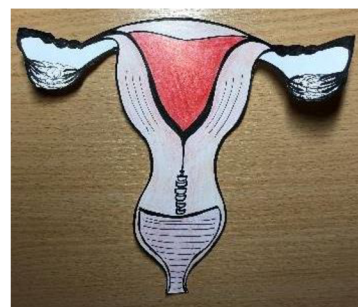
B.



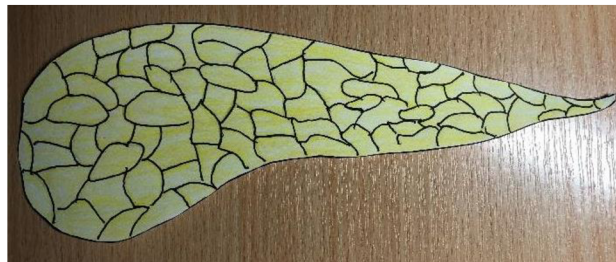
C.



D.



E.



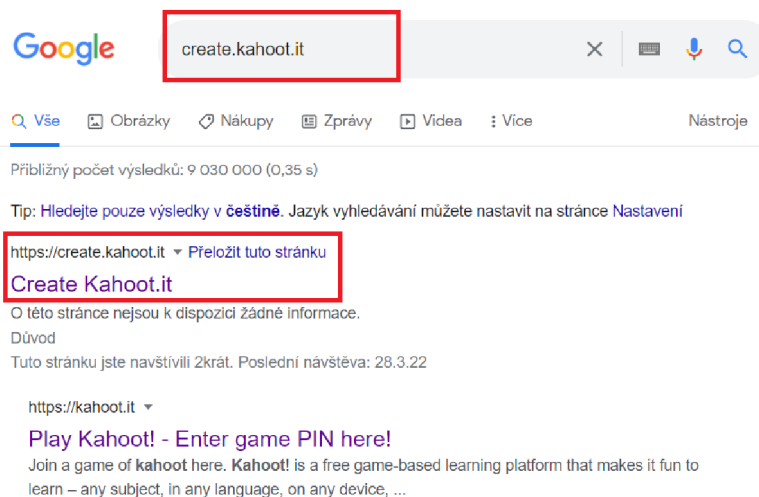
Obr. 9: **A** – Brzlík, nesprávná odpověď k otázce č. 16, **B** – nadledviny, nesprávná odpověď k otázce č. 17, **C** – štítná žláza, správná odpověď k otázce č. 18, **D** – děloha s vaječníky, správná odpověď k otázce č. 19, **E** – slinivka břišní, nesprávná odpověď k otázce č. 20 (foto Molková, 2022).

Postup pro přípravu Kahoot! s obrázkovou dokumentací

Hru Kahoot! si každý vyučující vytváří sám, jelikož je online a volně přístupná. Pro vytvoření hry Kahoot! je ale nutné se do aplikace přihlásit.

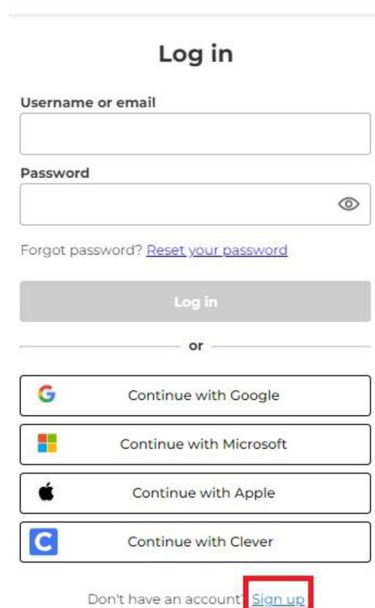
1. Do vyhledávání v internetovém prohlížeči napíšeme create.kahoot.it a rozklikneme si stránku se zadaným názvem (Obr: 10 A).

A.



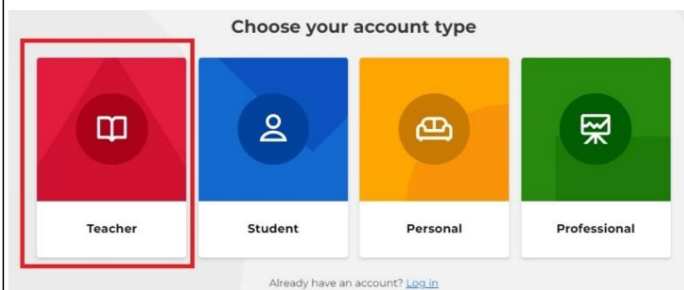
2. Následně si vytvoříme účet. Klikneme na „Sign up“ – v překladu přihlásit se (Obr. 10: B).

B.



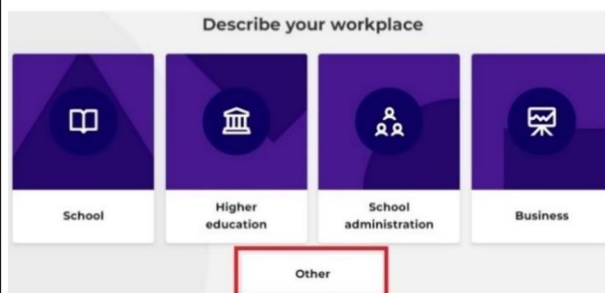
3. Po přihlášení máme možnost si vybrat jaký typ účtu si chceme založit. Vybereme první účet – „Teacher“, v překladu si založíme učitelský účet (Obr. 10: C).

C.



4. V dalším kroku si můžeme vybrat konkrétní zaměření, ale není to povinné, takže klikneme na „Other“. Tím se posuneme k dalšímu kroku (Obr. 10: Č).

Č.

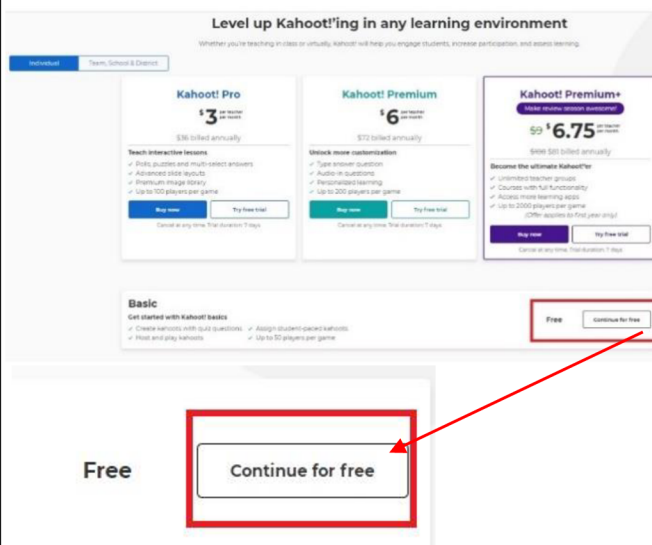


5. Do pole „Email“ napíšeme emailovou adresu a do pole „Password“ napíšeme heslo. Poté klikneme na „Sign up“ a přihlásíme se (Obr. 10: D).

D.

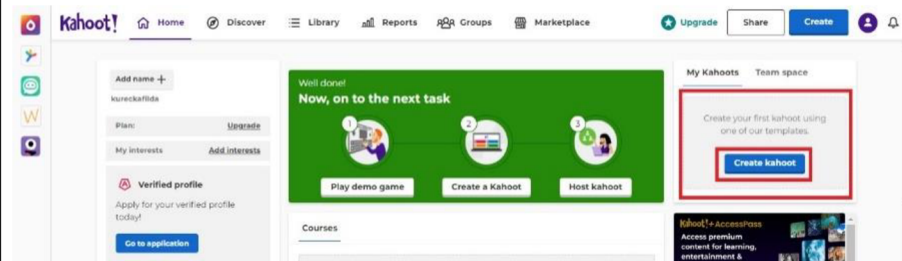
6. Pro bezplatné dokončení přihlášení klikneme na „Continue for free“, tak aplikaci můžeme používat zdarma (Obr. 10: Ď).

Ď.



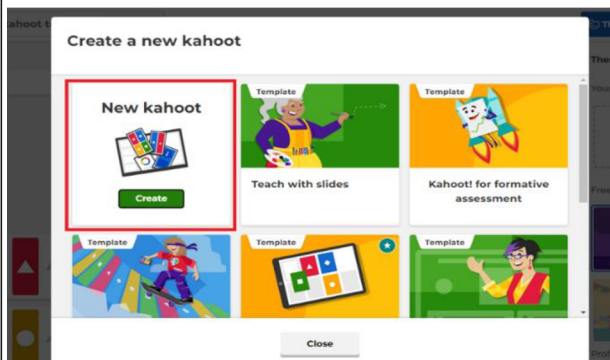
7. Po přihlášení jsme přeměrování na hlavní stránku Kahoot! Pro vytvoření hry rozklikneme „Create kahoot“ (Obr. 10: E).

E.



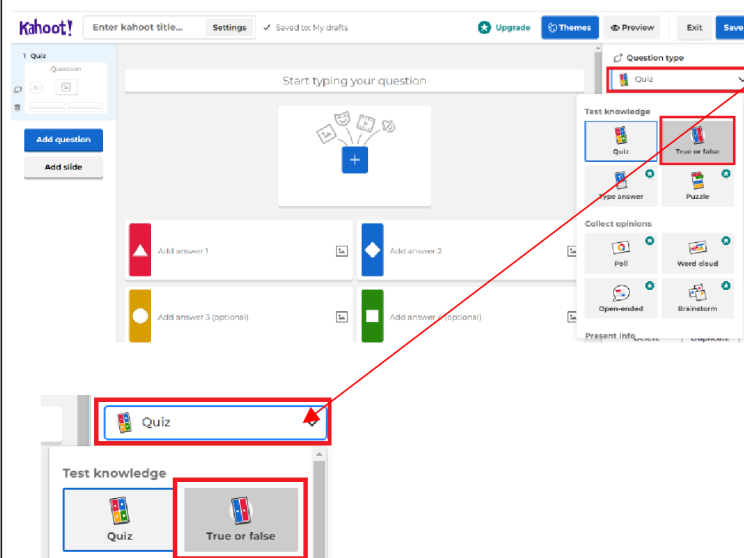
8. Na obrazovce uvidíme nabídku, jaký konkrétní kahoot chceme vytvořit (i přes přihlášení zdarma Kahoot! nabízí placené sektory). Vybereme první nabízenou neplacenou oblast (Obr. 10: F).

F.



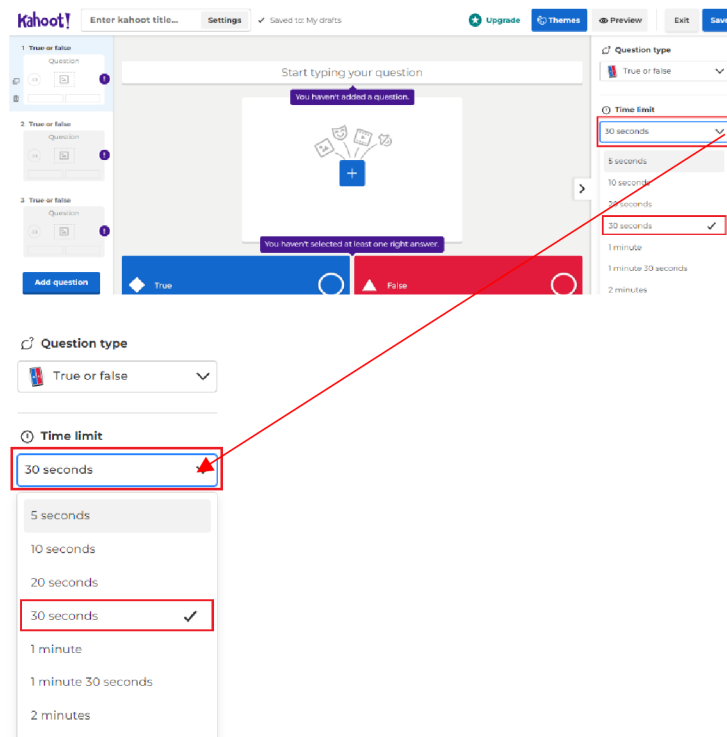
9. V tomto bodě už můžeme tvořit otázky, ale protože je tato hra na pravdu a lež, musíme si změnit možnosti odpovědi na „True or false“ (Obr. 10: G).

G.



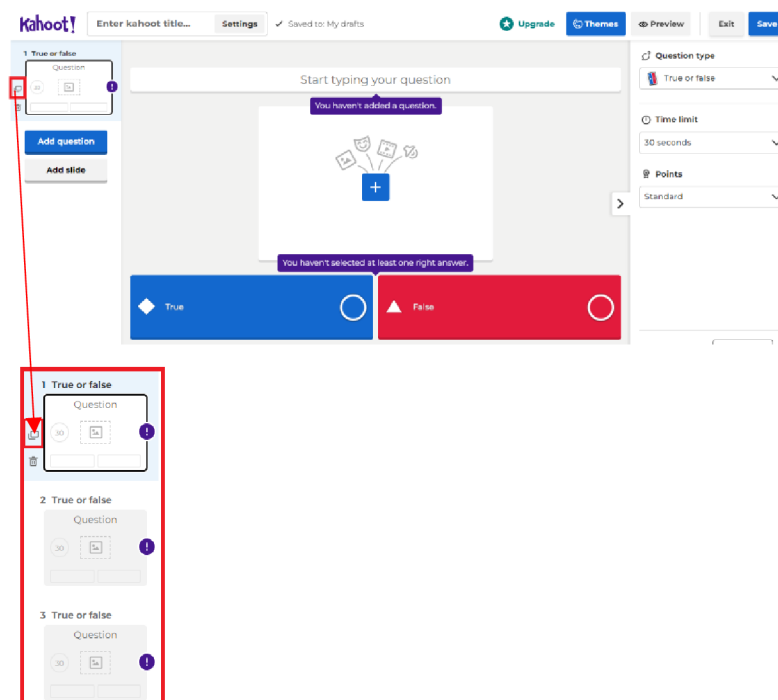
10. Dalším krokem je nastavení časového limitu ke konkrétní otázce – ideální je sjednotit čas pro všechny otázky stejně – v tomto případě 30 s. (Obr. 10: H).

H.



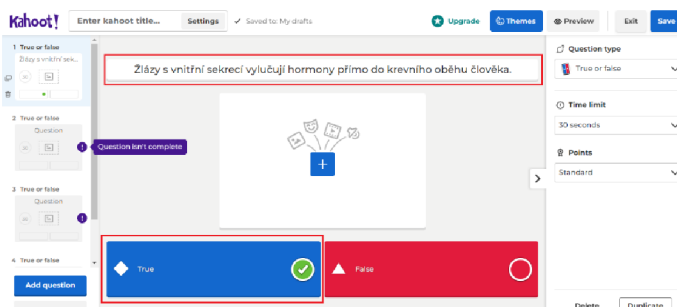
11. Pro duplikaci šablony otázek klikneme na ikonku znázorněnou vedle celku otázek (Obr. 10: CH).

CH.



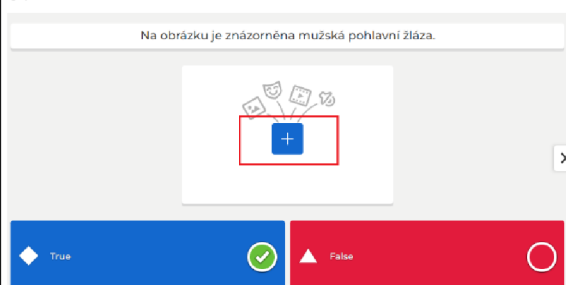
12. Dále vytvoříme otázku a zaznamenáme, zda se jedná o pravdivý či lživý výrok (Obr. 10: I).

I.



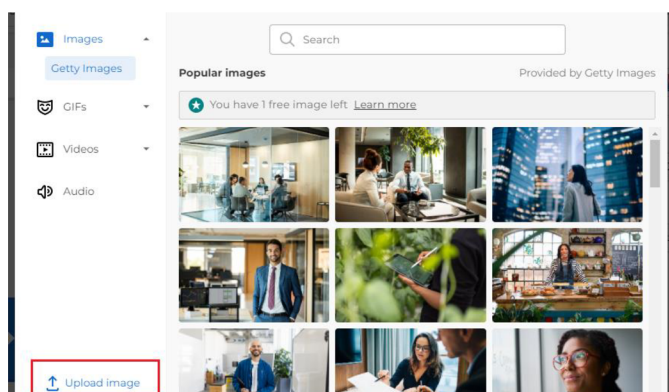
13. Do této aplikace se také mohou vkládat obrázky (Obr. 10: J).

J.



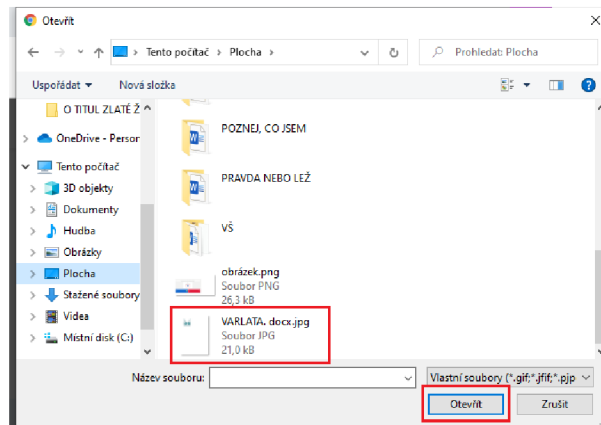
14. Po rozkliknutí ikony „+“ vyznačené ve 13. bodu návodu na obrazovce vidíme příklady obrázků, které můžeme vložit. Pokud chceme vložit vlastní obrázek, je nutné ho vybrat z galerie. Klikneme na „Upload image“ (Obr. 10: K).

K.



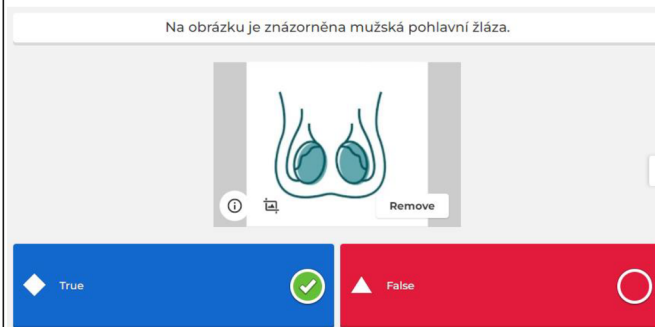
15. Poté můžeme vybírat ze své galerie obrázků. Obrázek musí být vždy s příponou jpg. Vybereme konkrétní obrázek a vložíme jej (Obr. 10: L).

L.



16. Výsledná otázka je vytvořena (Obr. 10: M).

M.



17. Pro uložení otázky klikneme v pravém horním rohu na „Save“ (Obr. 10 N).

N.



18. Doplňme název a klikneme na „continue“. Tímto se hra úspěšně uloží (Obr. 10: O).

O.

Add the finishing touches!

Enter a title and a description for your kahoot.

Title

Endokrinní soustava 76

A descriptive title will give players an indication of what the kahoot is about.

Description (Optional)

500

A good description will help other users find your kahoot.

Cancel Continue

19. Hru v našem účtu najdeme v pravém sloupci, kde jsou uložené všechny námi vytvořené hry (Obr. 10: P).

P.

Kahoot! Home Discover Library Reports Groups AccessPass Upgrade Share Create

Add name + karolinamolkoval52

Plan: Upgrade

My Interests Add Interests

Get 25% off any Kahoot! school plan! Upgrade your account to add more players and unlock more question types to power up your interactive teaching toolkit! Upgrade now

My Kahoots Team space

Endokrinní soustava 20 Questions karolinamolko 0 plays

See all (1)

20. Po rozkliknutí svého kahootu máme možnost začít hrát (Obr. 10: Q).

Q.

Kahoot! Home Discover Library Reports Groups AccessPass Upgrade Create

Endokrinní soustava 0 plays - 0 players

Start Assign Practice

A public kahoot

Questions (20) Show answers

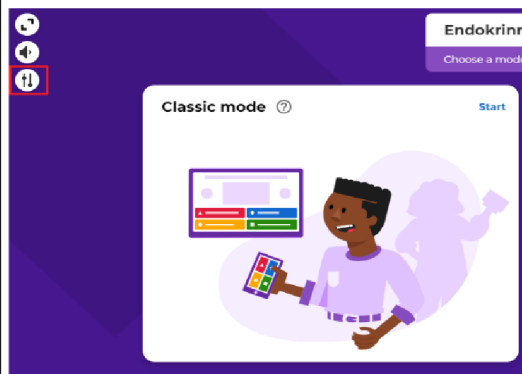
1 - True or false
Žlázy s vnitřní sekrecí vylučují hormony přímo do krevního oběhu člověka. 30 sec

2 - True or false
Každý člověk má dohromady 8 žláz s vnitřní sekrecí 30 sec

3 - True or false
Na obrázku je znázorněna mužská pohlavní žláza. 30 sec

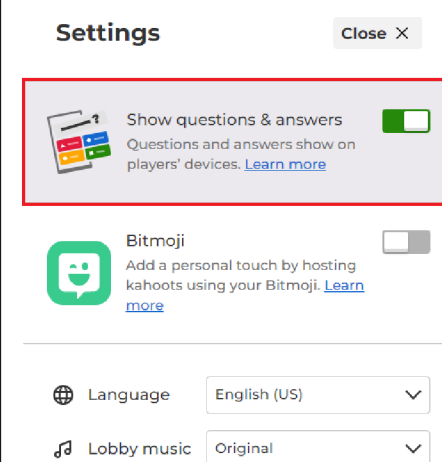
21. Před zahájením hry je ještě důležité se podívat do nastavení dané hry, aby měl každý žák na své obrazovce mobilu i konkrétní otázky, a ne pouze odpovědi (Obr. 10: R).

