ENVIRO EXPERIMENT

BIOLOGIE

PRO SŠ

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

ISBN 978-80-261-0182-6

esf evropský sociální fond v ČR

EVROPSKÁ UNIE

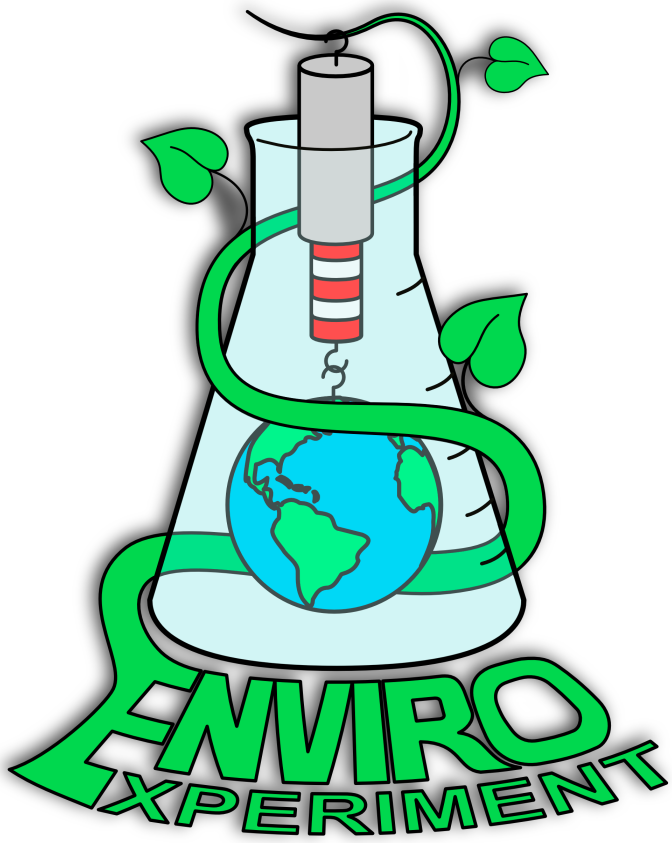
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

PLZEŇSKÝ KRAJ

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Enviroexperiment
-
biologie pro SŠ



Západočeská univerzita v Plzni
2012

Publikace byla vydána s podporou projektu ESF OP VK reg. č. CZ.1.07/1.1.12/04.0009 Rozvoj experimentální výuky environmentálních programů ZŠ a SŠ.

Recenzenti: Mgr. Jiří Kout, Ph.D.
Mgr. Veronika Kaufnerová

Editoři: © Zdeňka Chocholoušková, Veronika Kaufnerová, Plzeň 2012
Autoři: © Pavel Vlach, Stanislava Mayerová, Vladimír Valach, Plzeň 2012

ISBN 978-80-261-0182-6
Vydala Západočeská univerzita v Plzni

Obsah

BAKTERIE – JAK UVIDĚT NEVIDITELNÉ 9

RNDr. Pavel Vlach, Ph.D. 9

1 ÚKOL 9
2 ČASOVÁ DOTACE 9
3 POMŮCKY A MATERIÁL 9
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 10
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 10
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 10
7 PRACOVNÍ POSTUP 13
8 METODICKÉ POZNÁMKY 20
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 20

BENTOS – I ZVÍŘATA JSOU NĚKDY NA DNĚ 21

RNDr. Pavel Vlach, Ph.D. 21

1 ÚKOL 21
2 ČASOVÁ DOTACE 21
3 POMŮCKY A MATERIÁL 21
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 22
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 22
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 22
7 PRACOVNÍ POSTUP 29
8 METODICKÉ POZNÁMKY 31
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 31

ŽELVUŠKY 32

RNDr. Stanislava Mayerová 32

1 ÚKOL 32
2 ČASOVÁ DOTACE 32
3 POMŮCKY A MATERIÁL 32
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 32
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 32
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 33
7 PRACOVNÍ POSTUP 33
8 METODICKÉ POZNÁMKY 34
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 35

MOTÝLI 36

RNDr. Stanislava Mayerová 36

1 ÚKOL 36
2 ČASOVÁ DOTACE 36

3 POMŮCKY A MATERIÁL 36
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 36
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 36
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 36
7 PRACOVNÍ POSTUP 38
8 METODICKÉ POZNÁMKY 38
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 38

MOUCHA DOMÁCÍ ANEB KAŽDÝ MÁ SVOU MOUCHU 40

RNDr. Stanislava Mayerová 40
1 ÚKOL 40
2 ČASOVÁ DOTACE 40
3 POMŮCKY A MATERIÁL 40
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 40
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 41
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 41
7 PRACOVNÍ POSTUP 41
8 METODICKÉ POZNÁMKY 44
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 44

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ – SOUPEŘ, ČI POMOCNÍK 45

RNDr. Stanislava Mayerová 45
1 ÚKOL 45
2 ČASOVÁ DOTACE 45
3 POMŮCKY A MATERIÁL 45
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 45
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 45
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 46
7 PRACOVNÍ POSTUP 47
8 METODICKÉ POZNÁMKY 47
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 48

ÚŽASNÉ ROSTLINY 49

RNDr. Stanislava Mayerová, Mgr. Tomáš Kučera 49
1 ÚKOL 49
2 ČASOVÁ DOTACE 49
3 POMŮCKY A MATERIÁL 49
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 49
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 50
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 50
7 PRACOVNÍ POSTUP 51
8 METODICKÉ POZNÁMKY 56
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 56

OSMOTICKÉ JEVY A MEMBRÁNOVÝ PŘENOS 57

RNDr. Stanislava Mayerová 57

1 ÚKOL 57
2 ČASOVÁ DOTACE 57
3 POMŮCKY A MATERIÁL 57
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 57
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 57
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 58
7 PRACOVNÍ POSTUP 58
8 METODICKÉ POZNÁMKY 63
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 63

RYCHLÝ ENZYM Z BRAMBOR 64

RNDr. Stanislava Mayerová 64

1 ÚKOL 64
2 ČASOVÁ DOTACE 64
3 POMŮCKY A MATERIÁL 64
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 64
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 64
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 64
7 PRACOVNÍ POSTUP 65
8 METODICKÉ POZNÁMKY 66
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 66

TAJEMNÉ MECHY 67

RNDr. Stanislava Mayerová 67

1 ÚKOL 67
2 ČASOVÁ DOTACE 67
3 POMŮCKY A MATERIÁL 67
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 67
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 67
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 67
7 PRACOVNÍ POSTUP 68
8 METODICKÉ POZNÁMKY 71
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 71

OTESTUJ SVÉ TĚLO: ORIENTAČNÍ HODNOCENÍ DRŽENÍ TĚLA 72

Mgr. Vladimír Valach 72

1 ÚKOL 72
2 ČASOVÁ DOTACE 72
3 POMŮCKY A MATERIÁL 72
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 73
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 73

6 Obecný úvod k tématu ... 73
7 Pracovní postup ... 78
8 Metodické poznámky ... 81
9 Použitá literatura a další zdroje ... 82
Pracovní list ... 84

OTESTUJ SVÉ TĚLO: FUNKČNÍ TEST HYPERMOBILITY A ZKRÁCENÍ SVALŮ S NÁCVIKEM PROTAŽENÍ SVALU METODOU POSTIZOMETRICKÉ RELAXACE ... 85

Mgr. Vladimír Valach ... 85
10 Úkol ... 85
11 Časová dotace ... 85
12 Pomůcky a materiál ... 85
13 Hlavní a dílčí cíle ... 85
14 Mezipředmětové vztahy a přesahy ... 86
15 Obecný úvod k tématu ... 86
16 Pracovní postup ... 87
17 Metodické poznámky ... 91
18 Použitá literatura a další zdroje ... 91

OTESTUJ SVÉ TĚLO: FUNKČNÍ TESTY OBĚHOVÉ SOUSTAVY ... 93

Mgr. Vladimír Valach ... 93
1 Úkol ... 93
2 Časová dotace ... 93
3 Pomůcky a materiál ... 93
4 Hlavní a dílčí cíle ... 93
5 Mezipředmětové vztahy a přesahy ... 94
6 Obecný úvod k tématu ... 94
7 Pracovní postup ... 97
8 Metodické poznámky ... 98
9 Použitá literatura a další zdroje ... 98

OTESTUJ SVÉ TĚLO: VITÁLNÍ KAPACITA PLIC A FUNKČNÍ TEST ZDATNOSTI DÝCHACÍ SOUSTAVY ... 99

Mgr. Vladimír Valach ... 99
1 Úkol ... 99
2 Časová dotace ... 99
3 Pomůcky a materiál ... 99
4 Hlavní a dílčí cíle ... 99
5 Mezipředmětové vztahy a přesahy ... 100
6 Obecný úvod k tématu ... 100
7 Pracovní postup ... 103
8 Metodické poznámky ... 104
9 Použitá literatura a další materiály ... 105

OTESTUJ SVÉ TĚLO: BMI, MNOŽSTVÍ PODKOŽNÍHO A OSTATNÍHO TUKU A SVALŮ, NÁPRAVA OBEZITY 106

Mgr. Vladimír Valach 106

1 ÚKOL 106
2 ČASOVÁ DOTACE 106
3 POMŮCKY A MATERIÁL 107
4 HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE 107
5 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY A PŘESAHY 107
6 OBECNÝ ÚVOD K TÉMATU 107
7 PRACOVNÍ POSTUP 111
8 METODICKÉ POZNÁMKY 112
9 POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE 112

Bakterie – jak uvidět neviditelné

RNDr. Pavel Vlach, Ph.D.

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Kultivujte bakteriální kolonie na různých živných médiích.

1.1.2 Pozorujte makroskopické kolonie bakterií.

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Vytvořte obarvené mikroskopické preparáty různých bakterií a pozorujte pod mikroskopem.

1.2.2 Izolujte čisté bakteriální kultury a pěstujte je na šikmých agarech.

1.2.3 Zjistěte početnost bakteriální biomasy z různých vzorků.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace: 5 hodin

teoretická příprava:	1 × 1 hodina
praktická příprava (roztoky, sklo):	1 × 2 hodiny
kultivace bakterií:	1 × 1 hodiny
pozorování kolonií:	1 × 1 hodina

2.2 Fakultativní úkoly: až 6 hodin

barvení a pozorování bakterií:	1 × 2 hodiny
izolace čistých kultur:	1 × 2 hodiny
počítání bakterií:	1 × 2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

3.1 Základní pomůcky

Kultivace **bakterií:** sterilizované[1] sklo (kádinka, 4 zkumavky, 4 Petriho misky), sterilizované[2] živné půdy, živný agar, masopeptonový bujon, hovězí bujon v kostce, NaCl, voda, pomůcky pro var, pomůcky pro vážení, vatové nebo alobalové zátky.

[1] viz metodické poznámky

[2] viz metodické poznámky

3.2 Pomůcky pro fakultativní úkoly

Barvení a pozorování bakterií: odmaštěná sklíčka ($K_2Cr_2O_7$, HNO_3, voda, saponát, filtrační papír), barvicí roztoky (safranin, Lugolův roztok, krystalová violeť – viz pracovní postup), mikrobiologická klička (platinový nebo měděný drátek na tyčince, na konci s očkem), kahan, filtrační papír, voda, mikroskop (olejová imerze, alespoň 600násobné zvětšení)

Izolace čistých kultur: sterilizované živné půdy (plotny a šikmé agary), mikrobiologická klička, kahan, hokejka (zahnutá skleněná tyčinky), etanol (sterilizace hokejek)

Počítání bakterií: sterilizované živné půdy (plotny a šikmé agary), mikrobiologická klička, kahan, hokejka (zahnutá skleněná tyčinky), etanol (sterilizace hokejek), čistá (převařená) voda

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Ukázat, že o existenci bakterii všude okolo nás se lze přesvědčit nejen mikroskopem, ale i kultivačně.

4.1.2 Naučit se základům aseptické (mikrobiologické) práce.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Uvidět obarvené bakterie a naučit se způsobu, jak rozlišit bakterie grampozitivní a gramnegativní.

4.2.2 Naučit se izolovat čistou kulturu bakterií.

4.2.3 Stanovit počet živých bakterií (clu) ve vzorku kultury.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál přesahuje svým obsahem předmět biologie. Významně se prolíná s chemií (práce s chemikáliemi, barvení preparátů, sterilizace), s matematikou (ředění kultur), s medicínou (význam bakterií).

6 Obecný úvod k tématu

6.1 Kultivace baktérií

Bakterie se vyskytují ve společenstvech tvořených mnoha druhy s obrovskou početností. Při studiu konkrétního typu bakterií je nezbytné vytvořit kolonii bakterií pocházejících z jedné jediné buňky. Taková populace jedinců vzniklých vegetativním rozmnožením se v mikrobiologii nazývá **čistá kultura**. Izolaci a kultivaci bakterií vynalezl Robert Koch (1843–1910). Koch získal čistou kulturu tak, že jako živné médium použil zpevněné substráty typu agar. Na takových živných půdách se vznik kolonie projeví jako různobarevný kopeček biomasy – bakteriální kolonie.

6.1.1 Aseptická práce

Při izolacích kultur a jejich kultivace je nutno zachovat aseptickou práci, která zahrnuje následující zásady:

- Pracujeme v místnosti, kde se nevíří prach, je čisto a není průvan.
- Při práci sedíme a vše potřebné máme po ruce předem připraveno.
- Sterilní předměty (zátky, pipety) držíme za konec, který nepřijde do styku s kulturou, držíme je ve vzduchu, nepokládáme je na stůl.
- Pracujeme ve dvojici.
- Odzátkované nádoby držíme šikmo, ne svisle.
- při práci nemluvíme, nekašleme a samozřejmě nejíme, nepijeme a nekouříme.
- Pracujeme rychle, bez prodlení, ale s přehledem.

6.1.2 Živné půdy pro kultivaci bakterií

živných půd pro mikroorganismy je velmi mnoho. Všechny však musí mít jisté obecné vlastností, mezi které patří zdroj energie (též vodíku a elektronů), uhlíku, dusíku, ostatních biogenních prvků, akceptor elektronů, růstové faktory, vhodné pH, vhodná teplota.

Příkladem komplexního media může být hydrolyzát kvasinek, hydrolyzát masa (pepton) nebo komplexní masopeptonový bujon.

6.1.3 Vatové zátky

Vatovými zátkami se uzavírají nádoby obsahující sterilizované živné půdy a čisté kultury naočkované na živných půdách. Zajišťují průchod dýchacích plynů a zároveň zabraňují průniku jiných bakterií. Vytváří se z napříč složeného, pevně srolovaného proužku buničité vaty, širokého ve shodě s požadovanou výškou zátky. Pro krátkodobé účely je možno hrdlo nádoby uzavírat i alobalem přehnutým kolem hrdla nádoby.

6.1.4 Sterilizace

Sterilizace je zahubení všeho živého v daném prostředí (např. v baňce, zkumavce). Sterilizovaný Systém musí být ovšem uzavřen tak (např. vatovou zátkou), aby po skončení sterilizačního procesu nedošlo k novému zamoření (ke kontaminaci) z nesterilního okolí. Sterilizaci je možno provádět několika způsoby, např. žíháním v plameni, suchým teplem (sterilizace se provádí v horkovzdušných sterilizátorech a sterilizační norma je 1 hodina při 160 ^{0}C), vodní parou (sterilizace horkou vodní parou je účinnější než suchým teplem). Sterilizujeme tak všechny vodné roztoky a s vodou se mísící kapaliny. Můžeme tak sterilizovat i suché sklo (pipety, misky) i prázdné nádoby uzavřené vatovou zátkou. Vegetativní buňky hynou ve vodě při 100 ^{0}C již za několik minut.

6.1.5 Lití ploten

Levou rukou hřbetem dolů uchopíme mezi ukazovák a prostředník vatovou zátku, vyjmeme ji, krátce v plameni ožehneme hrdlo šikmo nakloněné baňky s tekutou agarovou půdou držené dnem v dlani pravé ruky, levou rukou opatrně zdvihneme víčko sterilní Petriho misky a vlijeme do ní takové množství agarové půdy, aby vznikla vrstva 3–5 mm tlustá. Okraj misky musí zůstat suchý. Misku pak uzavřeme, ožehneme hrdlo baňky a zátku a baňku uzavřeme.

6.1.6 Šikmé agary

Odvážený Agar přelitý v baňce tekutou půdou rozehřejeme v horké páře a za tepla naplníme do zkumavek do výše 2 až 3 cm. Sterilizujeme a poté necháme utuhnout v šikmé poloze. Hrdlo zkumavky a vatová zátka nesmí být potřísněny půdou.

6.2 Pozorování bakterií pod mikroskopem

Živé, neobarvené Bakteriální buňky se jen málo odlišují od svého okolí, a proto je barvíme. Každé organické barvivo obsahuje jednak chromofor a jednak auxochrom. **Chromofor** (např. skupina -NO_2) uděluje molekule barevnost, **auxochrom** (např. -OH) jí udělí disociovatelnost.

Z nutnosti, aby barvivo disociovalo, vyplývá, že Barviva jsou dvojího druhu: kyselé barvivo disociuje tak, že barevná část molekuly je aniontem, basické barvivo tak, že barevná část molekuly je kationtem. V bakteriologii jsou nejdůležitější barviva basická.

Gramovo barvení je diferenciální barvení. Podle výsledku barvení dělíme bakterie na grampositivní a gramnegativní.

6.2.1 Práce s optickým mikroskopem

Mikroskop se skládá z části optické (objektiv a okulár), osvětlovací (zdroj světla, clona, kondenzor) a mechanické (stativ, stolek, tubus).

Objektiv vytváří převrácený a zvětšený obraz předmětu. Jeho ohnisková vzdálenost kolísá od 20 mm do 1,5 mm. Čím menší ohnisková vzdálenost, tím větší vlastni zvětšení objektivu podle vzorce **Z = 250/f,** kde *Z* je vlastní zvětšení objektivu, 250 je tzv. normální délka zraková v mm a *f* je ohnisková vzdálenost v mm.

Hloubka ostrosti objektivu je obráceně úměrná numerické apertuře. Čím silnější objektiv, tím menší hloubka ostrosti. **Okulár** dále zvětšuje obraz vytvořený objektivem, a to podle konstrukce 5x až 20x. Toto zvětšení je omezeno, neboť okulár nevykreslí více detailů, než kolik jich vykresli objektiv. Po překročení určité meze vzniká prázdné zvětšení. Celkové zvětšení mikroskopu je dáno součinem vlastních zvětšení objektivu a okuláru. Je zbytečné, aby bylo větší než tisícinásobek numerické apertury použitého objektivu.

Zvláště výhodné je pozorování živých bakterií **mikroskopem** s **fázovým kontrastem**. Neobarvené (živé) bakterie nejsou totiž v mikroskopu dobře viditelné, neboť jejich optické vlastnosti se jen málo liší od optických vlastností jejich okolí. Buňky se jeví při pozorování fázovým kontrastem tak, že jsou tmavé na světlém pozadí.

Obecné zásady při práci s mikroskopem:

- Pozorování začínáme nejmenším zvětšením.
- Obarvené preparáty bakterii však pozorujeme výlučně imerzním objektivem zvětšujícím 100×.
- Pozorování začínáme sešroubováním tubusu dolů tak, až se objektiv dotkne skla na stolku mikroskopu; při tom se díváme na tubus z boku.
- Zajistíme maximální osvětlení pozorovaného místa a co nejvíc cloníme.
- Pak zvolna za současného hledění do mikroskopu šroubujeme opatrně šroubem hrubého posunu tubus nahoru, až zahlédneme objekt, a doostříme šroubem mikrometrickým.
- Při použití imerzního objektivu kápneme na suchý preparát malou kapku imerzního (cedrového) oleje a do něho vnoříme objektiv.
- Po skončení pozorováni imerzní objektiv ihned otřeme do sucha speciálním papírem na čočky nebo velmi jemným čistým sepraným pláténkem.

6.3 Izolace čistých kultur

Očkování je přenesení části populace čisté kultury *(inokula)* do jiné nádoby s živným médiem. Provádí se mikrobiologickou kličkou nebo pipetou.

