



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a antropologie

Metabolismus:

Univerzální animovaný výukový program

Metabolism: Multi-purpose tutorial animated program

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Klára Kolouchová

Studijní kombinace: Biologie – Chemie

Vedoucí práce: RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.

Datum obhajoby: květen 2011

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně a všechny mnou použité literární a internetové zdroje jsou uvedeny v seznamu literatury. Souhlasím s umístěním a zpřístupněním práce v knihovně katedry zoologie a antropologie na PřF UP v Olomouci.

V Olomouci dne

Bc. Klára Kolouchová

Chtěla bych na tomto místě poděkovat RNDr. Ivaně Fellnerové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce. Za věcné rady, užitečné připomínky, technickou pomoc s PowerPointem a neméně za trpělivost a ochotu. Děkuji panu Vlastislavu Bičovi za návrh a realizaci potisku CD, které je součástí přílohy práce.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora:	Bc. Klára Kolouchová
Název práce:	Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	Katedra zoologie a antropologie
Vedoucí práce:	RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2011

Abstrakt

Cílem této práce je zkvalitnění výuky tvorbou interaktivních výukových prezentací na téma *Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program*. Hlavním nástrojem pro tvorbu prezentací byl program Microsoft office PowerPoint 2007. V tomto programu lze vhodnou kombinací obrázků, textů, animací, diagramů, videí a dalších prvků názorně zprostředkovat komplikovanější skutečnosti náročné na představivost posluchače.

Prezentace jsou primárně určeny pro učitele a studenty středních škol (gymnázií, zdravotních a chemicky zaměřených škol), uplatnění najdou i na vysokých školách a po zjednodušení i na školách základních. Dle požadavků konkrétního vyučujícího může být obsah prezentací zjednodušen, či naopak rozšířen.

Z hlediska podnětí zájmu studentů je zařazena interaktivní, procvičovací hra „RISKUJ“ a také kapitola „Patofyziologie“, která prezentuje teoretické poznatky do praktické roviny.

Diplomová práce je rozdělena na *část teoretickou a přílohy*. *Teoretická část práce* zahrnuje metodické rozborů jednotlivých výukových prezentací, pro možnost využití co nejširšího potenciálu předkládaných materiálů. Součástí práce jsou dvě *přílohy*: Tištěná forma výukové prezentace (Příloha č. 1), Multimediální CD nosič (Příloha č. 2).

Klíčová slova: Metabolismus (látkový, energetický, bazální), buněčné dýchání (Krebsův cyklus, dýchací řetězec, oxidativní fosforylace), sacharidy, lipidy, proteiny

Počet stran: 61

Počet příloh: 2

Počet snímků: 219

Jazyk: český

Bibliographical identification:

Author's name:	Bc. Klára Kolouchová
Title:	Metabolism: Multi-purpose tutorial animated program
Type of title:	Diploma supplement
Department:	Zoology and antropology
Supervisor:	RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.
The year of presentation:	2011

Abstract

The aim of this thesis is to improve the teaching with creation interactive educational presentations on the subject Metabolism: Multi-purpose tutorial animated program. The main instrument for creating presentations was program Microsoft office PowerPoint 2007. In this program suitable combination of images, texts, animations, diagrams, videos and other elements can clearly mediate complicated facts demanding for imagination.

Presentations are primarily designed for teachers and students of secondary schools (grammar schools, health and chemically oriented schools), but their use is also possible for elementary schools or universities. According requirements of a particular teacher can be content of presentation reduced or expanded.

Student's interest is stimulated with interactive play "RISKUJ" and also "Pathophysiology", which presents theoretical knowledge into practical terms.

The thesis is divided into theoretical part and attachments. The theoretical part includes a methodical analysis of educational presentations, for possibility to use the widest potential of submitted materials. The work also contains two appendices: The printed form of educational presentations (Appendix 1), Multimedia CDs (Appendix 2).

Key words: Metabolism (cloth, energy, basal), cell respiration (Krebs cycle, respiratory chain, oxidative phosphorylation), carbohydrates, lipids, proteins

Number of pages: 61

Number of appendices: 2

Number of slides: 219

Language: Czech

Obsah:

1. Teoretická část

I.	Úvod	10
II.	Cíle práce	14
III.	Materiál a metody	15
IV.	Metodický rozbor univerzálního animovaného výukového programu	19
	<i>A. Navigace</i>	19
	<i>B. Terminologie</i>	22
	<i>C. Extracelulární principy</i>	23
	<i>D. Intracelulární principy</i>	26
	<i>E. Sacharidy</i>	30
	<i>F. Lipidy</i>	33
	<i>G. Proteiny</i>	35
	<i>H. Patofyziologie</i>	36
	<i>I. Enzymy v metabolismu</i>	38
	<i>J. Opakování</i>	39
	<i>K. RISKUJ!</i>	42
V.	Výsledky	44
VI.	Diskuse	47
VII.	Závěr	51
VIII.	Seznam obrázků v teoretické části	52
IX.	Použitá literatura	54

2. Přílohy

Příloha č. 1: Tištěná forma výukového programu

Příloha č. 2: Multimediální CD nosič

1. Teoretická část

I. Úvod

Metabolismus patří mezi základní vlastnosti všech živých organismů společně se schopnostmi růstu a vývoje, rozmnožováním, proměnlivostí, dědičností a dráždivostí. Organismy jsou s prostředím těsně spjaty výměnou látek a energií. Organismy přijímají z prostředí látky, které přeměňují a využívají jako zdroj energie, načež do prostředí uvolňují látky odpadní.

Organismus jako takový je nejdokonalejší chemickou továrnou, nejen množstvím reakcí v něm probíhajících, ale i prostředím, ve kterém pracuje s mnoha důmyslnými stroji na buněčné úrovni.

Problémem učebních materiálů je, jak názorně, atraktivně a zároveň didakticky zpracovat dynamické a často komplikované metabolické procesy. Představa těchto dějů je náročná, i protože se odehrávají na buněčné úrovni. Český psané učebnice fyziologie mnohdy prezentují obrázky, či schémata, ve kterých se vyzná jen málokdo a jejich ztvárnění může být již samotným demotivujícím prvkem (obr.1: – obr.6:). Naproti tomu zahraniční učebnice jsou výborné, kvalitně ilustrované a zajímavě zpracované (obr. 7: – obr. 10:), problémem těchto zdrojů je ovšem cena, proto jsou mnohdy nedostupné.

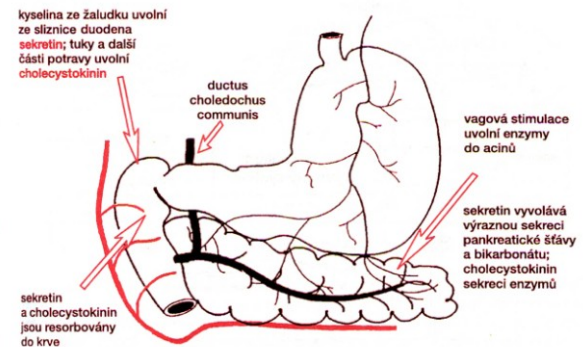
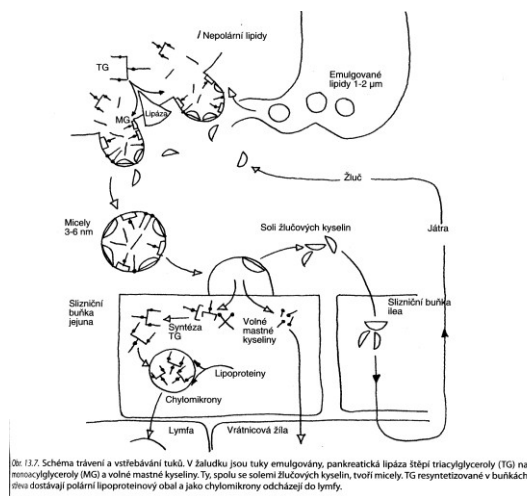
Problematika týkající se metabolismu je mimo jiné náročnou díky interdisciplinárním vazbám na chemii (především biochemii, fyzikální a organickou chemii), ale i v rámci oboru biologie je nutná orientace v obecné biologii, buněčné biologii, anatomii a fyziologii. V této práci není možné se obsahově zabývat všemi souvisejícími vazbami na příbuzné obory, a proto je od čtenáře očekávána základní znalost chemie (především biochemie tuků, cukrů, bílkovin), základní znalosti biologických termínů z obecné, buněčné biologie, anatomie a fyziologie.

Ke kvalitnímu zefektivnění interpretace náročných dynamických procesů se osvědčil program PowerPoint, který umožňuje prostřednictvím např. animačních schémat zobrazit fyziologický děj ve snadněji porozumitelné a logické posloupnosti na sebe navazujících a postupně se odvíjejících událostí. Vhodnou kombinací jednotlivých prvků (např. obrázky, animace, text, videa, diagramy, odkazy atd.) nabízených programem PowerPoint, může vzniknout plnohodnotný studijní materiál, který mohou využít jak učitelé při výuce, tak může posloužit i samotným studentům při domácí

přípravě. Od uživatele PowerPointových prezentací je očekáváno pouze nainstalování balíku Microsoft office, ovládání prezentací není náročné.

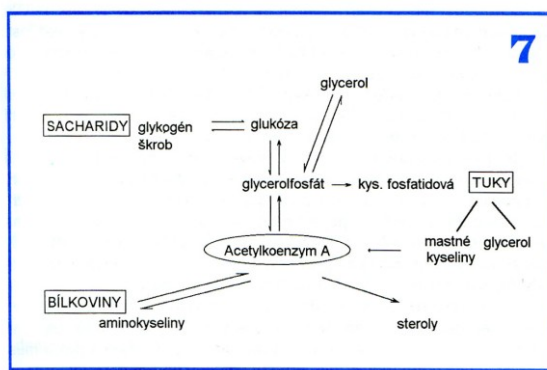
Předložené multimediální výukové prezentace jsou primárně určeny pro učitele a studenty středních škol, uplatnění najdou i na vysokých školách a po zjednodušení i na školách základních. Dle aktuálních potřeb uživatele může být obsah prezentací modifikován, či mohou být vyžity jen některé části výukových prezentací.

Příklady obrázků a schémat z česky psaných učebnic fyziologie:

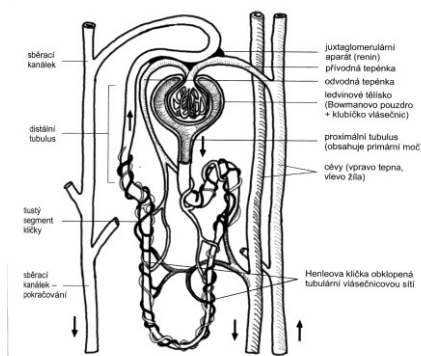


Obr.1: Schéma trávení a vstřebávání tuků

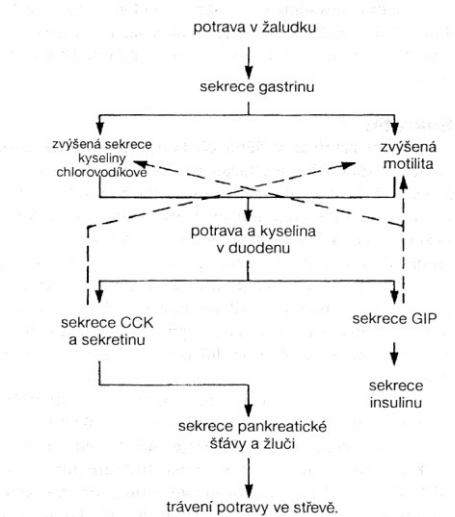
Obr.2: Schéma řízení činnosti exokrinního pankreatu



Obr. 3: Schéma propojení metabolismu

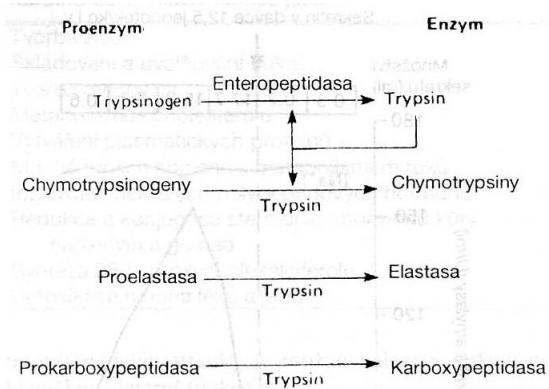


Obr. 4: Schéma nefronu



Obr. 26-3. Souhrnné působení gastrointestinálních hormonů na regulaci trávení a utilizaci vstřebaných živin. Přerušované čáry představují inhibiční působení.

Obr. 5: Schéma hormonální regulace trávení



Obr. 26-15. Aktivace pankreatické proteasy v lumen duodena.

Obr. 6: Schéma aktivace pankreatických proteas

Příklady obrázků a schémat zahraničních učebnic fyziologie:

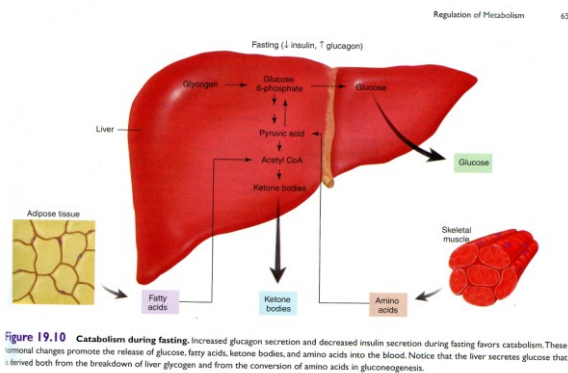


Figure 19.10 Catabolism during fasting. Increased glucagon secretion and decreased insulin secretion during fasting favors catabolism. These hormonal changes promote the release of glucose, fatty acids, ketone bodies, and amino acids into the blood. Notice that the liver secretes glucose that is derived both from the breakdown of liver glycogen and from the conversion of amino acids in gluconeogenesis.