R.



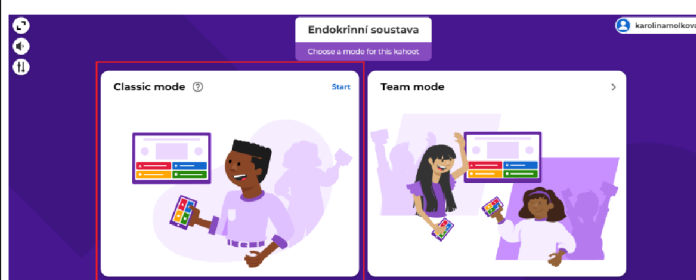
22. Po kliknutí na nastavení se na levé straně obrazovky objeví sloupec, ve kterém si navolíme požadavky ke hře. Klikneme na „Show question & answers“. Tím si zvolíme, aby se každému žákovi na obrazovce objevily i otázky (Obr. 10: Ř).

Ř.



23. Po nastavení si zvolíme klasickou hru, protože každý žák hraje sám za sebe – „classic mood“ (Obr. 10: S).

S.



24. Pro žáky je důležité znát PIN, který hra sama vytvoří (Obr. 10: Š).

Š.



25. Po zadání PINU se žáci přihlásí do hry (Obr. 10: T).

T.



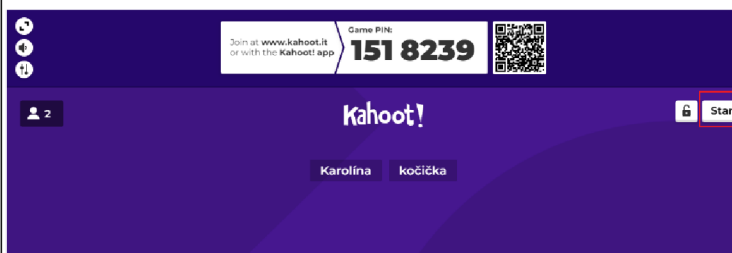
26. Žáci si zvolí vlastní přezdívku (Obr. 10: Ť).

Ť.



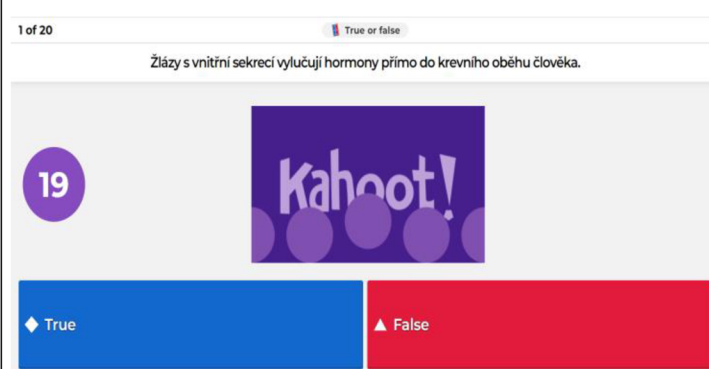
27. Pro vyrovnanou hru je důležité, aby začali všichni žáci stejně. Proto vyučující vyčká, až se přihlásí všichni žáci a poté hra začne, až vyučující klikne na start (Obr. 10: U).

U.



28. Žáci na svých mobilních telefonech vidí otázku, na kterou rovnou odpovídají (Obr. 10: V).

V.



29. Vyučující na obrazovce vidí, kolik žáků zodpovědělo otázku správně a kolik žáků zodpovědělo otázku nesprávně (Obr. 10: W).

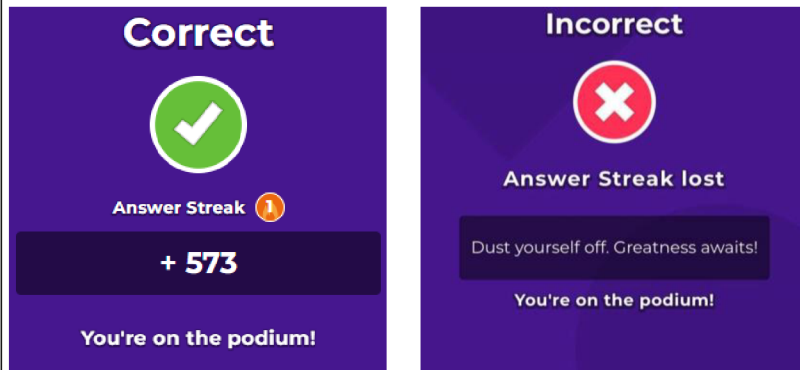
W.



30. Po zodpovězení otázky žáci vidí, zda odpověděli správně či špatně, kolik bodů mají za konkrétní zodpovězenou otázku a kdo se umístil mezi třemi nejlepšími hráči. Po správném zodpovězení otázky žáci na obrazovce mobilního telefonu uvidí

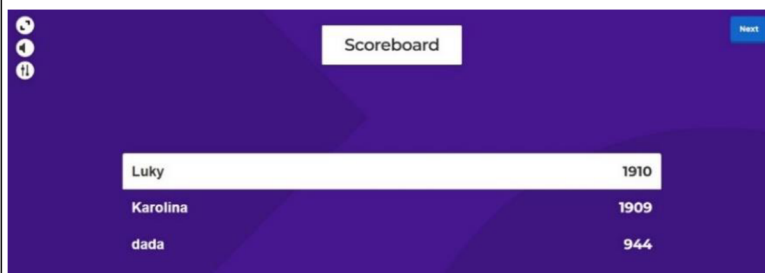
„Correct“ a po nesprávném zodpovězení žáci uvidí „Incorrect“ (Obr. 10: X).

X.



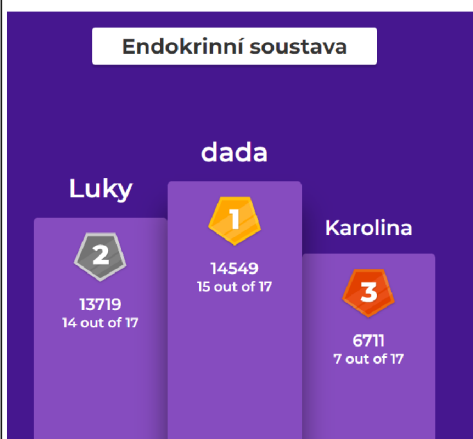
31. Vyučující i žáci vidí jaký počet bodů v průběhu hry získávají (Obr. 10: Y).

Y.




32. Na konci hry žáci a vyučující vidí výsledky s bodovým ohodnocením prvních tří hráčů (Obr. 10: Z).

Z.



33. Žáci na svých obrazovkách vidí buď bodové ohodnocení, nebo své umístění (Obr. 10: Ž).

	<p>Ž.</p>  <p>2nd place Legendary!</p> <p>Obr. 10: A až Ď – Tvorba bezplatného účtu v herní aplikaci Kahoot!, E až S – tvorba a nastavení otázek v herní aplikaci Kahoot!, Š až Ť – zahájení a přihlášení žáků do hry Kahoot!, U až Ž - průběh a ukončení hry Kahoot! (převzato z https://google.com/, https://kahoot.com/schools-u/ a https://kahoot.it/, 31.3.2022).</p>
<p>Doporučení pro učitele</p>	<p>Pro organizaci této aktivity doporučuji:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) podat výklad žákům dané problematiky endokrinního systému člověka před realizací aktivity b) využít tuto aktivitu na závěr hodiny pro ověření znalostí žáků
<p>Závěr</p>	<p>Závěrečné vyhodnocení podává samotná aplikace Kahoot! Výsledky, jakým způsobem žáci obstáli v této hře, jsou zpětnou vazbou i pro vyučujícího, zda se dané učivo žáci naučili.</p>

6.7.5 OVĚŘ SI SVÉ ZNALOSTI

Tab. 10: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě Ověř si své znalosti na téma Endokrinní systém člověka.

Ověř si své znalosti	
Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	25 minut
Doporučené výukové metody	práce s textem, řešení problémů, práce s obrazem, samostatná práce žáků, diskuse, skupinová výuka
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletých gymnázií
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, exokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, nervová soustava, hypothalamus, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata, růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin, endorfin, melatonin, tyroxin, parathormon, thymosin, inzulin a glukagon, kortizol a adrenalin, estrogen a progesteron, testosteron, endokrinologie
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák určí polohu jednotlivých orgánů endokrinního systému člověka v lidském těle • žák charakterizuje pojmy jako je endokrinní systém, nervový systém, inzulin, glukagon, varlata, vaječníky a popíše, jak spolu dané dva pojmy souvisí • žák definuje nervový a endokrinní systém • žák rozpozná příznaky onemocnění hypotyreózy (snížené funkce štítné žlázy) • žák určí účinky hormonů vylučovaných endokrinními žlázami
Klíčové kompetence	Kompetence k učení: žáci si osvojují poznatky o endokrinním systému člověka za pomoci připravených úloh na dané téma. Žáci propojují

	<p>získané vědomosti o endokrinní soustavě a nervové soustavě, žáci využívají správnou terminologii v dané problematice.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci mezi sebou diskutují o jednotlivých úlohách.</p> <p>Kompetence k řešení problémů: žáci využívají získané poznatky o endokrinním systému člověka pro správné řešení úloh. Žáci rozvíjí své kritické myšlení.</p>
<p>Základní termíny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo • Exokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnějším vyměšováním • Hormony = inkrety, chemická látka vyměšovaná endokrinními žlázami, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo • Žlázy s vnitřní sekrecí = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí • Nervová soustava = pomocí nervových vzruchů řídí organismus člověka společně s endokrinním systémem člověka • Hypothalamus = přechodový bod mezi endokrinním a nervovým systémem, stimuluje nebo inhibuje uvolňování hormonů z adenohipofýzy • Podvěsek mozkový = hypofýza, je součástí mezimozku, nachází se za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla, dělí se na tři laloky: <ul style="list-style-type: none"> ○ adenohipofýza – přední lalok hypofýzy, produkuje <u>růstový hormon, adrenokortikotropní hormon, tyreotropin</u> ○ neurohipofýza – zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>oxytocin</u> ○ střední lalok hypofýzy (lalok intermedia) – spojuje přední a zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>endorfin</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Šišinka = epifýza, je přichycena pineální stopkou k mezimozku, produkuje <u>melatonin</u> – řídí cirkadiánní rytmus člověka • Štítná žláza = nachází se v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu a produkuje hormony <u>T3 a T4 – tyroxin</u> – ovlivňuje látkovou výměnu v těle člověka • Příštítná tělíska = nachází na zadní straně štítné žlázy, jsou to 4 kulovitá tělíska po stranách horní (2) a dolní (2) části a produkuje <u>parathormon</u> – ovlivňuje množství vápníku v krvi člověka • Brzlík = nachází se mezi pravou a levou plicí za hrudní kostí, produkuje hormon <u>thymosin</u> přispívající k tvorbě Th-lymfocytů v imunitním systému člověka • Slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky = nachází se v břiše za žaludkem. Je složena ze dvou typů tkání – endokrinní a exokrinní, produkuje <u>inzulin a glukagon</u>, které řídí hladinu cukru v krvi • Nadledviny = nacházejí se na horní části ledvin. Produkce hormonů závisí na jejich stavbě, dělí se na kůru (produkuje <u>kortizol</u>) a dřeň (produkuje <u>adrenalin</u>) které ovlivňují člověka ve stresových situacích • Vaječníky = ženské pohlavní žlázy, nacházející se v pánevní dutině, produkuje <u>estrogen a progesteron</u> – ovlivňují vznik druhotných pohlavních znaků ženského pohlaví • Varlata = mužské pohlavní žlázy nacházející se mimo tělní dutinu, produkuje <u>testosteron</u> – ovlivňuje vznik druhotných pohlavních znaků mužského pohlaví • Endokrinologie – lékařský obor zabývající se nemocemi souvisejícími s endokrinním systémem člověka
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Endokrinní soustava X exokrinní soustava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkuje hormony a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Hormony jsou vyměšovány přímo do krve.

- Exokrinní soustava je složena ze systému žláz, které se vyměšují na povrch těla – například potní žlázy, slinné žlázy.

Propojenost s nervovou soustavou:

- Řízení našeho těla funguje i za pomoci nervové soustavy. Soustava hormonální ovlivňuje lidské tělo pomaleji než soustava nervová, ale za to má dlouhodobější účinek. Nervové vzruchy jsou rychle přenášeny do mozku a mají rychlou reakci.
- Propojení mozku s hormonální soustavou úzce souvisí i proto, jelikož se v něm nachází dvě konkrétní žlázy produkující hormony – šišinka (epifýza) a podvěsek mozkový (hypofýza). Důležitou funkci plní i orgán hypothalamus, který povzbuzuje nebo tlumí tvorbu hormonů v podvěsku mozkovém.

Žlázy a hormony v lidském těle:

- Každý člověk má v těle 8 endokrinních žláz (dohromady je těchto žláz 9, ale pohlavní žlázy jsou u mužů a žen rozdílné). Liší se od sebe umístěním v orgánovém systému, velikostí, tvarem, funkcí a tvorbou hormonů.

PODVĚSEK MOZKOVÝ:

Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.

Přední lalok produkuje tyto hormony:

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin

- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin – zpětné vstřebávání vody do krevního oběhu

- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy – udává podněty pro vylučování hormonů štítné žlázy

Střední lalok produkuje **endorfin** – hormon štěstí, vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠIŠINKA:

Šišinka neboli epifýza je nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle, nacházející se v zadní části mozku, kde je stejně jako hypofýza přichycena stopkou. Je to nepárová žláza. Produkuje hormon **melatonin**, který řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní cyklus člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.–4. hodinou. Zajímavostí této žlázy je, že s přibývajícím věkem se zmenšuje, tím pádem produkuje méně melatoninu, a proto člověk ve stáří spí méně.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Sama o sobě ovlivňuje činnost ostatních žláz s vnitřní sekrecí, např. příštítná tělíska, pohlavní žlázy. Nachází se po stranách hrtanu pod štítnou chrupavkou ji tvoří dva laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **T3** – trijodthyronin a **T4** – tetrajodthyronin neboli **tyroxin**, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle (např. dýchání, spotřeba kyslíku), váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince.

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Příštitná tělíška jsou součástí štítné žlázy. Jedná se o 4 drobné oválné útvary nacházejících se v lalokách zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkují hormon **parathormon**, který vylučuje a zvyšuje vápník v krvi.

BRZLÍK:

Brzlík není vždy je řazen k této soustavě, protože má hlavní funkci v imunitní soustavě člověka. Díky hormonu **thymosin**, který brzlík produkuje, v něm mohou dozrávat bílé krvinky (T-lymfocyty). Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plící a je tak chráněn hrudní kostí. Hlavní funkci má v dětství – s narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY:

Slinivka břišní, odborně pankreas, je nepárovou žlázou. Nachází se v dutině břišní, pod játry, za žaludkem, obepíná ji tenké střevo. Je to kombinovaná žláza – má funkci vnějšího i vnitřního vyměšování. Vnější, exokrinní vyměšování umožňuje trávení. Vnitřní, endokrinní vyměšování je umožněno díky Langerhansovým ostrůvkům, které slinivka břišní obsahuje.

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi. Jedná se o hormony fungující protichůdně:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY:

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Dle stavby a funkce se dělí na kůru a dřeň.

Kůra produkuje **kortizol** působící protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi.

Dřeň produkuje hormony **adrenalin** a **noradrenalin**, které se vylučují ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychlují srdeční činnost, zvyšují tvorbu potu, rozšiřují zornice, rozšiřují dýchací cesty, vyplavují do krve glukózu – krevní cukr.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Anatomie pohlavních žláz je závislá na pohlaví. Jsou to párové žlázy, které mají podobnou funkci. Jedná se o varlata a vaječníky, které jsou zodpovědné např. za rozvoj druhotných pohlavních znaků jedince. Mají také funkci rozmnožovací, rozvíjí pohlavní buňky.

Varlata:

Varlata se nachází mimo tělní dutinu, jako jediné žlázy, jsou uloženy v kožním vaku – šourku. Produkuje hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvíjí druhotných pohlavních znaků (např. nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy, zvýšené ochlupení, změna hlasu).

Zajímavost: Mutace a přeskokování hlasu dospívajících chlapců je způsobena rozšiřováním hrtanu, čímž dochází k prohlubování hlasu.

Vaječníky:

Vaječníky se nachází v zadní části pánve. Produkuje hormony **estrogen** a **progesteron**, které ovlivňují vývoj vaječnicků, vajíček a rozvíjí druhotné pohlavní znaky – (např. ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve, růst prsou a stejně jako u chlapců rozvoj ochlupení) a menstruační cyklus.

Zajímavost: I ženy v těle mají malou dávku hormonu testosteronu a naopak i muži mají v menší míře v těle estrogen.

Onemocnění:

V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

- cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovku dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulin. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulin. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulin vylučuje, ale tkáň samotný inzulin nedokáže využívat. Tento typ vzniká např. při nadváze a přejídání se. Má podobné projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.

- gigantismus a nanismus, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. Gigantismus se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. Nanismus neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěsku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na ruce a nohou. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidé, kteří nanismem netrpí.

- struma – je dalším onemocněním spojeným s endokrinním systémem člověka. Tato nemoc nastává, když vzniká porucha funkce štítné žlázy. Tvorba strumy, vole, vzniká při snížené produkci hormonu tyroxinu. Ke snížené produkci hormonu dochází např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je důležité

	<p>zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské plody. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy. Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
Odkazy na odbornou literaturu	<ul style="list-style-type: none"> • DOVER, Anna R. & ZIMMETT, Nicole. The endocrine systém. In: INNES, Alastair J., DOVER, Anna R. & FAIRHURST, Karen. <i>Macleod's Clinical Examination</i>. 14. vyd. Edinburgh: Elsevier, 194-209 s. 2018. ISBN 978-0-7020-6993-2. Dostupné z: http://www.karary.edu.sd/site/assets/files/24714/macleods_clinical_examination_14_ed.pdf • GRIM, Miloš, DRUGA, Rastislav, PÁČ, Libor, POSPÍŠILOVÁ, Blanka & SMETANA, Karel. <i>Základy anatomie: 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém</i>. Praha 5: Galén, 2005. 163 s. ISBN 80-7262-111-4. • KNIGHT, John & NIGAM, Yamni. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. <i>Nursing Times</i>. 2017, 113(9) 44-47. • KOPECKÝ, Miroslav, KIKALOVÁ, Kateřina, BEZDĚKOVÁ, Milada, HŘIVNOVÁ, Michaela & MAJEROVÁ, Jana. <i>Somatologie</i>. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 311 S. ISBN 978-80-244-2271-8.
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • Psací potřeby, pracovní listy
Pravidla aktivity	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktivita je určena pro 16 žáků. 2. Žáci vyplňují pracovní list samostatně (15 min.). 3. Po uplynutí časového limitu pro samostatnou práci žáci utvoří skupinky – čtveřice a společně si kontrolují zadané úlohy (5 min.). 4. Následně pod vedením vyučujícího každá skupinka postupně zodpovídá jednotlivé úlohy a všichni společně řeší jejich správnou odpověď.

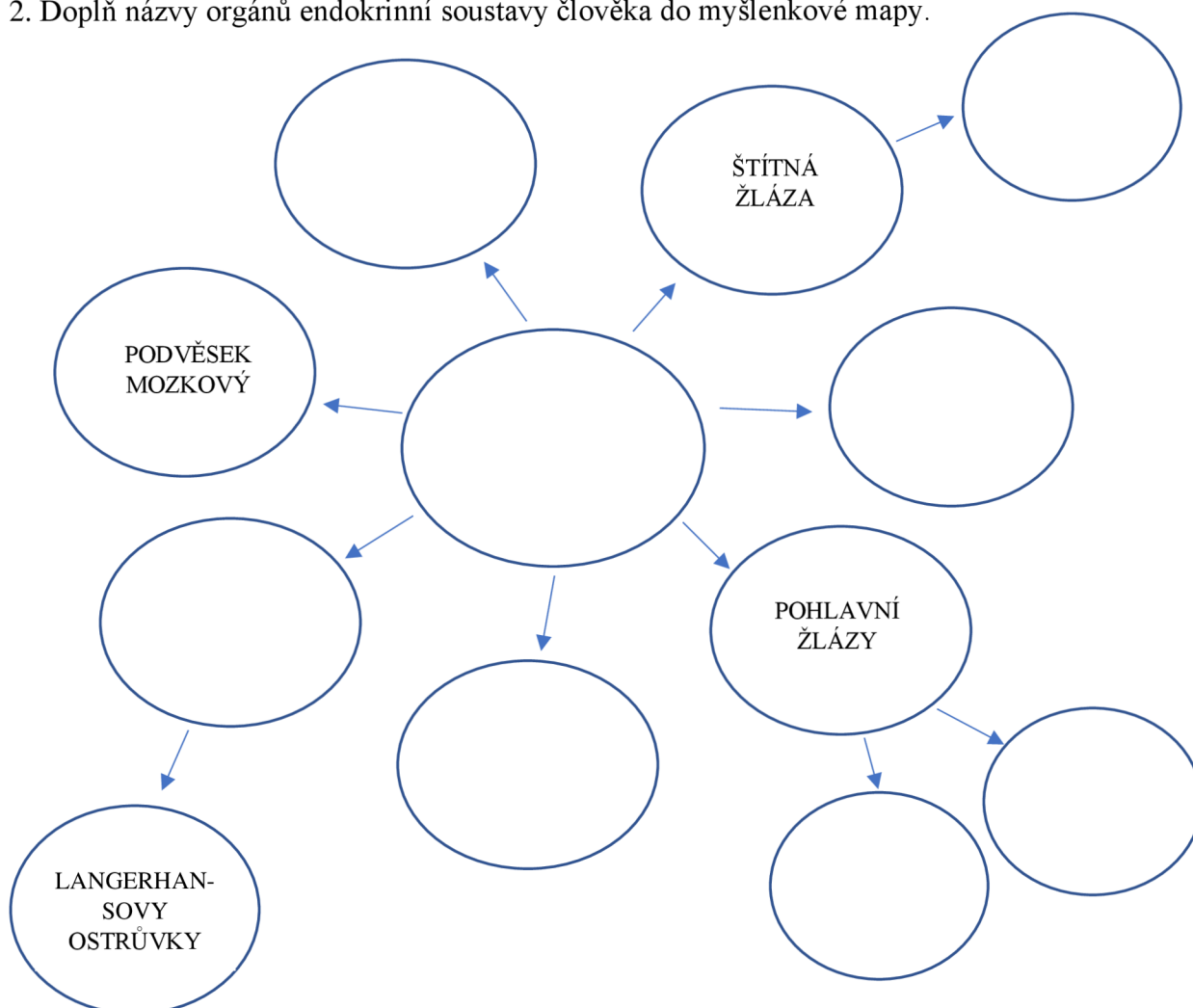
Doporučení pro učitele	Pro organizaci této aktivity doporučuji: <ul style="list-style-type: none"> a) vypracování pracovního listu žáky samostatně, případně ve dvojicích s časovým limitem b) kontrolu pracovního listu společně i s vyučujícím c) využít pracovní list pro opakování tématu
Závěr	V závěru aktivity si žáci společně s vyučujícím zkontrolují vypracované úkoly v pracovním listu.