Mikrobiologická klička musí být před použitím vypálena. Po vypálení se klička nechá na několik vteřin vychladnout nebo ji zchladíme dotykem o sterilní agarovou půdu.

6.4 Počítání bakterií

Počet (koncentraci) živých buněk v kultuře či nějakém vzorku (půda, voda, stolice) můžeme stanovit různými metodami. Často se používá ředění, které zajistí výsev kolonií vzniklých z jediné buňky. Dle známé koncentrace vzniklých kolonií a ředění lze potom odhadnout hustotu bakterií v původním vzorku.

Inkubace při ředění postačí většinou v intervalu 24 – 48 hodin. Kultivační teplota se pohybuje pro mezotermofily v rozmezí 30–37 ^{0}C, pro psychrofily 15–25 ^{0}C a pro termofily 50–70 ^{0}C.

7 Pracovní postup

7.1 Kultivace baktérií

7.1.1 Příprava živných půd

Masopeptonový bujon a jeho pevná forma masopeptonový agar jsou klasické živné médium pro bakterie. Má toto složení:

- masový extrakt .....10 g
- pepton .....10 g
- NaCl.....5 g
- agarová řasa.....20 g
- destilovaná voda ad.....1000 ml

NaCl, masový extrakt a pepton rozpustíme zahřátím ve vodě a roztok 10 minut povaříme. Po ochlazení zkontrolujeme pH a případně upravíme na pH 7,2 až 7,4. (Přidáme agarovou řasu.) Autoklávujeme při 121 ^{0}C po dobu 20 minut (obr. 1).

Obr. 1 Příprava masopeptonového bujonu jako živné půdy (pepton, masový bujon, sůl, agarová řasa). *Foto Pavel Vlach*

Živný bujon a živný agar jsou průmyslově vyráběny v podobě prášku jako hotová živná půda mnoha firmami v celém světě.

Příprava: 40 g/l vody, za občasného zamíchání nechat nabobtnat agar, pak autokláv (obr. 2).

Obr. 2 Příprava živného agaru je velmi jednoduchá (viz text). *Foto Pavel Vlach*

7.1.2 Příprava vatových zátek

Proužek buničité vaty složíme napříč na požadovanou výšku a pevně jej zavineme. Pro krátkodobé účely je možno hrdlo nádoby uzavírat i alobalem přehnutým kolem hrdla nádoby.

7.1.3 Výroba mikrobiologické kličky

Na drátku o délce cca 5 cm (měděný, platinový) a tloušťce 0,5–1 mm vytvoříme na konci pinzetou malé očko (o průměru cca 2 mm). Na skleněnou tyčinku navlékneme bužírku (např. kousek odstřihnuté gumové hadičky) a dbáme, aby po tyčince neklouzala. Mezi bužírku a tyčinku zastrčíme konec upraveného drátku tak, aby minimálně 3 cm drátku přesahovaly skleněnou tyčinku.

7.1.4 Sterilizace půd a nádobí

- připravíme 500 ml živného (masopeptonového) agaru rozvařením komponent ve vodě v horké páře v litrové Erlenmayerově baňce. Po důkladném promíchání a za horka naplníme 10 zkumavek po asi 8 ml a zazátkujeme je buničitou vatou.
- Zbytek agarové půdy v baňce zazátkujeme vatou.
- Do zkumavky odměříme 10 ml vodovodní vody a zazátkujeme vatou.
- Zkumavky, vodu a Erlenmayerovu baňku sterilizujeme v autoklávu. Zkumavky připravené podle bodu 2 po sterilizaci necháme utuhnout v šikmé poloze (šikmé agary, obr. 3).
- 10 pipet na 1 ml, 2 pipety na 10 ml dělené a 2 trubičky na Pasteurovy pipety. Před tím vsuneme chomáček vaty do Konce pipet vkládaného do úst, do trubiček pak do obou konců. Pouzdro, 5 chemických zkumavek uzavřených hliníkovou folií a ostatní nádobí vysterilizujeme.

Obr. 3 Odmaštěná skla, sterilní šikmé agary, zbytky živné půdy, nalité naočkované plotny ke kultivaci – základ pro další týden mikrobiologického praktika. *Foto Pavel Vlach*

7.1.5 Příprava šikmých agarů a ploten[3]

Do 6 sterilních Petriho misek nalijeme horkou agarovou půdu (masopeptonový agar, resp. živný agar) po asi 15 až 20 ml a necháme utuhnout (obr. 4, 5 a 6).

- Na jednu plotnu nasypeme několik zrníček zahradní půdy.
- 2 plotny otevřeme a necháme odkryté: první 1 minutu, druhou 10 minut.
- Na jednu plotnu nakašleme.
- Na jednu plotnu otiskneme nějaký předmět: minci, kapesník, prsty apod.

Po naočkování do živného média necháme bakterie se pomnožit. Volíme vhodnou teplotu, zpravidla 30 nebo 37 ^{0}C, kterou zajišťuje termostat (Běžné bakterie ale vyrostou i při pokojové teplotě).

Obr. 4 Základem mikrobiologické aseptické práce je mimo jiné sterilní nádobí (Petriho misky a zkumavka a šikmé agary opatřené vatovými nebo alobalovými zátkami). *Foto Pavel Vlach*

[3] Viz metodické poznámky

Obr. 5 Po sterilizaci živné půdy ihned lijeme plotny do Petriho misek. *Foto Pavel Vlach*

Obr. 6 Po nalití ploten lijeme šikmé agary. *Foto Pavel Vlach*

7.2 Pozorování bakterií pod mikroskopem

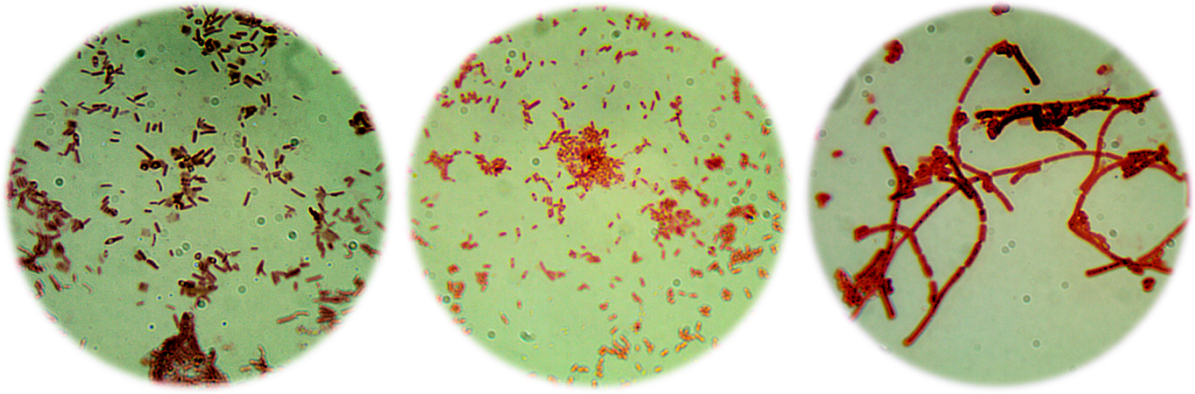
7.2.1 Čištění podložních skel

V 1000 ml vody rozpustíme 60 g koncentrované HNO_3 a 60 g $K_2Cr_2O_7$. Do roztoku vložíme jednotlivě podložní skla a v digestoři je povaříme. Opláchneme vodovodní vodou a povaříme v saponátu (obr. 7). důkladně propereme v tekoucí vodovodní vodě, opláchneme destilovanou vodou a usušíme v sušárně. Suchá vyčištěná skla uchováváme v dóze. Před použitím sklíčko několikrát protáhneme plamenem kahanu.

Obr. 7 Podložní skla je nutno před barvením bakterií dokonale odmastit. *Foto Pavel Vlach*

7.3 Zhotovení preparátu

- Na dobře vyčištěné podložní sklo protáhnuté plamenem (odmaštění) kápneme maličko vody.
- Vypálenou a vychladlou kličkou nabereme ze šikmého agaru nebo z plotny malé množství biomasy a rozmícháme v kapce vody v jemně zakalenou suspenzi. Kličkou rozetřeme suspenzi do plochy tak, aby vznikl tenký souvislý film. Ten necháme bez zahřívání na vzduchu uschnout. Preparát fixujeme protažením plamenem kahanu a barvíme dle Grama (obr. 8).



Obr. 8 Mikrofotografie bakterií barvených dle Grama.

7.3.1 Barvení bakterií podle Grama

Nejdříve připravíme barvicí roztoky.

1) **Krystalová violeť**

Roztok A:	krystalová violeť	2 g
	ethanol	20 ml
Roztok B:	oxalát amonný	0,8 g
	destilovaná voda	80 ml

Smíchat oba roztoky.

2) **Lugolův roztok**

jod	1 g
jodid draselný	2 g
destilovaná voda	300 ml

3) **Safranin roztok** 0,25 g

ethanol	10 ml
po rozpuštění přidat	
destilovanou vodu	100 ml

- Připravíme preparáty z jednotlivých čistých kultur bakterií i z jejich směsí.
- Barvíme 90 sekund roztokem krystalové violeti tak, že na preparát na podložním skle barvivo nakapeme (nad vodovodní výlevkou). Podložním sklem v průběhu barvení manipulujeme nejlépe pinzetou, neboť barvivo intenzivně barví nejen bakterie, ale i prsty.
- Sklíčko opláchneme středně silným proudem vody z vodovodu. Nebojíme se oplachovat, neboť fixované bakterie lpí na sklíčku a proud vody odstraní nečistoty.
- Na sklíčko nakapeme Lugolův roztok a necháme působit 60 sekund.
- opláchneme a osušíme filtračním papírem tak, že sklíčko dáme mezi dva filtrační papíry a přežehlíme dlaní.
- Sklíčko držíme šikmo nad vodovodní výlevkou a oplachujeme 95% etanolem (mírným proudem, nejlépe ze střičky) tak dlouho, dokud masivně odchází barvivo (asi 30 sekund).
- osušíme filtračním papírem a dobarvujeme 80 sekund safraninem.
- Opláchneme vodou, osušíme filtračním papírem, dáme kapku imerzního oleje na místo, kde jsou obarvené bakterie, a pozorujeme olejovou imerzí.

7.4 Izolace čistých kultur

Z bakteriálních shluků připravíme čisté kultury tak, že z jednotlivých kupek bakteriálních kolonií přenášíme mikrobiologickou kličkou biomasu na čisté plotny v podobě krátkých čar, přes které po obvodu vedeme křížem jiné čáry (opakuje asi 3×). V posledním úseku budou po kultivaci jen kopečky bakteriálních kolonií, které je možno přenést na šikmé agary.

7.5 Počítání bakterií

Dodanou čerstvě narostlou kulturu bakterií zředíme sterilní vodou sterilními pipetami v poměru 1:10 nebo 1:100 tak, abychom nakonec získali suspense zředěné 10^{-5}, 10^{-6} a 10^{-7}.

Po 0,1 ml ředění 10^{-5}, 10^{-6} a 10^{-7} pipetujeme na povrch živného agaru v Petriho miskách a roztíráme sterilní zahnutou skleněnou tyčinkou („hokejkou“). Každé ředění pipetujeme na 2 mírně vyschlé plotny. Po 48 hodinách spočítáme kolonie. Vybereme to ředění, které dává 20 až 200 kolonií na misce. Spočítáme kolonie na obou paralelních miskách, vypočteme průměr, vynásobíme ředěním a stanovíme tak počet živých bakterií (cfb) v 1 ml naší kultury.

8 Metodické poznámky

Šíře předkládaných témat a jejich rozsah je samozřejmě možné redukovat podle potřeb a podmínek školy.

Sterilizaci nádobí a živných půd lze samozřejmě provádět i v tlakovém hrnci za dosažení stejných výsledků. Pouze manipulace a prostorové omezení hovoří ve prospěch použití autoklávu. Pokud řešíte jen základní úkoly tohoto tématu, lze v krajním případě od sterilizace upustit (při dokonalé přípravě půd, tj. jejich delšího převaření, při použití dobře a čistě připraveného nádobí). Je nutno počítat, že některé vzorky mohou být znehodnoceny bakteriálním plakem. I přesto lze druhý úkol, tj. barvení a pozorování bakterií mikroskopem, s úspěchem realizovat.

9 Použitá literatura a další zdroje

Internetový atlas mikroorganismů. Dostupné z:

<http://www.vscht.cz/obsah/fakulty/fpbt/ostatni/miniatlas/mikr.htm>.

Kaprálek, F. 1999. Mikrobiologické praktikum. Karolinum. Praha.

Kaprálek, F. 2000. Základy bakteriologie. Karolinum. Praha.

Rosypal, S. (ed.) 2003. Nový přehled biologie. Scientia. Praha.

Mikrobiologie pro studenty 3. Lékařské univerzity. Dostupné z: <http://mikrobiologie.unas.cz/index.html>.

Bentos – i zvířata jsou někdy na dně

RNDr. Pavel Vlach, Ph.D.

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Odeberte několik vzorků bentosu z vodního toku.

1.1.2 Určete zástupce z vzorků do vyšších taxonů (řády, čeledi, rody).

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Porovnejte délkovou strukturu určených taxonů mezi vzorky.

1.2.2 Zjistěte rozdíly v početnosti jednotlivých taxonů mezi vzorky.

1.2.3 Zjistěte morfologické parametry toku v místech odběru.

1.2.4 Porovnejte vliv parametrů toku na diverzitu bentosu.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace: 6 hodin

Teoretická příprava:	1 × 2 hodiny
Odběr vzorků bentosu:	1 × 2 hodiny

2.2 Fakultativní úkoly

Teoretická příprava:	1 × 2 hodiny
Analýza četností:	1 × 1 hodina
Analýza délkové struktury:	1 × 1 hodina
Zjištění parametrů toku:	0 hodiny (bez ztráty času lze zjistit při realizaci úkolu 1)
Vliv parametrů prostředí na bentos:	1 × 2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

3.1 Základní pomůcky

3.1.1 Odběr bentosu: pro každou skupinu – 2 pinzety, akvárium nebo kádinka 500 ml, skleněná láhev 250 ml se zátkou, 85% etanol

3.1.2 Určování bentosu – stereoskopická lupa, mikroskop, podložní sklíčko, krycí sklíčko, malé Petriho misky, preparační jehla, voda, určovací klíče

3.2 Pomůcky pro fakultativní úkoly

3.2.1 Statistické analýzy: stačí MS Excel 2003 a vyšší, volitelně jiný statistický program (NCSS, Statistica, …)

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Seznámit s ekologickou skupinou bentos.

4.1.2 Prakticky použít způsoby odběru bentosu.

4.1.3 Pomocí mikroskopické techniky a klíče určit zástupce bentosu a zařadit do vyšších taxonů.

4.2 Fakultativní cíle

4.2.1 Pochopit základy statistického zpracování biologických dat – rozdělení souboru dat, parametry polohy.

4.2.2 Pochopit základy statistického zpracování biologických dat – testy dobré shody.

4.2.3 Najít vztah mezi ekologickou funkcí bentosu, prostředím, které obývají a adaptacemi na toto prostředí.

4.2.4 Pochopit termín biodiverzita a umět spočítat index diverzity společenstva.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál přesahuje významně biologii, dotýká se geografie (vodní toky), matematiky (statistika) a IVT (zpracování dat v MS Excel).

6 Obecný úvod k tématu

6.1 Bentos

Bentos je soubor organismů žijících na dně tekoucích nebo stojatých vod. Člení se na formy přisedlé a vznášející se nebo plující:

- **bakteriobentos** – bakterie přisedlé k podkladu
- **fytobentos** – řasy, sinice, rozsivky tvořící nárosty
- **zoobentos** (obr. 1–8)

Zoobentos je možné podle velikosti rozdělit na mikrozoobentos a makrozoobentos, tj. makroorganismy, larvy hmyzu, měkkýše, korýše, kroužkovce, ploštěny a další. Organismy bentosu lze členit i podle substrátu, na kterém se vyskytují:

- **psamon** – organismy písčitého dna
- **epilitické** organismy – organismy kamenitého podkladu
- **epipelické** organismy – organismy bahnitého dna

6.1.1 Tekoucí vody

Tekoucí vody jsou rozděleny podle charakteru dna a prouděni na **eukrenal, hypokrenal, rhitral a potamal.**

Prameniště a **pramenné stružky** jsou druhově velmi chudé. Mezi typické krenobionty patří ploštěnka horská (*Crenobia alpina*), larvy komárů (*Culextorrentium*), chrostíků (*Crunoeciairrorata* a *Ptilocolepus granulatus*) a brouků (*Hydroporus ferrugineus* a *Agabus guttatus*). V prameništích se vyskytují ojediněle i některé druhy z nižších úseků toku.

Společenstvo **rhitrálu** je složeno především z reofilních druhů, které jsou na ně patřičně adaptovány. Druhově nejbohatší jsou následující skupiny: jepice (*Heptageniidae*, *Baetidae*, *Leptophlebiidae*), pošvatky (*Capniidae*, *Leuctridae*, *Nemouridae*), chrostíci (*Rhyacophilidae*, *Odontoceridae*, *Glossosomatidae*, *Philopotomidae*), dvoukřídlí (*Blephariceridae*, *Simuliidae*), a brouci (*Elmidae*, *Helodidae*, *Hydraenidae*).

Potamal je tvořen euryvalentním bentosem, mezi který patří pakomáři, jepice (*Siphlonuridae*, *Potamanthidae*, *Polymitarcidae*, *Caenidae*), pošvatky (*Perlodidae*, *Perlidae*), chrostíci (*Leptoceridae*, *Hydroptilidae*), dvoukřídlí (*Tipulidae*, *Limoniidae*, *Psychodidae*, *Chironomidae*, *Culicidae*, *Tabanidae* aj.), brouci (*Dytiscidae*, *Haliplidae*) a ploštice (*Corixidae*, *Notonectidae*).

Druhově chudé jsou úseky toků pod nádržemi, kde se často masivně vyskytují muchničky *Simulium argyreatum*, *S. verecundum* a chrostíci rodu *Hydropsyche*.

6.1.2 Hustota bentosu

V podmínkách malých toků se pohybuje početnost bentosu v řádech tisíců jedinců na metr čtvereční. V bahnitém dně stojatých vod jsou to až desítky tisíc jedinců.

6.1.3 Potravní typy bentosu

Bentos je součástí všech úrovní potravních řetězců. Řada druhů je **fytofágní** nebo **detritofágní** (larvy drobných pošvatek), velké druhy jsou dravci (*Perla*). Mezi dravce patří i chrostíci rodu *Hydropsyche* nebo *Rhyacophyla*, stejně jako pakomáři z podčeledí *Tanypodinae* a *Orthocladiinae*.

Velmi běžným potravním typem larev jsou **detritofágové** a **mikrofágové**. Někteří mají speciální filtrační zařízení (např. muchničky). **Fytofágní** typy požírají části makrovegetace nebo řasové nárosty, popř. fytoplankton. Patří sem především četné druhy larev jepic a chrostíků, pakomárů, některé druhy komárů, Zvláštním typem jsou např. chrostíci z čeledi *Limnephilidae*, kteří konzumují převážně listovou hmotu.

Ve skupině parazitických typů larev je zastoupeno více řádů hmyzu. Nejvíce parazitických druhů patří řádu Hymenoptera.

Obr. 1 chrostík (*Hydropsyche* sp.)

Obr. 2 jepice (Heptageniidae)

Obr. 3 beruška (*Asselus aquaticus*)

Obr. 4 jepice (*Beatis* sp.)