Obr. 7: Schéma katabolismu při hladovění

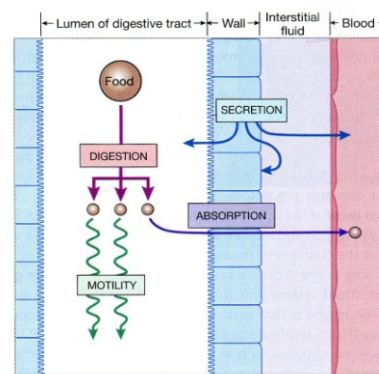
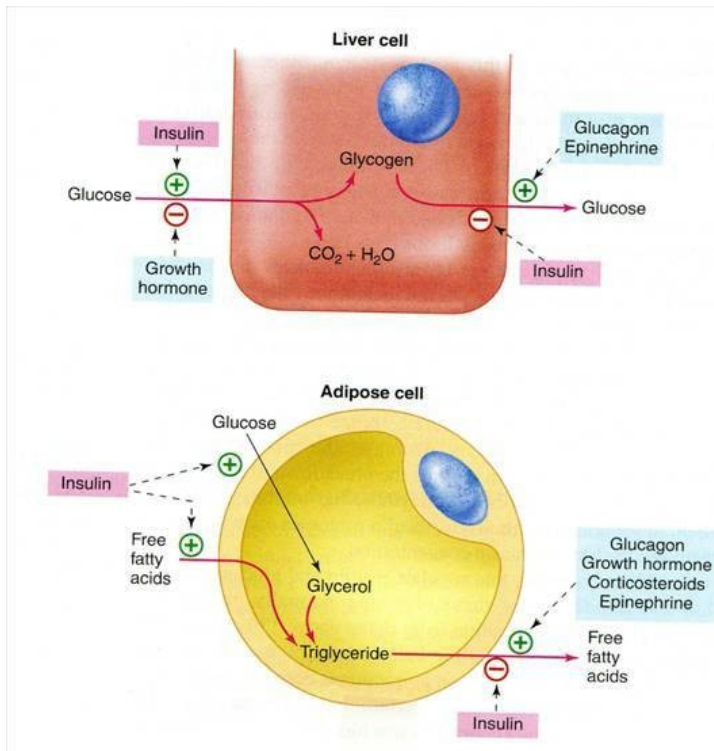
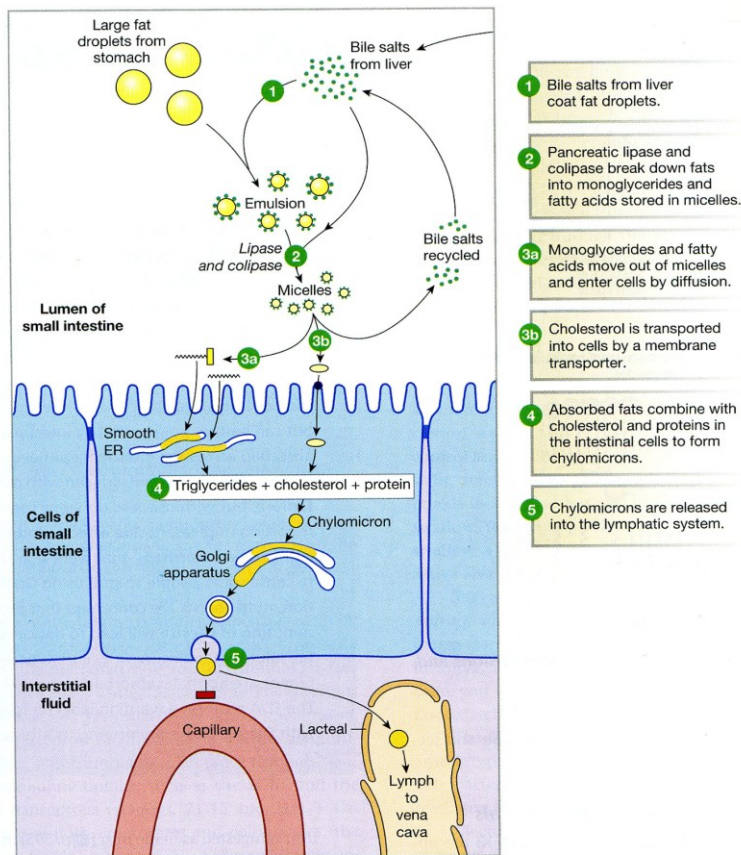


FIGURE 21-1 Basic processes of the digestive system

Obr. 8: Procesy trávicí soustavy



Obr. 9: Schéma hospodaření glukózy



-19 Digestion and absorption of fats

Obr. 10: Vstřebávání lipidů

II. Cíle práce

Hlavní cíle této práce jsou:

- 1) Tvorba multimediálních výukových prezentací na téma - ***Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program.***
- 2) Zvolit vhodné didaktické prostředky pro tvorbu výukových prezentací.
- 3) Začlenit prvky, které téma zatraktivní: hra „RISKUJ“.
- 4) Poukázat na provázanost tématu s běžným životem: prezentace o patofyziologii.
- 5) Využít animační postupy znázorňující těžko představitelnou molekulární podstatu dějů.
- 6) Začlenit rozšiřující prvky nabízené PowerPointem.
- 7) Začlenit do prezentací sekvence pro upevnění nových poznatků (opakování).
- 8) Vypracovat k jednotlivým prezentacím metodický rozbor pro jejich snadné ovládní a zpřehlednění.
- 9) Shrnutí výsledků práce do formy diplomové práce.

III. Materiál a metody

Diplomová práce – *Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program* se snaží využít moderních technologií k přiblížení jednoho z nejobtížnějších fyziologických témat, jež se s pomocí tabule a křídly obtížně zprostředkovává.

Základem pro tvorbu výukového materiálu byl program *PowerPoint 2007* z balíku *Microsoft office*.

Odborná stránka práce je podpořena širokými zdroji informací, ze kterých bylo čerpáno. Byly využívány jak české i zahraniční literární, tak internetové zdroje. Z literárních zdrojů byly nejvíce zastoupeny středoškolské, vysokoškolské učebnice, popř. encyklopedie. Dnes již nezastupitelný internet, jakožto zdroj informací byl také hojně využíván. Pro získávání informací byly využívány databáze českých i světových univerzit. Pro inspiraci byl použit internetový vyhledávač *www.google.com* a internetová encyklopedie *cs.wikipedia.org*, tyto zdroje však byly z odborného hlediska korigovány.

Při sestavování výukového programu bylo přihlíženo k didaktickým zásadám. Hlavní důraz byl kladen na didaktickou zásadu názornosti. Samozřejmě byly respektovány i didaktické zásady: vědeckosti, soustavnosti a posloupnosti, mezipředmětových vztahů a spojení teorie s praxí.

Při tvorbě jednotlivých výukových prezentací byla využita vhodná kombinace textu, obrázků, popř. animací, odkazů, diagramů a schémat. Velká část obrázků a všechny animace jsou původní.

Výukový program se celkově skládá z 11 dílčích prezentací označených písmeny A – K. První prezentace je úvodní, následuje šest obsahově stěžejních výukových prezentací. Nakonec jsou začleněny čtyři prezentace tzv. doplňkové.

Struktura výukového programu:

A. Navigace (snímky A-1 až A-5)

Obecná charakteristika:

B. Terminologie (snímky B-1 až B-23)

C. Extracelulární principy (snímky C-1 až C-22)

D. Intracelulární principy (snímky D-1 až D-27)

Specifická část:

E. Sacharidy (snímky E-1 až E-20)

F. Lipidy (snímky F-1 až F-14)

G. Proteiny (snímky G-1 až G-16)

Doplňky:

H. Patofyziologie (snímky H-1 až H-25)

I. Enzymy v metabolismu (snímky I-1 až I-14)

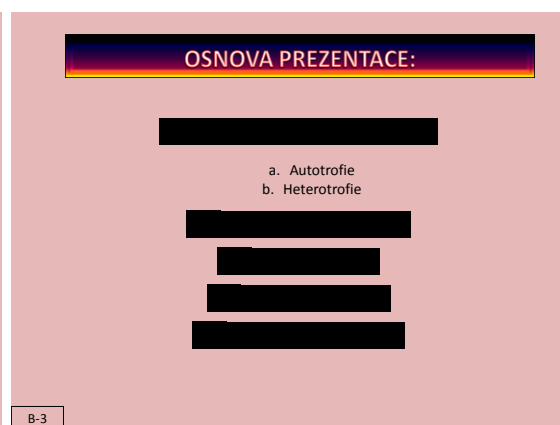
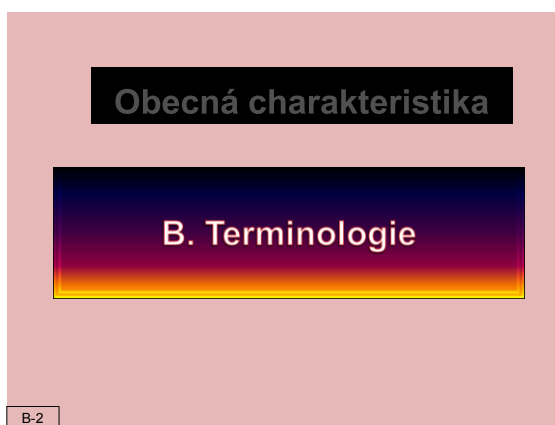
J. Opakování (snímky J-1 až J-31)

K. RISKUJ! (snímky K-1 až K-22)

Všechny prezentace obsahují pro snadnější orientaci úvodní rozcestníkové snímky. Na prvním snímku (***Obr. 11: Struktura výukového programu***) je ***struktura univerzálního animovaného výukového programu*** (dále jen „výukový program“). Na snímku je zvýrazněna ta část výukového programu, kde se právě nacházíte, načež zbylé části jsou uvedeny nevýrazně. Druhý snímek je již úvodním k dílčí prezentaci, je zde vyobrazeno téma prezentace již bez vazeb na celý výukový program (***Obr. 12: Téma prezentace***). Třetí snímek v každé prezentaci je věnován osnově dílčí prezentace, tudíž slouží k orientaci uvnitř daného tématu (***Obr. 13: Osnova prezentace***).

Metabolismus		
A. Navigace		
Obecná charakteristika	Specifická část	Doplňky
B. Terminologie	E. Sacharidy	H. Patofyziologie
C. Extracelulární principy	F. Lipidy	I. Enzymy
D. Intracelulární principy	G. Proteiny	J. Opakování
		K. Riskuj!

Obr. 11: Struktura výukového programu



Obr. 12: Téma prezentace

Obr. 13: Osnova prezentace

Většina dílčích prezentací končí snímkem odkazujícím do prezentace: „Opakování“ (**Obr. 14: Opakování**). Na tomto snímku je přítomno tlačítko akce, které přesměruje na příslušný snímek uvedené prezentace.



Obr. 14: Opakování

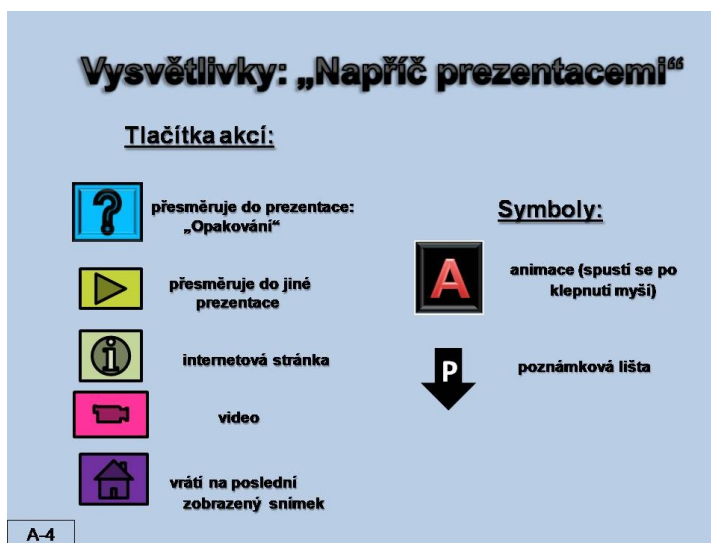
Výsledný výukový program obsahuje prvky, které umožňují snadnou manipulaci a orientaci v jednotlivých úsecích, popř. prezentacích celku:

V teoretické části práce se vyskytují termíny:

a) **Snímek** - základní jednotka programu PowerPoint, někdy se označuje jako „slide“, nebo „slaid“. Každý snímek je označen písmenem, pomlčkou a arabskou číslicí (např. A-1) standardně v levém dolním rohu, s přihlédnutím na rozvržení snímku se může vyskytovat i v jiném rohu snímku. V označení snímku písmeno odpovídá oddílu z výukového programu a arabská číslice odpovídá pořadí snímku v jednotlivé prezentaci.

b) **Obrázek** – se v práci vyskytuje ve smyslu:

- obrázek na snímku (např. náčrt struktury, fotografie),
- obrázek v teoretické části práce (na obrázku je většinou vyobrazen snímek) je řádně označen číslem a popisem, je na něj odkazováno v textu (*viz. Obr. 15: Použitá tlačítka akcí a symboly*).



Obr. 15: Použitá tlačítka akcí a symboly

IV. Metodický rozbor univerzálního animovaného výukového programu

A. Navigace (snímky A-1 až A-5)

Úvodní prezentace představuje téma předloženého výukového programu, jejího autora a odborného vedoucího práce. Vymezuje cílovou skupinu, pro kterou byl výukový program tvořen a dále stručně zmiňuje možnosti práce s výukovým programem.

Třetí snímek zobrazuje strukturu výukového programu (Obr. 12: Struktura výukového programu), tento snímek se opakuje ve všech dílčích prezentacích jako pomyslný rozcestník. Měl by pomoci v orientaci vůči celému souboru prezentací, kde se nacházíme.

Čtvrtý snímek úvodní prezentace přehledně zobrazuje ikony používané v ostatních oddílech výukového programu. Jsou to především tlačítka akcí, která jsou interaktivní a symboly, mající informativní charakter (Obr. 11: Použitá tlačítka akcí a symboly). Pro vyšší názornost zde uvádím přehled jednotlivých prvků s komentářem:

Ikony přesměrování do jiné prezentace

Otazník zobrazený na **obr. 16: Opakování** lze nalézt na posledních snímcích hlavních výukových prezentací. Při jeho použití dojde k přesměrování do prezentace věnující se testování nabytých vědomostí.

Obr. 17: Návaznost přesměrovává ve dvojitým smyslu. V první řadě je použit tam, kde na sebe jednotlivé oddíly navazují. V druhé řadě odkazuje do prezentace o patofyziologii, jež byla zařazena pro zpestření tématu.



Obr. 16: Opakování



Obr. 17: Návaznost

Ikona přepínající v rámci prezentace

Ikona vyobrazená na **obr. 18: Video** se objevuje v prezentaci o patofyziologii. Přesměrovává na poslední snímek prezentace, kde jsou souhrnně všechny videosekvence týkající se patofyziologie. Zde po výběru příslušného odkazu dojde k přesměrování na video obsažené na internetu. Ke spuštění dojde, pokud je počítač připojen k internetu.

Ikona představená na **obr. 19: Domů** se nachází na posledním snímku prezentace: Patofyziologie s odkazy na internetová videa, kam se dá přepnout z mnoha snímků prezentace, načež tato ikona umožní návrat na poslední zobrazený snímek.



Obr. 18: Video



Obr. 19: Domů

Ikona odkazující mimo prezentace

Ikona s vyobrazeným písmenem **i** (**obr. 20: Internet**) se objevuje v prezentaci o patofyziologii a odkazuje na zajímavou stránku, či stránku s rozšiřujícími informacemi na internetu. Pro její spuštění je potřeba mít přístup na internet.