Pracovní list pro žáka

1. Správně přiřaď názvy hormonů, žláz nebo nemocí (první sloupec) k jejich charakteristice (druhý sloupec).

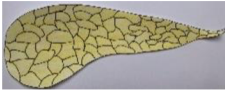
- | | |
|---|--|
| A) Kortizol | A) Produkuje inzulín a glukagon. |
| B) Gigantismus | B) Hormon produkovaný kůrou nadledvin. |
| C) Brzlík | C) Vylučuje hormon melatonin ovlivňující cyklus bdění a spánku. |
| D) Šišinka | D) Dozrávají v něm bílé krvinky. |
| E) Slivivka břišní | E) Nadměrný vzrůst člověka vlivem nadměrného vylučování somatotropinu. |
| F) Cukrovka
(<i>diabetes mellitus</i>) | F) Onemocnění slivivky břišní |

2. Doplně názvy orgánů endokrinní soustavy člověka do myšlenkové mapy.



3. Urči správnou polohu orgánu v lidském těle a jednotlivé žlázy pojmenuj.

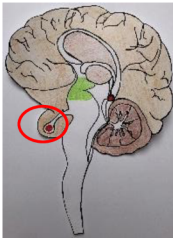
A) _____



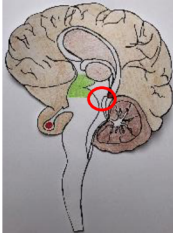
B) _____ C) _____



D) _____



E) _____



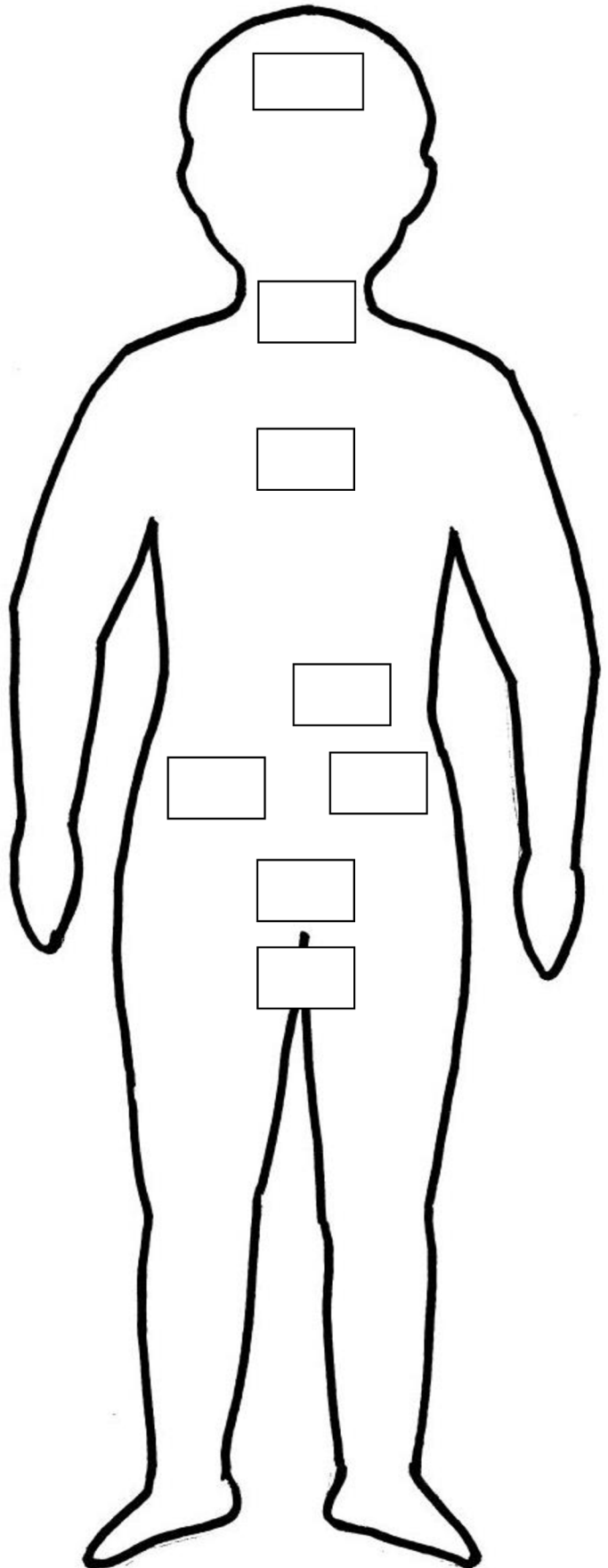
F) _____



G) _____



H) _____ A



4. Vyřeš úkol na základě svých poznatků a nabytých znalostí.

Elišce je 13 let a navštěvuje Základní sportovní školu v Holešově. Věnuje se atletice a v roce 2021 se umístila na 4. místě v republikovém kole ve skoku dalekém. V roce 2022 by se chtěla umístit na stupni vítězů. Ale od té doby, co kvůli speciálním tréninkům začala vyřazovat ze svého jídelníčku některé potraviny, se Eliščin zdravotní stav výrazně zhoršil. V atletice nepodává takové výkony, jaké by chtěla, je stále unavená, podrážděná a je jí stále zima. A také se Elišce nepatrně zvětšil objem krku. Ze své stravy vyřadila především mléko a mléčné výrobky, vejce a odmítá jíst i lososa či jakékoli jiné mořské ryby nebo plody.

Na základě výše uvedeného textu Elišce v těle nefunguje správně jeden z endokrinních orgánů.

- A. Urči, o které onemocnění se jedná a která žláza má poruchu funkce.**
- B. Popiš, který hormon je u Elišky nadměrně nebo nedostatečně vylučován a vysvětli, proč je tento konkrétní hormon pro tělo důležitý.**
- C. Navrhni pro Elišku léčebný postup.**

A.

B.

C.

5. Charakterizuj pojem a najdi společnou charakteristiku.

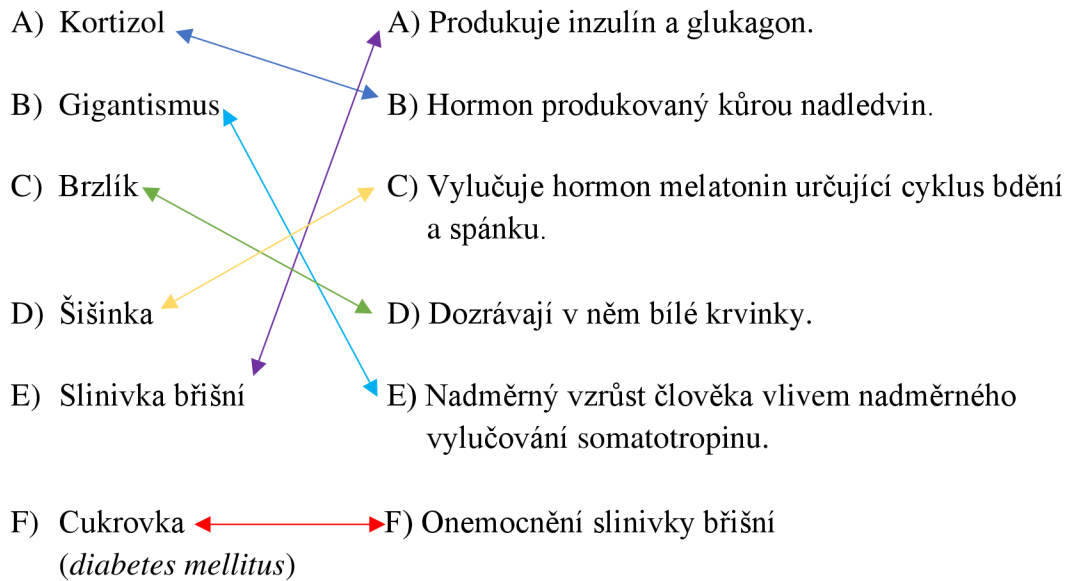
POJEM	CHARAKTERISTIKA POJMU	SPOLEČNÁ CHARAKTERISTIKA
<i>INZULIN</i>		
<i>GLUKAGON</i>		

<i>VAJEČNÍKY</i>		
<i>VARLATA</i>		

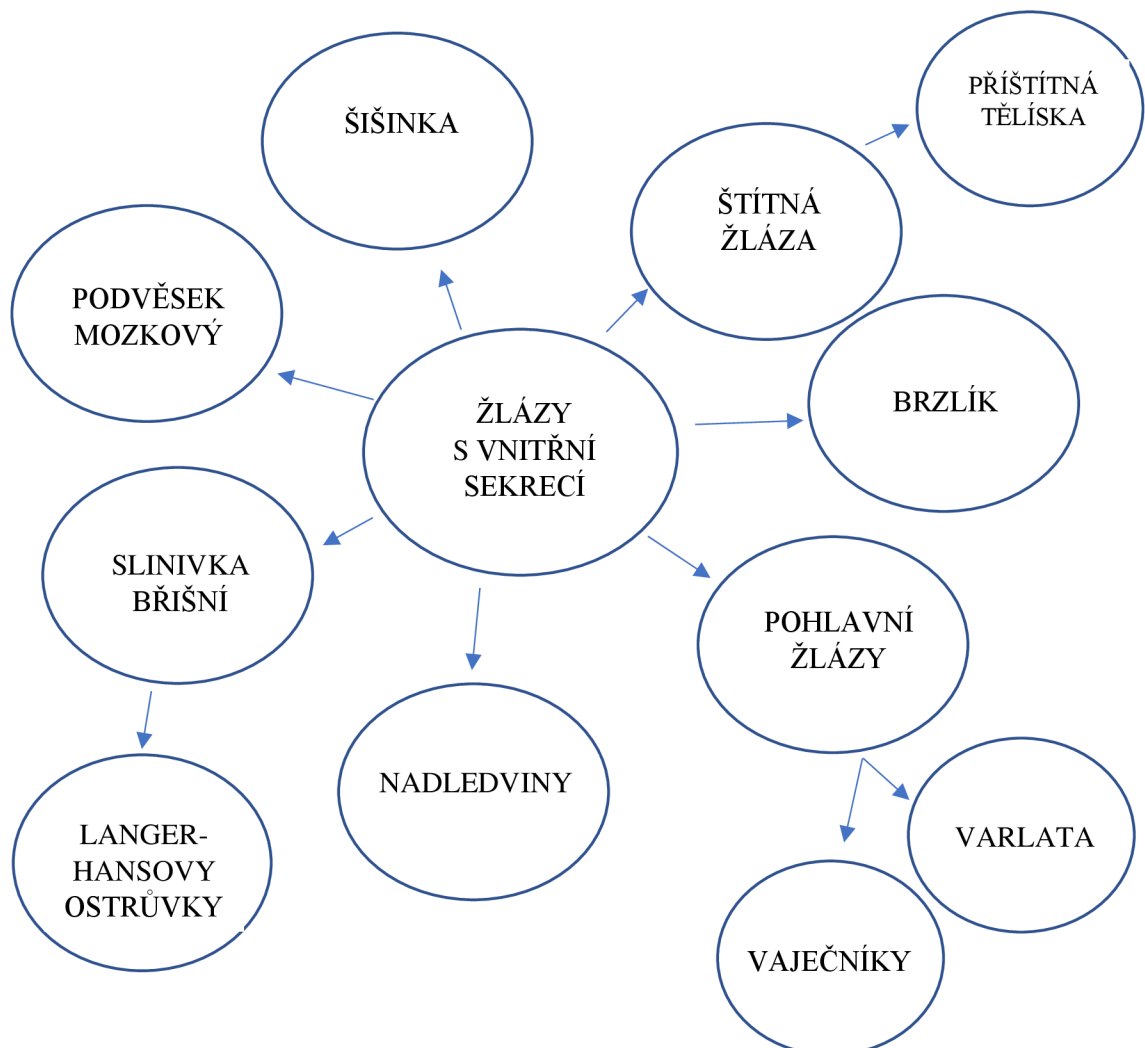
<i>ENDOKRINNÍ SYSTEM</i>		
<i>NERVOVÝ SYSTEM</i>		

Správné řešení pracovního listu pro žáka

1. Přiřaď názvy hormonů, žláz a nemocí k jejich charakteristice.

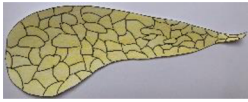


2. Doplň názvy orgánů endokrinní soustavy člověka do pojmové mapy.



3. Urči správnou polohu orgánu v lidském těle a jednotlivé žlázy pojmenuj česky.

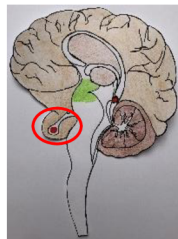
A) SLINIVKA BŘIŠNÍ



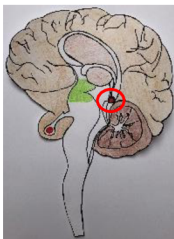
B) VAJEČNÍKY C) VARLATA



D) PODVĚSEK MOZKOVÝ



E) ŠÍŠINKA



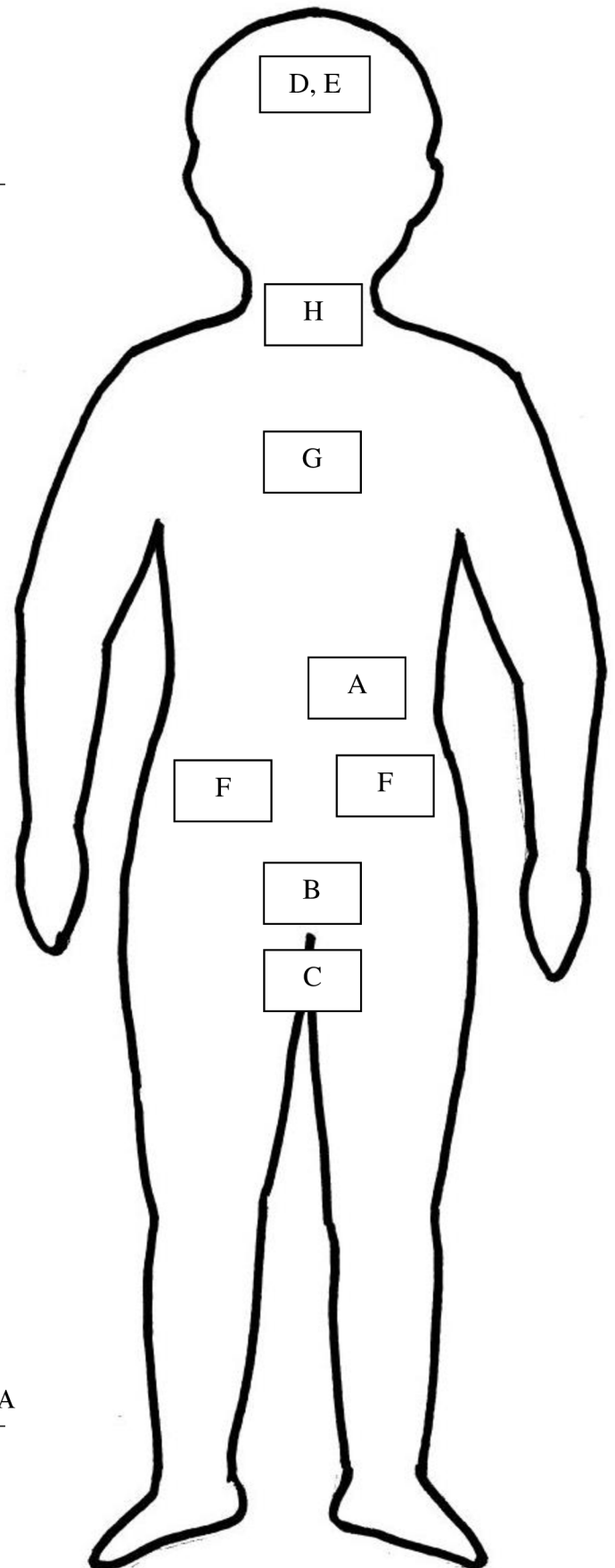
F) NADLEDVINY



G) BRZLÍK



H) ŠTÍTNÁ ŽLÁZA A PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA



4. Vyřeš úkol na základě svých poznatků a nabytých znalostí.

Elišce je 13 let a navštěvuje Základní sportovní školu v Holešově. Věnuje se atletice a v roce 2021 se umístila na 4. místě v republikovém kole ve skoku dalekém. V roce 2022 by se chtěla umístit na stupni vítězů. Ale od té doby, co kvůli speciálním tréninkům začala vyřazovat ze svého jídelníčku některé potraviny, se Eliščin zdravotní stav výrazně zhoršil. V atletice nepodává takové výkony, jaké by chtěla, je stále unavená, podrážděná a je jí stále zima. A také se Elišce nepatrně zvětšil objem krku. Ze své stravy vyřadila především mléko a mléčné výrobky, vejce a odmítá jíst i lososa či jakékoli jiné mořské ryby nebo plody.

Na základě výše uvedeného textu Elišce v těle nefunguje správně jeden z endokrinních orgánů.

A. Urči, o které onemocnění se jedná a která žláza má poruchu funkce.

B. Popiš, který hormon je u Elišky nadměrně nebo nedostatečně vylučován a vysvětli, proč je tento konkrétní hormon pro tělo důležitý.

C. Navrhni pro Elišku léčebný postup.

A. Jedná se o onemocnění snížené funkce štítné žlázy (hypotyreózu), na krku se může vytvořit zvětšený útvar – volec (odborně struma).

B. Eliška má sníženou produkci hormonu tyroxinu. Tyroxin je pro tělo důležitý, protože zajišťuje přísun jódu do těla a ovlivňuje výměnu látek v těle (např. při dýchání).

C. Elišce bych doporučil/doporučila jíst dostatek potravin s jódem a návštěvu lékaře.

5. Charakterizuj pojem a najdi společnou charakteristiku.

POJEM	CHARAKTERISTIKA POJMU	SPOLEČNÁ CHARAKTERISTIKA
<i>INZULIN</i>	Hormon snižující hladinu cukru v krvi.	Jsou vylučovány slinivkou břišní. Působí protichůdně. Udržují stálou hladinu cukru v krvi.
<i>GLUKAGON</i>	Hormon zvyšující hladinu cukru v krvi.	

<i>VAJEČNÍKY</i>	Žláza vylučující ženské pohlavní hormony – estrogen a progesteron.	Jsou to pohlavní orgány. Jsou to párové orgány. Produkují pohlavní hormony. Produkují pohlavní buňky, které slouží k reprodukci.
<i>VARLATA</i>	Žláza vylučující mužský pohlavní testosteron	

<i>ENDOKRINNÍ SYSTÉM</i>	Soustava v lidském organismu složena z endokrinních orgánů – žláz s vnitřní sekrecí, vylučujících hormony.	Společně řídí lidský organismus. Jsou propojené – žlázy jako je podvěsek mozkový a šišinka jsou uloženy v mozku.
<i>NERVOVÝ SYSTÉM</i>	Soustava v lidském organismu složena z nervových orgánů – mozku, míchy a nervů, které přijímají nervové vzruchy.	

6.7.6 O TITUL ZLATÉ ŽLÁZY

Tab. 11: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě O titul zlaté žlázy na téma Endokrinní systém člověka.