Obr. 5 jepice (Ephemeroptera)

Obr. 6 pakomárovec (*Ceratopogon*)

Obr. 7 muchnička (Simuliidae)

Obr. 8 pijavky (Hirudinea)

Obr. 1 – 8 Mikrofotografie různých zástupců bentosu. Shora – zleva: chrostík (*Hydropsyche* sp.), jepice (Heptageniidae), beruška (*Asselus aquaticus*), jepice (*Beatis* sp.), jepice (Ephemeroptera), pakomárovec (*Ceratopogon*), muchnička (Simuliidae), pijavky (Hirudinea). *Foto Pavel Vlach*

6.1.4 Metodika sběru, uchovávání a preparace vodních larev hmyzu

Bentos nalezneme na všech typech substrátů – jak na kamenitém dně, tak v písku či bahnitých usazeninách, hojně také ve vodním rostlinstvu. Metody sběru i používané pomůcky se liší hlavně podle substrátu, na kterém nebo ve kterém larvy žijí.

Vodní larvy hmyzu žijí v různých typech sedimentů – od bahnitých přes písčité až po štěrkovité, získávají se propíráním přes síto. Velikost ok pro tyto účely se pohybuje kolem 1 mm.

Na kamenitém substrátu je nejvýhodnější sbírat bentos pomocí hrubé vodní síťky, která je opatřena pevným držadlem. Při vlastním sběru postupujeme tak, že síťku (cedník, síť) klademe za kámen ve směru proudu a při vyzvedávání kamene z vody pak pod něj. Larvy se často při pohnutí kamenem pouštějí a jsou splaveny do síťky. Pevně přichycené organismy obíráme s kamenů pinzetou. Používáme často tzv. *kick-sampling* – nad nastavenou síťkou se rozrývá dno nohou.

Ke sběru bentosu z rostlin se používá vodní síť, cedníky nebo síto, kterými se prosmekává vodní rostlinstvo.

6.2 Determinace jednotlivých druhů bentosu

Deteminace je prováděna pomocí klíčů a fixovaného materiálu.

6.2.1 Fixace materiálu

Při komplexním sběru bentosu je vhodné nasbírané vzorky třídit. Pro běžnou determinaci obvykle postačí usmrcovat a zároveň fixovat bentos v 75% etanolu. Po několika dnech je potřeba etanol vyměnit, protože především velké druhy uvolňují do lihu vodu a jeho koncentrace klesá. Při koncentraci pod 40 % hrozí macerace nasbíraného vzorku!

6.2.2 Preparace larev

Při determinaci často přistupujeme k preparaci některých orgánů, nejčastěji ústních ústrojů (neplatí při hrubé determinaci do vyšších taxonů). Preparace se provádí pod binokulární lupou a z vypreparovaných částí zhotovujeme mikroskopické preparáty.

6.2.3 Klíč k určování řádů vodních larev a kukel hmyzu (Rozkošný, 1980), obr. 9 – 11.

1 Spodní pysk přeměněn na vymrštitelný uchvacovací ústroj, tzv. masku. Na konci těla žábry ve tvaru tří přívěsků nebo krátké a tuhé trnovité výběžky, tvořící anální pyramidu. **Vážky**

– Maska není vytvořena, konec těla jinak upraven. 2

2(1) Ústní ústrojí bodavě-savé, ve tvaru článkovaného chobotu směřujícího šikmo dozadu nebo dopředu. **Ploštice**

– Ústní ústrojí jiného typu, článkovaný chobot není vytvořen. 3

3(2) Dospělé larvy s dobře patrnými křídlovými pochvami, na konci zadečku 2—3 dlouhé článkované přívěsky. 4

– Bez křídlových pochev, na konci zadečku nejvýše 2 krátké přívěsky nebo nepárový přívěsek střední. Jsou-li vyvinuty přívěsky 3, pak nejsou článkované. 5

4(3) Na konci těla 3 přívěsky, 2 štěty a střední paštět, který je jen vzácně redukován. Žábry po stranách zadečku. Na konci chodidel jen jeden nepárový drápek. **Jepice**

– Na konci těla jen 2 štěty. Žábry chybějí nebo jsou vyvinuty na hrudi, kyčlích a na konci zadečku. Chodidla vždy se 2 drápky. **Pošvatky**

5(3) Na hrudních článcích tři páry končetin. 6

– Bez hrudních končetin, na tělních článcích jsou vyvinuty nejvýše nečlánkované panožky. 10

6(5) Kusadla úzká, mečovitá, nápadně delší než hlava. **Síťokřídlí**

– Kusadla kratší, nejvýše srpovitá, nikdy nepřesahují nápadně délku hlavy. 7

7 (6) Poslední článek zadečku nese jeden pár pošinek, larvy volné nebo v pouzdrech z různého materiálu. 8

– Poslední článek zadečku bez pošinek, larvy volné. 9

8(7) Na 3. až 6. zadečkovém článku 4 páry panožek s věncem háčků, pošinky na konci zadečku nečlánkované, panožkovité. **Motýli**

– Bez panožek na zadečkových článcích, pošinky často článkované, vždy s apikálním drápkem. **Chrostíci**

9(7) Prvních 7 článků zadečku s párovitými, článkovanými přívěsky po stranách. Poslední článek s dlouhým ochlupeným výběžkem. **Střechatky**

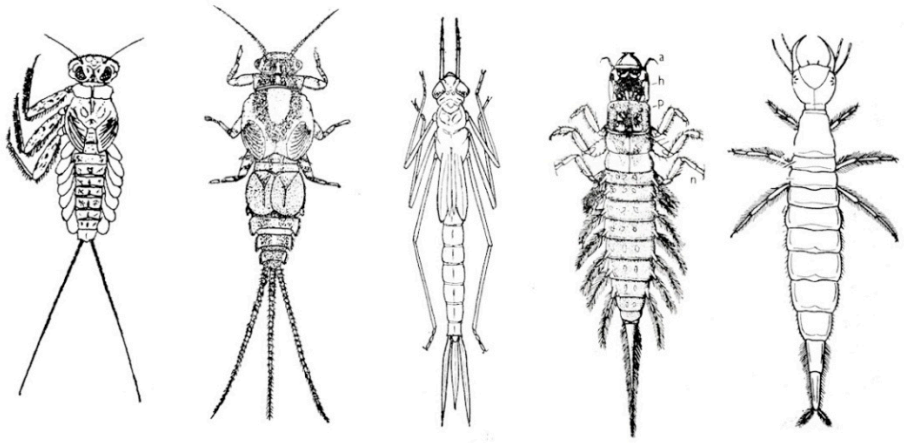
– Články zadečku většinou bez postranních přívěsků. Pokud jsou vyvinuty, pak jsou nečlánkované a poslední článek zadečku je jinak upraven. **Brouci**

10(5) Parazitické larvy žijící v těle larev a kukel vodního hmyzu nebo alespoň v jejich schránkách či kokonech, některé druhy parazitují ve vajíčkách vodního hmyzu. **Blanokřídlí**

– Larvy volně žijící (výjimkou je pouze několik druhů pakomárů), vzácněji minující v pletivech vodních rostlin. 11

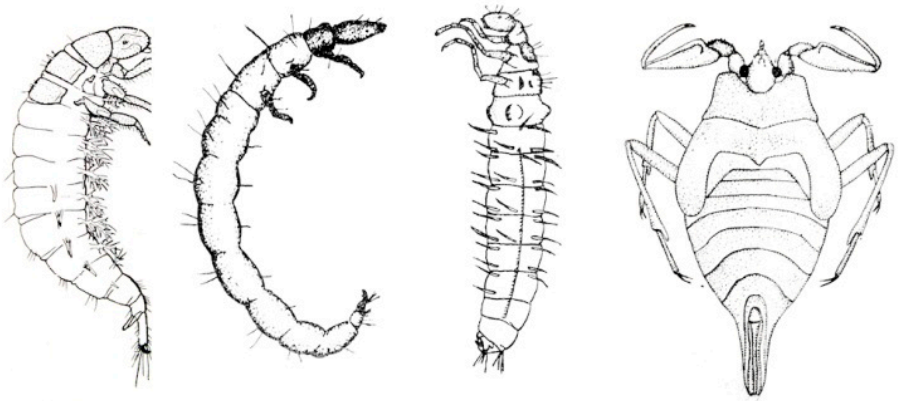
11 (10) Larvy většinou štíhlé a protáhlé, často s panožkami nebo lokomočními valy. Hlava dobře oddělená nebo v různé míře redukovaná. Funkční stigmata lokalizována obvykle na konec těla. **Dvoukřídlí**

– Larvy zavalité a většinou málo pohyblivé, často minující. Hlava nápadně sklerotizovaná, po stranách tělních článků 9 párů stigmat. **Brouci**



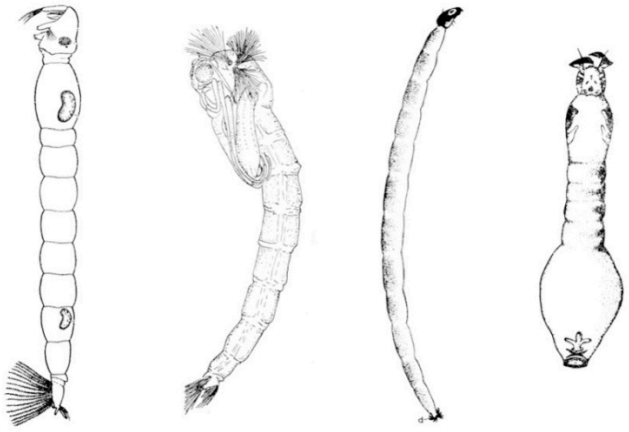
1 **2** **3** **4** **5**

Obr. 9 Různé druhy bentosu (dle Rozkošného a kol., 1980): **1** - Jepice (*Heptagenia* sp.), **2** - jepice (*Caenis* sp.), **3** - vážka (Odonata), **4** - střechatka (*Sialis* sp.), **5** - potápník (*Dytiscus* sp.).



1 **2** **3** **4**

Obr. 10 Různé druhy bentosu (dle Rozkošného a kol., 1980): **1** - chrostík (*Hydropsyche* sp.), **2** - chrostík (*Rhyacophylla* sp.), **3** - chrostík (Limnephilidae), **4** - splešťule blátivá (*Nepa rufina*).



1 **2** **3** **4**

Obr. 11 Různé druhy bentosu (dle Rozkošného a kol., 1980): **1** - pakomár (*Chaoborus* sp.), **2** - pakomár (*Chironomus* sp. – kukla), **3** - pakomárovec (*Ceratopogon* sp.), **4** - muchnička (*Simulis* sp.).

6.3 Porovnání délkové struktury jednotlivých druhů mezi různými vzorky

V této kapitole se seznámíme s popisnými charakteristikami, charakterizujícími soubor dat.

Souborem dat se rozumí změřené délky jednotlivých druhů (pro jednoduchost zvolíme jeden nebo dva nejčastější druhy). Měli bychom hodnotit délku těch druhů, jejichž počet v každém vzorku přesáhne minimálně 10.

6.3.1 Parametry polohy

Základní popisnou charakteristikou je **průměr**, vypočtený jako součet všech hodnot a vydělený jejich počtem. Používá se jen tehdy, pokud má vzorek dat normální rozdělení (zjistíme pohledem nebo testuje nějakým testem, např. Kolmogorovým – Smirnovovým testem). V přípravě zamítnutí normality rozdělení dat v souboru použijeme **medián**, který je hodnotou, jež dělí řadu podle velikosti seřazených výsledků na dvě stejně početné poloviny.

V programu MX Excel se vypočte průměr pomocí funkce = PRŮMĚR (oblast dat) a medián pomocí funkce = MEDIÁN (oblast dat).

6.3.2 Směrodatná odchylka

Soubor dat, především míru variability souboru dat, vyjadřuje **rozptyl**, tj. součet druhých mocnin (=čtverců) odchylek datových bodů od průměru (mediánu). Častěji se používá **směrodatná odchylka**, které je druhou odmocninou rozptylu.

V programu MX Excel se vypočte rozptyl pomocí funkce = VARIANCE (oblast dat) a směrodatná odchylka pomocí = SMODCH (oblast dat).

6.3.3 Interval spolehlivosti

Dalším parametrem polohy je interval spolehlivosti, který udává kolik % hodnot ze souboru je obsaženo v daném intervalu. Např. 95 % říká, že 95 % hodnot je v daném intervalu. Používá se k eliminaci extrémních hodnot. V MS Excel se vypočte pomocí funkce = CONFIDENCE (alfa, SMODCH, velikost).

6.3.4 Analýza rozptylu

Analýzou rozptylu (ANOVA) porovnáváme datové soubory s normálním rozdělením. Testová charakteristika F určuje, zda jsou střední hodnoty souborů shodné (nulová hypotéza), nebo rozdílné (při zamítnutí nulové hypotézy). Analýzu ANOVA lze provést v MS Excel po zavedení doplňku Analýzy dat. Jedná se o maticový vzorec (viz nápověda k funkci).

6.4 Zjištění rozdílů v početnosti jednotlivých taxonů mezi vzorky

Analýzu četností provedeme pomocí testu dobré shody – X^2 test. Připravíme data ve formátu početnosti jednotlivých druhů v řádcích (sloupce představují jednotlivá odběrná místa). Tabulku přeneseme do webové aplikace, která provede automaticky vyhodnocení (spočte očekávané frekvence a vypočte testovou hodnotu a hodnotu *P*, tj. pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy o shodnosti).

Webová aplikace je zde: http://www.quantpsy.org/chisq/chisq.htm . Vliv parametrů prostředí na diverzitu bentosu.

6.4.1 Role bentosu v samočisticím procesu

Bentos se výrazně podílí na mineralizaci organické hmoty. Podíl larev hmyzu na mineralizaci organické hmoty není zanedbatelný. Při předpokládané konzumaci 0,5–1g listí za den pro larvy chrostíků se při běžných hustotách dostaneme až na cca 80 kg listí denně z 1 hektaru. Pakomáři a kroužkovci jsou také typičtí dekompozitoři.

6.4.2 Bentos jako složka potravy

Bentos představuje až 100% podíl v potravě některých druh ryb. V pstruhových tocích jsou mladí pstruzi, vranky, mřenky téměř zcela závislí na bentosu, jelec proudník nebo tloušť tuto složku obohacují o náletový hmyz nebo detrit. Stejná situace se týká bentosu v rybníce a rybniční obsádky, především kapra.

Bentos slouží jako potrava i vodním ptákům, je např. v jarní potravě kachen, potápek, bahňáků, racků a rybáků, stejně jako některých druhů pěvců (např. konipasi, skorec vodní, rákosník).

6.4.3 Bentos jako bioindikátor

Zásahy člověka do životního prostředí vodních organismů omezují nebo vyřazují z existence nejprve ty druhy, které jsou málo adaptabilní, zároveň však vytvářejí podmínky pro malou skupinu původních nebo nových druhů s hustou populací. Např. zahrazením toku přehradou vymizí většina původní flóry a fauny a vyvine se nová, kvantitativně i kvalitativně odlišná biocenóza. Přítomnost nebo nepřítomnost některých druhů, popřípadě ovlivnění celého biologického systému, způsobují také odpadní vody. Jejich vliv může být bud přímý, kladný (látky slouží některým organismům za potravu), nebo záporný (látky jsou přímo toxické), nebo se tento vliv projevuje nepřímo přes změny v obsahu kyslíku, charakteru dna, přes změny mechanické (např. zanášení dýchacích orgánů) aj.

6.4.4 Diverzita

Diverzita je druhová rozmanitost. Popisuje společenstvo a je tím větší, čím je ve společenstvu vyšší počet druhů a podíl jednotlivých druhů na celkové početnosti je vyrovnaný. Diverzitu popisuje Shannonův **index diverzity:**

$$H = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{N_i}{N} \times ln\left(\frac{N_i}{N} \right) \right)$$

kde *H* je index diverzity, *n* počet druhů, *Ni* počet jedinců druhu *i* a N je celkový počet jedinců ve společenstvu.

7 Pracovní postup

7.1 Základní úkoly

7.1.1 Odběr vzorků bentosu

1. Skupiny po 2–3 studentech se rozmístí na odlišná stanoviště v rámci podélného profilu toku (např. dolní tok, pod rybníkem, nad hrázkou, v peřejích apod.).
2. Na stanovišti vyberte místo s vhodným substrátem a označte ho plastovým čtvercem o hraně 25 cm (nebo vytyčte jiným způsobem).

3. Z označené plochy pinzetou vyberte všechny nalezené druhy a umístěte do akvária nebo kádinky.
4. Zástupce bentosu převeďte do 85% etanolu do skleněné lahve s plastovou zátkou.
5. Na lahev označte místo a datum odběru.

7.1.2 Určování bentosu

1. Fixovaný bentos přendejte do velké Petriho misky a roztřiďte podle vyšších taxonů do menších Petriho misek.
2. Určujte zástupce do nižších taxonů pomocí klíče (Rozkošný et. al, 1980).
3. V případě nejasností vytvořte mikroskopické preparáty a pozorujte pod mikroskopem nebo binokulární lupou.

7.2 Fakultativní úkoly

7.2.1 Porovnání délkové struktury

4. Vyberte jeden nebo dva taxony, které jsou zastoupeny nejpočetněji (např. muchničky, chrostíky, jepice nebo pakomáry) a v největším počtu odebraných vzorků.
5. Pomocí milimetrového měřítka změřte všechny jedince.
6. Zjištěné údaje o délkách zapište do tabulky v MS Excel.
7. Pomocí funkce = ČETNOSTI převeďte číselné údaje do kategoriálních dat a zobrazte pomocí sloupcového grafu.
8. Pomocí vzorců = PRŮMĚR, = SMODCH, = VARIANCE, případně dalších, vypočtěte základní popisné charakteristiky nasbíraných vzorků (viz nápověda v MS Excel).
9. Pomocí analytického nástroje ANOVA porovnejte délkovou strukturu nasbíraných vzorků (viz nápověda MS Excel).

7.2.2 Zjištění rozdílů v početnosti

1. Zjistěte počty jedinců určených taxonů ve vzorcích a zapište je do tabulky.
2. Jednotlivé sloupce přeneste do webové aplikace http://www.quantpsy.org/chisq/chisq.htm.
3. Zjistěte hodnotu testového kritéria testu dobré shody (X2).
4. Odpovězte, zda se zjištěné početnosti (frekvence) vzájemně liší.

7.2.3 Zjištění morfologických parametrů toku v místě odběru bentosu

Na odběrném stanovišti zaznamenejte následující parametry:

a) hloubku
b) rychlost proudění (stopkami změřte dobu, za kterou urazí vzdálenost 2 m plavající předmět)
c) převládající typ substrátu
d) průhlednost vody (až na dno, jen do středních hloubek, trvale zakalené)

e) znečištění (popis zápachu nebo zabarvení)

7.2.4 Porovnání vlivu parametrů toku na diverzitu bentosu

1. Ze zjištěných početností vypočítejte index diverzity.
2. Odpovězte na otázky:
   a. Na jakém stanovišti byl největší počet druhů?
   b. Na jakém stanovišti byl největší index diverzity a proč?
   c. Které druhy jsou typické pro čisté, rychle proudící toky?
   d. Které druhy jsou typické pro pomalu proudící toky?
   e. Které druhy jsou typické pro znečištěné toky?

8 Metodické poznámky

Celý materiál klade nároky na vyučujícího ve smyslu zvládání práce na úrovni pokročilý v MS Excel. Alternativně lze situaci řešit jako mezipředmětový projekt, když v rámci biologie proběhne sběr a určení a v IVT žáci realizují statistické výpočty pod vedením učitele IVT.

9 Použitá literatura a další zdroje

Allan, J.D. 1995. Streamecology. Chapman&Hall, London.

Jarošík, V. 2005. Růst a regulace populací. Academia, Praha.

Jeffries, M., Mills, D. 1990. Freshwaterecology. John Wiley&Sons, Chicester.

Kubíček, F. 1980. Larvy hmyzu ve vodních ekosystémech ČSSR. In: Rozkošný, R. (ed.) 1980. Klíč vodních larev hmyzu. Academia, Praha.

Lellák, J., Kubíček, F. 1991. Hydrobiologie. Karolinum, Praha.

Zelinka, M. 1980. Metodika sběru, uchovávání a preparace vodních larev hmyzu. In: Rozkošný, R. (ed.) 1980. Klíč vodních larev hmyzu. Academia, Praha.

Zvára, K. 2008. Biostatistika. Karolinum, Praha.