Obr. 20: Internet

Ikony sloužící jako symboly

Vyobrazené ikony se symboly nejsou interaktivní, mají pouze informativní charakter. Symbol na **obr. 21: Animace** poukazuje na skutečnost, že na aktuálním snímku je obsažena animace. Symbol na **obr. 22: Poznámka** zdůrazňuje, že pod snímek v liště na poznámky je doplňující informace, k aktuálnímu snímku.



Obr. 21: Animace



Obr. 22: Poznámka

Poslední snímek této úvodní prezentace poukazuje na symboliku prezentace: „RISKUJ“. Od jiných prezentací výukového programu se razantně liší a má i vlastní symboly.

Vysvětlivky: „RISKUJ“

Terminologie	Funkční metabolikum	Sacharidy	Patofyziologie
1000	1000	1000	1000
2000	2000	2000	2000
3000	3000	3000	3000
4000	4000	4000	4000
5000	5000	5000	5000

Na každou otázku je možných 1 - 4 správných odpovědí

Odpovědi jsou interaktivní – po kliknutí se objeví správnost x nesprávnost odpovědi

3000 Patofyziologie

Nebezpečí metabolického syndromu je, že:

- a) Člověk se cítí velice oslaben
- b) Člověk se necítí nemocný
- c) Člověk nic neomezuje v běžném životě
- d) Člověk omezuje bolesti

SYMBOLY:

- Správná odpověď
- Nesprávná odpověď

HRACÍ PŮLE

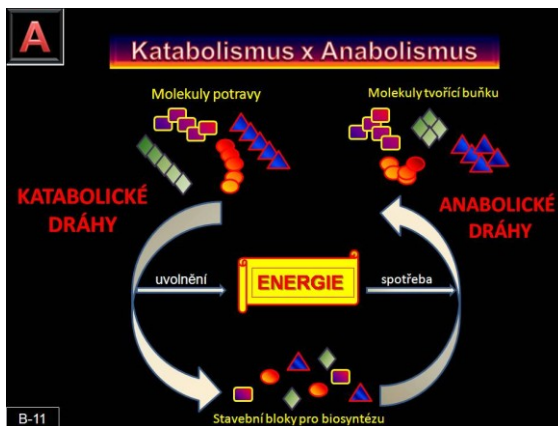
Obr. 23: Vysvětlivky: „RISKUJ“

Snímek zdůrazňuje, že po kliknutí na konkrétní otázku, opatřenou bodovým ohodnocením dojde k přesměrování na snímek s otázkou. Snadná orientace ve hře je podpořena záhlavím všech snímků s úkoly. Záhlaví je opatřeno bodovou dotací otázky a tématem. Každá otázka má 1-4 správných odpovědí. Uvedené varianty ve žlutých rámečcích jsou interaktivní, po kliknutí na ně se může objevit sluníčko, nebo mráček. Symbolika je intuitivně zvolena, správnou odpověď signalizuje sluníčko a špatná odpověď je podpořena mráčkem. Po zodpovězení otázky se lze vrátit na základní hrací pole kliknutím na kolonku: „Hrací pole“.

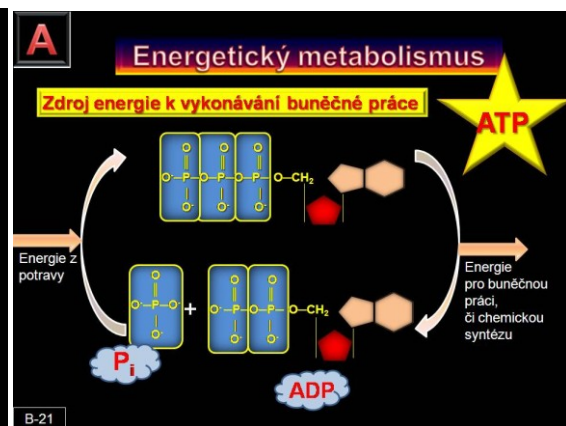
B. Terminologie (snímky B-1 až B-23)

Tato kapitola je zařazena ve výukovém programu do celku obecné charakteristiky. Pohlíží na metabolismus z pohledu obecně platných zákonů. Úvodní snímky popisují základní terminologii.

V prezentaci je metabolismus rozdělen na látkový a energetický. Oběma charakteristikám jsou věnovány informativní snímky. V podkapitole o látkovém metabolismu je animované schéma vzájemného vztahu katabolismu a anabolismu (**obr. 24: Katabolismus, anabolismus**). S podobným designem snímku je v podkapitole o energetickém metabolismu animováno obecné schéma o působení ATP (**obr. 25: Zdroj energie k vykonávání buněčné práce**). Odlišná barva pozadí u obou snímků by měla zvýšit pozornost uživatele.



Obr. 24: Katabolismus, anabolismus

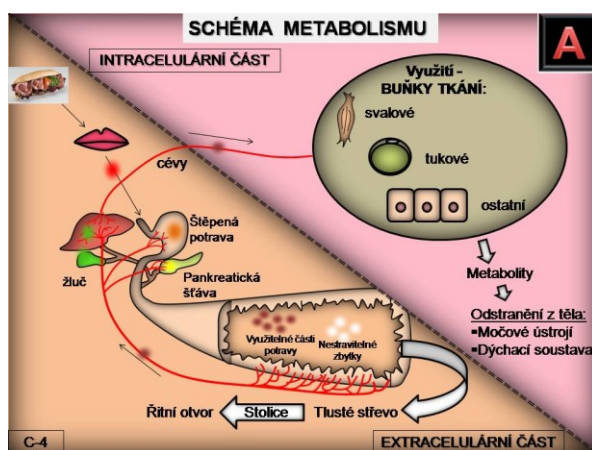


Obr. 25: Zdroj energie k vykonávání buněčné práce

Poslední snímek prezentace odkazuje do prezentace: „Opakování“, na příslušný soubor otázek.

C. Extracelulární principy (snímky C-1 až C-22)

Výuková prezentace zařazená ve výukovém programu do obecné charakteristiky metabolismu a společně s prezentací o intracelulární části patří do funkční části. Cílem této části je podat přehled procesů extracelulární fáze trávení, která je nedílnou součástí metabolických procesů. Pro snadnější orientaci je v úvodu vyobrazeno celkové schéma metabolismu, v rámci kterého je vymezena fáze extracelulární a intracelulární (**Obr. 26: Schéma metabolismu**)



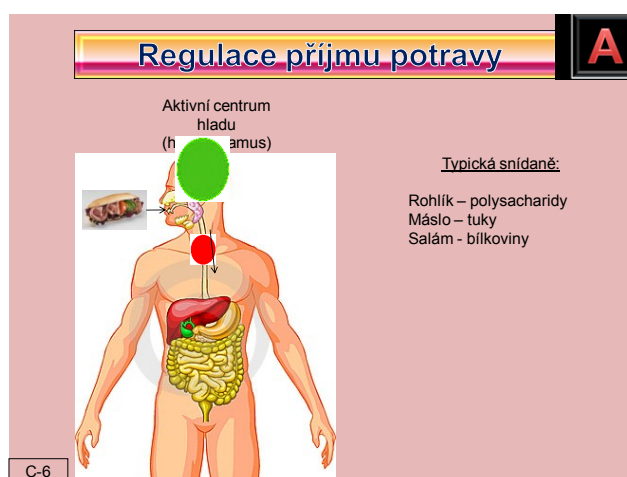
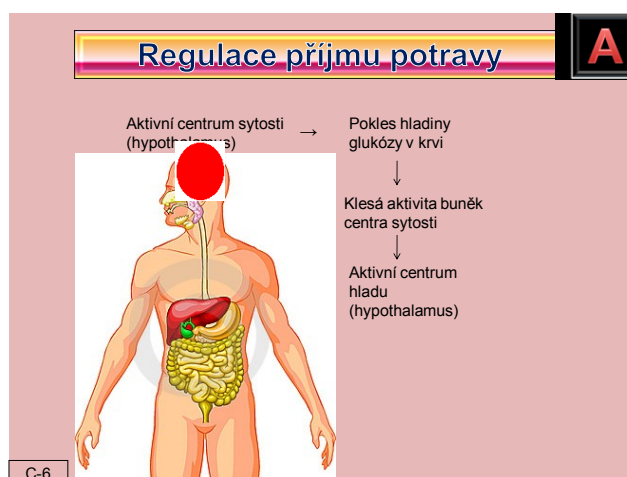
Obr. 26: Schéma metabolismu

Veškeré metabolické procesy v těle jsou spjaty s příjmem potravy. Regulace příjmu je řízena z CNS (reflexně i vůlí). Na **obr. 27: Regulace příjmu potravy** je animačně znázorněna role hypotalamu v příjmu potravy.

Další snímky prezentace se věnují postupně trávení živin probíhající v ústech, žaludku a tenkém střevě. Trávení v tenkém střevě je znázorněno na **obr. 28: Trávení v tenkém střevě**.

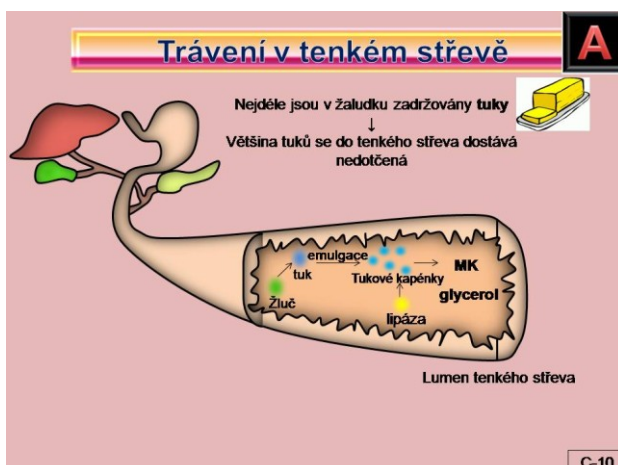
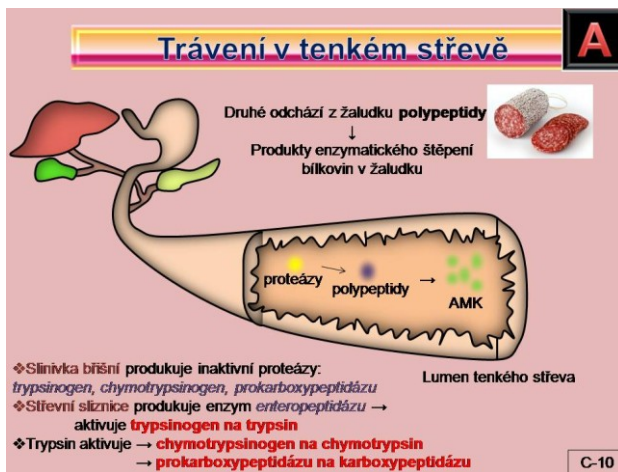
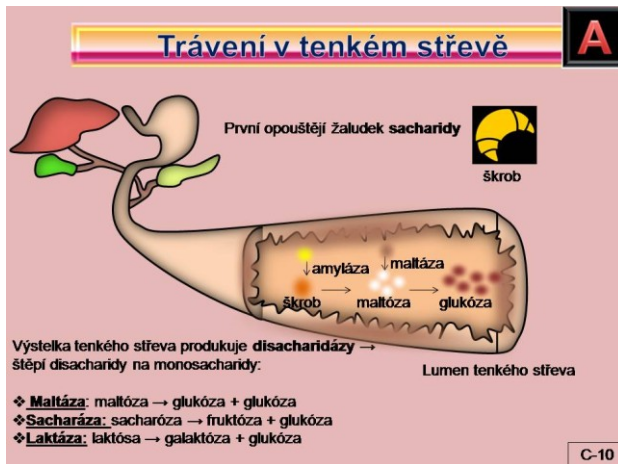
Další snímky prezentace se věnují resorpci jednotlivých živin v tenkém střevě do krevního oběhu. Do tohoto celku je začleněna zmínka o vrátnicovém oběhu a důležitosti jater v metabolismu. V prezentaci je začleněno pár snímků s převzatými obrázky ze vzdělávacího portálu www.galenos.cz, které vtípnou a pěknou grafickou formou doplňují uvedenou kapitolu.

Poslední snímek prezentace odkazuje do prezentace: „Opakování“, který přesměruje rovnou na příslušný soubor otázek a procvičovacích schémat.



Obr. 27 a, b: Regulace příjmu potravy.

Snímek vychází z počátečního stavu sytosti, kdy je aktivní příslušné centrum v hypotalamu (znázorněno červenou blikající „světluškou“). Postupně dochází ke snižování hladiny glukózy v krvi a klesá i aktivita buněk centra sytosti, načež se stane aktivní centrum hladu v hypotalamu (znázorněno zelenou blikající „světluškou“). Nastává pocit hladu (např. po ránu), který vede k příjmu potravy. Uvedené děje roztočí kolotoč metabolických dějů.



Obr. 28 a, b, c: Trávení v tenkém střevě

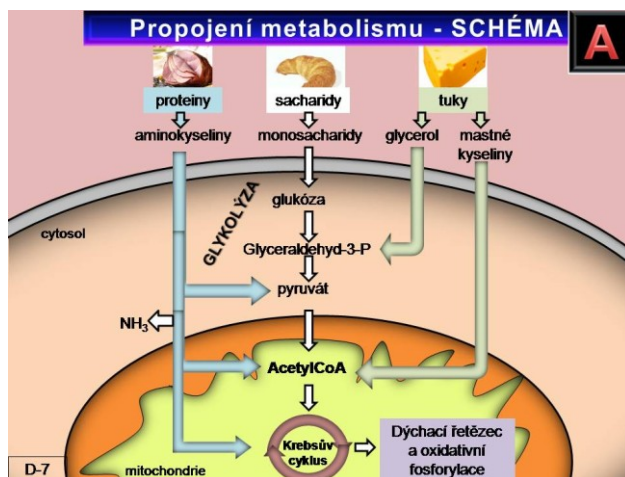
Trávení v tenkém střevě je přehledně zabudováno do náčrtu příslušných orgánů. Při trávení potravy opouští žaludek první sacharidy. Škrob je rozkládán pankreatickou amylázou na disacharid. Výstelka tenkého střeva produkuje disacharidázy štěpící disacharidy na monosacharidy. V pořadí druhé opouští žaludek polypeptidy (produkty enzymatického štěpení bílkovin pepsinem v žaludku). Slinivka břišní produkuje inaktivní proteázy: trypsinogen, chymotrypsinogen a prokarboxypeptidázu. Střevní sliznice produkuje enteropeptidázu, která aktivuje trypsinogen na trypsin. Trypsin poté aktivuje chymotrypsinogen a prokarboxypeptidázu na chymotrypsin a karboxypeptidázu. Které štěpí polypeptidy na jednotlivé aminokyseliny. Nejdéle jsou v žaludku zadržovány tuky. Jaterní žluč emulguje tuky na drobné tukové kapénky, které poté štěpí pankreatická lipáza na jednotlivé mastné kyseliny a glycerol.