O titul zlaté žlázy Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	15–20 minut
Doporučené výukové metody	rozhovor, diskuse, skupinová výuka, didaktická hra
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletého gymnázia
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, exokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, nervová soustava, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata, růstový hormon, antidiuretický hormon, oxytocin, endorfin, melatonin, tyroxin, parathormon, thymosin, inzulin a glukagon, kortizol a adrenalin, estrogen a progesteron, testosteron, endokrinologie
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák určí polohu jednotlivých endokrinních žláz v lidském těle • žák vyjmenuje konkrétní hormony k jednotlivým endokrinním žlázám lidského organismu • žák definuje a vysvětlí specifické účinky jednotlivých hormonů • žák porozumí významu endokrinních žláz v lidském těle
Klíčové kompetence	Kompetence k učení: žáci si prostřednictvím této aktivity procvičují znalosti o endokrinním systému člověka a uvědomují si jeho důležitost v lidském organismu. Žáci rozeznávají jednotlivé endokrinní žlázy pomocí charakteristik v návodných indiciích, které

	<p>následně pomocí obrázku přiřazují do obrysu těla. Žáci přiřazují konkrétní hormony k jednotlivým endokrinním žlázám.</p> <p>Kompetence komunikativní: žáci mezi sebou aktivně diskutují o problematice endokrinního systému člověka. Žáci vyjadřují a formulují své myšlenky v návaznosti na konkrétní úkoly.</p> <p>Kompetence k řešení problémů: žáci ve skupině volí vhodné postupy a strategie pro vyřešení jednotlivých úkolů.</p> <p>Kompetence sociální a personální: žáci pracují jako tým, pomáhají si při řešení úloh a učí se práci v kolektivu.</p>
<p>Základní termíny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo • Hormony = inkrety, chemická látka vyměšovaná endokrinními žlázami, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo • Žlázy s vnitřní sekrecí = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí • Podvěsek mozkový = hypofýza, je součást mezimozku, nachází se za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla, dělí se na tři laloky: <ul style="list-style-type: none"> ○ adenohipofýza – přední lalok hypofýzy, produkuje <u>růstový hormon</u>, <u>adrenokortikotropní hormon</u>, <u>tyreotropin</u> ○ neurohipofýza – zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>oxytocin</u> ○ střední lalok hypofýzy (lalok intermedia) – spojuje přední a zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>endorfin</u> • Šišinka = epifýza, je přichycena pineální stopkou k mezimozku, produkuje <u>melatonin</u> – řídí cirkadiánní rytmus člověka • Štítná žláza = glandula thyroidea, nachází se v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu a produkuje

	<p>hormony <u>T3 a T4 (= tyroxin)</u> – ovlivňuje látkovou výměnu v těle člověka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Příštítná tělíska = nachází na zadní straně štítné žlázy, jsou to 4 kulovitá tělíska po stranách horní (2) a dolní (2) části a produkují <u>parathormon</u> – ovlivňuje množství vápníku v krvi člověka • Brzlík = thymus, nachází se mezi pravou a levou plící za hrudní kostí. Produkuje hormon <u>thymosin</u> přispívající k tvorbě Th-lymfocytů v imunitním systému člověka. • Slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky = pankreas, nachází se v břiše za žaludkem. Je složena ze dvou typů tkání – endokrinní a exokrinní. Produkuje <u>inzulin a glukagon</u>, které řídí hladinu cukru v krvi • Nadledviny = se nacházejí na horní části ledvin. Produkce hormonů závisí na jejich stavbě, dělí se na kůru (produkuje <u>kortizol</u>) a dřeň (produkuje <u>adrenalin</u>) • Vaječníky = ovaria, ženské pohlavní žlázy, nacházející se v pánevní dutině, produkuje <u>estrogen a progesteron</u> – ovlivňují vznik druhotných pohlavních znaků ženského pohlaví • Varlata = testes, mužské pohlavní žlázy nacházející se mimo tělní dutinu, produkuje <u>testosteron</u> – ovlivňuje vznik druhotných pohlavních znaků mužského pohlaví • Endokrinologie – lékařský obor zabývající se nemocemi souvisejícími s endokrinním systémem člověka.
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Endokrinní soustava X exokrinní soustava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkují hormony a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Hormony jsou vyměšovány přímo do krve. • Exokrinní soustava je složena ze systému žláz, které se vyměšují na povrch těla – například potní žlázy, slinné žlázy <p>Propojenost s nervovou soustavou:</p>

- Řízení našeho těla funguje i za pomoci nervové soustavy, konkrétně nervové vzruchy přijímají signály, které zachytí smyslové orgány. Tyto vzruchy jsou přenášeny neurony do mozku pomocí nervových drah, kde jsou zaznamenány.
- Pro srovnání řízení těla nervové a hormonální soustavy – soustava hormonální je oproti nervové sice pomalejší, ale má dlouhodobější účinek. Nervové vzruchy jsou rychle přenášeny do mozku a mají rychlou reakci.
- Propojení mozku s hormonální soustavou úzce souvisí i proto, jelikož se v něm nachází dvě konkrétní žlázy produkující hormony – šišinka (epifýza) a podvěsek mozkový (hypofýza). Důležitou funkci plní i orgán hypothalamus, který povzbuzuje nebo tlumí tvorbu hormonů v podvěsku mozkovém.

Žlázy a hormony v lidském těle:

- Každý člověk má v těle 8 endokrinních žláz (dohromady je těchto žláz 9, ale pohlavní žlázy jsou u mužů a žen rozdílné). Liší se od sebe umístěním v orgánovém systému, velikostí, tvarem, funkcí a tvorbou hormonů.

PODVĚSEK MOZKOVÝ:

Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.

Přední lalok produkuje tyto hormony:

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin

- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin zpětné vstřebávání vody do krevního oběhu

- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy

Střední lalok produkuje **endorfin** – hormon štěstí, vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠIŠINKA:

Šišinka je odborně nazývána jako epifýza. Je to nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle, nacházející se v zadní části mozku, kde je stejně jako hypofýza přichycena stopkou a taktéž je řízena nervově. Je to nepárová žláza. Produkuje hormon **melatonin**, který řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní hodiny člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.–4. hodinou. Zajímavostí této žlázy je, že s přibývajícím věkem se zmenšuje, tím pádem produkuje méně melatoninu, a proto čím víc jsme starší, tím menší potřebu spánku máme.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Sama o sobě ovlivňuje činnost ostatních žláz s vnitřní sekrecí, např. příštítná tělíska, pohlavní žlázy. Nachází se po stranách hrtanu pod štítnou chrupavkou ji tvoří dva laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **T3** – trijodthyronin a **T4** – tetrajodthyronin neboli **tyroxin**, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle, váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince (látkové výměny – např. dýchání, spotřeba kyslíku).

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Příštítná tělíska jsou součástí štítné žlázy. Jedná se o 4 drobné oválné útvary nacházejících se na lalokách zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkují hormon **parathormon**, který vylučuje a zvyšuje vápník v krvi.

BRZLÍK:

Brzlík není vždy je řazen k této soustavě, protože má hlavní funkci v imunitní soustavě člověka. Dozrávají v něm bílé krvinky (T-lymfocyty). Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plicí a je tak chráněn hrudní kostí. Díky hormonu **thymosin**, který produkuje, dozrávají bílé krvinky. Hlavní funkci má v dětství – s narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar, tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY:

Slinivka břišní, odborně pankreas, je nepárovou žlázou. Nachází se v dutině břišní, pod játry, za žaludkem, obepíná ji tenké střevo. Je to kombinovaná žláza, jelikož má funkci vnějšího vylučování (napomáhá trávení díky enzymům) i vnitřní vylučování (endokrinní funkce – tvoří ji Langerhansovy ostrůvky).

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi. Jedná se o hormony fungující protichůdně:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY:

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Co se týče tvorby hormonů, je důležité znát stavbu nadledvin, skládají se z kůry a dřeně. Kůra a dřeň totiž produkují jiné hormony.

Kůra produkuje **kortizol** působící protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi.

Dřeň produkuje **adrenalin** a **noradrenalin** které se vylučují ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychluje srdeční činnost, zvyšuje tvorbu potu, rozšiřuje zornice, rozšiřuje dýchací cesty, vyplavuje do krve glukózu – krevní cukr. Patří ke stresovým hormonům.

Zajímavost – pravá nadledvina je umístěna níže a tvarem připomíná trojúhelník, levá nadledvina se nachází výše a má tvar pŕlměsíce.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Tyto žlázy jsou závislé na pohlaví – muži mají varlata, ženy mají vaječníky. Obecně jsou párovými žlázami, které mají podobnou funkci a tou je rozvoj druhotných pohlavních znaků a pohlavních buněk.

Varlata:

Varlata se nachází mimo tělní dutinu, jako jediné žlázy, jsou uložené v kožním vaku – šourku. Produkuje hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvoj druhotných pohlavních znaků (např. tělesné změny – nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy – růst)

Zajímavost – proč chlapci mutují (přeskakuje jim hlas)? – protože se rozšiřuje hrtan a dochází k prohlubování hlasu, ale hrtan se nerozšíří ze dne na den, je to delší proces.

Vaječníky:

Vaječníky se nachází v zadní části pánve. Produkuje hormony **estrogen a progesteron** – oba hormony ovlivňují vývin ženských pohlavních orgánů a pohlavních buněk – vajíček, rozvoj druhotných pohlavních znaků (např. tělesné změny – ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve) a menstruační cyklus.

Zajímavost – i ženy v těle mají malou dávku hormonu testosteronu, a naopak i muži mají v menší míře v těle estrogen.

Onemocnění:

V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

- cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovku dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulin. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulin. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulin vylučuje, ale tkáň samotný inzulin nedokáže využívat. Tento typ vzniká např. při nadváze a přejídání se. Má podobné projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.

- gigantismus a nanismus, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. Gigantismus se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. Nanismus neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěsku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na ruce a nohy. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidi, kteří nanismem netrpí.

- struma – je dalším onemocněním spojeným s endokrinním systémem člověka. Tato nemoc nastává, když vzniká porucha funkce štítné žlázy. Tvorba strumy, vole, vzniká při snížené produkci

	<p>hormonu tyroxinu. Ke snížené produkci hormonu dochází např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je důležité zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské plody. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy.</p> <p>Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GRIM, Miloš, DRUGA, Rastislav, PÁČ, Libor, POSPÍŠILOVÁ, Blanka & SMETANA, Karel. <i>Základy anatomie: 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém</i>. Praha 5: Galén, 2005. 163 s. ISBN 80-7262-111-4. • KNIGHT, John, BRYAM-WESTON, Zubeyde & ANDRADE, Maria. Endocrine system 5: pineal and thymus glands. <i>Nursing Times</i>. 2021a, 117(9) 54-58. • KNIGHT, John & NIGAM, Yamni. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. <i>Nursing Times</i>. 2017, 113(9) 44-47. • DWYER, Andrew A. & QUINTON, Richard. Anatomy and physiology of the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis. In: LLAHANA, Sofia, FOLLIN, Cecilia, YEDINAK, Christine & GROSSMAN, Ashley. <i>Advanced practice in endocrinology nursing</i>. Cham: Springer International Publishing AG, 2019. 839–852 s. ISBN 978-3-319-99817-6.
<p>Pomůcky</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 stoly, bílá tabule, fixy na tabuli, psací potřeby, papír, 3 obrysy postavy na hnědém balícím papíře (12: F), lepící guma (11: CH) • Bílé, žluté a hnědé tvrdé papíry, děrovačka, černá fixa, kružítko, stuhy, fixy – papírové medaile – 5x zlatá, 5x stříbrná, 5x bronzová (Obr. 12: G –H) • obrázky endokrinních žláz – mozek = dvě žlázy, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní

s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky, varlata (Obr. 11: A–H)

- počet obálek pro jeden tým (celkem 3 týmy): (Obr 12: B–E)
 - 3x velká obálka (popsána č. 1, 2, 3) se 3 malými obálkami (popsány písmeny A, B, C) obsahující indicie k určení názvu endokrinních žláz
 - 1x velká obálka s obrázky endokrinních žláz
 - 1x malá obálka s indiciemi k určení konkrétního hormonu
- oranžové, žluté a zelené korálky (od každé barvy 5), pytlíček

Indicie k 1. části aktivity pro tým č. 1:

VARLATA (obálka č. 1)

A.	JE TO PÁROVÝ ORGÁN
B.	OBSAHUJÍ SPERMATOGONIE, SERTOLIHO BUŇKY A LEYDIGOVY BUŇKY
C.	JE POHLAVNÍ ŽLÁZOU U MUŽŮ

SLINIVKA BŘIŠNÍ (obálka č. 2)

A.	NENÍ TO PÁROVÝ ORGÁN
B.	SKLÁDÁ SE Z LANGERHANSOVÝCH OSTRŮVKŮ
C.	ODBORNĚ SE NAZÝVÁ PANKREAS

ŠIŠINKA (obálka č. 3)

A.	NENÍ TO PÁROVÝ ORGÁN
B.	JE TO NEJMENŠÍ ŠTÍTNÁ ŽLÁZA S VNITŘNÍ SEKRECIÍ
C.	S NARŮSTAJÍCÍM VĚKEM SE ZMENŠUJE A SNIŽUJE SE FUNKCE TĚTO ŽLÁZY V LIDSKÉM TĚLE

Indicie k 1. části aktivity pro tým č. 2:

NADLEDVINY (obálka č. 1)

A.	JE TO PÁROVÝ ORGÁN
B.	VZHLEDEM JSOU OD SEBE ODLIŠNÉ, LEVÁ MÁ TVAR PŮLMĚSÍCE, PRAVÁ JE VE TVARU TROJÚHELNÍKU

C.	SKLÁDÁJÍ SE Z KŮRY A DŘENĚ A KAŽDÁ PRODUKUJE JINÉ HORMONY
----	---

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (obálka č. 2)

A.	JE TO NEPÁROVÝ ORGÁN
B.	SKLADÁ SE Z LEVÉHO A PRAVÉHO LALOKU, KTERÉ JSOU UPROSTŘED SPOJENÉ ISTHMEM
C.	NA ZADNÍ STRANĚ TÉTO ŽLÁZY SE NACHÁZÍ PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA

VAJEČNÍKY (obálka č. 3)

A.	JE TO PÁROVÝ ORGÁN
B.	HORMONY TÉTO ŽLÁZY PŮSOBÍ NA MENSTRUAČNÍ CYKLUS DÍVKY
C.	JE POHLAVNÍ ŽLÁZOU ŽEN

Indicie k 1. části aktivity pro tým č. 3:

PODVĚSEK MOZKOVÝ (obálka č. 1)

A.	JE TO NEPÁROVÝ ORGÁN
B.	JE SPOJEN S HYPOTHALAMEM
C.	PODLE FUNKCE SE DĚLÍ NA 3 LALOKY

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA (obálka č. 2)

A.	JE TO PÁROVÝ ORGÁN
B.	JSOU TO 4 MALÁ TĚLÍSKA
C.	JSOU CHRÁNĚNA VAZIVOVÝM OBALEM

BRZLÍK (obálka č. 3)

A.	JE TO NEPÁROVÝ ORGÁN
B.	PLNÍ FUNKCI I V IMUNITNÍM SYSTÉMU ČLOVĚKA
C.	JE TVOŘEN Z LEVÉHO A PRAVÉHO LALOKU

Indicie ke 2. části aktivity pro tým č. 1, 2, 3:

A.



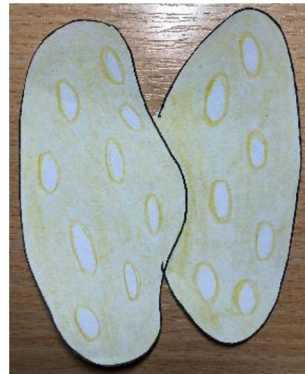
B.



C.



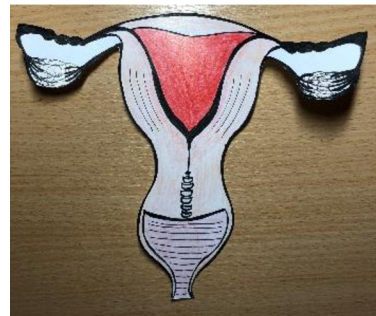
D.



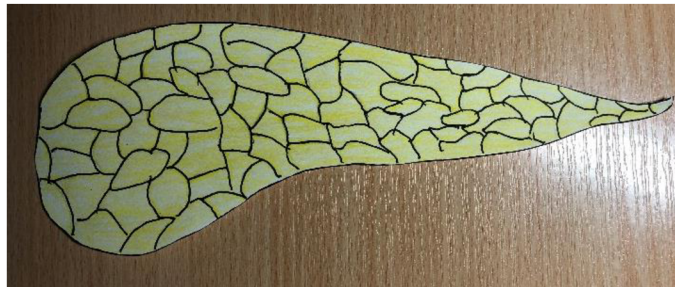
E.

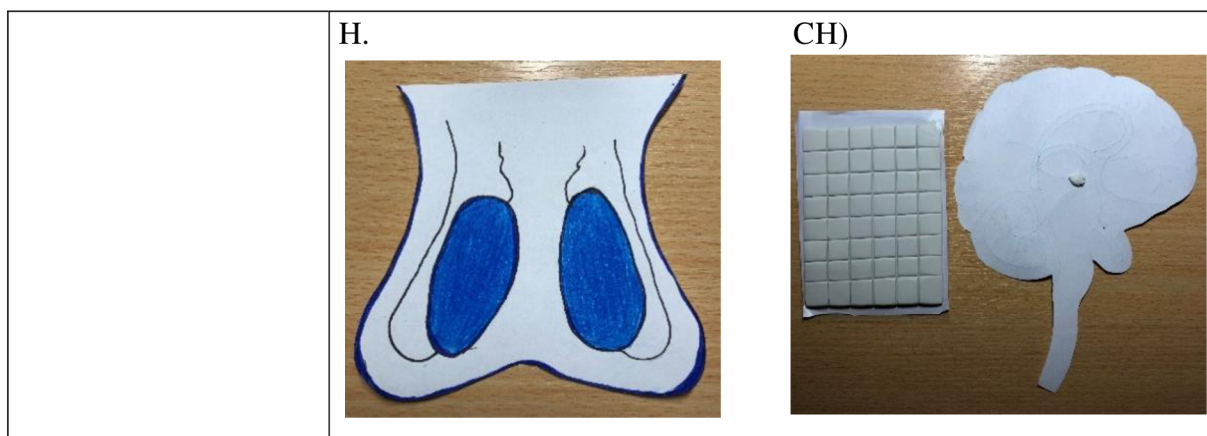


F.



G.





Obr. 11: **A** – Štítná žláza, **B** – příštítná tělíska (žlutá barva), **C** – mozek s podvěskem mozkovým (růžová barva), hypothalamus (zelená barva) a epifýzou (modrá barva), **D** – brzlík, **E** – nadledviny, **F** – vaječníky s dělohou, **G** – slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, **H** – varlata, **CH** – lepicí guma (foto Molková, 2022).

Indicie ke 3. části aktivity pro tým č. 1:

VARLATA – TESTOSTERON (obálka č. 1 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ Z 11 PÍSMEN, 3 PÍSMENA PŘEBÝVAJÍ.

T	E	S	T	O	S	T
E	R	O	N			

Přebývající písmena:

A	V	K
---	---	---

SLINIVKA BŘIŠNÍ – INZULIN (obálka č. 2 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ ZE 7 PÍSMEN, 7 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

I	N	Z	U	L	I	N
---	---	---	---	---	---	---

Přebývající písmena:

P	G	A	S	Š	K	R
---	---	---	---	---	---	---

ŠIŠINKA – MELATONIN (obálka č. 3 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ Z 9 PÍSMEN, 5 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

M	E	L	A	T	O	N
I	N					

Přebývající písmena:

T	Z	S	M	K
---	---	---	---	---

Indicie ke 3. části aktivity pro tým č. 2:

NADLEDVINY – ADRENALIN (obálka č. 1 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ Z 9 PÍSMEN, 5 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

A	D	R	E	N	A	L
I	N					

Přebývající písmena:

O	K	P	M	T
---	---	---	---	---

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA – TYROXIN (obálka č. 2 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ ZE 7 PÍSMEN, 7 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

T	Y	R	O	X	I	N
---	---	---	---	---	---	---

Přebývající písmena:

A	R	T	E	K	P	O
---	---	---	---	---	---	---

VAJEČNÍKY – ESTROGEN (obálka č. 3 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ Z 8 PÍSMEN, 6 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

E	S	T	R	O	G	E
N						

Přebývající písmena:

O	K	V	A	U	L
---	---	---	---	---	---

Indicie ke 3. části aktivity pro tým č. 3:

PODVĚSEK MOZKOVÝ – RŮSTOVÝ HORMON (obálka č. 1 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ ZE 13 PÍSMEN, 1 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

R	Ů	S	T	O	V	Ý
H	O	R	M	O	N	

Přebývající písmena:

V

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA – PARATHORMON (obálka č. 2 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ Z 11 PÍSMEN, 3 PÍSMENA PŘEBÝVAJÍ.

P	A	R	A	T	H	O
R	M	O	N			

Přebývající písmena:

V	S	K
---	---	---

BRZLÍK – THYMOSIN (obálka č. 3 – hormony)

V OBÁLCE JE 14 PÍSMEN. NÁZEV HORMONU SE SKLÁDÁ Z 8 PÍSMEN, 6 PÍSMEN PŘEBÝVÁ.