Želvušky

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Podle návodu připravte vzorek půdní fauny.

1.1.2 Pozorujte stavbu těla želvušek a jejich pohyb.

1.1.3 Zjistěte odpovědi na zadané otázky.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

1–2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

3.1 Příprava vzorku půdní fauny pomocí Baermanovy nálevky

Laboratorní stojan, nálevka (či kuchyňský trychtýř), sítko (možno použít běžné kuchyňské síto), silikonová trubička, epruveta či zkumavka, buničitá vata, destilovaná voda, trsy mechu, půdní vzorky

3.2 Pozorování stavby těla zástupce želvušek

Světelný mikroskop, potřeby k práci s mikroskopem (podložní a krycí skla, kapátko či pipeta, buničitá vata)

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Prakticky se seznámit se zástupci skupiny želvušek jako s nesmírně odolnými organismy.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie, propojuje znalosti z oborů ekologie (životní podmínky, anabióza), chemie (trehalóza), fyziky (fyzikální podmínky přežití organismu) a zeměpisu (rozšíření želvušek).

6 Obecný úvod k tématu

Želvušky (Tardigrada) jsou živočišný kmen patřící ke skupině prvoústí. Jsou to mnohobuněčné mikroskopické organismy (měří od 0,1 do 1,2 mm), udivující svou schopností přežívat velmi nepříznivé podmínky. Želvušky se vyskytují téměř ve všech typech prostředí. Nejznámější prostředí jejich výskytu je tenký vodní film na povrchu mechů, lišejníků a některých rostlin [1]. Bylo zjištěno, že mají schopnost anabiózy, tzn. že vstupují do stavu, kdy dočasně ustávají metabolické pochody. Dokáží přežít za velmi nízkých i vysokých teplot (od -270 °C až do 120 °C) [2]. Kvůli schopnosti adaptace na různé podmínky se staly zajímavým modelovým organismem pro výzkum vesmíru [1]. Želvušky se živí např. vysáváním rostlinné šťávy, jiné jsou dravé. V dutině ústní mají bodce k napichování (prorážení) tkání. Nemají cévní soustavu a dýchací orgány. Jejich tělo kryje kutikula [3]. Výhodné je, že se dají nasbírat v nejbližším okolí. Stačí mít trošku mechu, mikroskop a trochu štěstí.

7 Pracovní postup

7.1 Příprava vzorku půdní fauny pomocí Baermanovy nálevky [4]

- Pomocí Baermanovy nálevky získáme kvalitní vzorek některých skupin půdní fauny. Metoda je založena na vlastní aktivitě živočichů, kteří pronikají z půdy do vody, v níž kvůli vyšší specifické hmotnosti těla klesají do dolní části nálevky a hromadí se v epruvetě či zkumavce.
- Baermannova nálevka sestává ze stojanu, nálevky (popřípadě kuchyňského trychtýře), silikonové trubičky a epruvety (obr. 1).
- Vzorek půdy či mechu se uloží v plastovém sítu (je možné použít běžné kuchyňské síto) na buničině (ochrana před propadem menších částic půdy).
- Baermannova nálevka se naplní destilovanou vodou a vzorek v sítu se opatrně usadí do nálevky.
- Živočichové ze vzorku postupně pronikají do vody a poté vodou do epruvety. Takto získáme organismy očištěné od složek půdy.

Obr. 1 Baermannova nálevka. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

7.2 Pozorování stavby těla zástupce želvušek

- Kapátkem přeneseme získaný vzorek na podložní sklíčko a vytvoříme nativní preparát.
- Pomocí světelného mikroskopu pozorujeme želvušky (obr. 2).

Pozn. Je možné rovnou použít „vyždímanou“ vodu z mechu, ale musíme počítat se znečištěním. Odměnou za trpělivost při získávání vzorku nám bude pohled na obdivuhodné tvory, kteří jsou objektem zájmu výzkumníků vesmíru i badatelů v oboru hibernace a mrazového uskladňování.

Obr. 2 Zástupce želvušek medvíďátko (Macrobiotus sp.). *Foto doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.*

7.3 Odpovězte na následující otázky.

1) Vysvětlete pojem anabióza a hibernace.
2) Jaké je systematické zařazení želvušek?
3) Zjistěte, jaká chemická látka je pro hibernaci želvušek nejdůležitější.
4) Jak se pozorované želvušky pohybují?
5) Najděte překlad slova tardus a gradus. (Mohl by překlad být popisem pohybu želvušek?)

8 Metodické poznámky

Nejdříve musí být proveden sběr mechu (půdního vzorku). Kvalitní vzorek k práci s mikroskopem je nutno připravovat 12–24 hodin předem (sbíráme mechy např. i ze střech).

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Novák, J.A. 2010. Malinká želvuška dokáže přežít doslova nebe i peklo a nikdo netuší proč. Dostupné z <http://tech.ihned.cz/veda/c1-47974520-zelvuska-prezije-zar-tlak-sucho-i-radiaci-ale-nikdo-netusi-proc>.

[2] Lukeš, J. Nezničitelné želvušky. Dostupné z <http://www.osel.cz/_files/3472_Lukes_Julius.pdf >.

[3] Rozsypal, S. 1992. Fylogeneze, systém a biologie organismů. 1. vyd. SPN, Praha.

[4] Douda, O. 2008. Metody monitoringu, diagnostiky a hodnocení škodlivosti rodu *Ditylenchus*. Dostupné z <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-7427-003-1.pdf>.

Další doporučené zdroje:

Devetter, M. 2010. Akvatická fauna v půdním prostředí – jak ji pozorovat? Živa 2: 94 – 96. Dostupné z <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/akvaticka-fauna-v-terestrickem-pudnim-prostredi.pdf>.

Mihulka, S. 2006. Trvanlivé želvušky klíčem k hibernaci? Dostupné z <http://osel.cz/index.php?obsah=6&clanek=2328>.

Rajzr, T. 2011. Želvušky mechů a půdy Rokycanské stráně a Přírodní rezervace Žďár. – MS, SOČ, Gymnázium a SOŠ, Rokycany.

Motýli

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Na základě pozorování motýlího křídla popište jeho stavbu, tvar a umístění šupinek.

1.1.2 Ověřte optické jevy na povrchu šupinek.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

1–2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

Křídla různých druhů motýlů, mikroskop, potřeby k práci s mikroskopem, baterka

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Seznámit se podrobněji se stavbou a funkcí motýlích křídel.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

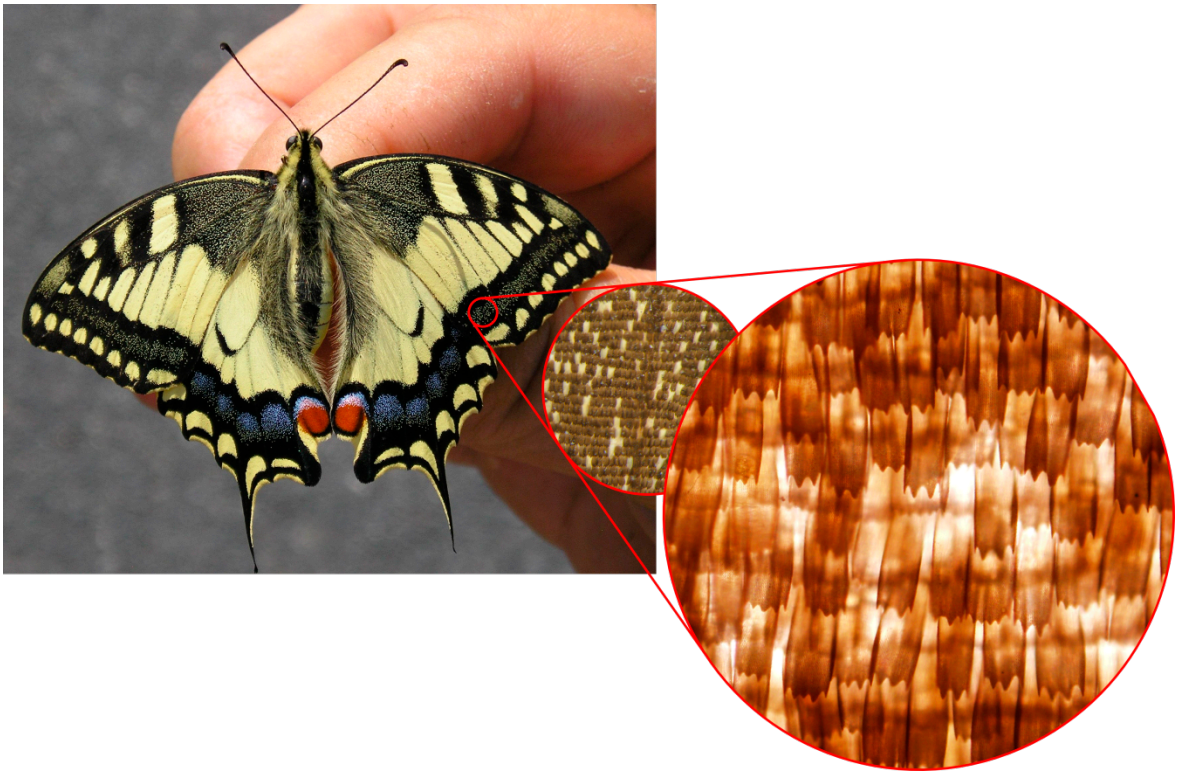
Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie, propojuje znalosti z oborů chemie (pigmenty), fyziky (optické jevy na struktuře motýlího křídla), etologie (výstražné a ochranné zbarvení křídel) a ekologie (teplotní podmínky výskytu motýlů).

6 Obecný úvod k tématu

Motýli patří k nejnápadnějšímu a poměrně početnému řádu hmyzu naší přírody. Jenom denních motýlů se na našem území udává kolem 160 druhů. Jejich krása, která nás okouzluje, je ukryta v jejich křídlech. Mají dva páry křídel pokrytých šupinkami, které se překrývají (obr. 1, 2) a dodávají křídlům rozličné barvy. Vnější a vnitřní struktura šupinek a dále pigmenty v nich obsažené způsobují jejich barevnou rozmanitost [1].

Vnější a vnitřní struktura šupinek se liší u jednotlivých skupin motýlů a je dost složitá. Některé skupiny mají šupinky plné, jiné vyplněné vzduchem. Vzduchové dutinky mohou mít pravděpodobně funkci sběračů a výměníků tepla. Šupinky ovlivňují i obtékání vzduchu kolem těla za letu. Strukturální zbarvení je založené na optických jevech (lom, rozptyl, ohyb světla, …) na vnějším a vnitřním povrchu šupinek. Základem šupinek jsou pravidelně uspořádané nanostruktury, mající charakter tzv. fotonického krystalu (důsledkem šíření světla ve fotonickém krystalu jsou působivé barevné efekty) [2].

Pigmenty obsažené v křídlech motýlů jsou rozmanitého původu. Některé pocházejí ze živných rostlin jejich housenek (jako odpadní metabolické produkty přešly do těla dospělého jedince) [2]. Nejvíce rozšířeným pigmentem je melanin [2, 3]. Jakou vlastnost melaninu asi motýli využívají? Jak vypadá šupinka motýlího křídla v mikroskopu? Jak jsou šupinky na motýlím křídle připevněny? Pojďme hledat odpovědi na tyto a další otázky.



Obr. 1 Uspořádání šupinek na motýlích křídlech. *Foto doc. RNDr. Michal Mergl, CSc., RNDr. Stanislava Mayerová, Mgr. Veronika Kaufnerová*

Obr. 2 Detail a variabilita šupin ve světelném mikroskopu (měřítko 150 µm). *Foto Mgr. Veronika Kaufnerová*

7 Pracovní postup

7.1 Mikroskopická stavba motýlích křídel

- Zhotovte mikroskopický preparát části motýlího křídla a šupinek (opatrně setřete prstem část křídla do kapky vody) a pozorujte pod mikroskopem.
- Na základě sledování zhotoveného preparátu pod mikroskopem nakreslete obrázek s uspořádáním šupin na motýlích křídlech, zakreslete také jejich tvary. Popište stavbu motýlího křídla.
- Pozorujte při větším zvětšení detail šupiny.

Pozn. Šupinky jsou na motýlích křídlech uspořádány pravidelně v řadách. Bazální část každé šupinky je překryta šupinkou z předchozí řady.

7.2 Optické jevy na povrchu motýlích křídel

- Proveďte pokus s osvětlením plochy motýlího křídla baterkou z různých směrů.

Pozn. Za zbarvení motýlích křídel nejsou zodpovědná pouze barviva obsažená v šupinkách. Kovové či opalizující efekty na křídlech jsou způsobeny optickými jevy na povrchu šupinek (lom, rozptyl či odraz paprsků).

7.3 Odpovězte na následující otázky.

1) Jaký je význam šupinek? (Teorie o funkci?)
2) Vysvětlete význam zbarvení motýlích křídel. Typy zbarvení.
3) Jaký význam má přítomnost melaninu mezi pigmenty motýlích křídel?
4) K čemu slouží feromonové šupinky?

Pozn. K řešení úkolů použijte studijní materiál, např.:

Altmann, A., Kubíková, M. 1972. Biologický náčrtník. Zoologie. SPN. Praha.

Internetový časopis Oko. Motýlí křídla. Oko: 27. Dostupný z <http://oko.yin.cz/27/motyli-kridla/>.

Macek, J., Juračka, P. J. 2011. Příběhy z elektronového mikroskopu. 4. Krása motýlích křídel. Živa 3: 125.

8 Metodické poznámky

Zajistit dostatek motýlích křídel (sběr lze zadat studentům).

Doporučené výsledné zvětšení při pozorování šupinek je 10 x 20.

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Altmann, A., Kubíková, M. 1972. Biologický náčrtník. Zoologie. SPN. Praha.

[2] Macek, J., Juračka, P. J. 2011. Příběhy z elektronového mikroskopu. 4. Krása motýlích křídel. Živa 3: 125.

[3] Internetový časopis Oko. Motýlí křídla. Oko: 27. Dostupný z <http://oko.yin.cz/27/motyli-kridla/>.

Moucha domácí aneb Každý má svou mouchu

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Na příkladu mouchy domácí pozorujte stavbu těla dvoukřídlého hmyzu a redukci druhého páru křídel.

1.1.2 Ověřte pokusem vydávání zvuku kmitající destičkou jako zdroj bzučení u mouchy.

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Zjistěte doplňující informace podle zadaných otázek.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

1–2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

3.1 Stavba těla mouchy domácí

Binokulární lupa, moucha domácí

3.2 Demonstrace bzučení mouchy

Stojan, svorky, různě dlouhá pravítka

3.3 Pomůcky pro fakultativní úkoly

Kopie různých článků o mouše domácí, internet – ARKIVE, Biologický náčrtník – zoologie

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Rozšířit učivo praktickým pozorováním stavby těla mouchy, při kterém si žáci ověří znaky stavby těla dvoukřídlých.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Vypracováním odpovědí na dílčí otázky rozšířit a upevnit základní učivo o hmyzu, resp. mouše domácí.

4.2.2 Zdokonalit se v práci s laboratorními přístroji (binokulární lupa).

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie, propojuje znalosti z oborů fyziky (kmitání) a také ekologie (význam larev much jako rozkladačů).

6 Obecný úvod k tématu

Většina hmyzu je pro nás neškodná, některé druhy jsou škodlivé, další jsou užitečné. Všeobecně známá a rozšířená moucha domácí je příkladem hmyzu, bez kterého bychom byli nuceni žít mezi hnijícími odpadky a zdechlinami, a zároveň příkladem velice „otravného" hmyzu roznášejícího všude choroboplodné zárodky. O jejím životě, který se odehrává v blízkosti člověka, bychom proto měli vědět co nejvíce.

Mouchu domácí (Musca domestica) řadíme do řádu dvoukřídlí. Tento hmyz má plně vyvinutý pouze první pár křídel, druhý pár je zakrnělý a přeměněný v kyvadélka (haltery). Moucha, stejně jako ostatní hmyz, nemá vnitřní kostru a její tělo chrání exoskelet tvořený kutikulou[1]. Její významnou součástí je také chitin a vrstvička lipoproteinových komplexů, které zabraňují odpařování vody z jejího těla. Na povrchu kutikuly jsou chloupky. Moucha se rychle rozmnožuje, po oplození klade samička denně kolem 150 vajíček. Za 9 až 14 dnů se začnou larvy kuklit, po 3–5 dnech dojde k líhnutí dospělých jedinců. Nadměrnému výskytu mouchy brání skutečnost, že má dost přirozených nepřátel (další druhy hmyzu, pavouci, žáby, ptáci). Moucha patří k hmyzu s proměnou dokonalou. Její larvy jsou beznohé, vyvíjejí se v rozkládajícím se materiálu. Potravu přijímá tekutou, rozpouští slinami tuhou potravu a její ústní ústrojí je lízavě-savé.

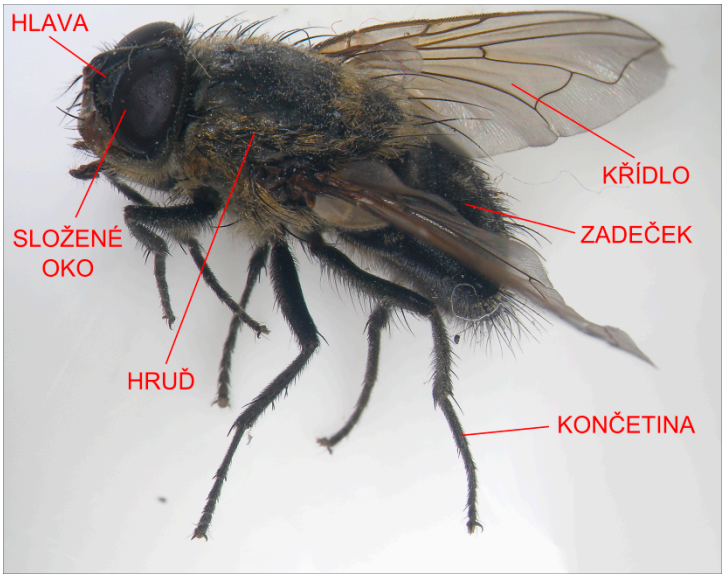
Moucha se podílí významně na destrukci organických zbytků a přenášení četných choroboplodných zárodků (např. břišní tyfus, lepra, cholera, tuberkulóza, salmonela, cysty prvoků i vajíček červů atd.) [2].

Oko mouchy je složené. Jednotlivé čočky oka nejsou schopny samostatně zaostřovat, moucha nevidí okolí ostře. Složené oko ale umožňuje snadno zaznamenat pohyb. Mouchy mají tak velké zorné pole, že vidí téměř do všech stran, tzn. i dozadu. Ve srovnáním s člověkem vidí moucha jinak také barvy. To je způsobeno tím, že jsou v jejích očích jiné zrakové pigmenty. Jeden z těchto pigmentů reaguje na zelené a žluté světlo (vlnová délka cca 550 nm) a druhý pigment reaguje na modré a ultrafialové světlo (vlnová délka < 480 nm, UV dokonce < 380 nm). Jak je patrné, moucha není schopna vidět barvu červenou (její vlnová délka je kolem 650 nm) [3]. Z hlediska zvukového projevu je Pro mouchu typické bzučení. Moucha bzučí, pouze když letí, ačkoliv nevlastní žádný speciální zvukový orgán. Bzučení je způsobeno rychlým kmitáním křídel. Ověřte tento jev pokusem.