D. Intracelulární principy (snímky D-1 až D-27)

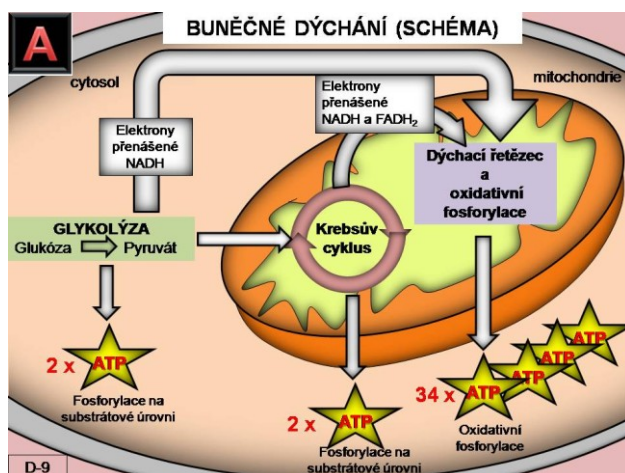
Každá buňka těla vyžaduje přísun živin k zabezpečení jejích energetických potřeb. Tento oddíl se zaměřuje na procesy probíhající na buněčné úrovni a hlavně se zabývá metabolickými drahami společnými pro všechny typy molekul živin.

Úvodní snímky prezentace jsou schematické, nastiňují kompletní cestu od živin až po vznik energie v buňkách. Následně jsou v prezentaci jednotlivé děje podrobně rozebrány.

Snímek uvádějící propojení metabolismu živin (**Obr. 29: Schéma propojení metabolismu**) by měl poukázat na propojenost metabolických drah a stěžejní produkt katabolismu živin je Acetyl-CoA, kde se dráhy stýkají.



Obr. 29: Schéma propojení metabolismu by mělo poukázat na pozici jednotlivých živin v rámci jejich vzájemné nahraditelnosti a ve vstupech do metabolických drah. Načež stěžejní je uvědomit si centrální postavení Acetyl-CoA v rámci katabolismu živin.



Obr. 30: Schéma buněčného dýchání je uvedeno v začátku prezentace a následně jsou dílčí děje rozebrány jednotlivě. Je vhodné se k souhrnnému snímku vracet. Jasně patrná je lokalizace dějů i množství energie při nich vznikající.

Jiný pohled na buněčné dýchání je z hlediska výtěžku ATP v jednotlivých fázích tohoto procesu (*obr. 30: Schéma buněčného dýchání*). U těchto složitějších schémat je velice výhodné použít animací, kdy při každém kroku se objeví část děje. Tímto způsobem je možné složité děje rozfázovat do logického sledu posloupností. Důležité je i grafické vsazení děje do konkrétních buněčných kompartmentů, kde reálně probíhají.

Krebsův cyklus jakožto biochemická dráha je postupnou přeměnou produktů katabolismu živin uzavřenou do cyklu. Díky didaktickému a zároveň fyziologickému charakteru práce je zvoleno popsání cyklu slovně s vhodným schématem, ze kterého jsou patrné nejdůležitější okamžiky cyklu, přičemž jsou vynechány chemické vzorce (*obr. 31: Krebsův cyklus*). Na posledním snímku ze série animace je symbol, který odkazuje na poznámkovou lištu pod snímkem. Pro zvýraznění popisovaných dějů jsou ve schématu použity červené zvýrazňující tvary.

Na snímku D-16 je animace fosforylace na substrátové úrovni, kterou vzniká cca 10% buněčné ATP.

Snímky D-17 až D-19 charakterizují přenašeče protonů a elektronů NAD^+ a FAD, jakožto důležité součásti buněčného dýchání.

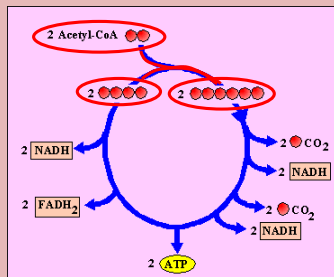
Hlavní náplní zbytku snímků je popis dýchacího řetězce a oxidativní fosforylace (*Obr. 32: Dýchací řetězec, oxidativní fosforylace*). Animace jsou názorně zpracovány, umožňují lépe pochopit opravdu náročnou problematiku odehrávající se na buněčné úrovni.

Poslední snímek prezentace odkazuje do prezentace: „Opakování“, který přesměruje rovnou na příslušný soubor otázek a procvičovacích schémat.

Krebsův cyklus - PŘEHLED



1. Acetyl-CoA vstupuje do cyklu a kondenzuje s oxalacetátem (4 uhlíky) na citrát - kyselinu citronovou (6 uhlíků).

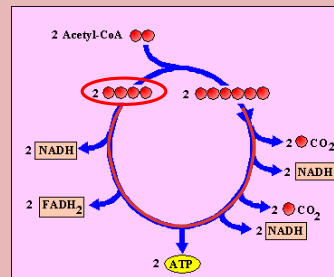


D-15

Krebsův cyklus - PŘEHLED



2. Postupné dekarboxylace a oxidace uvolňují oxid uhlíčitý jako odpadní produkt, hlavně ale dochází k redukci koenzymů. Konečným produktem je opět oxalacetát.

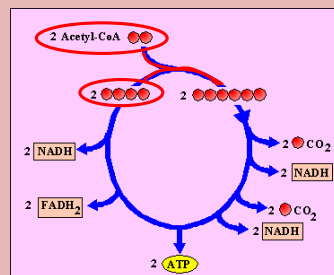


D-15

Krebsův cyklus - PŘEHLED



3. Oxalacetát kondenzuje s dalším acetyl-CoA a cyklus se opakuje

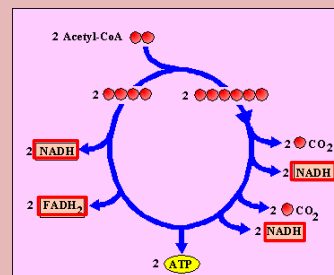


D-15

Krebsův cyklus - PŘEHLED



Protony nesené redukovanými koenzymy jsou použity v dýchacím řetězci, kdy oxidativní fosforylací dochází k syntéze ATP.



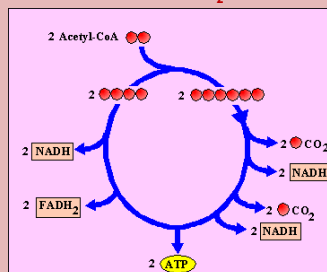
D-15

Krebsův cyklus - PŘEHLED



Výtěžek Krebsova cyklu na 1 molekulu glukózy:
Glukóza → 2x Pyruvát → 2x Acetyl-CoA

6 NADH+H⁺ + 2 FADH₂ + 2 ATP

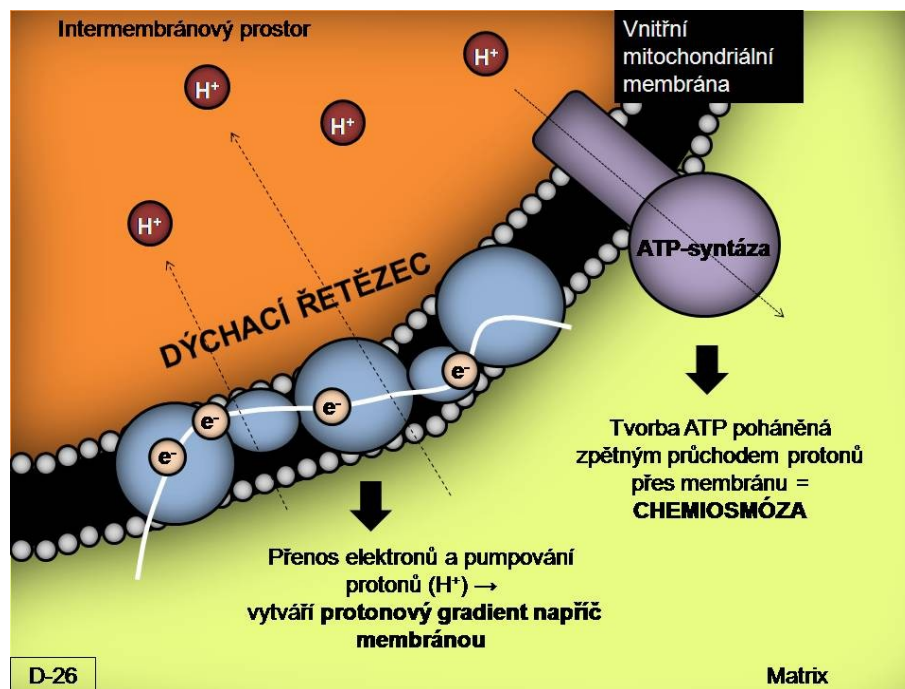
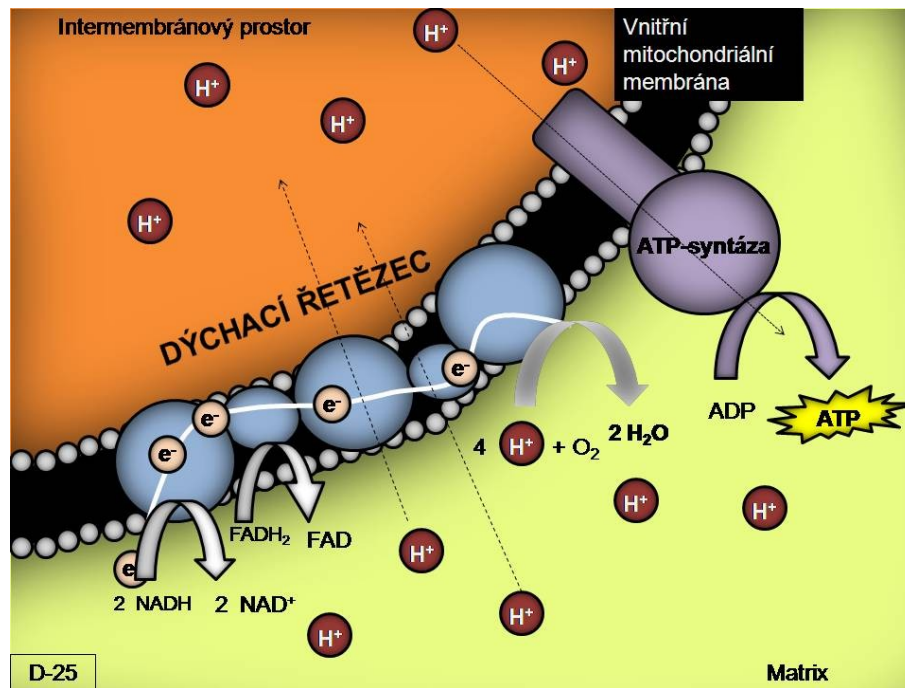


D-15



Obr. 31 a, b, c, d, e: Krebsův cyklus

Pro snadnější pochopení Krebsova cyklu je použit obrázek bez chemických vzorců, není ani cílem, aby se studenti učili nepřehledné množství sloučenin, ale aby pochopili stěžejní momenty uvedené biochemické dráhy, což jsou: 1. kondenzace acetyl CoA (2 C) s oxalacetátem (4 C) za vzniku kyseliny citronové (6 C), 2. Postupná dekarboxylace a oxidace za uvolnění oxidu uhličitého (odpadní produkt) a redukce koenzymů (NADH, FADH₂), kdy konečný produkt je opět do dráhy vstupující oxalacetát. 3. Oxalacetát kondenzuje s další molekulou acetyl CoA a cyklus se opakuje. 4. Redukované koenzymy (NADH, FADH₂) jsou použity jako zdroje protonů a elektronů v dýchacím řetězci. 5. Výtěžek Krebsova cyklu na 1 molekulu glukózy jsou 2 molekuly ATP.



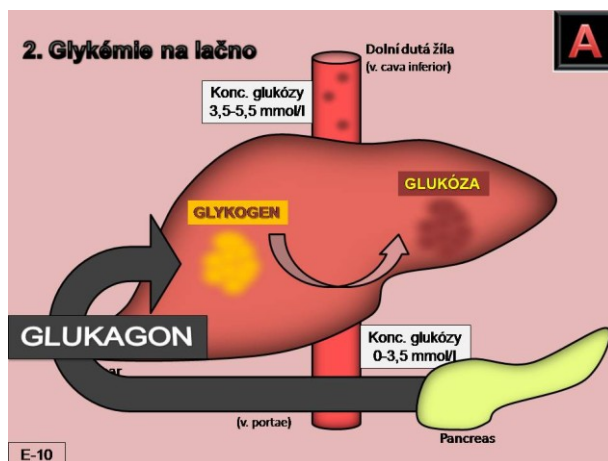
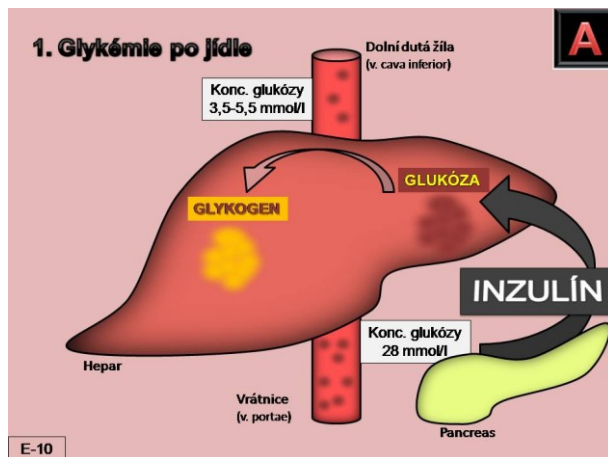
Obr. 32 a, b: Dýchací řetězec, oxidativní fosforylace *schematicky popisuje jejich průběh. Animace názorně popisuje děje. Hlavním úkolem dýchacího řetězce je přenos elektronů a tvorba protonového gradientu napříč membránou. Oxidativní fosforylace je tvorba ATP poháněná zpětným průchodem protonů přes membránu.*

E. Sacharidy (snímky E-1 až E-20)

Prezentace je zaměřena na konkrétní skupinu látek – sacharidy, z pohledu metabolismu. Aby tato kapitola logicky zapadla do celkového kontextu, je v jejím úvodu stručně zopakováno rozdělení, význam a trávení sacharidů.

Snímek E-7 popisuje slinivku břišní jakožto žlázu s mimořádným významem pro metabolismus sacharidů.

Snímky E-8 až E-10 popisují glykémii a její význam. Význam inzulínu a glukagonu je vysvětlen pomocí přehledné animace na snímku E-10 (**obr. 33: Glykémie**).