T	H	Y	M	O	S	I
N						

Přebývající písmena:

R	K	P	Z	V	Q
---	---	---	---	---	---

<p>Pravidla aktivity</p>	<p><u>Obecná pravidla aktivity:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hra je určena pro 15 žáků. 2. Žáci se rozdělí do 3 týmů rozlosováním – z pytlíčku si vytáhnou buď oranžový, žlutý nebo zelený korálek (v každé skupině je 5 žáků). 3. Týmy si vytvoří svá stanoviště, každý tým na jiné straně místnosti, aby se vzájemně nerušily (Obr. 12: A). 4. Ke stolu s obálkami (ve kterých jsou indicie) vždy běží jeden z týmu (střídají se) tehdy, až mají vyřešenou určitou část aktivity. 5. Každý žák běží pouze pro jednu obálku s indicií. 6. První tým, který bude mít dokončeno se seřadí a přihlásí se a tím je hra ukončena. 7. Vyučující následně spočítá body. V této hře záleží ale i na správnosti odpovědí, ne pouze na rychlosti. 8. Za špatnou odpověď se body neodečítají. 9. Výherní tým získává medaili zlaté žlázy, druhý tým získává medaili stříbrné žlázy a třetí tým bronzovou medaili. 10. <u>Bodovací systém:</u> <ul style="list-style-type: none"> - správně zodpovězená žláza – 15 b. - správně určená poloha orgánů v těle – 10 b. - správné přiřazení hormonů ke konkrétním žlázám – 15 b. - správné popsání účinků hormonů v lidském těle – 20 b. 11. Hra je rozdělena do 4 částí. <p><u>Pravidla jednotlivých částí:</u></p> <p><i>Část aktivity č. 1:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> A. Pro každý tým budou nachystané 3 velké obálky s 9 malými obálkami (v každé velké obálce jsou 3 malé) – žáci tedy běží 9x pro obálky s indiciemi. B. V každé velké obálce s číslem 1, 2 a 3 jsou obsaženy 3 malé obálky s popisem A, B, C
---------------------------------	---

C. V každé malé obálce s popisem A, B, C je obsažena jedna indicie.

D. Po uhodnutí konkrétní žlázy ji nadiktují vyučujícímu, který bude stát u tabule – na tabuli bude jako nápověda sloužit počet pomlček dle počtu písmen v konkrétním názvu žlázy - např. první žlázou, kterou musí žáci uhodnout jsou varlata, na tabuli bude místo tohoto slova napsáno:

1. _ _ _ _ _

E. Pokud se žáci zmýlí, odčítá se jim život. Jedna špatná odpověď = ubírá se jeden život. Ke každému slovu mají žáci 3 životy. Dokoupení životů lze výměnou za jednoho hráče z týmu, který si jde sednout na jednu část aktivity mimo hru.

Část aktivity č. 2:

A. Po uhádnutí konkrétní žlázy žáci přiřazují její obrázek a určují polohu dané žlázy v rámci obrysu lidské postavy v reálné velikosti, která je nakreslena na balícím papíře.

B. Kresby endokrinních žláz obsahuje další velká obálka.

C. Obrys kreslené postavy člověka bude mít každý tým předem nachystaný u svého stanoviště.

Část aktivity č. 3:

A. Po určení polohy žláz, žáci určují hormony, které daná žláza produkuje – indicie jsou obsaženy ve 3 malých obálkách.

B. Tyto malé obálky již nejsou umístěny ve velkých obálkách.

C. Hormony žáci přiřadí k jednotlivým žlázám umístěným v obrysu postavy.

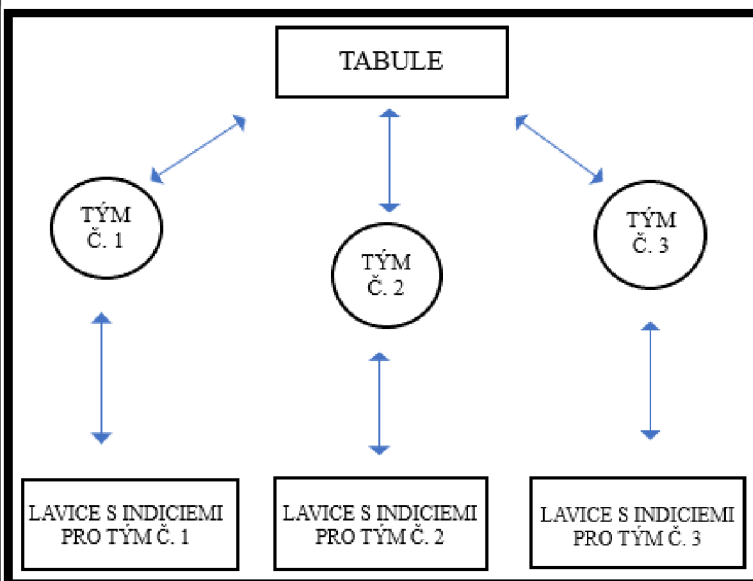
Část aktivity č. 4:

A. Poslední částí je určování účinků hormonů, funkce endokrinních žláz v těle.

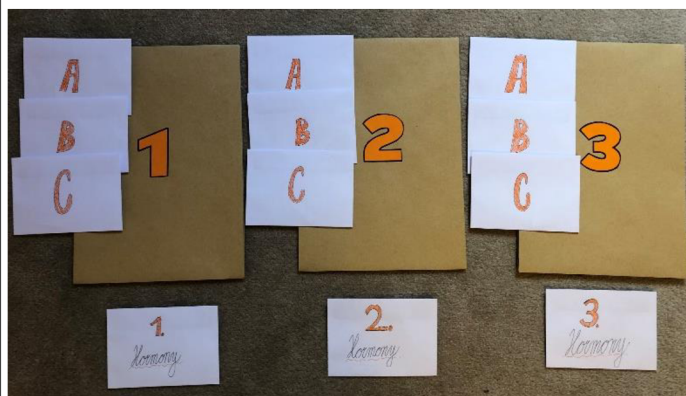
B. Účinek hormonů žáci dopisují sami na předem nastříhané papíry, které následně přiloží ke konkrétní žláze a hormonu v obrysu postavy.

Obrázková dokumentace

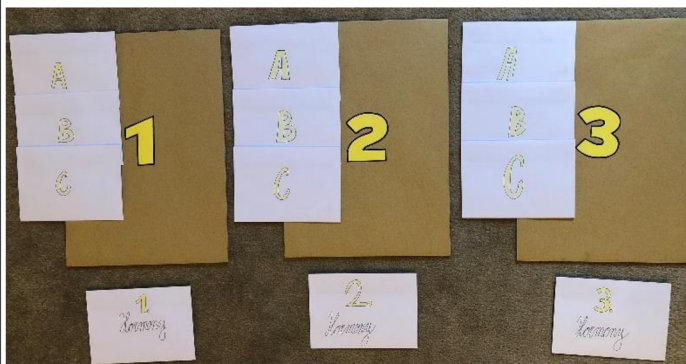
A.



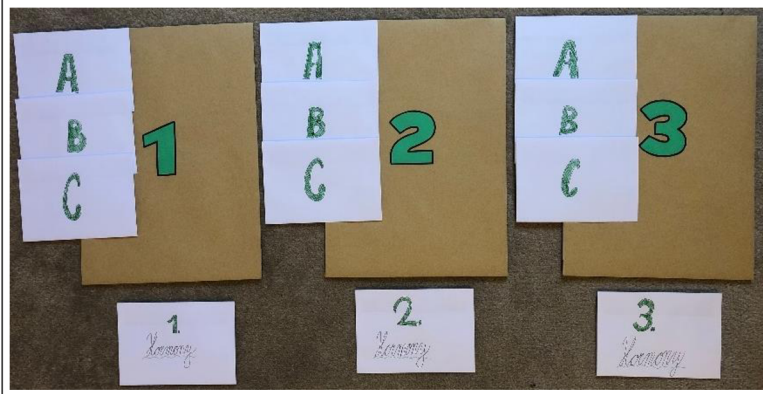
B.



C.



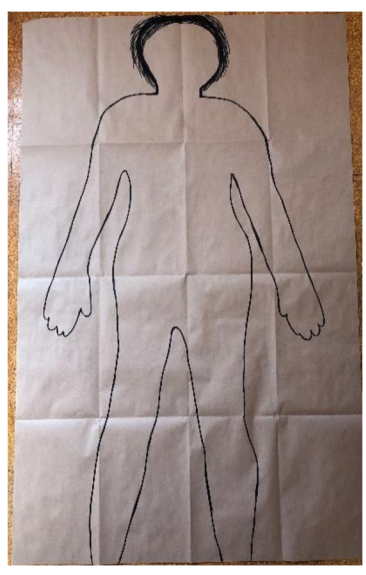
D.



E.



F.



G.



H.



	<p>Obr. 12: A – Schéma rozmístění pomůcek a skupin žáků ke hře v místnosti, B – Obálky s indiciemi pro tým č. 1, C – obálky s indiciemi pro tým č. 2, D – obálky s indiciemi pro tým č. 3, E – obálka s kresbami endokrinních žláz pro tým č. 1, 2, 3, F – obrys lidské postavy v životní velikosti na balícím papíře, G – pomůcky pro výrobu medailí, H – medaile pro vítězný tým (zlatá), pro tým na druhém místě (stříbrná), pro tým na třetím místě (bronzová) (foto Molková, 2022).</p>
<p>Doporučení pro učitele</p>	<p>Pro organizaci této aktivity doporučuji:</p> <ul style="list-style-type: none"> d) před aktivitou s žáky probrat dané téma e) vytvořit a přichystat si pomůcky pro aktivity předem f) podrobně žákům vysvětlit pravidla aktivity g) kontrolovat žáky průběžně při aktivitě h) využít aktivitu pro objasnění endokrinního systému člověka
<p>Závěr</p>	<p>Na závěr této aktivity vyučující zkontroluje žákům všechny úlohy, které obduje. Body ze všech částí aktivity se sčítají a skupina s nejvíce body vyhrává zlatou medailí. Druhé místo je ohodnoceno stříbrnou medailí a žáci umístěné na třetím místě dostávají bronzovou medaili.</p>

6.7.7 POZNÁŠ, CO JSEM?

Tab. 12: Metodický list pro učitele k motivační aktivitě Poznáš, co jsem? na téma Endokrinní systém člověka.

Poznáš, co jsem?	
Zpracovala Karolína Molková	
Časová dotace	10 minut
Doporučené výukové metody	vysvětlování, diskuse, skupinová výuka
Cílová skupina	8.–9. ročník ZŠ, nižší stupeň víceletých gymnázií
Provázanost s RVP ZV	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda, Člověk a zdraví
Vzdělávací obor	Přírodopis, Výchova ke zdraví
Téma aktivity	Endokrinní systém člověka
Klíčová slova	Endokrinní systém člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, podvěsek mozkový, šišinka, štítná žláza, příštítná tělíska, brzlík, nadledviny, slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky, vaječníky a varlata růstový hormon, antidiuretický hormon, endorfin, oxytocin, melatonin, parathormon, tyroxin, thymosin, inzulin a glukagon, adrenalin, kortizol, testosteron, vaječníky a varlata, endokrinologie
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • žák charakterizuje hormony lidského organismu: inzulin, melatonin, somatotropin, endorfin, thymosin, tyroxin, adrenalin, parathormon, oxytocin • žák vysvětlí funkce a nemoci způsobené nerovnováhou konkrétního hormonu lidském organismu • žák určí ke jednotlivým hormonům a funkcím dané endokrinní žlázy
Klíčové kompetence	Kompetence k učení: žáci si prostřednictvím této aktivity zopakují základní hormony endokrinní soustavy a uvědomí si důležitost jejich funkce v lidském těle. Žáci v souvislosti s vylosovanými pojmy určí žlázy, kterých se hormon či charakteristika týká.

	<p>Kompetence komunikativní: žáci diskutují ve dvojicích o konkrétním pojmu a charakteristice – z jakého důvodu se setkali u stejného obrázku.</p> <p>Kompetence k řešení problémů: žáci využívají již získaných poznatků o endokrinním systému člověka pro správné přiřazení pojmů a charakteristik k obrázkům.</p>
<p>Základní termíny</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní systém člověka = je soustava složená ze žláz s vnitřním vyměšováním, které spolu s nervovou soustavou řídí lidské tělo • Hormony = inkrety, chemická látka vyměšována endokrinními žlázami, v lidském těle se jich nachází nespočet a každý má jiný účinek na naše tělo • Žlázy s vnitřní sekrecí = žlázy vyměšující své produkty, hormony, přímo do krve, jsou opakem žláz s vnější sekrecí • Podvěsek mozkový = hypofýza, je součástí mezimozku, dělí se na tři laloky: <ul style="list-style-type: none"> ○ adenohipofýza – přední lalok hypofýzy, produkuje <u>růstový hormon, adrenokortikotropní hormon, tyreotropin</u> ○ neurohypofýza – zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>oxytocin</u> ○ střední lalok hypofýzy (lalok intermedia) – spojuje přední a zadní lalok hypofýzy, produkuje hormon <u>endorfin</u> • Šišinka = epifýza, je přichycena pineální stopkou k mezimozku, produkuje <u>melatonin</u> – řídí cirkadiánní rytmus člověka • Štítná žláza = nachází se v krku kolem průdušnice pod štítnou chrupavkou hrtanu a produkuje hormony <u>T3 a T4 – tyroxin</u> – ovlivňuje látkovou výměnu v těle člověka • Příštítná tělíska = nachází na zadní straně štítné žlázy, jsou to 4 kulovitá tělíska po stranách horní (2) a dolní (2) části,

	<p>a produkují <u>parathormon</u> – ovlivňuje množství vápníku v krvi člověka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brzlík = nachází se mezi pravou a levou plící za hrudní kostí, produkuje hormon <u>thymosin</u> přispívající k tvorbě Th-lymfocytů v imunitním systému člověka • Slinivka břišní s Langerhansovými ostrůvky = nachází se v břiše za žaludkem. Je složena ze dvou typů tkání – endokrinní a exokrinní, produkuje <u>inzulin</u> a <u>glukagon</u>, které řídí hladinu cukru v krvi • Nadledviny = nacházejí se na horní části ledvin. Produkce hormonů závisí na jejich stavbě, dělí se na kůru (produkuje <u>kortizol</u>) a dřeň (produkuje <u>adrenalin</u>) které ovlivňují člověka ve stresových situacích • Vaječníky = ženské pohlavní žlázy, nacházející se v pánevní dutině, produkuje <u>estrogen</u> a <u>progesteron</u> – ovlivňují vznik druhotných pohlavních znaků ženského pohlaví • Varlata = mužské pohlavní žlázy nacházející se mimo tělní dutinu, produkují <u>testosteron</u> – ovlivňuje vznik druhotných pohlavních znaků mužského pohlaví • Endokrinologie – lékařský obor zabývající se nemocemi souvisejícími s endokrinním systémem člověka
<p>Teoretický úvod</p>	<p>Endokrinní soustava X exokrinní soustava:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endokrinní soustava je složena z několika žláz, které produkují hormony a ty chemickými procesy řídí naše tělo. Hormony jsou vyměšovány přímo do krve. • Exokrinní soustava je složena ze systému žláz, které se vyměšují na povrch těla – například potní žlázy, slinné žlázy. <p>Propojenost s nervovou soustavou:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Řízení našeho těla funguje i za pomoci nervové soustavy. Soustava hormonální ovlivňuje lidské tělo pomaleji než soustava nervová, ale za to má dlouhodobější účinek.

Nervové vzruchy jsou rychle přenášeny do mozku a mají rychlou reakci.

- Propojení mozku s hormonální soustavou úzce souvisí i proto, jelikož se v něm nachází dvě konkrétní žlázy produkující hormony – šišinka (epifýza) a podvěsek mozkový (hypofýza). Důležitou funkci plní i orgán hypothalamus, který povzbuzuje nebo tlumí tvorbu hormonů v podvěsku mozkovém.

Žlázy a hormony v lidském těle:

- Každý člověk má v těle 8 endokrinních žláz (dohromady je těchto žláz 9, ale pohlavní žlázy jsou u mužů a žen rozdílné). Liší se od sebe umístěním v orgánovém systému, velikostí, tvarem, funkcí a tvorbou hormonů.

PODVĚSEK MOZKOVÝ:

Podvěsek mozkový neboli hypofýza. je nejvýznamnější žlázou s vnitřní sekrecí, jelikož svou tvorbou ovlivňuje další endokrinní žlázy. Je to nepárový orgán nacházející se ve spodní části mezimozku, ke které je přichycen stopkou. Konkrétně je umístěn za dutinou nosní, pod hypothalamem, v tzv. dutině tureckého sedla. Hypofýza se dělí na 3 části – přední lalok (adenohypofýza), střední lalok (lalok intermedia) a zadní lalok (neurohypofýza). Pro funkci hypofýzy je důležitým orgánem hypothalamus, nacházející se nad ním. Ten obsahuje hypothalamická jádra – neurosekrety, které ovlivňují stimulaci nebo inhibici pro tvorbu hormonů adenohypofýzy.

Přední lalok produkuje tyto hormony:

- **růstový hormon (somatotropin)** – ovlivňuje růst organismu, tvorbu bílkovin
- **antidiuretický hormon** – podporuje činnost ledvin – zpětné vstřebávání vody do krevního oběhu
- **tyrotropin** – podporuje činnost štítné žlázy – udává podněty pro vylučování hormonů štítné žlázy

Střední lalok produkuje **endorfin** – hormon štěstí, vyvolává dobrou náladu a tlumí bolest, můžeme si ho sami vyvolat např. sportem, čokoládou. Tvoří se ale ve více žlázách.

Zadní lalok produkuje hormon **oxytocin** – u žen urychluje porod, má vliv na spuštění mléka při kojení. Je také nazýván jako hormon lásky. Proto je produkován nejen u žen, ale i mužů. Vyvolává příjemné pocity laskavosti a citlivosti.

ŠIŠINKA:

Šišinka neboli epifýza je nejmenší žláza s vnitřní sekrecí v lidském těle, nacházející se v zadní části mozku, kde je stejně jako hypofýza přichycena stopkou. Je to nepárová žláza. Produkuje hormon **melatonin**, který řídí cyklus bdění a spánku, určuje cirkadiánní cyklus člověka. Nejvíce se ho tvoří v noci mezi 2.–4. hodinou. Zajímavostí této žlázy je, že s přibývajícím věkem se zmenšuje, tím pádem produkuje méně melatoninu, a proto člověk ve stáří spí méně.

ŠTÍTNÁ ŽLÁZA:

Štítná žláza je žlázou párovou. Sama o sobě ovlivňuje činnost ostatních žláz s vnitřní sekrecí, např. příštítná tělíska, pohlavní žlázy. Nachází se po stranách hrtanu pod štítnou chrupavkou ji tvoří dva laloky, z každé strany jeden, které jsou spojeny můstkem – vytváří tvar písmene H. Produkuje hormon **T₃** – trijodthyronin a **T₄** – tetrajodthyronin neboli **tyroxin**, který ovlivňuje látkovou výměnu v těle (např. dýchání, spotřeba kyslíku), váže na sebe jód. Jód je důležitý pro tělesný i duševní vývoj jedince.

PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA:

Příštítná tělíska jsou součástí štítné žlázy. Jedná se o 4 drobné oválné útvary nacházejících se na lalocích zadní strany štítné žlázy – 2 nahoře, 2 dole. Produkuje hormon **parathormon**, který vylučuje a zvyšuje vápník v krvi.

BRZLÍK:

Brzlík není vždy je řazen k této soustavě, protože má hlavní funkci v imunitní soustavě člověka. Díky hormonu **thymosin**, který brzlík produkuje, v něm mohou dozrávat bílé krvinky (T-lymfocyty). Je to nepárový orgán nacházející se v hrudi mezi levou a pravou plící a je tak chráněn hrudní kostí. Hlavní funkci má v dětství – s narůstajícím věkem se zmenšuje až zaniká a je z něj pouze útvar tvořený vazivem a tukovou tkání.

SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY:

Slinivka břišní je nepárová žláza. Nachází se v dutině břišní, pod játry, za žaludkem, obepíná ji tenké střevo. Je to kombinovaná žláza – má funkci vnějšího i vnitřního vyměšování. Vnější, exokrinní vyměšování umožňuje trávení. Vnitřní, endokrinní vyměšování je umožněno díky Langerhansovým ostrůvkům, které slinivka břišní obsahuje.

Langerhansovy ostrůvky: produkují několik hormonů – z toho 2 nejdůležitější, které mají za úkol regulovat hladinu cukru v krvi.

Jedná se o hormony fungující protichůdně:

- **inzulín** – snižuje hladinu cukru v krvi
- **glukagon** – zvyšuje hladinu cukru v krvi

NADLEDVINY:

Nadledviny jsou párové žlázy nacházející se na horním vrcholu ledvin. Dle stavby a funkce se dělí na kůru a dřeň.

Kůra produkuje **kortizol** působící protizánětlivě, řídí hladinu cukru v krvi.

Dřeň produkuje hormony **adrenalin** a **noradrenalin**, které se vylučují ve stresových situacích a připravují organismus na tělesnou a duševní zátěž. Pomáhají lépe zvládat stres. Zrychlují srdeční činnost, zvyšují tvorbu potu, rozšiřují zornice, rozšiřují dýchací cesty, vyplavují do krve glukózu – krevní cukr.

POHLAVNÍ ŽLÁZY:

Anatomie pohlavních žláz je závislá na pohlaví. Jsou to párové žlázy, které mají podobnou funkci. Jedná se o varlata a vaječníky, které jsou zodpovědné např. za rozvoj druhotných pohlavních znaků jedince. Mají také funkci rozmnožovací, rozvíjí pohlavní buňky.