7 Pracovní postup

7.1 Stavba těla mouchy domácí

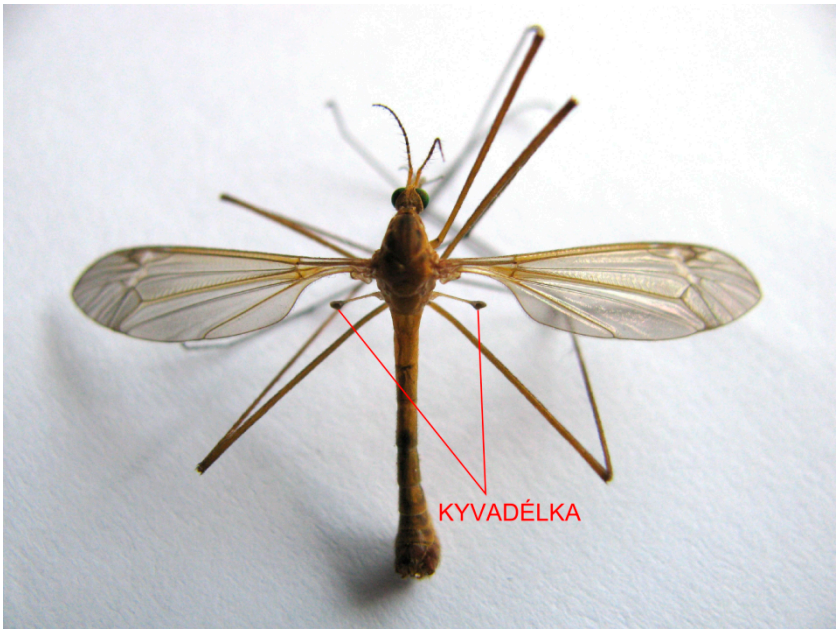
- Pod binokulární lupu umístěte tělo mouchy domácí. Pozorujte jednotlivé části těla, zakreslete je a popište (obr. 1–3).
- Zaměřte se na umístění a tvar kyvadélka (obr. 4).



Obr. 1 Stavba těla mouchy domácí (*Musca* sp.). *Foto Mgr. Veronika Kaufnerová*

Obr. 2 Stavba křídla mouchy domácí (*Musca* sp.). *Foto Mgr. Veronika Kaufnerová*

Obr. 3 Stavba končetiny mouchy domácí (*Musca* sp.). *Foto Mgr. Veronika Kaufnerová*



Obr. 4 Demonstrace kyvadélek dalšího ze zástupců dvoukřídlého hmyzu (tiplice). *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

7.2 Demonstrace bzučení mouchy

- Umělohmotné pravítko upevněte do svorek stojanu a úderem jej rozkmitejte.
- Demonstrujte kmitání destičky (pravítka) jako zdroje zvuku.
- Srovnejte kmitání a zvuky různě dlouhých pravítek.

7.3 Odpovězte na následující otázky.

1) Do jakého řádu hmyzu řadíme mouchu domácí?
2) Kde se moucha vyskytuje, v jakém prostředí žije?
3) Čím se živí?
4) Jaký význam mají mouchy v přírodě?
5) Jak se mouchy rozmnožují? Má nedokonalou, nebo dokonalou proměnu?
6) Co jsou to kyvadélka a k čemu slouží?
7) Jaký typ ústního ústrojí mají mouchy?
8) Proč mouchy bzučí?
9) Jak se mezi ostatními druhy much pozná moucha domácí?
10) Jsou mouchy pro člověka nebezpečné? Jak, čím?
11) Jak je možné, že moucha leze po skle?
12) Zjistěte velikost dospělého jedince, rychlost letu, délku života, jaké má smyslové orgány.
13) Existuje nějaké praktické využití much nebo znalostí jejich biologie člověkem?
14) Víte, co je to gyroskop?

8 Metodické poznámky

Zajistit dostatečný počet much (sběr lze zadat studentům, nemusí být jenom moucha domácí), je možné na začátek cvičení pustit video – let mouchy (Arkive).

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Hajer, J. Biologie členovců : Studijní opora pro navazující magisterské studium v kombinované formě. Dostupný z <http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_ukazky/Biologie%20%C4%8Dlenovc%C5%AF.pdf>.

[2] Biolib.cz. Moucha domácí. Dostupné z <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id122031>.

[3] Anonymus. Oko mouchy. Dostupné z <http://pro-zivot.webnode.cz/co-vime-o-prirode-/oko-mouchy/>.

Další zdroje:

Internetový časopis OKO. Moucha domácí. Oko: 7. Dostupný z <http://oko.yin.cz/7/moucha-domaci/>.

Q-klub Příbram. Hmyzí bzučení : Fyzika kolem nás. Dostupný z <http://www.quido.cz/fyzika/107fyzika.htm>.

Žďárek, J. 1980. Neobvyklá setkání. 1.vyd. Panorama. Praha.

Odkaz na video (let mouchy, ústní ústrojí mouchy):

http://www.arkive.org/house-fly/musca-domestica/video-00.html

http://www.youtube.com/watch?v=xnmhYD5UadE

Životní prostředí – soupeř, či pomocník

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Na příkladu spalování (pražení) pyritu demonstrujte vznik kyselého deště.

1.1.2 Ověřte produkty spalování pyritu.

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Sledujte pH srážek v místě školy (bydliště) ve zvoleném časovém úseku (měsíc či déle) a vyvoďte závěr.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

1–2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

Pyrit, kladívko, zkumavka, držák, kahan, plyn, zápalky, pH papírek (pH metr), magnet, papír, roztok HCl, NaOH, ochranný štít, periodická tabulka, kalkulačka

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Pochopit spalování jako proces vzniku oxidů síry, které způsobují vznik kyselých dešťů.

4.1.2 Vyhodnotit vliv lidské činnosti na životní prostředí.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Seznámit studenty s minerálem pyrit a naučit je pyrit rozpoznávat od ostatních minerálů.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie (mj. také biologie člověka), propojuje znalosti z oborů geologie (mineralogie), chemie (chemické složení pyritu, rovnice vzniku oxidu síry a kyselého deště), ekologie (vliv kyselých dešťů na organismy, půdu, vodu) a zeměpisu (výskyt ložisek uhlí na území ČR, lokality postižené kyselými dešti v ČR).

6 Obecný úvod k tématu

Správné označení pro kyselý déšť je kyselá atmosférická depozice [1]. Jako kyselý déšť jsou označovány srážky s pH menším než 5,6. Kyselý déšť způsobují oxidy síry, dusíku a uhlíku. Jakmile se rozptýlí do atmosféry, začnou reagovat s vodou za tvorby kyselin, které padají na zem ve formě deště. Zdroje těchto plynů jsou jednak přírodní (biologické procesy a sopečná činnost) a jednak antropogenní (zemědělství, průmysl, automobilová doprava, energetika). Nejvýznamnější podíl na vzniku kyselých dešťů se připisuje oxidům síry, které vznikají převážně spalováním hnědého uhlí, a oxidům dusíku, které vytváří hlavně vysokoteplotní spalování v automobilových motorech. Kyseliny, které následně v atmosféře vznikají z těchto plynů, snižují pH srážek. Výsledkem je zvýšená kyselost půd a povrchových vod (acidifikace), dále i vysoký obsah toxických kovů uvolněných z půd a hornin ve vodách spodních. Kyselý déšť také urychluje zvětrávání uhličitanových materiálů (například vápencové skály nebo i omítek na budovách atd.) [2].

Výsledky působení kyselých dešťů lze pozorovat na živých organismech, funkčnosti ekosystémů a na materiálech. Z ČR známe úhyn horských smrkových lesů Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor, Jeseníků a Krušných hor ze 70. let minulého století. V ČR okyselení vod vyhubilo ryby v šumavských jezerech a v horských potocích Jizerských hor, Krkonoš, Jeseníků, Krušných a Orlických hor. Ve Skandinávii v důsledku okyselení jezer, potoků a řek došlo od padesátých let minulého století k postupnému uhynutí ryb, dalších živočichů a rostlin. Kyseliny, které se dostávají do půdy kyselým deštěm, z ní vyplavují prvky, které jsou důležité pro udržení vyvážené hodnoty půdní kyselosti a které jsou současně nezbytnými živinami pro vegetaci. Jedná se zejména o vápník a hořčík. Tyto prvky jsou schopny po nějakou dobu vyrovnávat (neutralizovat) přísun kyselin z atmosféry. Při této reakci jsou ale nevratně odnášeny z půd do podzemních a povrchových vod. O stupni okyselení rozhoduje i obsah bazických kationtů v půdě. Jejich hlavním zdrojem v půdách je zvětrávání podložních hornin a jejich celkové množství určuje odolnost vůči kyselému spadu. Čím je v půdách větší množství bazických kationtů, tím jsou půdy odolnější. Nejméně odolné jsou horské půdy, které mají přirozeně nízké množství bazických kationtů. To je spolu s drsným klimatem a vysokým přísunem kyselin důvod, proč se devastující vliv nejdříve projevuje v horských oblastech. Zásoby bazických kationtů vznikaly v půdách zvětráváním podloží zejména v období od poslední doby ledové, tedy asi 10 000 let. V důsledku změn druhové skladby původních lesních porostů na smrkové monokultury byly ale zásoby bazických kationtů vyčerpány. Místo nich dnes kyselý déšť uvolňuje z půd velké množství toxického hliníku a dalších kovů, které by se normálně neuvolňovaly. Tyto kovy jsou přijímány kořeny stromů z půdního roztoku a významně přispívají k úhynu lesa. Ionty hliníku totiž mohou vytlačit kationty vápníku, hořčíku a draslíku na výměnných místech buněčných membrán kořenů, čímž je narušena iontová rovnováha. To vede k odumírání takto postižených orgánů a následně i k špatnému příjmu živin, vody a celkovému oslabení rostliny. Hliník například nejčastěji blokuje příjem hořčíku. Stromy s nedostatkem hořčíku pak trpí chlorózou, tedy žloutnutím jehlic kvůli nedostatku zeleného barviva nutného k zachytávání sluneční energie. Postižené stromy se pak stávají extrémně citlivými na sucho, mráz a další vlivy. Tento mechanismus je typický pro lesní půdy v celé střední Evropě a jižní Skandinávii [2].

7 Pracovní postup

- Připravte prášek z pyritu pomocí kladívka a nasypte do zkumavky.
- Zahřívejte prášek ve zkumavce nejdříve pomalu, potom intenzívněji. Dbejte, aby ústí zkumavky zůstalo chladné a suché. Ověřte opatrně čichem plyn unikající ze zkumavky. Pozorujte, co vzniká na chladnějším ústí zkumavky. Změřte pH unikajícího plynu.
- Po vyžíhání vysypte vychladlý prášek ze zkumavky na papír. Magnetem zespodu oddělte magnetické částečky od nemagnetického zbytku. Přítomnost železa potvrďte tak, že přelijte vyžíhaný magnetický zbytek ve zkumavce zředěnou HCl, zahřejte a přidejte roztok hydroxidu sodného. Vznikne žlutohnědá sraženina hydroxidu železitého.

Doprovodné otázky a úkoly:

1) Napište a vyčíslete reakci spalování pyritu za vzniku oxidu siřičitého.
2) Porovnejte (seřaďte) železné rudy podle procentuálního obsahu železa (pyrit, magnetovec, krevel).
3) Zapište rovnici vzniku kyselého deště z oxidu siřičitého.
4) Vypočítejte objem oxidu siřičitého, který vznikne spalováním pyritu o hmotnosti 5 kg (za normálních podmínek).
5) Uveďte minimálně tři konkrétní příklady vlivu kyselého deště na organismy (např. stromy, ryby, ...).
6) Proč jsou jehličnaté lesy tímto vlivem ohroženy více?
7) Jaký vliv mají oxidy síry na lidské zdraví? Co se stalo při opatrném přičichnutí ke zkumavce během pokusu?
8) Které uhlí obsahuje nejvíce pyritu?
9) Na mapě ČR vyhledejte hlavní místa těžby hnědého a černého uhlí.
10) Jak vzniká pyrit, kde se v ČR vyskytuje (vyskytoval), jaké je použití pyritu, do jaké mineralogické třídy patří?
11) Jak se v současnosti řeší problematika kyselých dešťů?
12) Navrhněte další možnosti řešení tohoto problému.
13) Znáte limity obsahu oxidů síry v ovzduší?
14) Co znamená pojem defoliace?

Pozn. Pyrit je také označován jako “kočičí zlato”.

8 Metodické poznámky

Příprava pomůcek, bezpečnost práce s kladívkem a kahanem (ochranný štít), řízení práce ve skupině, zajištění map ČR, ukázka nekvalitního uhlí s pyritem, možnost přístupu k internetu při vyučování.

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Hruška, J., Krám, P. a Moldan, F. 1996. Vliv kyselého deště na povrchové vody. Vesmír 7 (75): 373. Dostupný z <http://www.vesmir.cz/clanek/vliv-kyseleho-deste-na-povrchove-vody>.

[2] Boušková, L, Krůčková, L. Požárková, R. Kyselý déšť a acidifikace – seminární práce, JČU. Dostupný z <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=cidifikace%2009%20pozarkova%20bouskova&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CCoQFjAB&url=http%3A%2F%2Fkbd2.zf.jcu.cz%2Faplekol%2Fsemprace%2Fseminarni_prace%2FAcidifikace_09_Pozarkova_Bouskova_doc.doc&ei=6rV9UPS3F5DLtAacw4Fw&usg=AFQjCNHbOl3KHal_kyHBpKqxb4FalLOvqA&cad=rja>.

Úžasné rostliny

RNDr. Stanislava Mayerová, Mgr. Tomáš Kučera

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Zjistěte, zda se bude měnit intenzita fotosyntézy vodních rostlin se změnou teploty. Zjištěné výsledky zapište, z výsledků ostatních skupin vypočítejte průměry zjištěných hodnot a sestavte graf závislosti intenzity fotosyntézy na teplotě, zformulujte závěr.

1.1.2 Zjistěte závislost syntézy škrobu v listech na intenzitě jejich osvětlení.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

Fotosyntéza v závislosti na změně teploty	1–2 hodiny
Důkaz syntézy škrobu v listech	2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

3.1 Pomůcky a materiál pro sledování závislosti fotosyntézy na teplotě

Vodní rostliny, kádinky, skleněné nálevky, skleněné tyčinky, teploměry, vysoké lahve, sodovka, (0,1% roztok hydrogenuhličitanu sodného), voda, zkumavky, stojany se svorkami, (zápalky, špejle – k důkazu kyslíku).

3.2 Pomůcky a materiál pro důkaz škrobu v listech

Rostliny s širší, hladkou a tenkou listovou čepelí (lichořeřišnice, pelargónie), černé PE sáčky, šablonky z papíru (příp. kontrastní negativ černobílé fotografie), kancelářské sponky, silný černý papír, alkohol, jodjodkalium (Lugolův roztok), destilovaná voda, kádinky, Petriho misky

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Seznámit se s principem fotosyntézy, její závislosti na světelné energii a jejím významem pro rostliny.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Být schopen provést jednoduchý pokus k ověření faktorů ovlivňujících fotosyntézu.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie, propojuje znalosti z oborů chemie (principy práce v laboratoři, práce s chemikáliemi), fyziky, ekologie a vzhledem k nutnosti zpracování získaných dat také matematiky.

6 Obecný úvod k tématu

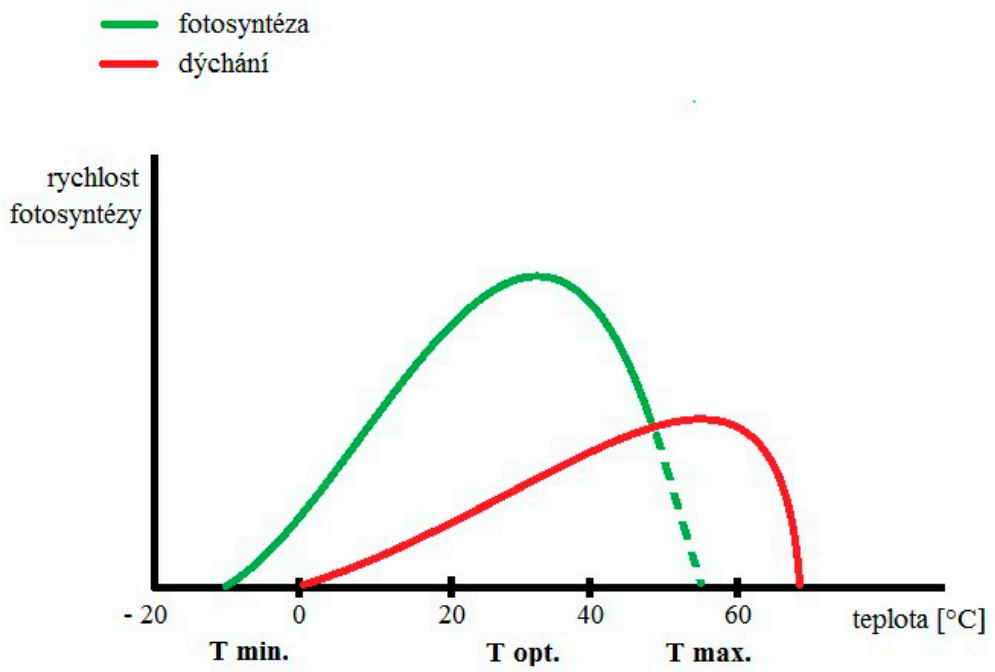
6.1 Fotosyntéza

Fotosyntéza je základní proces umožňující život na Zemi. Už před více než 2,5 miliardami let začaly v prvních primitivních organismech působením slunečního světla chemické přeměny organických sloučenin. Z hlediska fyziky je fotosyntéza děj, při kterém si rostliny vyměňují látky a energii se svým okolím. V listech rostlin se část energie slunečního záření (jen asi 1–2 %) mění na chemickou energii, která se ukládá do molekul sacharidu. Za přítomnosti světla tvoří zelené části rostlin z oxidu uhličitého a vody organické sloučeniny a kyslík [1].

Hlavními orgány fotosyntézy u rostlin jsou listy. Výměna plynů mezi pletivem listu a atmosférou je zajištěna průduchy (stomaty). Vodu, přijatou kořeny, přivádějí do listu cévy. Cévy také dopravují vyrobený cukr do ostatních částí rostliny. Pletiva listů (mezofyl) obsahují buňky s chloroplasty, to jsou organely, kde probíhá fotosyntéza. Chloroplasty jsou obaleny dvěma membránami. Uvnitř jsou tylakoidy (měchýřky), obsahující zelené barvivo – chlorofyl. Sloupečky z tylakoidů tvoří grana. Chlorofyl pohlcuje světlo a jeho energie pak zajišťuje tvorbu organických látek v chloroplastu. Přibližně polovina organického materiálu vzniklého při fotosyntéze je v mitochondriích rostlinných buněk spotřebována jako surovina pro buněčné dýchání. V nezelených buňkách slouží sacharidy v metabolických drahách, které vyrábějí proteiny, tuky aj. Velké množství sacharidů je v podobě molekul glukózy využito na tvorbu polysacharidu celulózy, hlavně v buňkách, které rostou a dozrávají. V celosvětovém měřítku je odhadováno, že fotosyntézou vzniká ročně přibližně 160 tun sacharidů. Organické látky vyrobené fotosyntézou poskytují energii a suroviny pro celou biosféru [2].

6.2 Závislost fotosyntézy rostlin na změně teploty

Průběh fotosyntézy ovlivňuje řada faktorů. Mezi vnější faktory patří světlo, teplota, koncentrace oxidu uhličitého, voda. Teplota obecně urychluje průběh reakcí. Teplota, mimo fotosyntézy, ovlivňuje i další fyziologické procesy (např. dýchání). Rostliny fotosyntetizují pomalu při nízkých teplotách, se zvyšující se teplotou rychlost fotosyntézy roste až po dosažení hranice teplotního optima a potom pomalu klesá, až se zastavuje (obr. 1). U rostlin mírného pásu je teplotní optimum mezi 25 až 30 °C. Vliv má také intenzita světla a také typ rostliny (C3 nebo C4).



Obr. 1 Graf závislosti rychlosti fotosyntézy a dýchání na teplotě, upraveno podle [3].

6.3 Závislost syntézy škrobu na intenzitě osvětlení

Experiment důkazu syntézy škrobu je založen na jednoduchém principu – při fotosyntetické asimilaci jsou v osvětlených částech listu syntetizovány sacharidy a z nich následně škrob. V neosvětlených částech nejsou sacharidy syntetizovány, protože zde nedošlo ke světelné fázi fotosyntézy a tím ani k následné fixaci CO_2. Zakryjeme-li část listu (na rostlině, která byla minimálně 12 hodin ve tmě) šablonou, případně negativem fotografie, a vystavíme-li ji na jeden den na světle, je možno získat jod-škrobovou reakcí na listu otisk šablony, případně „pozitiv“ fotografie.