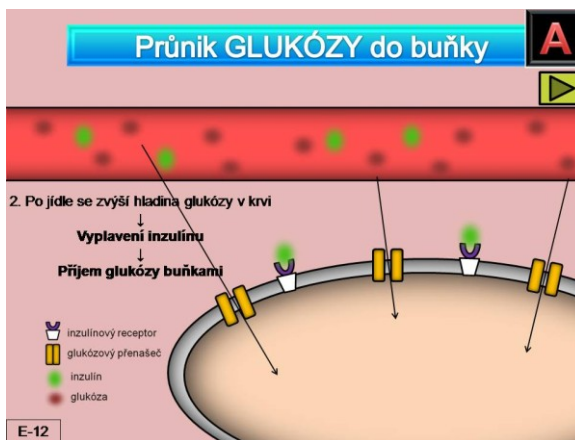
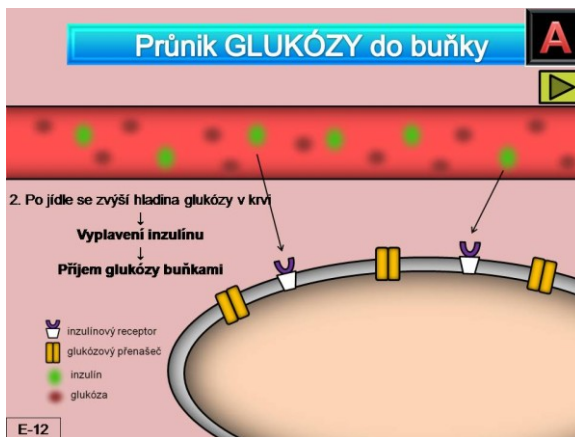
Obr. 33 a, b: Glykémie

Popisuje význam inzulínu a glukagonu v metabolismu glukózy. Po jídle se glykémie zvýší a je nutné glukózu dopravit k cílovým buňkám, popř. její přebytky uložit ve formě glykogenu. Hladinu glukózy v krvi snižuje právě hormon produkovaný slinivkou břišní inzulín. Opačná je situace, kdy nedochází k příjmu glukózy v potravě a glykémie se začne snižovat. Tuhle situaci řeší rovněž hormon slinivky břišní a to konkrétně glukagon, který štěpí jaterní glykogen na glukózu.

Snímek E-12 vyobrazuje příjem glukózy buňkami (*obr. 34: Příjem glukózy buňkami*). Animace je zvolena z důvodu snadnějšího pochopení molekulární regulace účinku inzulínu. Na snímku je umístěn hypertextový odkaz do prezentace: „Patofyziologie“ na problematiku onemocnění Diabetes mellitus. Tento odkaz je vhodné použít již při probírání této problematiky, protože problematika diabetiků je čím dál aktuálnější. Vhodné je zařadit i téma ke zdravému životnímu stylu. Na snímcích je umístěna legenda pro snadnou orientaci ve znázorňovaném ději.

Snímek E-13 popisuje způsoby příjmu glukózy jednak závisle a nezávisle na inzulínu. Je použito obrazového znázornění místo textového vyjádření.

Na snímku E-14 je znázorněna přeměna a možné využití sacharidů. Další snímky se potom věnují sacharidům jakožto nejpohotovějším zdrojům energie. Snímek E-15 uvádí možný vznik energie kvašením, či buněčným dýcháním v závislosti na přítomnosti, či absenci kyslíku. Další snímky charakterizují glykolýzu jakožto předstupeň obou dějů. Kvašení se věnuje snímek E-17, načež další snímek zmiňuje buněčné dýchání s hypertextovým odkazem na prezentaci týkající se intracelulární části metabolismu. Poslední snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“, odkaz přesměruje na příslušné otázky v prezentaci.



Obr. 34 a, b, c, d: Příjem glukózy buňkami je řízen hormonálně.

V krvi je stálá hladina glykémie cca 5,5 mmol/l. Po jídle se uvedená hodnota dočasně zvýší, což je signálem pro slinivku břišní, která vypraví do krve hormon inzulín.

Inzulín se naváže na příslušné receptory lokalizované na povrchu buněk, čímž dojde k otevření glukóзовých přenašečů a transportu glukózy do buňky se současným poklesem glykémie na fyziologickou hodnotu. Na snímku je symbol „zelené šipky“, která přesměrovává do prezentace o patofyziologii.

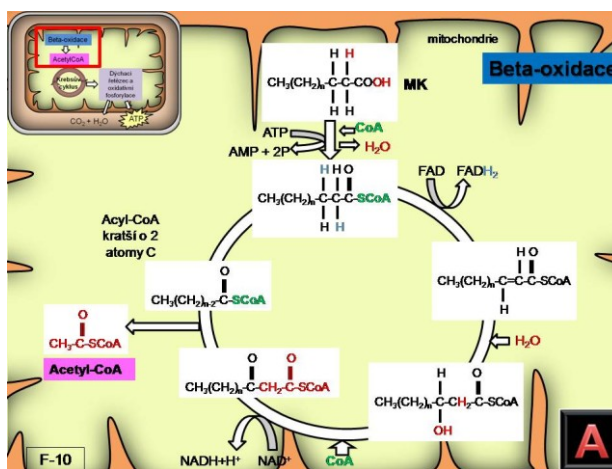
Porucha výše popsaného procesu vede ke vzniku cukrovky (Diabetes mellitus). Při cukrovce I. typu je nedostatek produkovaného inzulínu a při cukrovce II. typu jsou receptory necitlivé k inzulínu. V obou případech je tedy narušen transport glukózy z krve do buněk. Dále je na snímku přítomna legenda s jednotlivými symboly.

F. Lipidy (snímky F-1 až F-14)

Prezentace je zaměřena na konkrétní skupinu látek – lipidy, z pohledu metabolismu. Aby tato kapitola logicky zapadla do celkového kontextu, je v jejím úvodu stručně zopakováno rozdělení, význam a trávení lipidů.

Snímek F-7 uvádí rozdíl v energetické výhodnosti tuků a glykogenu jakožto rozdílných zdrojů energie. Další snímky popisují metabolismus lipidů. Snímek F-8 popisuje možné využití lipidů v metabolismu.

Snímky F-9 a F-10 popisují specifickou cestu odbourávání lipidů předcházející buněčnému dýchání a to beta-oxidaci. Snímek F-10 (*obr. 35: Beta-oxidace*) je zajímavý. Postupně se každá poloreakce zviditelní, protože se jedná o složitější problematiku, aby bylo jasné, kde probíhá, tak jednak na pozadí je zviditelněná mitochondrie a jednak v levém horním rohu je celý děj zasazen do kontextu buněčného dýchání.



Obr. 35: Beta-oxidace

Je biochemickou dráhou odbourávání mastných kyselin v mitochondrii buňky na acetyl CoA, který má důležité místo v metabolismu živin, protože vstupuje do Krebsova cyklu a následně jsou uvolněné elektrony a protony využity dýchacím řetězcem a oxidativní fosforylací k tvorbě energie (ATP).

Při beta-oxidaci (v jednom cyklu) je produktem odbourávání mastné kyseliny acetyl CoA a mastná kyselina s řetězce kratším o 2 C.

Snímek F-11 pokračuje v návaznosti na beta-oxidaci buněčným dýcháním, ale je zde znázorněno pouze stručné schéma a hypertextový odkaz na prezentaci rozebírající podrobněji tuto problematiku.

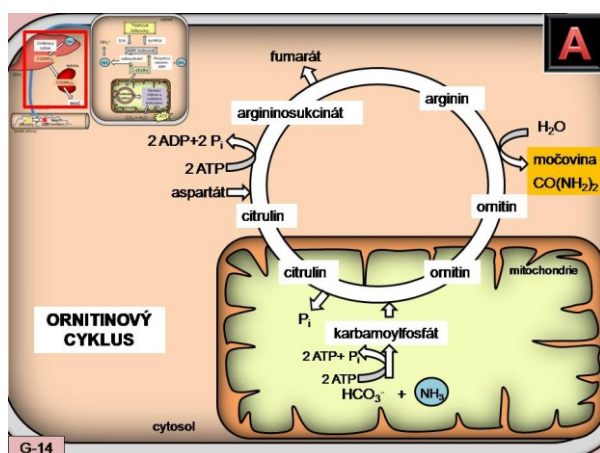
Snímky F-12 a F-13 se dotýkají cholesterolu, který je velmi důležitou sloučeninou v metabolismu. Poslední snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“, přesměruje na příslušné otázky v prezentaci.

G. *Proteiny* (snímky G-1 až G-16)

Prezentace je zaměřena na konkrétní skupinu látek – proteiny, z pohledu metabolismu. Aby tato kapitola logicky zapadla do celkového kontextu, je v jejím úvodu stručně zopakováno rozdělení, význam a trávení proteinů.

Snímek G-9 shrnuje využití proteinů v metabolismu. Je zde zvýrazněna nutnost deaminace před vstupem do většiny drah. Snímek G-12 připomíná glukoneogenezi.

V metabolismu proteinů je důležité odstraňování přebytečného dusíku, což zprostředkovává ornitinový cyklus, kterému se věnují snímky G-13 až G-14. Na snímku G-14 (*obr. 36: Ornitinový cyklus*) je zajímavý uvedený děj, načež z didaktického hlediska je v levém horním rohu lokalizováno schematické zasazení průběhu ornitinového cyklu.



Obr. 36: Ornitinový cyklus je biochemická dráha odbourávající toxický amoniak na močovinu, která je následně transportována do ledvin a vyloučena močí z těla.

Ornitinový cyklus probíhá v játrech. Část cyklu probíhá v cytosolu a část v mitochondrii buňky. V animaci jsou jen znázorněny vznikající meziprodukty, je zbytečné v tomto kontextu uvádět chemické vzorce, které by odpoutali pozornost od samotné podstaty děje.

Snímek G-15 zdůrazňuje důležitý příjem proteinů jak z hlediska kvality, tak rovněž kvantity, protože proteiny nemohou být uchovávány do zásoby a přebytek musí být metabolicky odbouráván, čím jsou postiženy nejvíce játra a ledviny.

Poslední snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“, přesměruje na příslušné otázky v prezentaci.

H. Patofyziologie (snímky H-1 až H-25)

Prezentace zařazená mezi tzv. doplňkové, jejím cílem je rozšířit hlavní náplň výukového programu a zatraktivnit problematiku metabolismu. V prezentaci jsou zařazeny snímky týkající se nejčastějším metabolickým onemocněním, či poruchám.

Snímek H-4 se týká nedostatku plazmatických bílkovin, což je fenomén třetího světa. Snímky H-5 až H-7 se zabývají metabolickým syndromem, jakožto civilizační chorobou bohatých zemí. Na snímku H-5 je umístěn odkaz na internetovou stránku s dalšími informacemi, dále je zde odkaz na konec prezentace, kde jsou odkazy na videa umístěná na internetu. K problematice metabolického syndromu jsou zde na výběr dvě videosekvence.

Snímek H-8 se samostatně věnuje obezitě, jako jedné z rozšířených civilizačních chorob. Na snímku je odkaz na konec prezentace, kde je umístěn odkaz na video.

Snímky H-9 až H-11 rozebírají onemocnění Diabetes mellitus. Na prvním snímku rozebírajícím cukrovku je odkaz na internet a na poslední snímek prezentace s odkazy na videa. Ke znázornění poruchy jsou použity názorné animace, které jsou pokračováním snímků týkajících se průniku glukózy do buňky z prezentace sacharidů.

Snímky H-12 až H-14 pojednávají o poruchách příjmu potravy a to mentální anorexii a bulimii, v úvodním snímku je možnost přejít na internetový portál věnující se poruchám příjmu potravy, či na poslední snímek se seznamem videosekvencí.

Další snímky se postupně věnují dně, poruchám štítné žlázy, fenyلكetonurii, ateroskleróze a celiakii.

Poslední snímek prezentace (**Obr. 37: Video – patofyziologie**) je snímkem, na který se dá přesměrovat příslušnými tlačítky akcí z mnoha snímků prezentace. Jsou na něm uvedeny odkazy na videosekvence umístěné na internetu. Video jsou umístěná na stránkách www.ceskatelevize.cz v levém sloupci jsou videa z dokumentárního cyklu „Domácí lékař, aneb nic není jen tak“ a v pravém sloupci jsou videa z dokumentárního cyklu „Diagnóza“. Pro případné začlenění do výuky jsou zde zobrazeny i délky videí. Dokumentární cyklus „Domácí lékař“ obsahuje 7 minutové sekvence a „Diagnóza“ 17 minutové sekvence. Při spuštění prezentaci, by po kliknutí na příslušný link mělo dojít

přímo k přesměrování na internet, kde se video automaticky spustí. Je možnost se ze snímku vrátit na poslední zobrazený snímek kliknutím na ikonu fialového domečku.

VIDEA - PATOFYZIOLOGIE

Dokumentární cyklus České televize:

(7 min. sekvence)

- [Poruchy štítné žlázy](#)
- [Zánět slinivky břišní](#)
- [Dna](#)
- [Metabolický syndrom](#)
- [Celiakie](#)

(17 min. sekvence)

- [Moderní léčba diabetu](#)
- [Inzulínová pumpa](#)
- [Fenylketonurie](#)
- [Celiakie](#)
- [Obezita](#)
- [Mentální anorexie a bulimie](#)
- [Metabolický syndrom](#)

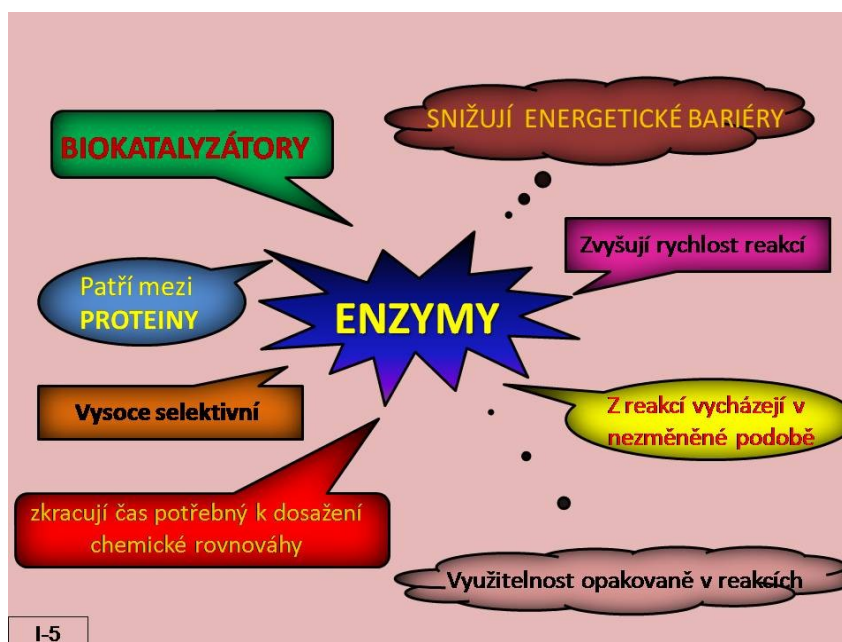
H-25

Obr. 37: Videa - patofyziologie

I. Enzymy v metabolismu (snímky I-1 až I-14)

Druhá prezentace z tzv. doplňků je rozšiřující. Enzymy sice patří mezi významné mezičlánky metabolismu, ale v hlavním záměru práce nebyly zahrnuty.