Varlata:

Varlata se nachází mimo tělní dutinu, jako jediné žlázy, jsou uloženy v kožním vaku – šourku. Produkují hormon **testosteron**, který ovlivňuje vývoj varlat, spermií a rozvíjí druhotných pohlavních znaků (např. nárůst svalů, rozvoj kosterní soustavy, zvýšené ochlupení, změna hlasu).

Vaječníky:

Vaječníky se nachází v zadní části pánve. Produkují hormony **estrogen a progesteron**, které ovlivňují vývoj vaječnicků, vajíček a rozvíjí druhotné pohlavní znaky – (např. ukládání tuku na stehnech a hýždích, rozšíření pánve, růst prsou a stejně jako u chlapců rozvoj ochlupení) a menstruační cyklus.

Onemocnění:

V případě poruchy tvorby hormonů, činnosti žláz, vznikají různá onemocnění. Příkladem takových chorob může být:

- cukrovka (*diabetes mellitus*) je jedno z nejčastějších civilizačních onemocnění. Vzniká při poruše orgánu slinivky břišní. Jedná se o chorobu dvojího typu. Při prvním typu cukrovky dochází ke zvýšení krevního cukru (glykemie) v těle, protože slinivka přestává produkovat hormon inzulín. Projevuje se zvýšeným pocitem žízně, dehydratací a častým močením. V případě nedodržování správné léčby může dojít až ke ztrátě a poruše vědomí. Tento typ cukrovky je autoimunitním onemocněním, což znamená, že naše vlastní imunita v těle zničí buňky, které produkují inzulín. Při druhém typu cukrovky slinivka břišní inzulín vylučuje, ale tkáň samotný inzulín nedokáže využívat. Tento typ vzniká např. při

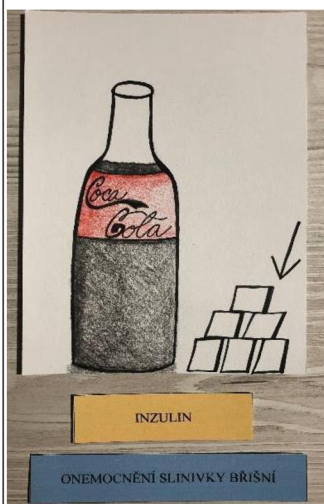
	<p>nadváže a přejídání se. Má podobné projevy jako první typ diabetu. V obou případech je nutné dodržovat správnou životosprávu, dietu a dostatečnou fyzickou aktivitu.</p> <p>- <u>gigantismus</u> a <u>nanismus</u>, vznikají při funkční poruše růstového hormonu. <u>Gigantismus</u> se projevuje u jedinců nadměrným vzrůstem, kdy je růstového hormonu vylučováno nadměrné množství v období dětství. <u>Nanismus</u> neboli trpaslictví je naopak nemoc, kdy jedinci přední lalok podvěsku mozkového neprodukuje dostatečné množství růstového hormonu. Tudíž jedinci trpící nanismem dorůstají podprůměrné výšky, mají krátké ruce a nohy, ve srovnání s výškou těla. Krátké mají i prsty na ruce a nohou. Často mají velké a výrazné čelo. I přes jejich malý vzrůst, orgány mají vyvinuty ve stejné velikosti, jako lidi, kteří nanismem netrpí.</p> <p>- <u>struma</u> – je dalším onemocněním spojeným s endokrinním systémem člověka. Tato nemoc nastává, když vzniká porucha funkce štítné žlázy. Tvorba strumy, vole, vzniká při snížené produkci hormonu tyroxinu. Ke snížené produkci hormonu dochází např. při nedostatku jódu v těle. Snížená funkce štítné žlázy se vyznačuje např. nadměrným pocitem únavy a nedostatkem energie, zpomalenou srdeční činností či nižším krevním tlakem. Pro udržení správné hladiny jódu v těle je důležité zvolit vhodné potraviny, např. červené maso, mléčné výrobky či mořské plody. Nebo jedinec může jód přijímat v doplňcích stravy.</p> <p>Lékařský obor zabývající se touto problematikou se nazývá endokrinologie.</p>
<p>Odkazy na odbornou literaturu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BAKALÁŘ, Bohumil, ZAJÍČEK, Robert & DUŠKA, František. Inzulínová rezistence, hyperglykemie a proteinový katabolismus u kriticky nemocných: hledání klíčů k uzamčeným dveřím. <i>Anesteziologie a intenzivní medicína</i>. 2020, 31(4) 176-183. • DOUMA, Lauren G. & GUMZ, Michelle L. Circadian clock-mediated regulation of blood pressure. <i>Free radical biology and medicine</i>. 2018, 119: 108-114.

	<ul style="list-style-type: none"> • KNIGHT, John & NIGAM, Yamni. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. <i>Nursing Times</i>. 2017, 113(9) 44-47. • KOPECKÝ, Miroslav, KIKALOVÁ, Kateřina, BEZDĚKOVÁ, Milada, HŘIVNOVÁ, Michaela & MAJEROVÁ, Jana. <i>Somatologie</i>. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 311 s. ISBN 978-80-244-2271-8. 																		
Pomůcky	<ul style="list-style-type: none"> • žluté kartičky s názvy hormonů (9x) a modré kartičky s charakteristikou hormonu nebo nemoci žlázy (9x), pytlíček • kartičky s kresbou: cukr, hodiny/budík, lidská ruka se svaly, čtyřlístek, bakterie, onemocnění struma – vole, skok padákem, zub a kost, těhotná žena s dítětem (Obr. 13: A–CH) 																		
	<p>Název hormonu a charakteristika funkce hormonu nebo nemoci žlázy.</p> <table border="1"> <tr> <td>INZULIN</td> <td>ONEMOCNĚNÍ SLINIVKY BŘIŠNÍ</td> </tr> <tr> <td>MELATONIN</td> <td>NASTAVENÍ CYKLU SPÁNKU A BDĚNÍ</td> </tr> <tr> <td>SOMATOTROPIN</td> <td>PODPORA TVORBY BÍLKOVIN</td> </tr> <tr> <td>ENDORFIN</td> <td>ZVYŠENÍ POCITU ŠTĚSTÍ</td> </tr> <tr> <td>THYMOSIN</td> <td>OBRANYSCHOPNOST ORGANISMU</td> </tr> <tr> <td>TYROXIN</td> <td>ONEMOCNĚNÍ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY</td> </tr> <tr> <td>ADRENALIN</td> <td>PŘÍPRAVA ORGANISMU NA VYSOKOU TĚLESNOU ZÁTĚŽ</td> </tr> <tr> <td>PARATHORMON</td> <td>REGULACE HLADINY VÁPŇÍKU V KRVÍ ČLOVĚKA</td> </tr> <tr> <td>OXYTOCIN</td> <td>URYCHLENÍ PORODU ŽENY</td> </tr> </table>	INZULIN	ONEMOCNĚNÍ SLINIVKY BŘIŠNÍ	MELATONIN	NASTAVENÍ CYKLU SPÁNKU A BDĚNÍ	SOMATOTROPIN	PODPORA TVORBY BÍLKOVIN	ENDORFIN	ZVYŠENÍ POCITU ŠTĚSTÍ	THYMOSIN	OBRANYSCHOPNOST ORGANISMU	TYROXIN	ONEMOCNĚNÍ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY	ADRENALIN	PŘÍPRAVA ORGANISMU NA VYSOKOU TĚLESNOU ZÁTĚŽ	PARATHORMON	REGULACE HLADINY VÁPŇÍKU V KRVÍ ČLOVĚKA	OXYTOCIN	URYCHLENÍ PORODU ŽENY
INZULIN	ONEMOCNĚNÍ SLINIVKY BŘIŠNÍ																		
MELATONIN	NASTAVENÍ CYKLU SPÁNKU A BDĚNÍ																		
SOMATOTROPIN	PODPORA TVORBY BÍLKOVIN																		
ENDORFIN	ZVYŠENÍ POCITU ŠTĚSTÍ																		
THYMOSIN	OBRANYSCHOPNOST ORGANISMU																		
TYROXIN	ONEMOCNĚNÍ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY																		
ADRENALIN	PŘÍPRAVA ORGANISMU NA VYSOKOU TĚLESNOU ZÁTĚŽ																		
PARATHORMON	REGULACE HLADINY VÁPŇÍKU V KRVÍ ČLOVĚKA																		
OXYTOCIN	URYCHLENÍ PORODU ŽENY																		
Pravidla aktivity	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hra je určena pro 18 žáků. 2. Každý žák si vylosuje kartičku s názvem hormonu nebo s charakteristikou hormonu. 																		

3. Žáci hledají kartičku s kresbou, která souvisí s vylosovaným pojmem nebo charakteristikou.
4. U každé kartičky s kresbou se sejde jedna dvojice.
5. Úkolem každé dvojice je uhodnout, proč se sešly u dané kartičky s kresbou.
6. Následně žáci diskutují, která žláza produkuje daný hormon.
7. Po uplynutí časového limitu (cca 5–6 min.) žáci z každé dvojice svým spolužákům představí kartičku s kresbou, pojem a charakteristiku pojmu.
8. Žáci také zdůvodní, proč se sešli u dané kartičky s kresbou.

Obrázková dokumentace

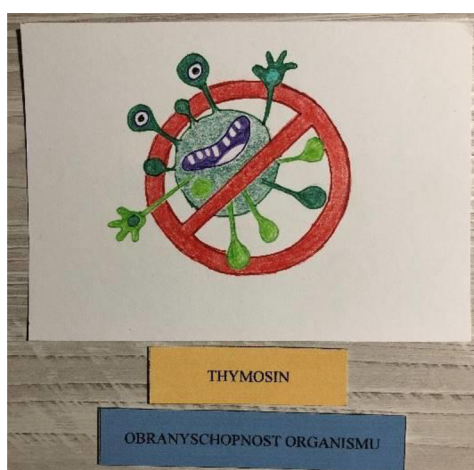
A.



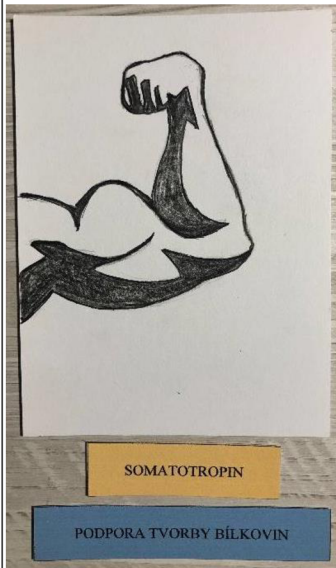
B.



C.



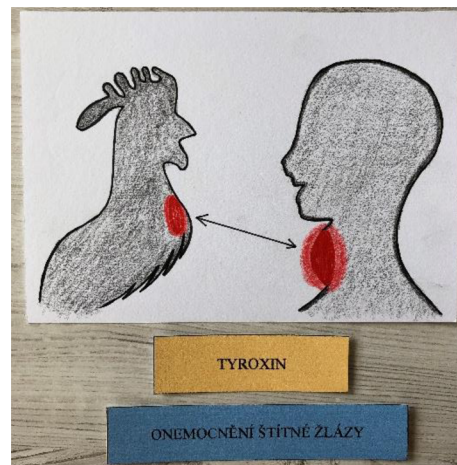
D.



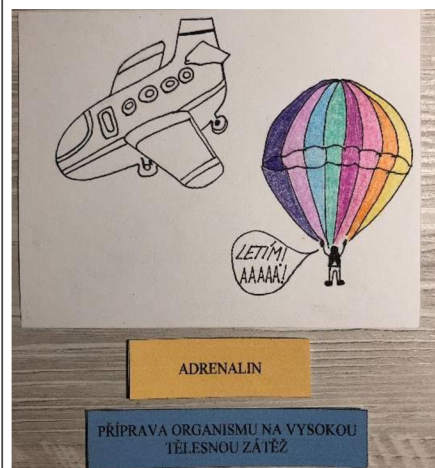
E.



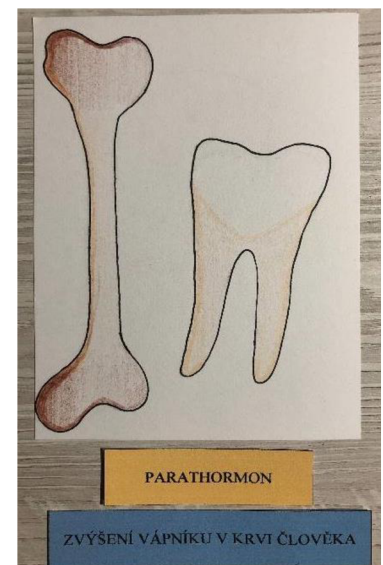
F.




G.



H.



	<p>CH.</p>  <p>Obr. 13: Přiřazení pojmů a charakteristik k obrázkům, A – kresba cukru, B – kresba hodin/budíku, C – kresba obranyschopnosti "stop bakterii", D – kresba svalů na ruce, E – kresba štěstí (čtyřlístku), F – kresba volete (strumy), G – kresba adrenalinového sportu, H – kresba kostí, CH – kresba těhotné ženy a batolete (foto Molková, 2022).</p>
<p>Doporučení pro učitele</p>	<p>Pro organizaci této aktivity doporučuji:</p> <ol style="list-style-type: none"> realizovat aktivitu ve skupinách probrat dané téma endokrinního systému člověka před touto aktivitou realizovat aktivitu jako závěrečnou část výuky pro zopakování a utřídění znalostí v problematice endokrinního systému člověka
<p>Závěr</p>	<p>Pro závěrečné vyhodnocení aktivity dvojice žáků představí svým spolužákům obrázek, pojem a charakteristiku pojmu a zdůvodní, proč se sešli u daného obrázku. Žáci ještě doplní žlázu, ke které se hormon a funkce nebo nemoc řadí.</p>

7 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala významem endokrinního systému v lidském organismu. Konkrétně jsem charakterizovala jednotlivé endokrinní žlázy, vylučované hormony a jejich funkci. Zmínila jsem i jednotlivá onemocnění způsobená poruchami tvorby hormonů. Také jsem vysvětlila propojení soustavy nervové se soustavou endokrinní. Celkový popis orgánové soustavy je určen pro učitele jako rozšíření poznatků o dané problematice.

Hlavním cílem mé praktické části bylo vytvoření zásobníku sedmi aktivit na téma endokrinní systém člověka. Téma vychází ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která je řazena do vzdělávacího oboru Přírodopis. Zároveň jsou aktivity vytvářeny s přesahem do vzdělávací oblasti Člověk a zdraví, která se řadí do vzdělávacího oboru Výchova ke zdraví. Jednotlivé úlohy slouží pro následnou tvorbu a realizaci výukového programu ve science centru Pevnosti poznání v Olomouci. Úlohy jsou určeny žákům 8.–9. ročníku ZŠ a víceletých gymnázií. Činnosti jsem vytvořila dle různých úrovní obtížnosti. Aktivity mají u žáků podpořit soutěživost i kolektivní práci a v neposlední řadě motivovat k řešení úloh. Cílem všech úloh je osvojení a prohloubení probíraného obsahu učiva. Úroveň obtížnosti v jednotlivých aktivitách jsem určovala podle klasifikace Tollingerové (1976). Každou aktivitu jsem zpracovala do metodického listu pro učitele jako návod pro její realizaci.

Dalším dílčím cílem bylo analyzování tématu Endokrinního systému člověka v deseti učebnicích přírodopisu pro 8. ročník ZŠ a víceletých gymnázií. Zaměřila jsem se na prozkoumání kvantitativního obsahu klíčových slov a jejich znázornění černobílými či barevnými kresbami a fotografiemi. Zjistila jsem, že více než 50 % z celkového počtu (55) zkoumaných pojmů zahrnuje sedm učebnic z deseti. Konkrétně jej uvádí autoři Kantorek et al. (1999), Maleninský & Vacková (2005), Vaněčková (2006), Drozdová et al. (2009), Navrátil (2017), Žídková et al. (2018) a Pelikánová et al. (2021). Černobílé kresby jednotlivých klíčových slov uvádí pouze Kvašničková et al. (1997, 2008). Naproti tomu barevné kresby obsahuje každá analyzovaná učebnice. Barevné fotografie obsahuje více než polovina analyzovaných učebnic. Konkrétně je doplňují autoři Vaněčková (2006), Černík et al. (2009), Navrátil (2017), Žídková et al. (2018) a Pelikánová et al. (2021). Díky této analýze dokáží stanovit kvalitu učebnice z hlediska jejího obsahu pro následné využívání v budoucí profesi.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

8.1 LITERÁRNÍ ZDROJE

- 1) ABSOLONOVÁ, Karolína, MATUCHA, Petr & ŠTERZL, Ivan. Th1, Th2 a Th17 lymfocyty u autoimunitních tyreopatií. *Vnitřní lékařství*. 2021, 67(8) E23-E28.
- 2) BABU, Ranjith, BACK, Adam G., KOMISAROW, Jordan M., OWENS, Timothy R., CUMMINGS, Thomas J. & BRITZ, Gavin W. Symptomatic Rathke's cleft cyst with a co-existing pituitary tumor; Brief review of the literature. *Asian Journal of Neurosurgery*. 2013, 8(4) 183–187.
- 3) BAKALÁŘ, Bohumil, ZAJÍČEK, Robert & DUŠKA, František. Inzulínová rezistence, hyperglykemie a proteinový katabolismus u kriticky nemocných: hledání klíčů k uzamčeným dveřím. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. 2020, 31(4) 176–183.
- 4) BAYRAM-WESTON, Zubeyde, KNIGHT, John & SIENZ, Maria A. Endocrine system 2: hypothalamus and pituitary gland. *Endocrine system 2: hypothalamus and pituitary gland*. 2021, 117(6) 49–53.
- 5) BELZ, Horst & SIEGRIST, Marco. *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení: východiska, metody, cvičení a hry*. Praha: Portál, 2001. 376 s. ISBN 80-7178-479-6.
- 6) HUHTANIEMI, Ilpo & MARTINI, Luciano. *Encyclopedia of Endocrine Diseases*. 2. vyd. Oxford: Academic Press, 2018, 4252 s. ISBN 978-0-12-812200-6.
- 7) BERENDS, Annika, EISENHOFER, Graeme, FISHBEIN, Lauren, Van der HORST-CHRIVERS, Anouk N.A., KEMA, Ido P., LINKS, Thera P., LENDERS, Jacques W.M. & KERSTEN, Michael N. Intricacies of the molecular machinery of catecholamine biosynthesis and secretion by chromaffin cells of the normal adrenal medulla and in pheochromocytoma and paraganglioma. *Cancers*. 2019, 11(8) 1121.
- 8) BILDER, Glenda E. *Human biological aging: from macromolecules to organ systems*. John Wiley & Sons, 2016. 344 s. ISBN: 978-1-118-96702-7.

- 9) BROULÍKOVÁ, Monika. Science centra v České republice: První kroky k interaktivní popularizaci vědy s důrazem na Techmanii. *Museologica Brunensia*. 2013, 2(2) 32–37.
- 10) BURTON, Graham J. & FOWDEN, Abigail L. The placenta: a multifaceted, transient organ. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2015, 370(1663) 20140066.
- 11) BURTON, Graham J. & JAUNIAUX, Eric. What is the placenta? *American journal of obstetrics and gynecology*. 2015, 213(4) S6. e1-S6. e4.
- 12) BRINTON, Roberta D., YAO, Jia, YIN, Fei, MACK, Wendy J. & CADENAS, Enrique. Perimenopause as a neurological transition state. *Nature reviews endocrinology*. 2015, 11(7) 393-405.
- 13) COSTA, Mariana A. The endocrine function of human placenta: an overview. *Reproductive biomedicine online*. 2016, 32(1) 14–43.
- 14) ČEŠKA, Richard, ŠTULC, Tomáš, TESAŘ, Vladimír & LUKÁŠ, Milan. *Interna*. 3. vyd. Praha: Triton, 2020. 979 s. ISBN 978-80-7553-780-5.
- 15) DAVIDSSON, Eva & JAKOBSSON, Anders. *Understanding Interactions at Science Centers and Museums: Approaching Sociocultural Perspectives*. Rotterdam: Sense Publishers, 2012. 209 s. ISBN 978-94-6091-725-7.
- 16) DE HERDER, Wouter W. Acromegaly and gigantism in the medical literature. Case descriptions in the era before and the early years after the initial publication of Pierre Marie (1886). *Pituitary*. 2009, 12(3) 236–244.
- 17) DE SOUSA, Sunita MC., EARLS, Peter & MCCORMACK, Ann I. Pituitary hyperplasia: case series and literature review of an under-recognised and heterogeneous condition. *Endocrinology, diabetes & metabolism case reports*. 2015, 2015(1) 150017.