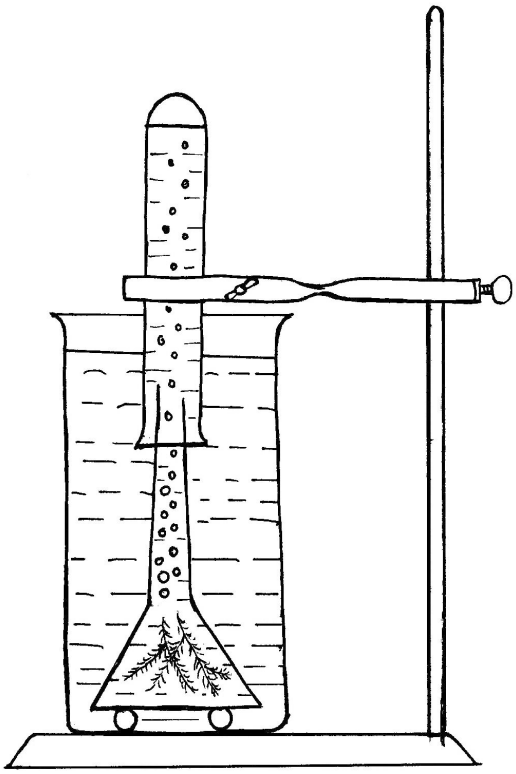
7 Pracovní postup

7.1 Závislost fotosyntézy na změně teploty [upraveno podle 4 a 5]

- Uřízněte několik výhonků vodních rostlin (každý by měl mít nepoškozený vrchol) a dejte je do kádinky (z poloviny naplněné vodou) pod nálevku tak, že seříznutými konci směřují do hrdla nálevky (obr. 2, 3).
- Nálevku postavte na tyčinky položené na dně kádinky. Doplňte vodu v kádince přidáním 0,1% roztoku hydrogenuhličitanu sodného nebo použijte vodu ponechanou 3–4 dny stát na vzduchu (případně sodovku).
- Na stopku nálevky připevněte vodou naplněnou zkumavku (do svorky stojanu nebo jenom navléknout). Naplněnou zkumavku zazátkujte palcem, převraťte a teprve pod vodou palec uvolněte a zkumavku upevněte na stopku nálevky. Neměla by se tam dostat ani bublinka vzduchu.

- Takto připravte tři kádinky. Postavte je do vysokých lahví, ponechte je na přímém slunečním světle (nebo pod umělým osvětlením). Kádinky jsou postaveny v lahvích a přiléváním studené nebo teplé vody v první lahvi udržujte teplotu roztoku v kádince na 10 °C, v druhé na 20 °C a ve třetí na 35 °C.
- Zjistěte množství uvolněného kyslíku ve zvolených časových intervalech (např. 30 min, 60 min, 90 min). Množství uvolněného kyslíku zjistíte tak, že si označíte na zkumavce výši hladiny roztoku za zvolenou časovou jednotku. Po skončení pokusu naplníte pipetou zkumavku po značku. Na pipetě odečtete pokles sloupce vody v ml, jejíž objem se rovná objemu uvolněného kyslíku při fotosyntéze.
- Pokud chcete provést důkaz kyslíku – provádí se doutnající třískou. Po vstrčení do zkumavky s najímaným plynem vzplane.
- Jednodušší úprava pro sledování intenzity fotosyntézy: Intenzitu fotosyntézy můžete posoudit také podle počtu uvolněných bublinek plynu, např. za 1 min. Vodní rostliny vložte do zkumavky s vodou, vystavte přímému světlu a ponořujte do kádinek s výše uvedenou teplotou. Dbejte na dostatečný časový interval pozorování.

Obr. 2 Aparatura pro jednodušší variantu sledování fotosyntézy vodních rostlin v závislosti na teplotě. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

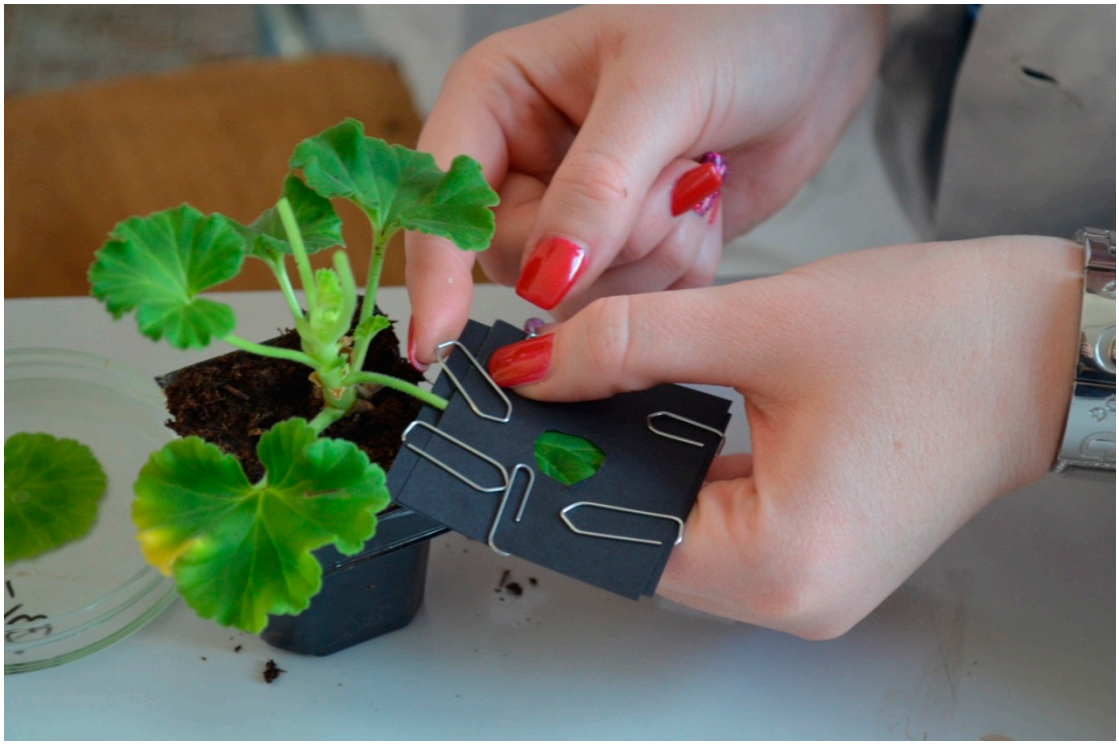


Obr. 3 Aparatura pro sledování fotosyntézy vodních rostlin v závislosti na teplotě, upraveno podle [4]. *Kresba Mgr. Michaela Jízbová*

7.2 Důkaz syntézy škrobu v závislosti na intenzitě osvětlení [upraveno podle 4 a 5]

7.2.1 Příprava rostliny na důkaz syntézy škrobu

- Pokusnou rostlinu alespoň na 12 hodin zatemněte (černý PE sáček, uzavření do temné komory), tím se prodýchá většina škrobu v listech.
- Na plochu listové čepele připevněte pomocí kancelářských sponek šablonu (obr. 4) nebo negativ černobílé fotografie (na spodní stranu listu dejte černý papír). Pozor na poškození listu sponkami!
- Rostlinu vystavte na jeden den světlu. Následující den se provádí zkouška přítomnosti škrobu.



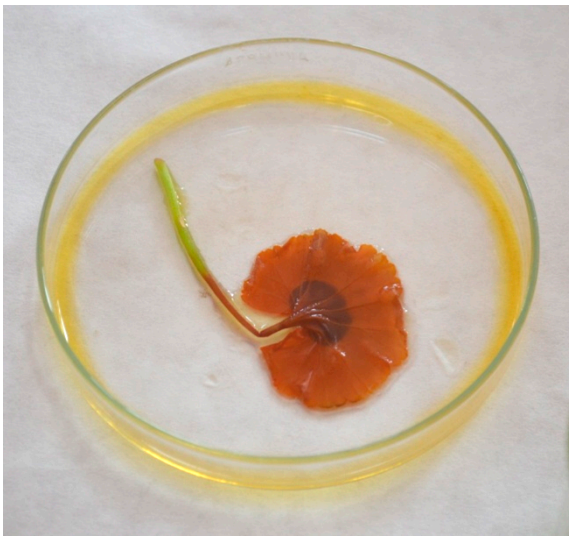
Obr. 4. Způsob upevnění šablon na listovou čepel. *Foto Mgr. Veronika Kaufnerová*

7.2.2 „Vyvolání“ obrázku na listu

- Odstřihněte list, odstraňte šablonu a vhoďte list na dvě minuty do vroucí destilované vody (usmrcení buněk).
- Vložte list na cca 10 min. do horkého ethanolu (obr. 5), zahřátého ve vodní lázni – dojde k vyluhování chlorofylu.

Obr. 5 Vyluhování chlorofylu ze spařeného listu v horkém ethanolu. *Foto Mgr. Veronika Kaufnerová*

- List následně přemístěte do malého množství destilované vody (obnoví se vláčnost listu, ztvrdlého působením alkoholu) a přilijte přiměřené množství Lugolova roztoku. Lugolův roztok specificky barví škrob, který se vytvořil v místech listu, jež byla vystavena světlu (obr. 6–7).



Obr. 6 – 7 Výsledná listová fotografie na listu pelargonie po obarvení Lugolovým roztokem. *Foto Mgr. Tomáš Kučera*

7.3 Odpovězte na následující otázky.

1. Čím více CO_2 voda obsahuje, tím ..... je intenzita fotosyntézy.
2. Zelené rostliny využívají CO_2 ze vzduchu jako zdroj .....
3. Volný kyslík v atmosféře, nezbytný pro dýchání organismů, vznikl a udržuje se převážně

   .....
4. Hlavním zdrojem energie na Zemi je .....
5. Podstatou fotosyntézy je přeměna CO_2 na .....
6. Fotosyntéza je základní ..... (anabolický,katabolický) proces.
7. Rostliny při fotosyntéze využívají světlo v rozmezí vlnových délek ..... nm.
8. Světelná energie pohlcená chlorofylem se v tzv. primárních procesech fotosyntézy přeměňuje na energii .....

9. Tzv. sekundární procesy fotosyntézy zahrnují vázání CO_2 a proces jeho přeměny na sacharidy. Tento děj se nazývá .....

10. Vytvořený cukr je zapojen do řady reakcí a je výchozí látkou pro vznik dalších organických látek, např. .....

8 Metodické poznámky

Pro úspěšný průběh pokusů je nezbytné zajistit vodní rostliny v dostatečném množství (k pokusu je vhodný vodní mor kanadský). Pokus je vhodné provádět nejlépe při osvětlení přímým sluncem (lze použít Meotar). Dále je nezbytné zajištění patřičné teploty vody.

Pokus je potřeba provádět po předchozím seznámení žáků se základním principem fotosyntézy nebo zároveň při výkladu.

Před zahájením pokusu:

- Zapište sumární rovnici fotosyntézy a doplňte důležité podmínky průběhu (k šipce).
- Vysvětlete, proč jsou listy rostlin zelené.
- Uveďte, jak byste dokázali, že rostliny fotosyntetizují.
- Uveďte, podle čeho byste stanovili intenzitu fotosyntézy.
- Uveďte, které vnější faktory mohou ovlivňovat průběh fotosyntézy.

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Anonzmus. Fotosyntéza. Dostupný z <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/f2.htm>.

[2] Campbell, N. 2006. Biologie. 1.vyd. Computer Press,a.s., Brno.

[3] Šebánek, J. et al. 1983. Fyziologie rostlin. SZN. Praha.

[4] Grdičová, B. 1976. Praktikum z fyziologie rostlin. SPN. Praha

[5] Hadač, E. a kol. 1967. Praktická cvičení z botaniky. SPN. Praha.

Další doporučené zdroje:

Boháč, I. 1983. Cvičení z biologie.1.vyd. SPN. Praha.

Dvořák, P. 1991. Cvičení z fyziologie rostlin. Univerzita Karlova. Praha.

Kincl, M. 1955. Letní praktikum fysiologie rostlin. SPN, Praha.

Molisch, H. a Biebl, R. 1975. Botanická pozorování a pokusy s rostlinami bez přístrojů. SPN. Praha.

Prát, S. a Řetovský, R. 1951. Praktikum rostlinné fysiologie. Přírodovědecké nakladatelství. Praha.

Procházka, S. Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. a kol. 1998. Fyziologie rostlin. Academia. Praha.

Osmotické jevy a membránový přenos

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Pozorujte vliv změny koncentrace iontů solí v prostředí na buňky kořene mrkve.

1.1.2 Definujte děje probíhající při uvedených pokusech (pokus s mrkví a solí nebo cukrem, pokus s olistěným stonkem rostlin a roztokem soli). Děje popište, pojmenujte a zdůvodněte.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

1–2 hodiny

3 Pomůcky a materiál

3.1 Vliv změny koncentrace iontů solí v prostředí na turgor buněk – pokus s mrkví 1

Mrkev, sůl nebo cukr, preparační sada, kádinka, nůž

3.2 Vliv změny koncentrace iontů solí v prostředí na turgor buněk – pokus s mrkví 2

Mrkev, sůl nebo cukr, korkovrt, šroubová matice, kádinka (obr. 1)

3.3 Vadnutí stonku s listy

Stonek rostliny s listy (např. *Tradescantia albiflora*), sůl, zkumavka, papírové měřítko, laboratorní stojan se svorkami, kádinka

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Na základě znalosti osmotických jevů doplnit vědomosti o pozorování praktického projevu plazmolýzy (tkáňového napětí – turgoru).

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie, propojuje znalosti z oborů chemie (principy práce v laboratoři, příprava nasycených roztoků) a fyziky (princip osmózy).

6 Obecný úvod k tématu

Jestliže srovnáme dva roztoky s různou koncentrací látek, je roztok s vyšší koncentrací látek tzv. hypertonický. Roztok s nižší látkovou koncentrací je hypotonický. Roztoky o stejné látkové koncentraci jsou izotonické. Osmóza představuje pasivní transport vody přes membránu, voda proudí ze strany, kde je roztok hypotonický, na stranu, kde je roztok hypertonický [1, 2].

Rovnováha vody mezi buňkou a jejím prostředím a pohyb vody přes buněčné membrány je pro organismy zásadní. Buňky rostlin mají buněčné stěny a ty pomáhají udržovat buněčnou vodní rovnováhu, pokud je buňka v hypotonickém roztoku (při dešti). Rostlinná buňka osmoticky přijímá vodu a bobtná. Pružná buněčná stěna se rozpíná tak dlouho, než dojde k vyvolání zpětného tlaku na buňku, tím se zabrání dalšímu příjmu vody. V této situaci je buňka ve stavu tzv. turgoru, tedy napětí (normální stav rostliny buněk). Pokud je rostlinná buňka v hypertonickém prostředí, odevzdává vodu svému okolí. Dochází kodtahování její plazmatické membrány od buněčné stěny. Tento jev se nazývá plazmolýza. V počátečních fázích je plazmolýza vratným dějem (nastává deplazmolýza při znovunastolení hypotonického prostředí), později může vést plazmolýza až ke smrti buňky [1, 2].

Osmotické jevy u rostlin lze dobře prokazovat při sledování např. lístků měříku nebo pokožky cibule (nejlépe červené) mikroskopem při jejich vložení do nasyceného (hypertonického) roztoku soli (dochází k plazmolýze). Pokud chceme ukázat osmózu bez mikroskopu (makroskopická demonstrace), můžeme použít další způsoby.

7 Pracovní postup

7.1 Vliv změny koncentrace iontů solí v prostředí na turgor buněk – pokus s mrkví 1 [3]

- Odřízněte vršek kořene mrkve a vydlabejte pletiva středního válce.
- Zasypejte vzniklou dutinu solí nebo cukrem.
- Postavte mrkev do kádinky tak, aby se sůl z vydlabané dutiny nevysypala.
- Po 20–40 minutách pozorujte a hodnoťte výsledek (obr. 1).

Pozn. Dutina v kořeni mrkve se plní tekutinou. Současně dochází ke snižování vnitrobuněčného napětí buněk (turgoru) ve stěně dutiny.

Obr. 1 Vliv změny koncentrace iontů solí v prostředí na turgor buněk na začátku a konci pokusu. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

7.2 Vliv změny koncentrace iontů solí v prostředí na turgor buněk – pokus s mrkví 2 [3]

- Připravte tyčinku pletiv vyříznutou korkovrtem z části kořene čerstvé mrkve (obr. 2).
- Nasaďte 5–10 cm dlouhou vyříznutou tyčinku do šroubové matice a postavte ji do kádinky s nasyceným roztokem soli nebo cukru (obr. 3).
- Po 40–60 minutách pozorujte a zhodnoťte výsledek (obr. 4).

Pozn. Tyčinka je po vložení do roztoku nejprve vzpřímená, později se ohýbá, uvolňuje se z matice. Dochází ke ztrátě turgoru buněk. Turgor se výrazně podílí na pevnosti pletiv.

Obr. 2 Pomůcky k pokusu s mrkví 2: šroubové matice, korkovrt, kořen mrkve. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

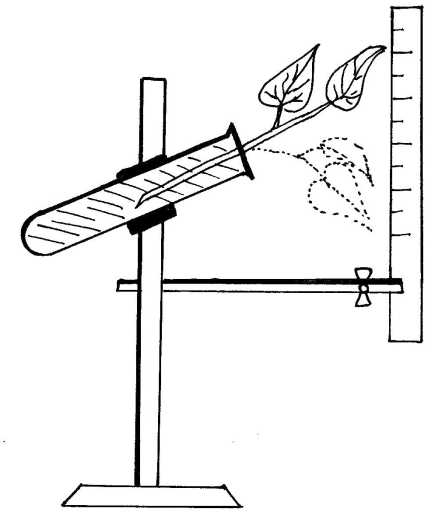
Obr. 3 Umístění vyříznutých pletiv kořene mrkve do matice (na fotografii tyčinka kořene mrkve a celeru). *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

Obr. 4 Vyříznutá pletiva kořene mrkve po uplynutí doby pokusu. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

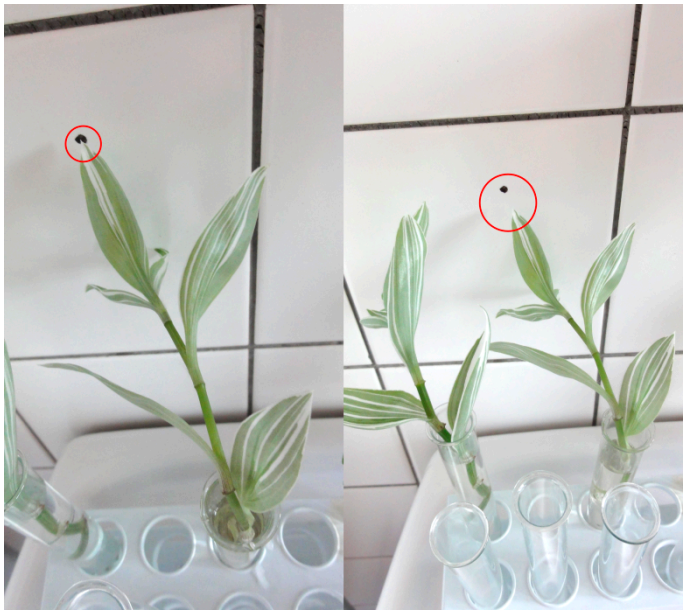
7.3 Vadnutí stonku s listy

- Čerstvě uříznutý stonek s listy vložte do zkumavky s vodou tak, aby hrot listu směřoval ke stupnici papírového měřítka (obr. 5).
- Do zkumavky přidejte sůl, aby ve zkumavce došlo k vytvoření hypertonického prostředí.
- Po přidání soli si zapište číslo stupnice, ke kterému směřoval vrcholek listu, po deseti minutách zapisujte čísla stupnice podle polohy špičky listu.
- Zaznamenávejte výsledky do protokolu, poté nakreslete schéma pokusu a stanovte závěr.