Snímek I-4 charakterizuje úlohu enzymů v metabolismu. Na dalším snímku I-5 (*obr. 38: Charakteristika enzymů*) jsou enzymy netradičně charakterizovány stručnými hesly lokalizovanými v barevných objektech. Tento snímek by měl zvýšit pozornost již svým zpracováním a charakteristika by měla být lehce vstřebatelná, protože je oprostěna od prázdných výrazů.



Obr. 38: Charakteristika enzymů

Snímky I-6 až I-7 popisují bariéru aktivační energie, snímek I-6 zobrazuje reakční koordinátu katalyzované a nekatalyzované reakce graficky s kontrastním černým pozadím oproti zbytku prezentace.

Snímek I-8 znázorňuje substrátovou specifitu, je zde umístěna názorná animace indukovaného přizpůsobení. Snímky I-9 až I-13 se věnují mechanismům regulace metabolismu prostřednictvím enzymů. Na snímku I-11 je animace kompetitivní a nekompetitivní inhibice. Snímek I-14 popisuje možné lokalizace enzymů v rámci buňky.

J. Opakování (snímky J-1 až J-31)

Prezentace věnovaná opakování a ověřování vědomostí rozmanitými způsoby. Je zahrnuta do celku doplňkových prezentací rozšiřujících hlavní obsah výukového programu.

Druhý snímek J-2 ukazuje strukturu prezentace, podle které je sestavena. Snímky J-2 až J-8 se věnují opakování celku Terminologie. První otázka na snímku J-4 vybízí k doplnění chybějících slov do věty, načež jak je to i v ostatních snímcích po kliknutí myši se správné odpovědi zobrazí v kontrastních barvách. Druhá otázka je stavěna obdobně jako předešlá, na doplnění výrazů, s tím rozdílem, že jde o doplnění rozdělení organismů. Snímek J-6 (**Obr. 39: Přiřazovací úloha**) vybízí k přiřazení správných tvrzení. Jsou zde uvedeny nadřazené výrazy a bublina s tvrzeními, které patří k jedné z nabízených možností. Po kliknutí pomyslná bublina s pojmy zmizí a při dalším kliknutí se začnou možnosti postupně řadit k náležejícím výrazům.

Čtvrtá otázka na snímku J-7 vybízí k výběru správných odpovědí. V tomto typu úloh je možných 1-4 správných odpovědí a po kliknutí se správné odpovědi zvýrazní odlišně zbarveným pozadím. Pátá otázka na snímku J-8 nabízí alternativy, které chybí ve větě, vždy je jen jedna možnost správně.

K části výukového programu extracelulární principy jsou k dispozici čtyři opakovací úlohy na snímcích J-9 až J-13. Na snímku J-10 je znázorněno schéma trávení sacharidů a úlohou je doplnit chybějící enzymy ve schématu. Po kliknutí se správné odpovědi zobrazí. Snímek J-11 je postaven obdobně jako předchozí, je zde znázorněno schéma trávení lipidů, kde je úkolem chybějící výrazy doplnit. Na snímku J-12 je třeba doplnit chybějící výrazy do tvrzení o trávení proteinů. Devátá otázka na snímku J-13 (**obr. 40: Aktivace proteáz v tenkém střevě**) vybízí k doplnění schéma aktivace proteáz v tenkém střevě, po kliknutí se vždy část aktivace zobrazí, aby zde mohl proběhnout případný slovní rozbor.

Intracelulární principy jsou zopakovány na snímcích J-14 až J-19, k tomuto tématu je vytvořeno 5 opakovacích úloh. Otázky jsou sestaveny buď na doplňování slov, nebo výběr správných odpovědí.

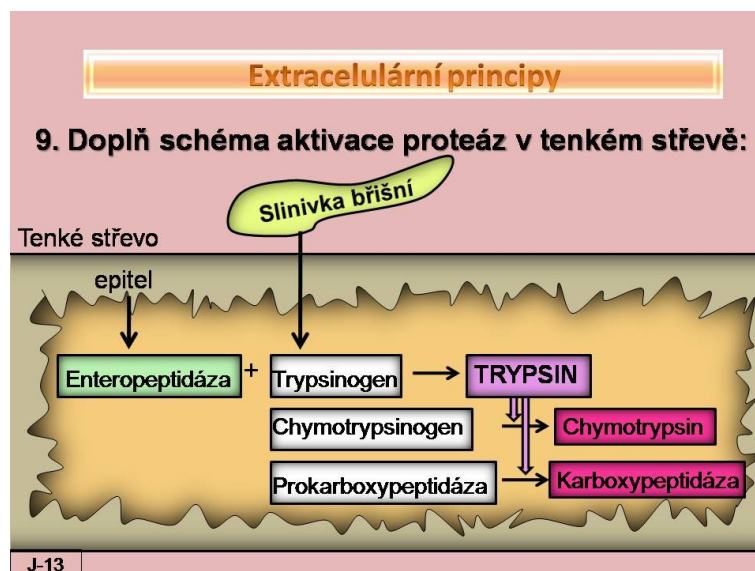
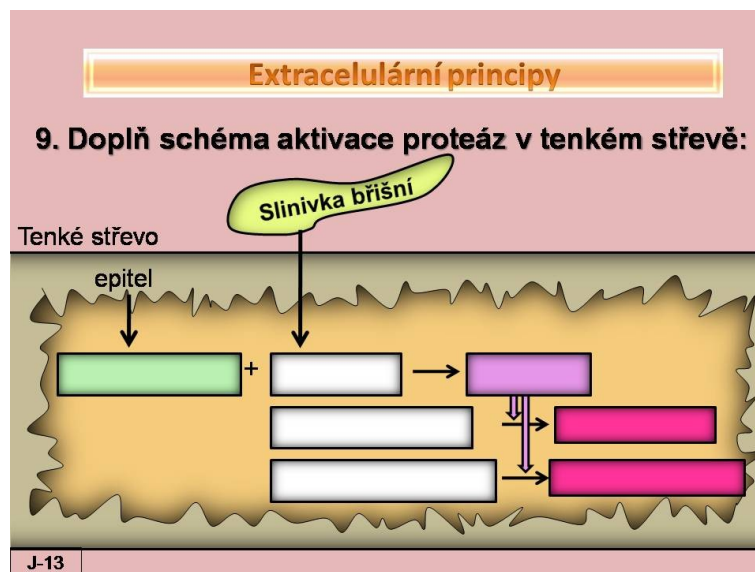
Specifická část metabolismu sestávající z oddílu o sacharidech, lipidech a proteinech je obsažena ve zbytku prezentace na snímcích J-20 až J-31. K tématu sacharidů jsou připraveny 3 opakovací úlohy na snímcích J-20 až J-23. Lipidy jsou testovány rovněž třemi úkoly na snímcích J-24 až J-27. Proteiny opakují snímky J-28 až J-31 na třech opakovacích úlohách. Úlohy v této části prezentace jsou na obdobném principu, jak bylo popsáno výše.



Obr. 39 a, b, c: Přřazovací

úloha testuje schopnost správného přřazení výroků k nadřazeným pojům.

Nadřazené pojmy jsou „katabolismus, anabolismus“, ke kterým se přřazují správná tvrzení. Po kliknutí myši dojde ke zmizení pomyslné bubliny a při dalším kliknutí se začnou tvrzení řadit k náležejícím pojům.



Obr. 40 a, b: Aktivace proteáz v tenkém střevě

Procvičovací úloha, ve které je za úkol doplnit schéma aktivace proenzymů na enzymy.

Animace je zpracována didakticky a její použití je vhodné i při výkladu nového učiva, protože studenti postupně vidí pořadí aktivací a není před ně předloženo hotové schéma.

Postupně je znázorněno: 1. Produkce enteropeptidázy epitelem tenkého střeva, 2. Inaktivní enzymy slinivky břišní trypsinogen, chymotrypsinogen, prokarboxypeptidáza, 3. Enteropeptidáza aktivuje trypsinogen na trypsin, 4. Trypsin aktivuje chymotrypsinogen a prokarboxypeptidázu na chymotrypsin a karboxypeptidázu.

K.RISKUJ! (snímky K-1 až K-22)

Poslední prezentace výukového programu určená spíše pro skupinové opakování. Samozřejmě i individuální využití je možné. Prezentace by měla soutěživou formou atraktivně zopakovat probírané celky.

Úvodní snímek prezentace je organizační, komentuje jak se v prezentaci orientovat. Druhým snímkem je hrací karta (***Obr. 41: Hrací karta RISKUJ!***), která má ústřední postavení v celé prezentaci. Jsou zde čtyři sloupce se čtyřmi okruhy otázek. Každému okruhu je přiřazeno pět otázek ohodnocenými body. Políčka s body jsou interaktivní a po kliknutí na příslušnou hodnotu dojde k přesměrování na otázku.

Terminologie	Funkční metabolismus	Sacharidy	Patofyziologie
<u>1000</u>	<u>1000</u>	<u>1000</u>	<u>1000</u>
<u>2000</u>	<u>2000</u>	<u>2000</u>	<u>2000</u>
<u>3000</u>	<u>3000</u>	<u>3000</u>	<u>3000</u>
<u>4000</u>	<u>4000</u>	<u>4000</u>	<u>4000</u>
<u>5000</u>	<u>5000</u>	<u>5000</u>	<u>5000</u>

HRACÍ POLE

K-2

Obr. 41: Hrací karta RISKUJ!

Na snímku s otázkou (***Obr. 42: Otázka RISKUJ!***) je v horní části uvedeno bodové ohodnocení otázky, poté je přítomno přiřazení okruhu a typická je i barva pozadí snímku, která je stejná, jako na hrací kartě pro příslušný tematický okruh.

Samotné zadání otázky je v bílém poli a možné odpovědi jsou umístěny ve žlutých polích. Jak je uvedeno na prvním snímku na každou otázku je možno jedna až čtyři správných odpovědí. Při kliknutí myši na jakoukoli možnost se zobrazí symbol, znázorňující správnost (slunce), či nesprávnost (mrak) odpovědi.

Při práci ve skupinách je doporučeno na tabuli (popř. na papír) psát po každé zodpovězené otázce získané body jednotlivým skupinám do tabulky a na konci hry je sečíst.





Symbolika použitá v této prezentaci je i předmětem snímku v prezentaci A. Navigace (*Obr. 23: Vysvětlivky: „RISKUJ“*).

Při vyřešení otázky je na snímku přítomen tvar „hrací pole“, který vrátí zpět na hrací kartu, načež se zodpovězená otázka překryje pro eliminaci opětovného výběru stejné otázky.

3000

Patofyziologie

Nebezpečí metabolického syndromu je, že:

- a) Člověk se cítí velice oslaben 
- b) Člověk se necítí nemocný 
- c) Člověka nic neomezuje v běžném životě 
- d) Člověka omezují bolesti 

HRACÍ POLE

K-20

Obr. 42: Otázka RISKUJ!

V. Výsledky

Výsledkem diplomové práce „*Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program*“ je soubor výukových prezentací. Práce je členěna na část teoretickou a přílohy. Teoretická část práce se zabývá především metodickým rozбором jednotlivých výukových prezentací. Přílohy zahrnují jak tištěnou podobu výukového programu (Příloha č.1), tak multimediální CD nosič (Příloha č.2). Výukový program obsahuje 11 dílčích prezentací o celkovém počtu snímků 219.

A. Navigace

První prezentace výukového programu je organizační. Představuje téma diplomové práce, jejího autora a odborného vedoucího práce. Vymezuje cílovou skupinu, pro kterou byl výukový program tvořen a jak je s ním možné pracovat. Uvádí strukturu celého výukového programu, čili osnovu. Závěrem úvodní prezentace je přehledně uveden seznam použitých tlačítek akcí a symbolů použitých v ostatních prezentacích výukového programu a na samostatném snímku jsou symboly vyskytující se ve hře: „RISKUJ“. (5 snímků)

B. Terminologie

Prezentace věnující se obecné charakteristice metabolismu a to především látkovému a energetickému metabolismu. Dále se zmiňuje o rozdělení organismů dle rozdílných zdrojů energie. Závěrečný snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“. (23 snímků)

C. Extracelulární principy

Prezentace rozebírající procesy od přijetí potravy přes její trávení až po resorpci ve střevě. Kapitola je společná s tématem trávicí soustavy, leč pro úplnost zahrnuta. Závěrečný snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“. (22 snímků)

D. Intracelulární principy

Kapitola věnující se společným metabolickým drahám všech živin. Úvodní snímky se věnují schémátům propojení metabolismu. Další snímek uvádí způsoby

získávání energie a poté je zbytek prezentace zaměřen na buněčné dýchání, čili Krebsův cyklus, dýchací řetězec a oxidativní fosforylaci. Závěrečný snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“. (27 snímků)

E. Sacharidy

V úvodní části prezentace je věnována pozornost rozdělení, významu a trávení sacharidů. Jeden snímek se zabývá slinivkou břišní, jakožto žlázou s mimořádným významem pro metabolismus sacharidů. Další snímky se věnují metabolismu sacharidů s odkazy do dalších prezentací výukového programu. Závěrečný snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“. (20 snímků)

F. Lipidy

Kapitola strukturovaná obdobně jako předešlá. Začátek prezentace se zaměřuje na dělení, význam a trávení lipidů. Jeden snímek porovnává tuky a glykogen z hlediska výhodnosti. Dále je v prezentaci zahrnut metabolismus lipidů a zvláště na dvou snímcích zmínka o cholesterolu. Závěrečný snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“. (14 snímků)

G. Proteiny

V pořadí třetí prezentace věnující se metabolismu živin. Úvodní snímky pro úplnost představují charakteristiku, dělení a trávení proteinů. Jeden snímek se věnuje dusíkové bilanci a další již metabolismu proteinů. Závěrečný snímek odkazuje do prezentace: „Opakování“. (16 snímků)

H. Patofyziologie

Prezentace zařazená především k zatraktivnější tématu, je tedy spíše rozšiřující. Věnuje se nejtypičtějším a nejčastějším metabolickým chorobám, či poruchám. Často na ni je odkazováno v ostatních výukových prezentacích, ze kterých se na ni lze přepnout pomocí příslušných tlačítek akcí. Na snímcích představujících některé choroby je odkazováno na internetové stránky s dalšími informacemi, popř. je zde symbol, který přesměruje na poslední snímek této prezentace, kde jsou odkazy na krátká videa umístěná na internetu. (25 snímků)

I. Enzymy v metabolismu

Prezentace zpestřující hlavní záměr výukového programu, patří opět již do rozšiřujícího obsahu, i když zrovna enzymy patří mezi jedny z nejdůležitějších článků metabolismu. Důraz je kladen na objasnění úlohy enzymů v metabolismu, jejich charakteristiku, dále je vysvětlena bariéra aktivační energie, specifita účinku, mechanismy regulace metabolismu a lokalizace enzymů. (14 snímků)

J. Opakování

Na tuto prezentaci bylo odkazováno z kapitol vytvářejících hlavní náplň výukového programu, odkud se na příslušný snímek této prezentace dá přesměrovat pomocí příslušného tlačítka akce. Prezentace může být použita i celá samostatně, protože v jejím úvodu jsou snímky uvádějící strukturu materiálu. Ke každé z dílčích kapitol (u kterých se odkazuje na opakování) bylo sestaveno 3 – 5 snímků věnovaných různým způsobům testování osvojených znalostí. Použito bylo jak doplňování slov do textu, výběr správné odpovědi, tak přiřazování správných odpovědí. Při otázkách vybízejících k výběru odpovědi je vždy možno více správných možností. (31 snímků)

K. RISKUJ!

Prezentace určená k závěrečnému opakování např. ve skupinách. První snímek obsahuje organizační informace k prezentaci. Druhý snímek je již hrací kartou, která má ústřední postavení v celém opakování. Další snímky jsou již s příslušnými otázkami, na které je uživatel přeměrováván z hrací karty a kam se po zodpovězení otázky opět vrací pomocí tlačítka akce na každém snímku, přičemž zodpovězená otázka se zakryje pro eliminaci opětovného výběru. (22 snímků)

VI. Diskuse

Předložená diplomová práce na téma *Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program* je materiálem didaktickým. V první řadě je určen studentům a učitelům středních škol, především gymnázií, zdravotních a chemicky zaměřených škol. Možné použití v plném rozsahu práce je možné na vysokých školách a v omezené míře např. jednotlivých snímků, či schémat i na školách základních.