- 18) DEVESA, Jesús, ALMENGLÓ, Cristina & DEVESA, Pablo. Multiple effects of growth hormone in the body: is it really the hormone for growth? *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, 2016, 9: CMED. S38201.
- 19) DOUMA, Lauren G. & GUMZ, Michelle L. Circadian clock-mediated regulation of blood pressure. *Free radical biology and medicine*. 2018, 119 108–114.
- 20) DOVER, Anna R. & ZIMMETT, Nicole. The endocrine systém. In: INNES, Alastair J., DOVER, Anna R. & FAIRHURST, Karen. *Macleod's Clinical Examination*. 14. vyd. Edinburgh: Elsevier, 194–209 s. 2018. ISBN 978-0-7020-6993-2. Dostupné z: http://www.karary.edu.sd/site/assets/files/24714/macleods_clinical_examination_14_ed.pdf
- 21) DWYER, Andrew A. & QUINTON, Richard. Anatomy and physiology of the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis. In: LLAHANA, Sofia, FOLLIN, Cecilia, YEDINAK, Christine & GROSSMAN, Ashley. *Advanced practice in endocrinology nursing*. Cham: Springer International Publishing AG, 2019. 839–852 s. ISBN 978-3-319-99817-6.
- 22) ESHACH, Haim. Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of science education and technology*. 2007, 16(2) 171–190.
- 23) GALLO-PAYET, Nicole. 60 years of POMC: adrenal and extra-adrenal functions of ACTH. *Journal of molecular endocrinology*. 2016, 56(4) T135-T156.
- 24) GANAPATHY, Muthu K. & TADI, Prasanna. Anatomy, Head and Neck, Pituitary Gland. *StatPearls*. 2021.
- 25) GAVORA, Peter. Obsahová analýza v pedagogickom výskume: Pohľad na jej súčasné podoby. *Pedagogická orientace*. 2015, 25(3) 345–371.
- 26) GORELICK, Fred S., PANDOL, Stephen & JAMIESON, James D. Structure-function relationships in the pancreatic acinar cell. In: SAID, Hamid, M., GHISAN, Fayez, K., KAUNITZ, Jonathan D., MERCHANT, Juanita L. & WOOD, Jackie D. *Physiology of the*

gastrointestinal tract. 6 vyd. London: Academic Press, 2018. 869–894 s. ISBN 978-0-12-809954-4.

- 27) GORMAN, Linda S. The adrenal gland: common disease states and suspected new applications. *Clinical Laboratory Science*. 2013, 26(2) 118.
- 28) GRECMANOVÁ, Helena & URBANOVSKÁ, Eva. *Aktivizační metody ve výuce, prostředek ŠVP*. Olomouc: Hanex, 2007. 178 s. ISBN 9788085783735.
- 29) GRIM, Miloš, DRUGA, Rastislav, PÁČ, Libor, POSPÍŠILOVÁ, Blanka & SMETANA, Karel. *Základy anatomie: 3. Trávicí, dýchací, močopohlavní a endokrinní systém*. Praha 5: Galén, 2005. 163 s. ISBN 80-7262-111-4.
- 30) GRIMA, Melanie & HUNTER, Thérèse; ZHANG, Yimeng. Molecular mechanisms of the sleep wake cycle: therapeutic applications to insomnia. *Xjenza*. 2017, 5(2) 87–7.
- 31) GÜEMES, Maria, RAHMAN, Sofia A. & HUSSAIN, Khalid. What is a normal blood glucose? *Archives of disease in childhood*. 2016, 101(6) 569–574.
- 32) HAVLÍČKOVÁ, Daniela & ŽÁRSKÁ, Kamila. *Kompetence v neformálním vzdělávání*. Praha: Národní institut dětí a mládeže Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, 2012. 24 s. ISBN 978-80-87449-18-9.
- 33) HÁJEK, Zdeněk, ČECH, Evžen, & MARŠÁL, Karel. *Porodnictví*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2014. 576 s. ISBN 978-80-247-4529-9.
- 34) HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005. 407 s. ISBN 80-7367-040-2.
- 35) HILLER-STURMHÖFEL, Susanne & BARTKE, Andrzej. The endocrine system: an overview. *Alcohol health and research world*. 1998, 22(3) 153.

- 36) HJOLLUND, Niels Henrik I., STORGAARD, Lone, ERNST, Erik, BONDE, P. Jens & OLSEN, Jorn. Impact of diurnal scrotal temperature on semen quality. *Reproductive Toxicology*. 2002, 16(3) 215-221.
- 37) HLOUŠKOVÁ, Lenka. Obsahová analýza učebnice jako didaktického a historického textu. *Studia paedagogica*. 2001, 49(5-6) 79–90.
- 38) HODICKÁ, Zuzana, REJDOVÁ, Ingrid & KADLECOVÁ, Jana. Poruchy menstruačního cyklu u dospívajících dívek a jejich léčba. *Pediatric pro praxi*. 2015, 16(3) 227-230.
- 39) HOŘEJŠÍ, Václav. *Jak (ne)funguje imunitní systém*. Praha: Academia, 2014. 19 s. ISBN 978-80-904392-3-8.
- 40) CHLUBEK, Dariusz & SIKORA, Maciej. Fluoride and pineal gland. *Applied Sciences*. 2020, 10(8) 2885.
- 41) JANÍK, Tomáš, KNECHT, Petr & NAJVAROVÁ, Veronika, SLAVÍK, Jan, KRATOCHVÍLOVÁ, Jana, BREBERA, Pavel, KOSTKOVÁ, Klára, HANUŠOVÁ, Světlana, BELLOVÁ, Renata, BLAHÚTOVÁ, Dana, LOPUŠANOVÁ, Zuzana, VALACHOVÁ, Daniela, NELEŠOVSKÁ, Alena, ŠMELOVÁ, Eva, DOLEŽALOVÁ, Jana, FRIDRICHOVÁ, Petra, ŠUPŠÁKOVÁ, Božena, DVOŘÁK, Dominik, MARTINKOVÁ, Věra, JANOUŠKOVÁ, Eva, NOVOTNÝ, Pavel, HÜBELOVÁ, Dana & NAJVAR, Petr. *Příspěvky k tvorbě a výzkumu kurikula*. Brno: Paido, 2007. 157 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-153-9.
- 42) JISKRA, Jan. Léčba hypotyreózy a hypertyreózy. *Vnitřní Lékařství*. 2015, 61(10) 868–872.
- 43) KALHOUS, Zdeněk & OBST, Otto. *Školní didaktika*. 2. vyd. Praha: Portál, 2009. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4.
- 44) KOPECKÝ, Miroslav, KIKALOVÁ, Kateřina, BEZDĚKOVÁ, Milada, HŘIVNOVÁ, Michaela & MAJEROVÁ, Jana. *Somatologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. 311 s. ISBN 978-80-244-2271-8.

- 45) KOTRBA, Tomáš & LACINA, Lubor. *Aktivizační metody ve výuce: příručka moderního pedagoga.2.*, přeprac. a dopl. vyd. Brno: Barrister & Principal, 2011. 185 s. ISBN 978-80-87474-34-1.
- 46) KOURIME, Mariam, MCGOWAN, Sheena, AL TOWATI Mabrouka, AHMED, Faisal S., STEWART, Graham, WILLIAMSON, Scott, HUNTER, Iain & DONALDSON, Malcolm, DC. 2018. Long-term outcome of thyrotoxicosis in childhood and adolescence in the west of Scotland: the case for long-term antithyroid treatment and the importance of initial counselling. *Archives of disease in childhood*. 2018, 103(7) 637–642.
- 47) KNECHT, Petr, JANÍK, Tomáš, DVOŘÁK, Dominik, DVOŘÁKOVÁ, Michaela, GAVORA, Peter, HRABÍ, Libuše, JELEMENSKÁ, Patricia, JEŽKOVÁ, Věra, HÜBELOVÁ, Dana, CHÁROVÁ, Drahoslava, KLAPKO, Dušan, MAŇÁK, Josef, NAJVAROVÁ, Veronika, NOGOVÁ, Mária, PRŮCHA, Jan, SIKOROVÁ, Zuzana & STARÁ, Jana. *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. 2.* Brno: Paido, 2008. 196 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-174-4.
- 48) KNIGHT, John. Endocrine system I: overview of the endocrine system and hormones. *Nursing Times*. 2021, 117(5) 38-42.
- 49) KNIGHT, John, BRYAM-WESTON, Zubeyde & ANDRADE, Maria. Endocrine system 5: pineal and thymus glands. *Nursing Times*. 2021a, 117(9) 54-58.
- 50) KNIGHT, John, BRYAM-WESTON, Zubeyde & ANDRADE, Maria. Endocrine system 7: ovaries and testes, placenta (pregnancy). *Nursing Times*. 2021b, 117(11) 54-58.
- 51) KNIGHT, John & NIGAM, Yamni. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. *Nursing Times*. 2017, 113(9) 44-47.
- 52) KOLAŘÍK, Dušan, HALAŠKA, Michael & JFEYEREISL, Jaroslav. *Repetitorium gynekologie. 2. vyd.* Praha: Maxdorf, 2011. 1032 s. ISBN 978-80-7345-267-4.
- 53) KRČMOVÁ, Sabina & CHVÁTAL, Roman. Možnosti neformálního vzdělávání v science centrech. *Pedagogika*. 2020, 70(3) 378-382.

- 54) LARSEN, Hjalte L. & GRAPIN-BOTTON, Anne. The molecular and morphogenetic basis of pancreas organogenesis. In: *Seminars in cell & developmental biology*. Academic Press. 2017. 66: 51-68.
- 55) LEUNG, Angela, PEARCE, Elizabeth N. & BRAVERMAN, Lewis E. Role of iodine in thyroid physiology. *Expert review of endocrinology & metabolism*. 2010, 5(4) 593-602.
- 56) MACDONALD, Eilidh A., ROSE, Robert A. & QUINN, Alexander T. Neurohumoral control of sinoatrial node activity and heart rate: insight from experimental models and findings from humans. *Frontiers in physiology*. 2020, 11: 170.
- 57) MAŇÁK, Josef. *Alternativní metody a postupy*. Brno: Masarykova univerzita, 1997. 89 s. ISBN 80-210-1549-7.
- 58) MAŇÁK, Josef. *Stručný nástin metodiky tvořivé práce ve škole*. Brno: Paido, 2001. 46 s. ISBN 80-7315-002-6.
- 59) MAŇÁK, Josef, JANÍK, Tomáš & ŠVEC, Vlastimil. *Kurikulum v současné škole*. Brno: Paido, 2008, 131 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-175-1.
- 60) MAŇÁK, Josef, KLAPKO, Dušan, PRŮCHA, Jan, GREGER, David, JANÍK, Tomáš, JANOUŠKOVÁ, Eva, KNECHT, Petr, JŮVOVÁ, Alena, KUBRICKÁ, Jana & NAJVAROVÁ, Veronika. *Učebnice pod lupou*. Brno: Paido, 2006. 123 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 80-7315-124-3.
- 61) MAŇÁK, Josef, KNECHT, Petr, MIKK, Jaan, SIKOROVÁ, Zuzana, MARTINKOVÁ, Věra, STAUDKOVÁ, Jana, JANÍKOVÁ, Věra, STADLER, Rudolf, JANÍK, Tomáš, NAJVAROVÁ, Veronika, NAJVAR, Petr, PÍŠOVÁ, Jana, HRABÍ, Libuše, JANOUŠKOVÁ, Eva, & WEINHÖFER, Martin. *Hodnocení učebnic*. Brno: Paido, 2007. 139 s. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-148-5.
- 62) MAŇÁK, Josef & ŠVEC, Vlastimil. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

- 63) MAŽÁROVÁ, Monika. *Lektorské dovednosti v muzeu*. Brno: Moravské zemské muzeum, 2018. 36 s. ISBN 978-80-7028-515-2.
- 64) MIKK, Jaan. *Textbook: Research and Writing*. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften, 2000. 426 s. ISBN-13 978-3631363355.
- 65) MUBARIK, Ateeq & AEDDULA, Narothona R. Chromaffin Cell Cancer. In: StatPearls. *StatPearls Publishing, Treasure Island (FL)*, 2021.
- 66) *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: bílá kniha*. Praha: Tauris, 2001. 98 s. ISBN 80-211-0372-8.
- 67) NEČAS, Emanuel, KOFRÁNEK, Jiří, KRIJÍT, Jan, MARŠÁLEK, Petr, MARUNA, Pavel, MĚLKOVÁ, Zora, PROKEŠOVÁ, Ludmila, ŠIMÁK, Jan, ŠULC, Karel & VOKURKA, Martin. *Obecná patologická fyziologie*. 5. vyd. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2021. 312 s. ISBN 978-80-246-4633-6.
- 68) OREL, Miroslav. *Nervové buňky a jejich svět*. Praha: Grada, 2015. 216 s. ISBN 978-80-247-5070-5.
- 69) ORTIGA-CARVALHO, Tânia M.; SIDHAYE, Aniket R.; WONDISFORD, Fredric E. Thyroid hormone receptors and resistance to thyroid hormone disorders. *Nature Reviews Endocrinology*. 2014, 10(10) 582-591.
- 70) LEFEBVRE, Pierre J., PAQUOT, Nicolas & SCHEEN, André J. Inhibiting or antagonizing glucagon: making progress in diabetes care. *Diabetes, obesity and metabolism: A Journal of Pharmacology and Therapeutics*. 2015, 17(8) 720-725.
- 71) PATEL, Shrey, RAHMI, Benjamin, GANDHI, Jason, SEYAM, Omar, et al. Revisiting the pineal gland: A review of calcification, masses, precocious puberty, and melatonin functions. *International Journal of Neuroscience*. 2020, 130(5) 464-475.

- 72) PAVLASOVÁ, Lenka. *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014. 58 s. ISBN 978-80-7290-643-7.
- 73) PÁVKOVÁ, Jiřina. *Pedagogika volného času*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014. 145 s. ISBN 978-80-7290-666-6.
- 74) PECINA, Pavel & ZORMANOVÁ, Lucie. *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a praxi*. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, 2009. 147 s. ISBN 978-80-210-4834-8.
- 75) PERRIER, Nancy D. & BOGER, Michael Sean. Surgical anatomy. In: LINOS, Dimitrios A. & Van HEERDEN, Jon A. *Adrenal Glands: Diagnostic Aspects and Surgical Therapy*. Heidelberg: Springer, 2005. 7-18 s. ISBN 978-3-540-41099-7.
- 76) PEŠEK, Tomáš, ŠKRABSKÝ, Tibor, NOVOSÁDOVÁ, Monika & DOČKALOVÁ, Jolana. *Slabikář neformálního vzdělávání v práci s mládeží*. Praha: Asociace neformálního vzdělávání (ANEV), 2019. 194 s. ISBN 978-80-907579-1-2.
- 77) PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. 6., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Portál, 2013. 562 s. ISBN 978-80-262-0367-4.
- 78) PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika: Věda o edukačních procesech*. Praha: Portál, 1997. 496 s. ISBN 80-7178-170-3.
- 79) PRŮCHA, Jan. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998. 148 s. Edice pedagogické literatury. ISBN 80-85931-49-4.
- 80) PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Portál, 2013. 481 s. ISBN 978-80-262-0456-5.
- 81) PRŮCHA, Jan, WALTEROVÁ, Eliška & MAREŠ, Jiří. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2003. 322 s. ISBN: 80-7178-772-8.

- 82) RAFIQUE, Nazish, AL-ASOOM, Ibrahim Lubna, ALSUNNI, Abdulrahman Ahmed, SAUDAGAR, Nadeem Farhat, ALMULHIM, Latifah & ALKALTHAM, Gaeda. Effects of mobile use on subjective sleep quality. *Nature and Science of Sleep*. 2020, 12: 357.
- 83) RANABIR Salam. & REETU Keisam. Stress and hormones. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2011, 15(1) 18-22.
- 84) ROELFSEMA, Ferdinand, BOELEN, Anita, KALSBECK, Andries & FLIERS, Eric. Regulatory aspects of the human hypothalamus-pituitary-thyroid axis. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2017, 31(5) 487-503.
- 85) ROSE, Susan R., COOK, David M. & FINE, Michael J. Growth Hormone Therapy Guidelines: Clinical and Managed Care Perspectives. *American Journal of Pharmacy Benefits*. 2014, 6(5) 134-146.
- 86) RYŠAVÁ, Lydie & KRÍŽ, Jaroslav. Solution of Iodine deficiency in the Czech Republic-history and current situation 20 years of work of prof. Václav Zamrazil for Commission for the solution of Iodine deficiency. *Vnitřní lékařství*. 2016, 62(9-3) 103-106.
- 87) SERGINA, S. Nikolajevna, ILYUKHA A. Viktor, MOROZOV V. Artem, ANTONOVA P. Ekaterina, BRULER S. Ekaterina & VOLODINA D. A. Taxonomic and Ethnical Dispersion of the Phenomenon of Pineal Concretions in the Gerontological Context. *Advances in Gerontology*. 2019, 9(2) 232-243.
- 88) SEVERA, Martina, ZHANG, Jing, GIACOMINI, Elena, RIZOO, Fabiana, ETNA, Paolo Marilena, CRUCIANI, Melania, GARACI, Enrico, CHOPP, Michael & COCCIA, Mariana Eliana. Thymosins in multiple sclerosis and its experimental models: Moving from basic to clinical application. *Multiple sclerosis and related disorders*. 2019, 27: 52-60.
- 89) SIKOROVÁ, Zuzana, BIOLEK, Marek, ČERVENKOVÁ, Iva, SKLENÁŘOVÁ, Nikola & SVĚTLÁK, Miroslav. *Praktické problémy vysokoškolské výuky*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007. 131 s. ISBN 978-80-248-1398-1.

- 90) SILBER, Sherman J. Fundamentals of male infertility. *Springer International Publishing*, 2018. 195 s. ISBN: 978-3-319-76523-5.
- 91) SINGH, R. Gurmeet, DAVISON, Belinda, Gary, Y. Ma, EASTMAN, J. Creswell & MACKERRAS, EM. Dorothy. Iodine status of Indigenous and non-Indigenous young adults in the Top End, before and after mandatory fortification. *Medical Journal of Australia*. 2019, 210(3) 121–125.
- 92) SITNÁ, Dagmar. *Metody aktivního vyučování: spolupráce žáků ve skupinách*. Praha: Portál, 2009. 152 s. ISBN 978-80-7367-246-1.
- 93) SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007. 322 s. ISBN 978-80-247-1821-7.
- 94) SLEZÁKOVÁ, Lenka. *Ošetrovatelství v gynekologii a porodnictví*. Praha: Grada, 269 s. ISBN 978-80-247-3373-9.
- 95) SUMMERS, Rebecca & MACNAB, Ross. Thyroid. Parathyroid hormones and calcium homeostasis. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2017, 18(10) 522-526.
- 96) ŠVARCOVÁ-SLABINOVÁ, Iva. *Základy pedagogiky pro učitelské studium*. Praha: VŠCHT, 2005. 291 s. ISBN 80-7080-573-0.
- 97) TALIB, Wamidh, ALSYED, Ahmad R., ABUAWAD, Alaa, DAOUD, Safa & MAHMOD, Asma I. Melatonin in cancer treatment: Current knowledge and future opportunities. *Molecules*. 2021, 26(9) 2506.
- 98) TAYLOR, J. & KNIGHT, John Endocrine system 6: pancreas, stomach, small intestine and liver. *Nursing Times*. 2021, 117(10) 46-50.
- 99) TOLLINGEROVÁ, Dana. Úvod do teorie a praxe programované výuky a výcviku. Příloha časopisu. *Odborná výchova*. 1970, 21(5) 143–146.

- 100) TOLLINGEROVÁ, Dana. K pedagogicko-psychologické teorii učebních úloh. *Socialistická škola*. 1976, 17(4) 156–160.
- 101) TORDJMAN, Sylvie, CHOKRON, Sylvie, DELORME, Richard, CHARRIER, Annaelle, BELLISSANT, Eric, JAAFARI, Nemat & FOUGEROU, Claire. Melatonin: pharmacology, functions and therapeutic benefits. *Curr Neuropharmacol*. 2017. 15(3) 434-443.
- 102) TRÁVNÍK, Pavel. Farmakologická podpora časně gravidity. *Praktické lékařství*. 2012, 8(6) 259-261.
- 103) VALIŠOVÁ, Alena, KASÍKOVÁ, Hana & BUREŠ, Miroslav. *Pedagogika pro učitele*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011. 456 s. ISBN 978-80-247-3357-9.
- 104) VanPUTTE, Cinnamon L., REGAN, Jennifer L. & RUSSO, Andrew F. *Seeley's Anatomy and Physiology*. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2017. 1123 s. ISBN 9781259254963.
- 105) VÁŇOVÁ, Miroslava. Alternativní školy. *Dingir. cz [online]*, 2011. 14(4) 116-119.
- 106) VERBERNE, Anthony JM., KORIM S. Willian, SABETGHADAM, Anahid & LLEWELLYN-SMITH J. Ida. Adrenaline: insights into its metabolic roles in hypoglycaemia and diabetes. *British journal of pharmacology*. 2016, 173(9) 1425-1437.
- 107) VETEŠKA, Jaroslav & TURECKIOVÁ, Michaela. *Kompetence ve vzdělávání*. Praha: Grada, 2008. 160 s. ISBN 978-80-247-1770-8.
- 108) WAHLA, Arnošt. *Strukturní složky učebnic geografie*. Praha: SPN, 1983. 83 s.
- 109) WALLACE, W. Hamish & KELSEY, Thomas W. Ovarian reserve and reproductive age may be determined from measurement of ovarian volume by transvaginal sonography. *Human reproduction*. 2004, 19(7) 1612-1617.

- 110) WALTEROVÁ, Eliška. *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě*. Brno: Masarykova univerzita, 1994. 185 s. ISBN 80-210-0846-6.
- 111) WESTPHALEN, Antonio CA. & BONNIE, Joe N. CT and MRI of adrenal masses. *Applied Radiology*. 2006, 35(8) 10.
- 112) WURTMAN, J. Richard, WURTMAN, J. Judith, REGAN, M. Meredith, MCDERMOTT, M. Janine, TSAY, H. Rita & BREU, J. Jeff. Effects of normal meals rich in carbohydrates or proteins on plasma tryptophan and tyrosine ratios. *Am J Clin Nutr*. 2003, 77(1) 128-132.
- 113) ZAMRAZIL, Václav & ČEŘOVSKÁ Jarmila. *Jod a štítná žláza: optimální příjem jodu a poruchy z jeho nedostatku*. Praha: Mladá fronta, 2014. 51 s. ISBN 978-80-204-3302-2.
- 114) ZIRKIN, Barry R. & PAPADOPOULOS, Vassilios. Leydig cells: formation, function, and regulation. *Biology of reproduction*. 2018, 99(1) 101-111.
- 115) ZORMANOVÁ, Lucie. *Obecná didaktika: Pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2014, 240 s. ISBN 978-80-247-4590-9.
- 116) ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Praha: Grada, 2012. 160 s. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-4100-0.