Pozn. Pokus lze provádět i bez měření na stupnici vložením stonku s listy do kádinky s roztokem soli a pozorujte vadnutí (obr. 6).



Obr. 5 Schéma aparatury pro stanovení vadnutí listů. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

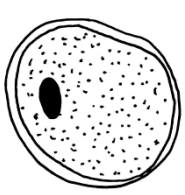
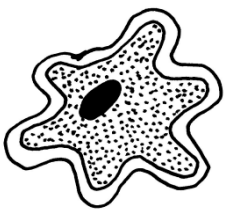
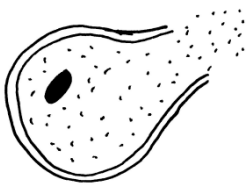
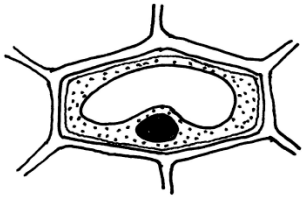
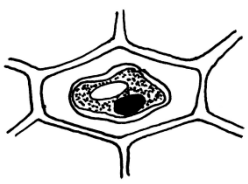
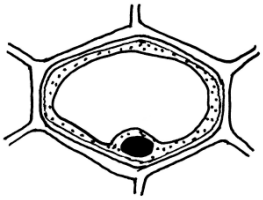


Obr. 6 Vadnutí rostliny poděnka světlá (*Tradescantia albiflora*) v hypertonickém prostředí. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

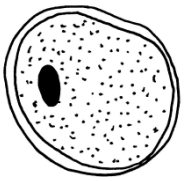
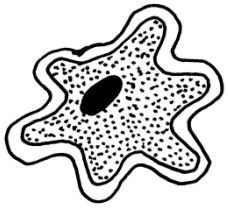
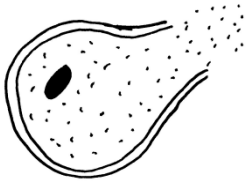
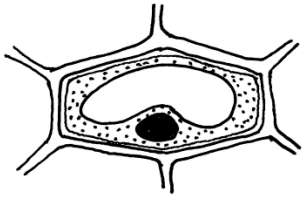
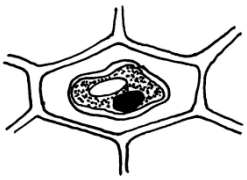
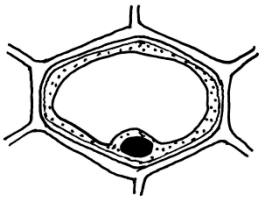
7.4 Odpovězte na následující otázky.

Doprovodné otázky:

1. Jaký výraz použijeme pro odvodňování buňky?
   a) hydrolýza
   b) hydroptýza
   c) plazmolýza
   d) plazmoptýza
2. Osmotické jevy v buňce jsou podmíněny:
   a) energetickým potenciálem buňky
   b) polopropustností plazmatické membrány
   c) úrovní metabolismu v buňce
   d) žádná z odpovědí není správná
3. Vyberte správné tvrzení.
   a) V hypertonickém prostředí buňka ztrácí vodu.
   b) V hypertonickém prostředí buňka přijímá vodu.
   c) Hypotonické prostředí způsobuje např. bobtnání rostlinných buněk.
   d) Hypotonické prostředí způsobuje smršťování rostlinných buněk.
4. Vysvětli kandování ovoce.
5. Co se děje při déle trvajícím dešti se zralými třešněmi?
6. Jaké znáte způsoby vyrovnávání osmózy u sladkovodních prvoků (adaptace osmoregulace)?
7. Doplňte do tabulky, o jaké typy buněk (rostlinná/živočišná) se jedná, uveďte typ prostředí a pojmenujte děj, který zde probíhá (*Kresby v tabulce: Mgr. Michaela Jízbová*).

Typ buňky	**Typ prostředí/děj**		
			
			

Řešení:

Typ buňky	Typ prostředí/děj		
	izotomické	hypertonické plazmolýza	hypotonické plazmoptýza
živočišná			
rostlinná			

8 Metodické poznámky

- Použití korkovrtu umožňuje přesné měření rozměru velikosti tyčinky pletiv před zahájením pokusu a po skončení pokusu. Vyříznutou část mrkve je potřeba pevně našroubovat do matice, průměr korkovrtu a matice si musí odpovídat.
- Nasycený roztok soli si připravíte rozpuštěním 26,4 g NaCl v 73,6 ml vody, nasycený roztok cukru rozpuštěním 64 g cukru v 36 ml vody.
- K pokusům je vhodná pouze čerstvá mrkev.
- Rostlina vhodná pro pokus vadnutí je například poděnka (*Tradescantia* sp.).

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Campbell, N. 2006. Biologie. 1.vyd. Computer Press,a.s., Brno.

[2] Jelínek, J. 2007. Biologie pro gymnázia. 9. vyd. Nakladatelství Olomouc. Olomouc.

[2] Hadač, E. a kol. 1967. Praktická cvičení z botaniky. SPN. Praha.

Rychlý enzym z brambor

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Proveďte pokus podle zadání a pozorujte rychlý rozklad peroxidu vodíku katalázou získanou z brambory.

1.1.2 Popište funkci enzymu obecně, vypracujte odpovědi na zadané otázky.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace

1 hodina (15–20 minut)

3 Pomůcky a materiál

3% peroxid vodíku, kádinka, struhadlo, brambor, lžička

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Rozeznávat druhy enzymů a umět definovat jejich funkci v organismu.

4.1.2 Rozšířit teoretické znalosti o praktické pozorování mechanismu působení enzymu (urychlení dějů).

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál svým obsahem přesahuje předmět biologie, navazuje na znalosti z oboru chemie (problematika enzymů a jejich působení, průběh chemické reakce s katalyzátorem, aktivační energie).

6 Obecný úvod k tématu

Enzymy jsou látky nepostradatelné pro většinu chemických reakcí, které probíhají v živých organismech. Výrazně urychlují chemické reakce. Enzymy, které patří mezi proteiny, fungují jako chemické katalyzátory. Urychlují reakce snižováním aktivační energie a umožňují tak vazbám, aby zanikaly i při mírných teplotách. Každý enzym má aktivní místo, které se specificky váže s určitým substrátem. Protože jsou to proteiny, k svému účinku vyžadují určité podmínky (optimální teplota, pH). Např. za vyšších teplot se enzymy znehodnocují. Některé enzymy tvoří komplexy, některé jsou součástí membrán, další jsou v buněčných organelách. Enzymů je známo několik tisíc [1].

V našem pokusu se seznámíme s katalázou. Kataláza je běžný enzym vyskytující se téměř ve všech živých organismech. Urychluje rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík. Peroxid vodíku je vedlejší produkt metabolických procesů buňky. Enzymy produkující peroxid vodíku i enzymy, které tuto toxickou sloučeninu rozkládají, pracují ve stejném prostoru. Tím jsou peroxizomy, organely ohraničené jednoduchou membránou. V rostlinách se peroxizomy nacházejí např. v tukové zásobní tkáni semen. Obsahují enzymy, které zajišťují přeměnu mastných kyselin na cukr, ten semenáček využívá jako energii, když ještě nefotosyntetizuje [1].

Jako nejhojnější enzym je uváděn Rubisco, klíčový enzym fotosyntézy. Na Zemi je přibližně 40 miliónů tun této bílkoviny – 6 kg na každého člověka [2].

7 Pracovní postup

7.1 Rozklad peroxidu vodíku katalázou z brambor [3]

- Oloupejte slupku hlízy bramboru a hlízu nastrouhejte najemno.
- Lžičku nastrouhaného bramboru přeneste do kádinky s 20 ml peroxidu vodíku.
- Obsah kádinky zamíchejte a pozorujte probíhající reakci (obr. 1–3).

Obr. 1–3 Průběh rozkladu peroxidu vodíku katalázou. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

7.2 Odpovězte na následující otázky

1. Napište rovnici rozkladu peroxidu vodíku.
2. Uveďte příklady použití peroxidu vodíku.
3. V jakých organelách se vyskytuje kataláza?
4. Zakreslete graficky jednoduché schéma enzymatické reakce.
5. Jednou z nejdůležitějších funkcí proteinů v buňce je:
   a) zásobovat buňku energií
   b) jejich rychlá a efektivní metabolizovatelnost
   c) enzymová katalýza

6. Enzym urychluje metabolické reakce:
   a) úpravou změny celkové volné energie pro reakci
   b) snížením aktivační energie
   c) tím, že učiní molekulu substrátu více stabilní

8 Metodické poznámky

Pro úspěšný průběh pokusů je nezbytné zajistit pomůcky, dbát na bezpečnost práce s peroxidem vodíku (zakoupený v lékárně vyhovuje). Reakce je poměrně rychlá!

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Campbell, N. 2006. Biologie. 1.vyd. Computer Press,a.s., Brno.

[2] AV ČR. Rostlinná NEJ: Svět molekul. Dostupné z: <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/rostlinna-nej-svet-molekul>.

[3] Ústav experimentální botaniky AV ČR. Inspirace pro učitele. Dostupné z <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/inspirace-pro-ucitele>.

Tajemné mechy

RNDr. Stanislava Mayerová

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Ověřte schopnost zadržování vody mechy. Porovnejte tyto schopnosti urašeliníku a ploníku.

1.1.2 Popište vnější stavbu rašeliníku a vnitřní stavbu jeho lístku. Zjistěte typy buněk v lístku a jejich funkci.

1.1.3 Popište stavbu lístku ploníku, zhotovte příčný řez jeho lístkem, srovnejte jeho tvar za sucha a za vlhka.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace: 2 hodiny

Schopnost zadržení vody mechy, vnější a vnitřní stavba lístku	1 hodina
Zhotovení a vyhodnocení příčného řezu lístkem ploníku	1 hodina

3 Pomůcky a materiál

Ploník ztenčený, ploník obecný, mikroskop, potřeby k práci s mikroskopem, lupa, preparační souprava, kterýkoliv druh rašeliníku (*Sphagnum* sp.), voda, váhy, kádinky, Petriho misky

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Ověřit znalost o zadržování vody u mechů. Popsat stélku mechu. Poznat rašeliník jako mech bez příchytných vláken. Znát ekologický význam mechů.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Tento materiál přesahuje svým obsahem předmět biologie. Významně se prolíná s fyzikou (difúze) a ekologií (funkce mechů v ekosystému, rašeliniště).

6 Obecný úvod k tématu

Na otázku, jaký význam mají mechy v přírodě, většinou dostaneme odpověď, že zadržují vodu. Málokdo už ale dokáže vysvětlit, jak to s tím zadržování vody je.

Mechy jsou vyšší necévnaté rostliny. Rostou při zemi a jsou přichyceny k podkladu systémem jemných vláken, tzv. rhizoidů, které tvoří vláknité buňky a neobsahují specializované části pro rozvádění živin a nehrají významnou roli při příjmu vody a minerálů. Není to tedy plně vyvinutý orgán, mechy jsou stélkaté rostliny. Jejich stélku dále tvoří lodyžka, tzv. kauloid, která nese nedokonalé lístky, tzv. fyloidy.

Většina fyloidů je tvořena jednou vrstvou buněk a není kryta kutikulou, tím je umožněna absorpce vody. Výjimkou jsou ploníky (*Polytrichum*), jež mají lístky s žebry a na vnitřní straně s lištami, které jsou postaveny kolmo k ploše lístků a slouží k asimilaci. Tyto lišty pokrývá kutikula. Ploníky mají naznačené cévní svazky i uvnitř kauloidu, díky tomu dosahují největší délky (i u nás patří k největším mechům) [1, 2].

Mechy jsou rozšířené po celém světě, hlavně v lesích mírného a tropického pásma, mokřadech, alpinských a boreálních oblastech. Přežívají ve velmi chladném a suchém prostředí, jejich buňky mají schopnost rehydratace a reaktivace po ztrátě vody. Navíc jsou v jejich buněčných stěnách fenolické látky absorbující UV a jiné záření, přítomné ve vysokých nadmořských výškách a na pouštích. Obzvláště je rozšířen rašeliník (*Sphagnum*), který vytváří organickou hmotu – rašelinu. Rašeliník opět obsahuje fenolické sloučeniny, které brání rychlému rozkladu. Také nízké teploty přispívají ke zpomalení bakteriálního rozkladu rašeliniště. Jeho vysoké sací schopnosti byly v minulosti často využívány (přírodní obvaz, dětské pleny). Vysušený mech je schopný absorbovat až dvacetinásobek své hmotnosti. Rašeliníky jsou vnější i vnitřní stavbou jsou přizpůsobeny k životu ve stojaté vodě. Nemají kořínky (rhizoidy), lodyžka (kauloid) má neukončený růst – nahoře stále dorůstá, dole lodyžky odumírají. Lístky (fyloidy) nemají střední žebro a obsahují dvojí typ buněk. Zelené buňky s chloroplasty (chlorocysty), které jsou kolem bezbarvých větších buněk. Tyto buňky se označují jako hyalocysty a udržuje se v nich voda [1, 2].

7 Pracovní postup

7.1 Zadržování vody mechy (obr. 1), upraveno podle [3]

- Suché rostlinky (trsy) rašeliníku a ploníku zvažte a poté namočte do kádinky s vodou.
- Po 15–30 minutách mech vyjměte z vody, lehce smáčkněte tak, aby z něj voda nekapala, a opět zvažte.
- Porovnejte hmotnosti zadržené vody u obou druhů. Kolikrát zvětšil rašeliník svoji hmotnost?

Obr. 1 Srovnání rostlinek rašeliníku a ploníku za mokra a za sucha (zleva: ploník za sucha, rašeliník za sucha, rašeliník za mokra, ploník za mokra). *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

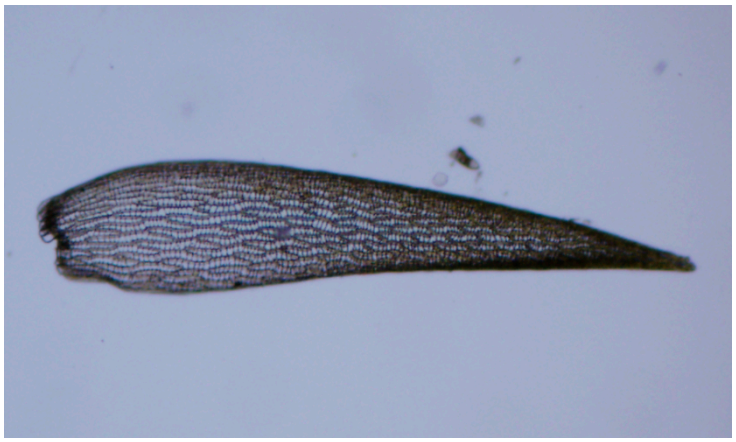
7.2 Vnější stavba rostlinky rašeliníku, vnitřní stavba lístku rašeliníku

- Pomocí lupy si prohlédněte navlhčenou rostlinku rašeliníku.

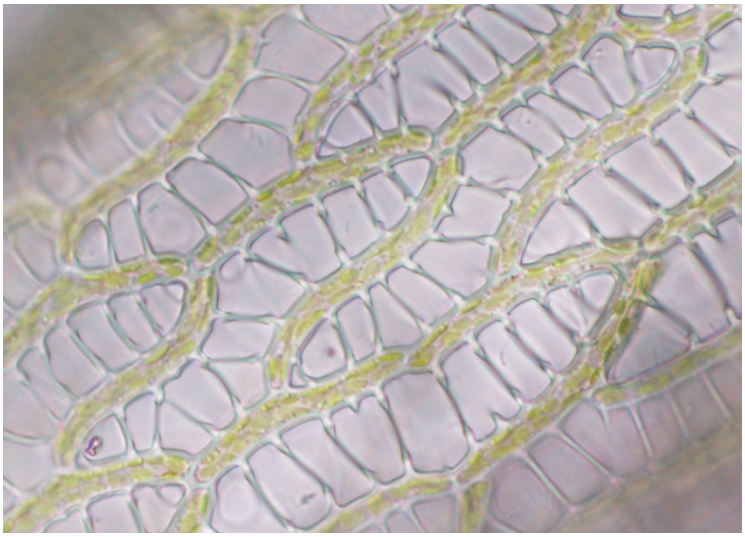
Pozn. Pod horní zelenou rozvětvenou částí rostlinky je několik „pater“, odpovídajících ročním přírůstkům.

- Připravte mikroskopický preparát z lístku rašeliníku. Při větším zvětšení pozorujte chlorocysty a hyalocysty. Zhotovte nákres a popište.

Pozn. V hyalocystech jsou zřetelné vzpěry vyztužující tyto velké buňky a otvory, kterými se dovnitř dostává voda. Tyto buňky fungují jako cisterny na vodu, jsou odumřelé (obr. 2, 3).



Obr. 2 Lístek rašeliníku (Sphagnum sp.). *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*



Obr. 3 Detail buněk lístku rašeliníku (*Sphagnum* sp.). *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

7.3 Stavba lístku ploníku na příčném řezu

- Pomocí žiletky zhotovte tenký příčný řez lístkem ploníku.
- Vložte řez do kapky vody na podložní sklo, přikryjte krycím sklem a pozorujte pod mikroskopem na větší zvětšení. Zakreslete a popište.

Pozn. Lísky ploníku jsou na svrchní straně sytě zelené, spodní strana je hnědozelená. Lístky mají střední žebro a na vrcholu jsou protažené v pilovitý chlup. Na příčném řezu jsou vidět na svrchní straně lístku lišty z několika buněk (obr. 4). Jsou to asimilační lišty s buňkami vyplněnými chloroplasty. Vrcholové buňky lišt jsou rozšířené a vykrojené (určující znak ploníků). Mezi lištami je zadržována voda. Lístek za sucha je stočený, přitisklý k rostlince. Za mokra jsou rozvinuté, téměř vodorovně odstávající od rostlinky.

Obr. 4 Stavba lístku ploníku ztenčeného (Polytrichum formosum) na příčném řezu. *Foto RNDr. Stanislava Mayerová a Mgr. Veronika Kaufnerová*

7.4 Odpovězte na následující otázky.

1. Jak mechy přijímají vodu?
2. Jakou funkci mají chlorocysty a hyalocysty rašeliníku?
3. Na jakých místech se většinou vyskytují mechy?
4. Jaké další funkce mechů (mimo zadržování vody) znáte?
5. Jaký je způsob zadržování vody u ploníku?
6. Je pravda, že rašeliník může pojmout až dvacetinásobné množství vody vzhledem k hmotnosti sušiny?
7. Jaké mohou být další příčiny pomalého rozkladu na rašeliništi mimo nízkých teplot?
8. Jaký další způsob zadržování vody mají mechy? Odpovězte podle stavby gametofytu u mechu na obrázku (obr. 5).

Obr. 5 Mechová rostlinka zástupce klamonožka (*Aulacomnium* sp.). *Foto RNDr. Stanislava Mayerová*

8 Metodické poznámky

Pro úspěšný průběh všech pokusů je nezbytné zajistit dostatečné množství mechu, suchý rašeliník a ploník.

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Campbell, N. 2006. Biologie. 1.vyd. Computer Press,a.s., Brno.

[2] Jelínek, J. 2007. Biologie pro gymnázia. 9. vyd. Nakladatelství Olomouc. Olomouc.

[3] Hadač, E. a kol. 1967. Praktická cvičení z botaniky. SPN. Praha.

Otestuj své tělo: Orientační hodnocení držení těla

Mgr. Vladimír Valach

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Změřte na těle zadané parametry, naměřené údaje a známky zapište do pracovního listu, vše vyhodnoťte a zjistěte příčiny a možnosti řešení případných problémů.