Ze své pozice bývalého studenta víceletého gymnázia mohu říci, že problematika metabolismu a obecně dějů probíhajících v živých soustavách na buněčné úrovni patří k těm nejobtížnějším v rámci předmětu biologie i chemie. Ze své zkušenosti mohu říci, že studenti opouštějící gymnázia mají povědomí o určitých mechanicky naučených útržcích jako např. definice katabolismu, anabolismu, či Krebsova cyklu, kdy jsou schopni tyto procesy krásně odprezentovat a definovat, ale při otázce k čemu je to vlastně dobré většinou odpovědi jen těžce hledají.

I pro mě výběr tématu nebyl náhodný. Považuji tuto problematiku za opravdu důležitou a zajímavou. Kromě toho se týká každé živé bytosti, což si myslím by mělo být samo o sobě motivujícím prvkem ke studiu.

V počátcích tvorby práce jsem narazila na problém, který může samotné studenty střední školy demotivovat, a tím jsou právě učebnice biologie určené pro uvedený stupeň škol. V mnoha případech jsou publikace černobílé, přehlacené texty s nákresey a schématy pochybné kvality. Jistě jsou učebnice jakousi cestou kompromisu, protože publikace s kvalitními barevnými ilustracemi jsou finančně náročnější na pořízení, takže těžké je používané učebnice zavrhnout. Nehledě na to, že učebnice se věnují spíše anatomickým tématům a ty čistě fyziologické jakožto plně dynamické děje zůstávají v pozadí, nebo z nich právě učebnice udělá rovněž statické téma, takže o to náročnější je na představivost a správné zařazení do kontextu příslušných dějů a pojítek. Až při studiu materiálů na vysokoškolské úrovni jsem narazila na opravdu zdařilé materiály zejména v sekci encyklopedií. Vysokoškolská skripta mají často stejné nedostatky jako učebnice pro střední školy ovšem s tím rozdílem, že předkládaná problematika je na vyšší teoretické úrovni a ve spleti složitých schémat se dá o to jednodušeji ztratit.

Výborným pomocníkem k vyřešení problémů učebnic může být právě program PowerPoint. Je programem z balíku Microsoft office, který je nainstalovaný téměř na všech počítačích, takže významnou předností je i snadná dostupnost. V PowerPointu lze vhodnou kombinací textů, animací, obrázků, diagramů, odkazů, videí atd. zprostředkovat i náročnější skutečnosti v názorné a jednodušeji stravitelné podobě. V dnešním technickém světě se počítače stávají neoddělitelnou součástí života každého člověka, a proto především mladé generaci zpestření výuky PowerPointem je blízké a na mnoha školách se naopak stává standardem, se kterým je běžně počítáno.

Je na každém učiteli, zda mu využívání PowerPointu vyhovuje, zda se jej rozhodne používat jako hlavní náplň hodin, či alespoň v některé fázi vyučovací hodiny. Osobně bych vyučovací hodinu nestavěla na exhibici PowerPointových snímků, ale tam kde je to opravdu opodstatněné bych jej využila, protože v opačném případě dojde právě k opaku toho, čeho chceme prezentacemi dosáhnout. Vhodné je použití rovněž při hromadném opakování látky.

Při pohledu na mnou vytvořený výukový program je nutný komentář k některým zvoleným skutečnostem, protože co člověk, to názor a můj pohled na předkládanou problematiku je jedním z možných, ne ovšem jediným a nemusí všem vyhovovat např. mnou zvolená struktura, či jiné prvky. Naštěstí další přednost hlavního nástroje tvorby prezentací je možnost snadné úpravy na požadovanou úroveň, tak aby uživateli seděla na míru jeho potřebám.

Než přistoupím k samotnému komentáři výukového programu, ráda bych ještě uvedla, že problematika metabolismu je úzce svázána s chemií a je nutná alespoň základní orientace v organické chemii a biochemii. Mojí studijní kombinací je k biologii právě chemie, a i když jsem se snažila chemické vyjádření přehnaně nepoužívat, může se někomu zdát zbytečně uvedené, ovšem já to považovala za nutnost, i když si uvědomuji, že cílem práce určitě není exhibice chemických rovnic, či schémat.

V prvé řadě bych ráda okomentovala zvolenou strukturu výukového programu, protože možností jak problematiku metabolismu rozčlenit je mnoho. Zvolila jsem strukturu, která je v úvodu každé dílčí prezentace, kde se navíc zvýrazní ta část výukového programu, kde se právě nacházíte, což by mělo přispět ke snadné orientaci. K samotnému rozčlenění, zvolila jsem jakési 3 okruhy výukového programu, ve kterých se nacházejí dílčí prezentace jednotlivých témat.

Prvním okruhem je obecná charakteristika metabolismu, kde jsem zařadila témata společná pro všechny živiny. První dílčí kapitola je prezentace s názvem Terminologická část. Hlavním cílem je obecná charakteristika metabolismu, jeho členění a uvedení některých termínů nezbytných pro orientaci v tématu jako celku. Druhá kapitola nazvaná: Funkční část je rozdělena do dvou dílčích prezentací. První se zabývá extracelulární částí metabolismu, což je vlastně příjem, trávení až resorpce živin v tenkém střevě, námitkou zde může být to, že tento oddíl patří do tématu trávicí soustavy. Já jej zařadila záměrně, jednak může posloužit k zopakování a hlavně by měl napomoci uživateli si uvědomit, jak se např. ke každé buňce dostane molekula živiny, kterou dále využívá. Druhá dílčí prezentace funkční části je zaměřena na intracelulární část metabolismu. Tato kapitola již je plně metabolickým tématem, věnuje se společným drahám všech živin, což je cesta získávání energie. Vhodnou kombinací snímku s texty a animacemi by složité téma buněčného dýchání mělo být snadno pochopitelné.

Druhým okruhem je specifická část metabolismu, která se zabývá již jednotlivými molekulami živin odděleně. Dílčí prezentace se nazývají: sacharidy, lipidy a proteiny. Jejich struktura je obdobná, aby se prezentace nezdáli vytržené z kontextu, jsou vždy na úvodních snímcích zopakovány: charakteristika, rozdělení, význam a jednoduché schéma trávení. Další snímky jsou již věnovány specifickým metabolickým cestám charakteristickým pro určené typy látek. Prezentace v celém výukovém programu na sebe navazují a ve vhodných místech jsou propojeny i hypertextovými odkazy, které přesměrují do jiného úseku navazujícího na předešlý.

Při pohledu na složitou spleť metabolických drah nemohou být všechny do předložené práce zařazeny. Předložený materiál má pomoci orientaci v nejzákladnějších metabolických přeměnách. Byla by vhodná nadstavba této práce, kterou by se mohla zabývat např. další diplomová, či disertační práce.

Třetí okruh výukového programu se nazývá: „Doplňky“. Tímto výrazem jsem chtěla oddělit hlavní výukový záměr této práce a jakousi nadstavbu věnovanou jak dalším rozšiřujícím informacím, tak zajímavým formám testování nabytých vědomostí. Do posledního okruhu výukového programu jsou zařazeny čtyři dílčí prezentace, dvě s rozšiřujícími informacemi a dvě věnované opakování. První rozšiřující prezentací je patofyziologie. Tato kapitola by měla přitáhnout pozornost i jinak laxního studenta.

Obecně je pro studenty problematika týkající se případných poruch fungujícího systému zajímavá a atraktivní. Dalším aspektem tohoto oddílu je, že problémy uvedené v této prezentaci postihují mnoho lidí a dojde k provázání teorie s praxí. Navíc je zde názorný příklad toho, když jeden dílek skládačky chybí, jaké fatální celoživotní následky to může pro konkrétního člověka znamenat. Druhá prezentace s rozšiřujícími informacemi se týká úlohy enzymů v metabolismu. V průběhu celého výukového programu se automaticky používají názvy enzymů, aniž by bylo vysvětleno, jaké mají účinky, či co je to za skupinu látek. Proto jsem zvolila tohle téma jako doplňkové, myslím si, že by bylo vhodné při probírání metabolismu alespoň základní fakta zopakovat. Další vhodnou rozšiřující prezentací by mohla být kapitola věnovaná hormonům, nebyla zařazena z důvodů časových a omezeného prostoru pro tvorbu diplomové práce. Třetí prezentací je opakování, kde jsou navrženy některé možnosti, jak lze opakování pomocí PowerPointu sestavit. Vybrala jsem úkoly s doplňováním chybějících výrazů, výběru správných odpovědí, či přiřazovací úkoly. Poslední prezentace nazvaná RISKUJ! je inspirována úspěšným stejnojmenným televizním soutěžním programem. Navrhla jsem hru k zopakování mnou vytvořeného výukového programu. Myslím si, že výborné je již jakési předchystání hry a jednoduchou úpravou se dá aplikovat na jakoukoliv jinou probíranou látku. Tento způsob hromadného opakování ve škole považuji za výborný např. před prázdninami, či v pololetí.

Dalšími nadstavbovými tématy, kterými by mohla být práce rozšířena, jsou např. „Zdravý životní styl“ a „Návrhy do praktických cvičení“.

Výukový program je designově sjednocen. Všechny dílčí prezentace (kromě úvodní) mají stejnou barvu pozadí. Odlišeny jsou dílčí prezentace odlišnými nadpisy. Zvolila jsem při tvorbě světlé pozadí s tmavou barvou písma. V praxi jsem se setkala se slabými žárovkami v dataprojektorech, kdy použití kombinace tmavého pozadí a světlého písma byla hůře až vůbec čitelná.

Největším úspěchem této diplomové práce by bylo její rozšíření do škol a alespoň částečné využívání. Doufám, že si své uživatele najde.

VII. Závěr

Diplomová práce „*Metabolismus: Univerzální animovaný výukový program*“ byla vytvořena se snahou zatraaktivnit a přiblížit jedno z náročných fyziologických témat co nejširší cílové skupině. Práce je určena především učitelům a studentům středních škol s možným využitím pro samostudium.

Práce je rozčleněna na část teoretickou a přílohy. V teoretické části práce jsou jednotlivé prezentace výukového programu metodicky rozebrány, což by mělo přispět k jejich jednoduchému ovládnutí a snadné orientaci v programu jako celku. Hlavním pilířem této práce je multimediální výukové CD (příloha č.2). Tištěná podoba výukového programu (příloha č.1) je zařazena ve vazbě za teoretickou částí práce.

Výukový program je složen z celkově 219 snímků rozčleněných do 11 dílčích prezentací a to: A. Navigace, B. Terminologie, C. Extracelulární principy, D. Intracelulární principy, E. Sacharidy, F. Lipidy, G. Proteiny, H. Patofyziologie, I. Enzymy v metabolismu, J. Opakování, K.RISKUJ!