8.2 INTERNETOVÉ ZDROJE:

- 1) Česká asociace science center. [online]. ČASC: ©2013 [cit. 20.5.2022]. Dostupné z: <https://www.sciencecentra.cz/>
- 2) Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT). 2013. Neformální vzdělávání. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy*. [online] 2013. [Citace: 20. 5. 2022.] <https://www.msmt.cz/mladez/neformalni-vzdelavani-1>.

- 3) NĚMCOVÁ, Martina. Alternativní školství v ČR: Alternativní směry ve vzdělávání. *Portál o vzdělávání ve Zlínském kraji – ZKOLA* [online]. Zlín, 20.6.2020 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.zkola.cz/informace-o-alternativnim-skolstvi/>
- 4) *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: MŠMT, 2021. 164 s. [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.nuv.cz/file/4983/>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1: SCHÉMA UMÍSTĚNÍ HYPOTHALAMU A HYPOFÝZY V MOZKU (UPRAVENO DLE KOPECKÉHO ET AL., 2012).	13
OBR. 2: SCHÉMA UMÍSTĚNÍ PŘÍŠTÍTNÝCH ŽLÁZ NA ZADNÍ STRANĚ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY (UPRAVENO DLE SMETANY, 2005).	16
OBR. 3: SCHÉMA UMÍSTĚNÍ SLINIVKY BŘIŠNÍ VŮČI OSTATNÍM ORGÁNŮM TRÁVICÍHO TRAKTU (UPRAVENO DLE KOPECKÉHO ET AL., 2012).	21
OBR. 4: A – POMŮCKY PRO VÝROBU ALFABOXU, B – NAČRTNUTÍ TABULKY ALFABOXU, C – OBKRESLENÍ A DOPSÁNÍ PÍSMEN DO TABULKY ALFABOXU, D – VYSTŘIHNUTÝ ALFABOX (FOTO MOLKOVÁ, 2022).	56
OBR. 5: A – MOZEK S PODVĚSKEM MOZKOVÝM (RŮŽOVÝ BARVA), HYPOTHALAMEM (ZELENÁ BARVA) A EPIFÝZOU (MODRÁ BARVA), B – BRZLÍK, C – PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA (ŽLUTÁ BARVA), D – ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, E – NADLEDVINY, F – DĚLOHA S VAJEČNÍKY, G – SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY, H – VARLATA, CH – STRUKTURNÍ VZOREC HORMONU TESTOSTERONU, I – LÉKY V DÓZE, J – INJEKČNÍ STRÍKAČKA (FOTO MOLKOVÁ, 2022).	58
OBR. 6: A – SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ ŽÁKŮ V KRUHU S NÁZORNÝM VYTVOŘENÍM SÍTĚ NEURONŮ Z KLUBKA BAVLNY, B – KLUBKO BAVLNY (FOTO MOLKOVÁ, 2022).	69
OBR. 7: A – NÁZVY HORMONŮ V LIDSKÉM TĚLE, B – FUNKCE UVEDENÝCH HORMONŮ (FOTO MOLKOVÁ, 2022).	84
OBR. 8: A – ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, B – PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA (ŽLUTÁ BARVA), C – MOZEK S PODVĚSKEM MOZKOVÝM (RŮŽOVÁ BARVA), HYPOTHALAMUS (ZELENÁ BARVA), EPIFÝZA (MODRÁ BARVA), D – BRZLÍK, E – NADLEDVINY, F – DĚLOHA S VAJEČNÍKY, G – SLINIVKA BŘIŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY, H – VARLATA, CH – LEPÍCÍ GUMA, I – UKÁZKA FINÁLNÍHO PLAKÁTU „LIDSKÉ TĚLO JAKO VÝTVOR HORMONŮ“ (FOTO MOLKOVÁ, 2022).	84
OBR. 9: A – BRZLÍK, NESPRÁVNÁ ODPOVĚĎ K OTÁZCE Č. 16, B – NADLEDVINY, NESPRÁVNÁ ODPOVĚĎ K OTÁZCE Č. 17, C – ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ K OTÁZCE Č. 18, D – DĚLOHA S VAJEČNÍKY, SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ K OTÁZCE Č. 19, E – SLINIVKA BŘIŠNÍ, NESPRÁVNÁ ODPOVĚĎ K OTÁZCE Č. 20 (FOTO MOLKOVÁ, 2022).	96
OBR. 10: A AŽ Ď – TVORBA BEZPLATNÉHO ÚČTU V HERNÍ APLIKACI KAHOOT!, E AŽ S – TVORBA A NASTAVENÍ OTÁZEK V HERNÍ APLIKACI KAHOOT!, Š AŽ Ť – ZAHÁJENÍ A PŘIHLÁŠENÍ ŽÁKŮ DO HRY KAHOOT!, U AŽ Ž – PRŮBĚH A UKONČENÍ HRY KAHOOT! (PŘEVZATO Z HTTPS://GOOGLE.COM/ , HTTPS://KAHOOT.COM/SCHOOLS-U/ A HTTPS://KAHOOT.IT/ , 31.3.2022).	109

OBR. 11: **A** – ŠTÍTNÁ ŽLÁZA, **B** – PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA (ŽLUTÁ BARVA), **C** – MOZEK S PODVĚSKEM MOZKOVÝM (RŮŽOVÁ BARVA), HYPOTHALAMUS (ZELENÁ BARVA) A EPIFÝZOU (MODRÁ BARVA), **D** – BRZLÍK, **E** – NADLEDVINY, **F** – VAJEČNÍKY S DĚLOHOU, **G** – SLINIVKA BŘÍŠNÍ S LANGERHANSOVÝMI OSTRŮVKY, **H** – VARLATA, **CH** – LEPÍCÍ GUMA (FOTO MOLKOVÁ, 2022).

..... 140

OBR. 12: **A** – SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ POMŮCEK A SKUPIN ŽÁKŮ KE HŘE V MÍSTNOSTI, **B** – OBÁLKY S INDICIEMI PRO TÝM Č. 1, **C** – OBÁLKY S INDICIEMI PRO TÝM Č. 2, **D** – OBÁLKY S INDICIEMI PRO TÝM Č. 3, **E** – OBÁLKA S KRESBAMI ENDOKRINNÍCH ŽLÁZ PRO TÝM Č. 1, 2, 3, **F** – OBRYS LIDSKÉ POSTAVY V ŽIVOTNÍ VELIKOSTI NA BALÍCÍM PAPIŘE, **G** – POMŮCKY PRO VÝROBU MEDAILÍ, **H** – MEDAILE PRO VÍTĚZNÝ TÝM (ZLATÁ), PRO TÝM NA DRUHÉM MÍSTĚ (STRĚBRNÁ), PRO TÝM NA TŘETÍM MÍSTĚ (BRONZOVÁ) (FOTO MOLKOVÁ, 2022).

147

OBR. 13: PŘÍRAZENÍ POJMŮ A CHARAKTERISTIK K OBRÁZKŮM, **A** – KRESBA CUKRU, **B** – KRESBA HODIN/BUDÍKU, **C** – KRESBA OBRANYSCHOPNOSTI "STOP BAKTERII", **D** – KRESBA SVALŮ NA RUCI, **E** – KRESBA ŠTĚSTÍ (ČTYŘLÍSTKU), **F** – KRESBA VOLETE (STRUMY), **G** – KRESBA ADRENALINOVÉHO SPORTU, **H** – KRESBA KOSTÍ, **CH** – KRESBA TĚHOTNÉ ŽENY A BATOLETE (FOTO MOLKOVÁ, 2022).

159

10 SEZNAM TABULEK

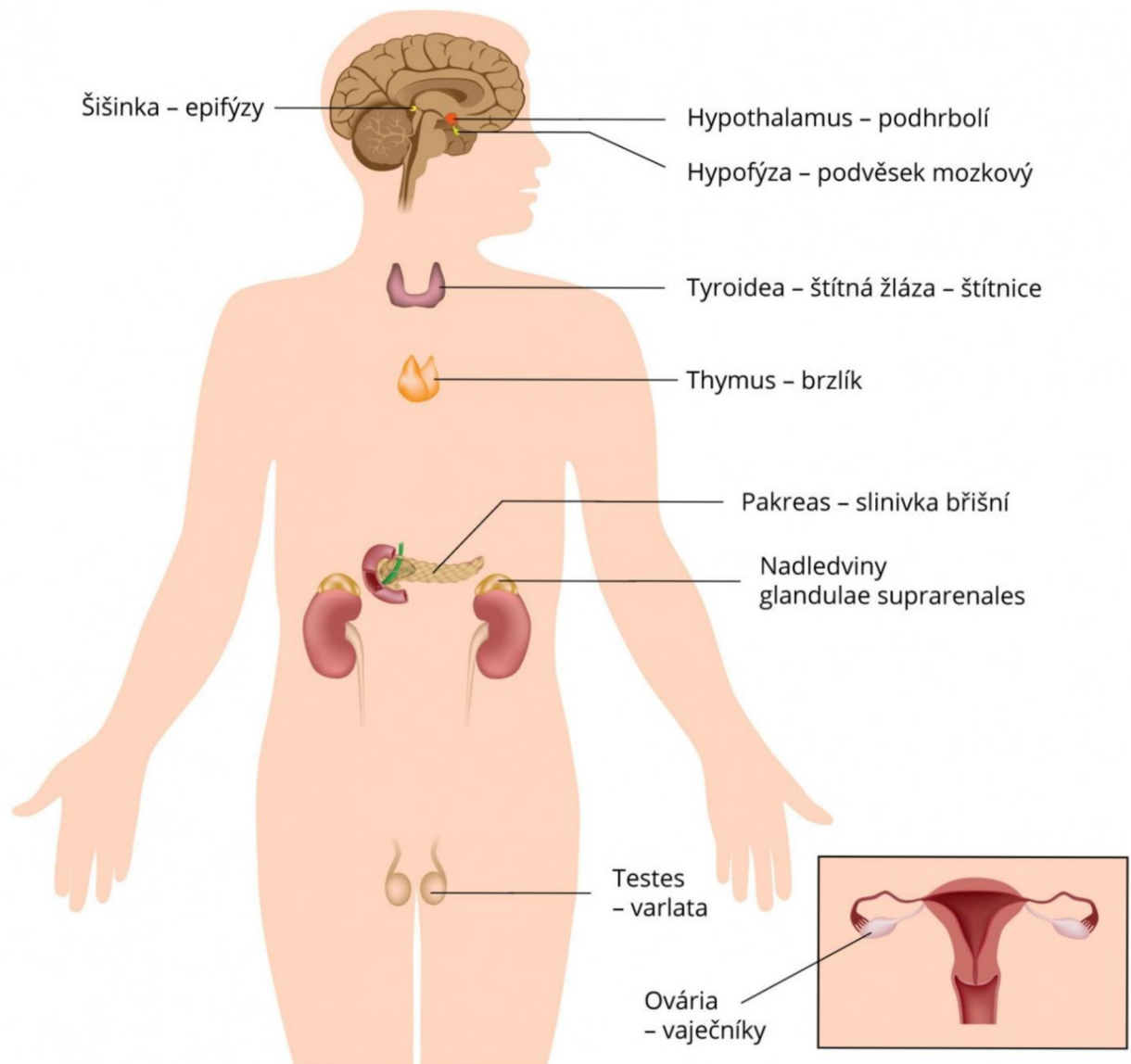
TAB. 1: UČEBNICE PŘÍRODOPISU POUŽITÉ PRO OBSAHOVOU ANALÝZU ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU ČLOVĚKA.....	31
TAB. 2: POČETNOST A PROCENTUÁLNÍ PODÍL ZASTOUPENÍ KLÍČOVÝCH POJMŮ, ČERNOBÍLÝCH A BAREVNÝCH KRESEB A BAREVNÝCH FOTOGRAFIÍ V ANALYZOVANÝCH UČEBNICÍCH NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	34
TAB. 3: ZVOLENÉ VÝUKOVÉ METODY K JEDNOTLIVÝM AKTIVITÁM PODLE MAŇÁKA & ŠVECE (2003).	37
TAB. 4: TAXONOMIE UČEBNÍCH ÚLOH - 5 KATEGORIÍ PODLE TOLLINGEROVÉ (1970).	41
TAB. 5: KLÍČOVÉ KOMPETENCE ROZVÍJENÉ V AKTIVITÁCH DLE RVP ZV (2021).	43
TAB. 6: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ ALFABOX NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	48
TAB. 7: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ SÍŤ NEURONŮ NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	60
TAB. 8: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ LIDSKÉ TĚLO JAKO VÝTVOR HORMONŮ NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.	70
TAB. 9: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ KAHOOT! NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	86
TAB. 10: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ OVĚŘ SI SVÉ ZNALOSTI NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	110
TAB. 11: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ O TITUL ZLATÉ ŽLÁZY NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	128
TAB. 12: METODICKÝ LIST PRO UČITELE K MOTIVAČNÍ AKTIVITĚ POZNÁŠ, CO JSEM? NA TÉMA ENDOKRINNÍ SYSTÉM ČLOVĚKA.....	148

11 SEZNAM PŘÍLOH VÁZANÝCH V PRÁCI

PŘÍLOHA 1: SCHÉMA SYSTÉMU ŽLÁZ S VNITŘNÍ SEKRECI A JEJICH UMÍSTĚNÍ V LIDSKÉM TĚLE S ČESKÝMI I ODBORNÝMI NÁZVY ([HTTPS://WWW.SYMPATOMY.CZ/ANATOMIE/ENDOKRINNI-SOUSTAVA](https://www.symptomy.cz/anatomie/endokrinni-soustava), 27.2.2022)

PŘÍLOHA 2: PŘEHLED ANALYZOVANÝCH POJMŮ ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU ČLOVĚKA V UČEBNÍCH PŘÍRODOPISU PRO 8. ROČNÍK ZÁKLADNÍCH ŠKOL A NIŽŠÍHO STUPNĚ VÍCELETÝCH GYMNÁZIÍ

Příloha 1: Schéma systému žláz s vnitřní sekrecí a jejich umístění v lidském těle s českými i odbornými názvy (<https://www.symptomy.cz/anatomie/endokrinni-soustava>, 27.2.2022)



Příloha 2: Přehled analyzovaných pojmů endokrinního systému člověka v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií

Název soustavy	Oblast	Klíčové pojmy	Druh učebnice									
			Přírodopis 8									
			1) Fortuna, 1997	2) Prodos, 1999	3) ČGS, 2005	4) Fraus, 2006	5) Fortuna, 2008	6) SPN, 2009	7) Nová škola, 2009	8) Prodos, 2017	9) TakTik, 2018	10) Fraus, 2021
Endokrinní systém člověka	základní pojmy	hormon	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		žláza	T + KRESBA	T	T	T	T + KRESBA	T	T	T	T	T
		vyměšování	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		vnitřní sekrece	T	T	T	---	T	T	T	T	T	---
		endokrinní soustava	---	---	---	T	---	---	---	T	T	T
		chemická látka	---	---	T	---	---	---	T	T	T	---
		vnější sekrece	T	---	T	---	T	---	---	T	T	---
		exokrinní soustava	---	---	---	---	---	---	---	---	T	---
	propojenost orgánových soustav	nervová soustava	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		imunitní soustava	---	---	---	T	---	T	T	---	---	T

	T-lymfocyty	----	----	----	----	----	----	----	T	T	----	
	bílé krvinky	----	----	----	----	----	----	T	T	T	----	
	žlázy (česky)	podvěsek mozkový	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		přední lalok podvěsku mozkového	----	T	----	T	----	----	----	KRESBA	----	T
		zadní lalok podvěsku mozkového	----	T	----	T	----	----	----	KRESBA	----	T
		šišinka	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	----	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		štítná žláza	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		příštítná tělíska	T	T+ KRESBA	T	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		brzlík	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	----	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		slinivka břišní	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		Langerhansovy ostrůvky	----	----	T	T+ KRESBA	----	T	----	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		nadledviny	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		kůra nadledvin	T	T	T	T	T+ KRESBA	T	T	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T
		dřeň nadledvin	T	T	T	T	T	T	T	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T
		varlata	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
		vaječníky	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA
	žlázy (odborně)	hypofýza	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	T+ KRESBA	

		epifýza	----	T+ KRESBA	----	----	----	----	T+ KRESBA	----	T+ KRESBA	----
	hormony	růstový hormon	----	T	T	T	----	----	T	T	T	T
		somatotropin	----	----	----	T	----	----	----	T	T	T
		antidiuretický hormon	----	T	T	T	----	----	T	T	T	T
		tyrotropin	----	----	----	----	----	----	----	T	T	----
		endorfin	----	----	----	----	----	----	----	----	T	----
		oxytocin	----	T	T	T	----	----	T	T	T	T
		melatonin	----	----	T	----	----	----	T	T	T	----
		tyroxin	T	----	T	T	T	----	T	T	T	T
		parathormon	T	----	T	T	T	----	T	T	T	T
		inzulin	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		glukagon	----	----	T	T	----	----	----	T	T	T
		aldosteron	----	T	----	T	----	----	----	----	----	T
		adrenalin	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		noradrenalin	----	----	T	----	----	----	----	----	----	----
		kortizol	----	T	----	T	----	----	----	T	T	T
testosteron	----	T	T	T	----	----	T	T	T	T		
estrogen	----	----	T	T	----	----	T	T	T	T		

		progesteron	----	----	T	T	----	----	T	----	T	T
		pohlavní hormony	T	----	T	----	T	T	----	----	----	----
	funkce žláz	účinky hormonů	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	nemoci	cukrovka	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
		diabetes mellitus	----	T	----	T	T	----	T	T	T	T
		struma	----	----	----	----	----	T	T+ FOTO	----	T+ FOTO	----
		kretenismus	----	----	T	----	----	----	----	----	----	----
		trpaslictví	----	----	T	----	----	----	----	T	T	----
		gigantismus	----	----	----	----	----	----	----	T	T	----
		pomůcky k léčbě	T	----	T	T+ FOTO	T	T+ FOTO	T+ FOTO	T+ FOTO	T+ FOTO	T+ FOTO

Legenda:

----	Pojem se v učebnici nevyskytuje
T	Pojem je v textu zmíněn
KRESBA	Barevná kresba pojmu
KRESBA	Černobílá kresba pojmu
FOTO	Barevná fotografie pojmu

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Karolína Molková
Katedra:	Biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Eva Jahodářová, Ph.D.
Rok obhajoby:	2022

Název práce:	Endokrinní systém člověka – příprava motivačních úkolů, pokusů a her
Název práce v angličtině:	Human endocrine system – design of motivational exercises, experiments and games
Anotace práce:	<p>Bakalářská práce se zabývá obecnou charakteristikou endokrinního systému člověka. Popisuje jednotlivé orgány endokrinního systému, vylučované hormony a jejich funkci v lidském těle. Práce dále podává přehled o kvantitativním zpracování obsahu daného tématu v učebnicích pro 8. ročník základních škol a pro nižší stupeň víceletých gymnázií (metodou obsahové analýzy obsahu). Celkem bylo analyzováno 55 termínů. Prozkoumáním učebnic bylo zjištěno početné zastoupení pojmů v jednotlivých učebnicích. Obsahová analýza posloužila k získání základních pojmů týkajících se endokrinní soustavy. Tyto pojmy tvoří kostru jednotlivých výukových aktivit. Práce předkládá zásobník výukových a motivačních aktivit zpracovaných do podoby metodických listů, které mohou posloužit k tvorbě výukového programu v neformálním vzdělávání. V neposlední řadě práce charakterizuje neformální vzdělávání, science centra a alternativní způsoby výuky.</p>
Klíčová slova:	Endokrinní soustava člověka, hormony, žlázy s vnitřní sekrecí, obsahová analýza učebnic, výukové aktivity, neformální vzdělávání.

Anotace práce v angličtině:	The bachelor thesis deals with the general characteristics of the human endocrine system. It describes the individual organs of the endocrine system, the secreted hormones and their function in the human body. The thesis also provides an overview of the quantitative processing of the content of the topic in textbooks for the 8th grade of primary schools and for the lower level of multi-year grammar schools (content analysis method). A total of 55 terms were analyzed. Examination of the textbooks revealed a large representation of terms in individual textbooks. Content analysis was used to obtain basic concepts related to the endocrine system. These concepts form the framework of individual learning activities. The thesis presents a stack of teaching and motivational activities processed in the form of methodological sheets, which can be used to create a teaching program in non-formal education. Last but not least, the work characterizes non-formal education, science centers and alternative teaching methods.
Keywords:	Human endocrine system, hormones, endocrine glands, content analysis of textbooks, teaching activities, non-formal education.
Přílohy vázané v práci:	Příloha č. 1: Schéma systému žláz s vnitřní sekrecí v lidském těle s českými i odbornými názvy Příloha č. 2: Přehled analyzovaných pojmů endokrinního systému člověka v učebnicích přírodopisu pro 8. ročník základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií
Rozsah práce:	178 stran + 5 stran příloh
Jazyk práce:	Český jazyk