VIII. Seznam obrázků v teoretické části

Obr. 1: Schéma trávení a vstřebávání tuků	11
Obr. 2: Schéma řízení činnosti exokrinního pankreatu	11
Obr. 3: Schéma propojení metabolismu	11
Obr. 4: Schéma nefronu	11
Obr. 5: Schéma hormonální regulace trávení	12
Obr. 6: Schéma aktivace pankreatických proteas	12
Obr. 7: Schéma katabolismu při hladovění	12
Obr. 8: Procesy trávicí soustavy	12
Obr. 9: Schéma hospodaření glukózy	13
Obr. 10: Vstřebávání lipidů	13
Obr. 11: Struktura výukového programu	17
Obr. 12: Téma prezentace	17
Obr. 13: Osnova prezentace	17
Obr. 14: Opakování	17
Obr. 15: Použitá tlačítka akcí a symboly	18
Obr. 16: Opakování	19
Obr. 17: Návaznost	19
Obr. 18: Video	20
Obr. 19: Domů	20
Obr. 20: Internet	20
Obr. 21: Animace	21
Obr. 22: Poznámka	21
Obr. 23: Vysvětlivky: „RISKUJ“	21
Obr. 24: Katabolismus, anabolismus	22
Obr. 25: Zdroj energie k vykonávání buněčné práce	22
Obr. 26: Schéma metabolismu	23
Obr. 27 a, b: Regulace příjmu potravy	24

Obr. 28 a, b, c: Trávení v tenkém střevě	25
Obr. 29: Schéma propojení metabolismu	26
Obr. 30: Schéma buněčného dýchání	26
Obr. 31 a, b, c, d, e: Krebsův cyklus	28
Obr. 32 a, b: Dýchací řetězec, oxidativní fosforylace	29
Obr. 33 a, b: Glykémie	30
Obr. 34 a, b, c, d: Příjem glukózy buňkami	32
Obr. 35: Beta-oxidace	33
Obr. 36: Ornitinový cyklus	35
Obr. 37: Videá – patofyziologie	37
Obr. 38: Charakteristika enzymů	38
Obr. 39 a, b, c: Přiřazovací úloha	40
Obr. 40 a, b: Aktivace proteáz v tenkém střevě	41
Obr. 41: Hrací karta RISKUJ!	42
Obr. 42: Otázka RISKUJ!	43

IX. Použitá literatura

Literární zdroje

- [1] Silverthorn: Human Physiology; Pearson Benjamin Cummings, San Francisco 2007; ISBN 0-321-39624-3
- [2] Fox S. I.: Human physiology; Mc Graw Hill Co., New York 2008; ISBN 978-0-07-110207-0
- [3] Berger, Petrásek, Šimek: Fyziologie člověka a živočichů; Nakladatelství Tobiáš, Havlíčkův Brod 1995;
- [4] Merkunová A., Orel M.: Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory; Nakladatelství Grada, Praha 2008;
- [5] Trojan S. a kol.: Lékařská fyziologie; Nakladatelství Grada, Praha 2004;
- [6] Ganong W. F.: Přehled lékařské fyziologie; Nakladatelství Galén, Praha 2005;
- [7] Mourek J.: Fyziologie; Nakladatelství Grada, Praha 2005;
- [8] Vácha M., Bičík V., Petrásek R., Šimek V., Fellnerová I.: Srovnávací fyziologie živočichů; Brno 2004;
- [9] Campbell N. A., Reece J. B.: Biologie; Computer Press, a. s., Brno 2006; str. 62 – 84, 87-103, 155-173
- [10] Mareček A., Honza J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl; Nakladatelství Olomouc 2000; str. 123-124, 128-145, 171
- [11] Alberts B., Bray D., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P.: Základy buněčné biologie – Úvod do molekulární biologie buňky; Espero publishing, Ústí nad Labem 1998; str. 54-57, 62, 64, 77-82, 85-87, 168-172
- [12] Pacák J.: Jak porozumět organické chemii; Nakladatelství Karolinum, Praha 2007; str. 120 - 127
- [13] Rosypal S.: Přehled biologie; Scientia, spol. s. r. o. pedagogické nakladatelství, Praha 1994; str. 15, 166-167, 490-493

- [14] Jelínek J. Zicháček V.: Biologie pro gymnázia; Nakladatelství Olomouc 2003; str. 36, 270-272
- [15] Klouda P.: Fyzikální chemie; Nakladatelství Pavel Klouda, Ostrava 2002; str. 34
- [16] Mareček A., Honza J.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl; Nakladatelství Olomouc 2005; str. 86, 98

Internetové zdroje

obrázky:

- http://articles.sfgate.com/2008-06-15/living/17162024_1_metabolism-rmr-activity
- http://regiony.ic.cz/clanky/plzen/ceskyles_v.jpg
- <http://www.webrodeo.cz/Images2/8132n1.jpg>
- [http://image3.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Homer_Simpson_2006\(1\).png](http://image3.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Homer_Simpson_2006(1).png)
- http://2.bp.blogspot.com/_AsdY8fFEhqQ/Stg1cC6ni1I/AAAAAAAAAMc/F4gVV0W0g4s/S300/homer_simpson.jpg
- <http://www.manet.uiuc.edu/2/images/pathways.gif>
- <http://feed.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Sleep.jpg>
- <http://www.topnews.in/files/human-body.jpg>
- http://www.thepcmanwebsite.com/free_clipart/clipart/food/croissant.gif
- http://www.mcb.uct.ac.za/tutorial/mcb3011s/virusentanimal_files/cell400.jpg
- http://regiony.ic.cz/clanky/plzen/ceskyles_v.jpg
- <http://www.webrodeo.cz/Images2/8132n1.jpg>
- <http://www.petrnichl.cz/skoleni/EXCEL3/kvet.gif>
- <http://www.stru.hranet.cz/postnuke/images/radek/slunce.gif>

- [http://image3.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Homer_Simpson_2006\(1\).png](http://image3.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Homer_Simpson_2006(1).png)
- http://2.bp.blogspot.com/_AsdY8fFEhqQ/Stg1cC6ni1I/AAAAAAAAAMc/F4gVV0W0g4s/S300/homer_simpson.jpg
- <http://www.manet.uiuc.edu/2/images/pathways.gif>
- <http://feed.examiner.com/images/blog/wysiwyg/image/Sleep.jpg>
- <http://www.topnews.in/files/human-body.jpg>
- http://www.thepcmanwebsite.com/free_clipart/clipart/food/croissant.gif
- http://www.mcb.uct.ac.za/tutorial/mcb3011s/virusentanimal_files/cell400.jpg
- <http://www.systemicenzymesupport.org/images/enzymes.jpg>
- <http://www.nature.com/nature/journal/v417/n6885/images/417131a-f1.2.jpg>
- <http://www.snacker.cz/public/content-images/cz/snacks/172.jpg>
- <http://old.lf3.cuni.cz/histologie/atlas/demo/13/ipage00003.htm>
- <http://old.lf3.cuni.cz/histologie/atlas/demo/13/ipage00005.htm>
- http://www.humanisamiracle.com/3_clip_image017.jpg
- <http://www.foodpoisonjournal.com/uploads/image/salami.jpg>
- <http://www.animalport.com/img/Animal-Cell.jpg>
- http://www.clker.com/cliparts/a/c/b/5/1237099085998858142pitr_bakery_croissant.svg.med.png
- <http://galenus.cz/traveni-tenke-strevo.php>
- <http://galenus.cz/traveni-usta.php>
- <http://galenus.cz/traveni-jatra.php>
- <http://www.iesgalileo.org/asignaturas/ccnn2eso/1/venaporta.jpg>

- http://www.biochem.arizona.edu/classes/bioc462/462a/NOTES/LIPIDS/Fig12_36GlcNaSymport.GIF
- <http://www.colorado.edu/intphys/Class/IPHY3430-200/image/villi.jpg>
- <http://www.colorado.edu/intphys/Class/IPHY3430-200/image/21-19.jpg>
- <http://isroi.files.wordpress.com/2008/05/glukosa1.png>
- <http://vladahadrava.xf.cz/fiziologie.html>
- <http://www.colorado.edu/intphys/Class/IPHY3430-200/image/21-7.jpg>
- <http://www.sportvital.cz/Images/Fotky%20Libor/mozek.jpg>
- <http://www.pgbooks.ru/userfiles/erythrocytes.jpg>
- <http://academpharm.by/wp-content/uploads/hepar.jpg>
- http://www.healthline.com/blogs/exercise_fitness/uploaded_images/Muscle-774348.jpg
- <http://www.osel.cz/soubory/713/1.jpg>
- <http://cdn.radionetherlands.nl/data/files/images/NobelPrize.JPG>
- <http://www.nndb.com/people/619/000129232/hans-krebs.jpg>
- http://homepage.smc.edu/hodson_kent/Energetics/enyld2.gif
- <http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/summer2002/krebs.gif>
- <http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/lectures/NADH01.jpg>
- http://wpcontent.answcdn.com/wikipedia/commons/thumb/5/5d/FAD_FADH2_equilibrium.png/422px-FAD_FADH2_equilibrium.png
- http://www.frenchfriends.info/g2/main.php?g2_view=core.DownloadItem&g2_itemId=136&g2_serialNumber=2
- http://nickobeano.files.wordpress.com/2008/01/cheese_oh_cheese.jpg
- <http://hamelbeats.files.wordpress.com/2008/11/ham-1.jpg>

- http://www.cellinteractive.com/ucla/nutrition_101/images/fig3_proteins.gif
- <http://www.netterimages.com/images/vpv/000/000/008/8998-0550x0475.jpg>
- [http://3.bp.blogspot.com/_q2vBKS0O8JM/SITVAgIKnVI/AAAAAAAAAAEoo/kn8D5puvgIw/s400/ucesy-pro-kratke-vlasy-haircuts%2B\(21\).jpg](http://3.bp.blogspot.com/_q2vBKS0O8JM/SITVAgIKnVI/AAAAAAAAAAEoo/kn8D5puvgIw/s400/ucesy-pro-kratke-vlasy-haircuts%2B(21).jpg)
- <http://www.viviente.cz/images/clanky/vejce-rozbite.jpg>
- <http://medicineandman.com/blog/wp-content/uploads/2008/08/blood-cells.jpg>
- <http://www.osvalech.cz/images/insulinb.jpg>
- <http://www.rise.duke.edu/phr150/Performance/images/synapse1.jpg>
- <http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/resources/svaly1.jpg>
- http://www.alamolabs.com/images/antibody_picture.jpg
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Pepsin%2BPepstatin_1PSO.png
- http://www.pollsb.com/photos/o/47649-steak_served_rare.jpg
- <http://www.burtfamilybutchers.co.uk/images/meats.jpg>
- http://c2.api.ning.com/files/4sCqbDJs8n*VqDgX5nulc46QjZNzmfDbPvFF-6R*EFVa3T0BhHwGF---K2hetDxln51dTcy7tPzRU2gmHoQ*40jD6Vt4adPZ/cheese.jpg
- http://www.veda.cz/dwn/5430/11515B_olivovy_olej.jpg
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c4/Lipid_Bilayer.jpg/300px-Lipid_Bilayer.jpg
- <http://www.raw-milk-facts.com/images/Cholesterol2.gif>
- <http://www.boiohaemum.cz/gallery/vylety/jiznimorava/vestonice/venuse.jpg>
- <http://www.iabrno.cz/agalerie/pavlov36.jpg>
- <http://www.le-cholesterol.net/images/schema-cholesterol.jpg>

- http://www.liveingoodhealth.info/wp-content/uploads/cc/Cholesterol_hdl8.jpg
- <http://thehealthblogger.com/wp-content/uploads/2009/02/cholesterol-levels.jpg>
- <http://www.pueblo.gsa.gov/cfocus/cfcholesterol08/bloodclot.jpg>
- <http://dropyourbloodpressure.net/wp-content/uploads/2010/06/low-cholesterol-diet-lower-high-blood-pressure.bmp>
- <http://www.magazine.ayurvedicure.com/wp-content/uploads/2009/03/heartlifestyle.jpg>
- http://hobbyzahrada.cz/fotogalerie/articles_images/656-ledentipyradycvicenim_proti_stresu3.jpg
- <http://libertyledger.com/wp-content/uploads/2010/05/sudan.jpg>
- <http://emilytheperson.com/Starving%20Child%205.jpg>
- <http://radovan.blogger.cz/obrazky/kacenska2.blogger.cz/anorexie-hlavni.png>
- <http://www.idealni.cz/pic/anorexie0-fotoinfo.jpg>
- <http://www.pise.cz/blog/img/noobik/74514.jpg>
- <http://slecna.info/wp-content/uploads/anorexia-nervosa21.JPG>
- http://nd03.jxs.cz/371/149/02f5951b02_56433293_o2.jpg
- <http://www.absolutaustria.com/wp-content/uploads/2009/04/sissi22.jpg>
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2e/Inzul%C3%ADnov%C3%A1_pera.jpg
- <http://img.mf.cz/033/639/01.jpg>
- <http://www.stefajir.cz/files/Januvia.jpg>
- <http://www.dm2t.cz/cs/images/stories/bxp37950.jpg>
- http://www.zdravotnickaprodejna.cz/inshop/catalogue/products/pictures/Glukometr%20SD-CHECK%20Gold_W.jpg

- http://instinkt.tyden.cz/obrazek/4b1691de7bd07/48-3-62-zdravi-otv-4b16922053b92_400x309.jpg
- <http://files.viaweb.cz/image/4/chci-bzt-zdrava-nemoci-tela/meta2.jpg>
- <http://www.endokrinni-system.cz/dbpic/srdce2-190>
- http://www.tlukotsrdce.cz/uploadedfiles/pluginimagegallery/detail_clanky/galerie/776158_diet.jpg
- <http://doma.nova.cz/clanek/zdravi/poruchy-stitne-zlazy-jsou-u-zen-osmkrat-castejsi-nez-u-muzu.html>
- <http://www.stefajir.cz/files/Struma.gif>
- [http://www.dinarin.cz/fph/media.nsf/v/4DF4757FEDEC27CBC1257567003EF3E6/\\$file/obezita.jpg](http://www.dinarin.cz/fph/media.nsf/v/4DF4757FEDEC27CBC1257567003EF3E6/$file/obezita.jpg)
- <http://files.cekanka.webnode.cz/200000015-8c48c8d42c/1.jpg>
- http://en.academic.ru/pictures/enwiki/75/Kone_med_stor_struma.jpg
- http://www.solsan.cz/inshop/catalogue/products/pictures/solsanka_jedla_1KG.jpg
- <http://www.stefajir.cz/files/GBasedow.jpg>
- [http://www.dinarin.cz/fph/media.nsf/v/5149462B5624231BC125756B00314705/\\$file/obesity.jpg](http://www.dinarin.cz/fph/media.nsf/v/5149462B5624231BC125756B00314705/$file/obesity.jpg)
- <http://www.stefajir.cz/files/FenylketonD%C4%9Bdi%C4%8Dnost.jpg>
- http://alevelnotes.com/content_images/i17_glycogen.gif
- http://www.inovace.cz/files/200001535-6e5ab6f547/tech_stof_cellulose_01.JPG
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e7/Dihydroxyacetone_Fischer.svg/68px-Dihydroxyacetone_Fischer.svg.png
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/L-glyceraldehyde-2D-Fischer.png>

- http://kulturstika.ronnie.cz/img/data/clanky/normal/817_3.jpg
- <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQbk19HsUWqLI2EuPuLKLOtBVDj4aDfHlAbPeOi8rQ0vNSLWjK9>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Beta-L-Fructose-structure.png>
- <http://www.hranostaj.cz/files/dopluky/212.bmp>
- <http://www.hranostaj.cz/files/dopluky/213.bmp>
- <http://www.babyakvarium.cz/male%20obrazky/kvetina.jpg>
- <http://www.zsspindl.cz/EditorFiles/slunce.jpg>
- <http://www.raw-milk-facts.com/images/GlycerolTrigly.gif>
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2d/Coeliac_Disease_de.jpg/800px-Coeliac_Disease_de.jpg
- <http://www.asom.estranky.cz/img/picture/103/celiakie.jpg>
- <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRaSud2P1WCy6C7KSrm6lOQJITkxwYyOReBtqYlkzZjQC17Hf3r9w>
- http://ivana.friva.net/clanky/image/200504282004_obili1.jpg

animace:

- <http://www.bioztech.com/Pictures/AboutUs/enzymes.gif>

texty

- <http://www.profmartinik.cz/wp-content/soubory/fyziologie-traveni-a-vstrebavani.pdf>
- <http://www.biology.estranky.cz/clanky/biochemie/metabolismus-sacharidu>
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Bun%C4%9B%C4%8Dn%C3%A9_d%C3%BDch%C3%A1n%C3%AD