1.2 Fakultativní úkoly

1. Jaké druhy prohnutí na páteři znáte?
2. Ve kterých oblastech páteře vznikají přirozená prohnutí?
3. Kdy a jak vznikají přirozená prohnutí páteře?
4. Jakými mechanismy je páteř udržována ve tvaru dvojitého S?
5. Kdy a jak vznikají nepřirozená prohnutí páteře, která se vyvíjejí v oslabení a vady?
6. Jaký je rozdíl mezi oslabením a vadou?
7. Jak se nazývají nejčastější druhy oslabení a vad?
8. Jaké problémy mohou způsobovat oslabení a vady páteře?
9. V jakém případě se mohou změny na dolních končetinách projevit v oslabení a vadách páteře?
10. U kterých civilizačních chorob bude omezeno riziko vzniku, pokud člověk změní životní styl a odstraní nedostatky ovlivňující držení těla?
11. Dochází ke změnám držení těla pouze u lidí, kteří mají toto držení způsobené dědičně nebo hypokinezí (nedostatek pohybu)? Pokud ne, u kterých skupin lidí k tomu dochází a proč?
12. Proč je nezbytné zařazovat kompenzační (vyrovnávací) cvičení také do tréninkových jednotek intenzivně sportující části populace?

2 Časová dotace

3 až 4 vyučovací hodiny

3 Pomůcky a materiál

Pracovní list, čtvercová síť (10 x 10 cm) narýsovaná na balicím papíru o rozměrech alespoň 1 x 1,5 m nebo zeď s dlaždičkami, olovnice, papírové měřítko, úhloměr, miska s rozpuštěným potravinářským barvivem a houbička na mytí nádobí pro každého žáka nebo střička s barvivem, 2 čtvrtky A4 nebo dvojlist 2 x A4 čistého papíru ze sešitu, tužka, trojúhelník s ryskou, kalkulačka

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Seznámit žáky s druhy svalových vláken, důležitými komponentami držení těla, s významem zařazení do zdravotních skupin, s metodikou vyhodnocení držení těla.

4.1.2 Vyhledat oslabení a vady držení těla a jejich pravděpodobné příčiny.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Změnit chování a vztah k vlastnímu tělu – prevence civilizačních chorob vznikajících při nevhodném životním stylu (sedavý způsob života, trvalé jednostranné zatěžování těla atp.).

4.2.2 Doporučit změnu denního pohybového režimu žáka a seznámit s možnostmi nápravy oslabení nebo kompenzace projevů vad pomocí vyrovnávacích cvičení.

4.2.3 Doporučit omezení činností, které by žák vzhledem ke svému oslabení neměl provádět.

4.2.4 Doporučit zjištěné problémy k přezkumu lékařem a navrhnout změny režimu školní TV na ZTV při zjištění 3. zdravotní skupiny.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Téma zasahuje do předmětu základy společenských věd do tematických celků týkajících se zdravého životního stylu, prevence civilizačních chorob, reálného sebehodnocení a péče o vlastní tělo. Zasahuje taktéž do tělesné výchovy, případně zdravotní tělesné výchovy a sportovního lékařství, protože žák diagnostikuje oslabení a vady držení těla a navrhuje případně změnu TV na ZTV a může lépe volit případné nápravné prostředky.

6 Obecný úvod k tématu

6.1 Vadné držení těla [1, 4]

Odchylky od správného držení těla se vyskytují ve zvýšené míře už u 6- až 7letých dětí v souvislosti se změnou denního režimu, růstovou akcelerací, pohybovou inaktivitou, zvyšující se mírou sedavého způsobu života, s jednostranným zatěžováním a nevhodným přetěžováním těla. Výzkumy prokazují, že ve školním věku má 50–60 % dětí vadné držení těla, jako je například zvětšená nebo zmenšená hrudní kyfóza a bederní lordóza, zvětšená nebo zmenšená krční lordóza, skoliózy tvaru C nebo S, plochá záda, juvenilní kyfóza, varózní (nohy do O) nebo valgózní (nohy do X) postavení kolenních kloubů, podélně a příčně plochá noha. Proto by se měly pravidelně věnovat speciálním vyrovnávacím – kompenzačním cvikům ve vyučovacích jednotkách zdravotní tělesné výchovy a cvičit doma podle doporučení lékaře. Převážná většina děti trpí pouze změnami funkce (oslabením) pohybového aparátu – svalovými dysbalancemi (ochablost nebo posílení různých svalových skupin podílejících se na udržování správného držení těla), které lze napravit soustavným cvičením.

6.2 Druhy svalových vláken

Podle funkce lze svalová vlákna (a tedy i části svalů nebo celé svaly, ve kterých tato vlákna převažují) rozdělit na tonická (pomalá, červená s tendencí k posílení a zkrácení) a fázická (rychlá, bílá s tendencí k ochabnutí a prodloužení). V každém svalu jsou oba typy vláken a jeho převažující funkce je tedy určena jejich převažujícím typem.

Tonická vlákna zajišťují stabilitu a fixaci těla při pohybu a držení správného postavení těla v klidu – mají tedy tzv. posturální neboli antigravitační funkci. Energetické nároky na jejich práci jsou kryty oxidačními procesy. Jsou uložena hlouběji, jsou odolnější proti únavě, snadněji se zotavují po zátěži, mají tendenci ke zvyšování klidového napětí, ke zkracování, zbytnění až ztuhnutí a často nahrazují práci oslabených fázických vláken/svalů. Tato vlákna/svaly nebo jejich části je třeba většinou protahovat.

1. zdvihač hlavy, svaly kloněné
2. horní část trapézového svalu, vzpřimovač páteře – bederní část, ne hrudní a šíjová část!, čtyřhranný sval bederní
3. spodní vlákna velkého svalu prsního, malý prsní sval
4. sval bedrokyčlostehenní

Fázická vlákna slouží k provedení pohybu, jsou uložena blíže povrchu těla. Energetické nároky na jejich práci jsou kryty anaerobními procesy, jsou tedy snadno unavitelná. Mají nižší klidové napětí, které často vede k ochabování a nadměrnému prodlužování svalu. Tato vlákna/svaly nebo jejich části je třeba většinou posilovat. Mezi svaly s převažujícím zastoupením tohoto typu vláken patří například deltový sval, spodní a střední část trapézového svalu, břišní svaly, velký hýžďový sval, vzpřimovač páteře – hrudní a šíjová část, ne bederní část!

Obě skupiny svalů spolupracují a jejich působení musí být vyvážené, jinak vznikají svalové dysbalance (svalové nerovnováhy), tzn. nejprve krátkodobé aktuální poruchy funkce, které mohou postupem času vést ke vzniku závažných a nevratných degenerativních změn kostní nebo svalové tkáně i ke změnám stavby šlach a kloubů. Nedochází k nim pouze u lidí se špatným držením těla způsobeným dědičností nebo hypokinezí (nedostatek pohybu – úrazem, nemocí nebo při zanedbání), ale i například u sportovců, kteří trvale a intenzivně zatěžují pouze určité svalové skupiny (jednostranná zátěž, jednostranné přetěžování). Proto je nezbytné zařazovat kompenzační (vyrovnávací) cvičení také do tréninkových jednotek intenzivně sportující části populace. U lidí s pohybovým omezením je nezbytné udržovat alespoň minimální trvalou úroveň pohybu pro udržení homeostázy.

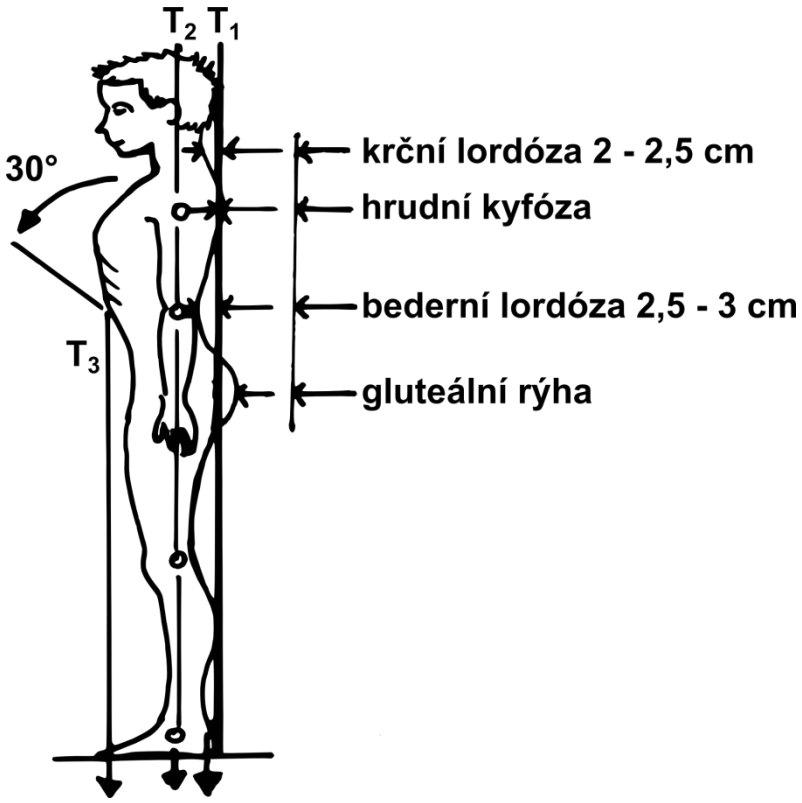
Pokud se odstraňování funkční poruchy nevěnuje včasná a dostatečná pozornost, vznikají morfologické změny, které se časem fixují (změny stavby kostry, například deformace těl obratlů). Tyto změny se nejčastěji projevují během dospívání a v dospělosti různými druhy vertebrogenních obtíží, a to zejména bolestmi zad, krční páteře, hlavy a končetin.

Vhodnou prevencí je dostatečně intenzivní a pravidelný pohybový režim. Preventivní působení není v tomto případě patrné pouze na zlepšení funkce a zvýšení kvality podpůrně pohybového aparátu, ale výrazně vylepšuje funkční parametry oběhové a dýchací soustavy, v krátkodobém horizontu vylepšuje náladu a v dlouhodobém zlepšuje sebehodnocení.

6.3 Hlavní komponenty držení těla [1]

Mezi hlavní komponenty držení těla patří postavení hlavy, zakřivení páteře, poloha pánve, postavení dolních končetin a klenba nohy (obr. 1).

1. **Postavení hlavy:** Rovina pohledu očí má směrodatný vliv na celkové držení těla. Aktivací svalových skupin okolo lebky a změnou jejího postavení dochází k automatické aktivaci (souhybům) dalších svalových skupin, které určují zakřivení páteře. Záklon hlavy – zmenšení hrudní kyfózy a zvětšení bederní lordózy a krční lordózy, předklon hlavy – opak.
2. **Zakřivení páteře:** Páteř má dvojesovitý tvar s prohnutím dopředu v části bederní (bederní lordóza) a krční (krční lordóza), dozadu v části hrudní (hrudní kyfóza) a křížové (křížová kyfóza). Při kompenzaci nárazů spolupracují meziobratlové ploténky s prohnutími páteře jako pružina tak, aby byl mozek co nejméně negativně ovlivněn – aby nedošlo k otřesu mozku – systém není funkční při plochých zádech. Svaly a vazy zpevňují páteř po celé délce. Při svalových dysbalancích s vývojem zvětšených prohnutí ale není zvětšení pružicí funkce významné, obratle se dostávají do nevýhodných vzájemných poloh a páteř je namáhána nad únosnou míru. Vznikají svalové spasmy (chronické křeče – „zatvrdliny") nebo se mohou začít deformovat neustálým zvětšeným tlakem těla obratlů a fixuje se tak nesprávný tvar prohnutí natrvalo.
3. **Poloha pánve:** Pánev je základnou pro postavení páteře a přenáší hmotnost těla na obě dolní končetiny. Součástí pánve je křížová kost, která je zároveň součástí páteře. Z tohoto důvodu má každá změna polohy pánve přímý vliv na změnu zakřivení páteře jak v předozadní, tak v pravolevé rovině.
4. **Postavení a stavba dolních končetin.** Hlavním úkolem posturálních svalů dolních končetin je zajištění polohy hlavních nosných kloubů: kloubu kyčelního, kolenního a hlezenního. Pokud nejsou dolní končetiny v optimálním postavení, přenáší se tato abnormalita na pánev a tím přímo na páteř (např.: levá dolní končetina kratší – levá polovina pánve níže – bederní páteř vybočena vlevo a hrudní též vlevo – skolióza tvaru C, nebo mírně kompenzuje vpravo – skolióza tvaru S).
5. **Klenba nohy** při zatížení pruží, brání stlačení cév a nervů v chodidle. Zároveň při pohybu poskytuje oporu – rameno páky, na které působí při odrazu lýtkové svaly přes hlezenní kloub, případně působí opačně při tlumení nárazů při došlapu při běhu nebo při doskoku.



Obr. 1 Biomechanické zásady držení těla. *Kresba Mgr. Michaela Jízbová*

6.4 Správné držení těla

Z biomechanického hlediska by mělo správné držení těla splňovat následující podmínky (obr. 1), používáno i při hodnocení podle Jaroše – Lomíčka in Srdečný 1982, upraveno:

1. Těžnice (T1) spuštěná z hrbolu kosti týlní by se měla dotýkat hrudní kyfózy, probíhat gluteální rýhou a padat mezi paty.

   Pozn. Při chybně vysunuté hlavě vpřed je nutné vést těžnici jako tečnu k hrudní kyfóze.

2. Těžnice (T2) by měla protínat zevní zvukovod, střed ramenního a kyčelního kloubu a kloub hlezenní.

3. Těžnice (T3) spuštěná z mečovitého výběžku kosti hrudní by se měla dotýkat břišního lisu (nebo břicho zataženo).

Kromě biomechanických zásad by měla být zachována následující pravidla (používáno i při hodnocení podle Jaroše – Lomíčka in Srdečný 1982, upraveno):

- Hlava a šíje jsou vzpřímené, brada zasunutá vzad, spodní čelist svírá s osou těla úhel 90°, spojnice oční štěrbiny a horního úponu ušního boltce je kolmá k těžnici spuštěné z hrbolu týlní kosti, vzdálenost vrcholu krční lordózy od těžnice je okolo 2 cm, v dospělosti do 3 cm.
- Ramena jsou symetrická při pohledu zepředu, jsou tažena mírně vzad a dolů.

- Hrudník je mírně vyklenutý a symetrický, jeho osa je vertikální, při pohledu ze strany není vidět lopatky, protože jsou přitisknuty k hrudníku, poloha vnitřních okrajů lopatek je symetrická vzhledem k páteři, vrchol hrudní kyfózy se dotýká těžnice spuštěné z hrbolu týlní kosti. Thorakoabdominální trojúhelníky – štěrbiny, které svírají připažené paže s trupem, jsou symetrické.
- Břišní stěna je za těžnicí spuštěnou z mečovitého výběžku hrudní kosti nebo se jí dotýká, ale nevychyluje ji. Vrchol bederní lordózy je vzdálen 3 cm od těžnice spuštěné z hrbolu týlní kosti. Pánev je mírně podsazená, osa pánve (prodloužení podélné osy kosti křížové) svírá s vertikální osou těla úhel přibližně 30°. Pánev je při pohledu zpředu symetrická.
- Dolní končetiny jsou napnuté v kolenních kloubech, hmotnost těla je přenesena mírně vpřed a na vnější část chodidel. Těžiště těla se nachází nad chodidly. Kyčelní, kolenní a hlezenní klouby jsou v přímce při pohledu ze strany, při stoji spojném nepřesahuje vzdálenost kolenních nebo hlezenních kloubů 3cm.
- Noha není plochá příčně ani podélně (vnitřní okraj chodidla je dostatečně vysoko nad podložkou, hlezenní kloub při pohledu zezadu není vkloněn dovnitř).

Vztahy jednotlivých segmentů těla jsou u každého jedince mírně odlišné z různých příčin (např. výška postavy, odlišné poměry hmotností a velikosti segmentů, konstituce apod.), a proto je správné držení těla individuálně odlišné. Je zřejmé, že jednoznačné určení stoprocentně objektivní normy držení těla není možné, ale přesto byly vytvořeny metody, kterými lze držení těla vyhodnotit. K hodnocení je použita upravená metodika podle Jaroše – Lomíčka.

6.5 Zdravotní skupiny [2]

Jedním z výsledků měření podle vybrané metody je i zařazení žáka do určité zdravotní skupiny, z čehož vyplývají další poznatky a doporučení.

1. Skupina I

Do skupiny I patří jedinci přiměřeně tělesně vyvinutí a zdraví, schopní velké tělesné námahy, většinou intenzivně trénující. Je povolen trénink na úrovni všech výkonnostních kategorií a závodní sport v plném rozsahu, tělesná výchova, rekreační i výkonnostní sport a turistika v plném rozsahu.

2. Skupina II

Do skupiny II patří jedinci zdraví s nižším stavem trénovanosti nebo s odchylkami zdravotního stavu, které nejsou kontraindikací k určenému výkonnostnímu sportu včetně sportovců hendikepovaných. Je povolen specializovaný trénink a závodní provádění určeného sportu v celém rozsahu, tělesná výchova, rekreační i výkonnostní sport a turistika v plném rozsahu, trénink a závodní činnost hendikepovaných sportovců dle druhu postižení.

3. Skupina III

Do skupiny III patří jedinci s velkými, trvalými nebo dočasnými odchylkami tělesného vývoje, stavby, složení těla a zdravotního stavu, které jsou kontraindikací zvýšené tělesné námahy. Je povolena školní povinná tělesná výchova s úlevami podle druhu oslabení, zdravotní tělesná výchova, cvičení, rekreační sport a turistika podle zvláštních osnov nebo přizpůsobeného programu.

4. Skupina IV

Do skupiny IV patří jedinci nemocní. Je jim umožněna léčebná tělesná výchova jako součást léčebně preventivní péče, mají zakázaný trénink, závodění a povinnou školní tělesnou výchovu.

Do zdravotní skupiny zařazuje lékař vyšetřovaného na základě zhodnocení zdravotního stavu, tělesného rozvoje a funkčního stavu. Zdravotní skupina je určena při každé periodické prohlídce a lze ji změnit dle vývoje zdravotního stavu a trénovanosti.

6.6 Význam správného držení těla [1]

Pokud člověk nesleduje negativní změny v držení vlastního těla, mohou vznikat obtíže, jejichž vystupňování v dospělosti může vést až k omezení funkce některých orgánů, např. k trvalému omezení pohyblivosti, invaliditě a nutnosti používat kolečkové křeslo. Držení těla ovlivňuje nejen funkci a rozvoj pohybového aparátu, ale i dýchacího, oběhového, zažívacího i nervového systému a významně tak ovlivňuje i možnost vzniku civilizačních chorob. Vyvážené postavení jednotlivých částí těla oddaluje únavu, pružná a dobře rozvinutá páteř má vliv na tělesnou výkonnost a správné držení těla je předpokladem přesného, účelného a estetického pohybu. Držení těla odráží i psychické naladění jedince: sebevědomí, strach, duševní rovnováhu…

7 Pracovní postup

7.1 Pracovní list – úkol 1 a 4: hodnocení držení zad s použitím olovnice (upraveno podle [2])

Úkol 1: Přiložte provázek olovnice mezi týlní hrboly a změřte jeho vzdálenost v cm od vrcholu krční lordózy, zaznamenejte do pracovního listu, vyhodnoťte podle hodnoticí stupnice 1 v pracovním listu, zapište známku. Pokud není hlava držena zpříma (je výrazně předkloněna nebo zakloněna) nebo je výrazně předsunuta, zhoršete výslednou známku o 1 až 2 stupně.

Úkol 4: Přiložte provázek olovnice mezi týlní hrboly a změřte jeho vzdálenost v cm od vrcholu bederní lordózy, zaznamenejte do pracovního listu a vyhodnoťte podle hodnoticí stupnice 1 v pracovním listu, zapište známku. Pokud se provázek olovnice nedotýká vrcholu hrudní kyfózy, ale leží na ní – ohýbá se okolo ní, je třeba u úkolu 4 zhoršit známku o 1 až 2 stupně. Totéž platí při plochých zádech. (Pokud nemá hodnocená osoba přiléhavé oblečení a provázek nezapadá do rýhy mezi hýžďovými svaly, je nutno odečíst od naměřené hodnoty 1,5 až 2 cm.)

7.2 Pracovní list – úkol 2 a 5: hodnocení před čtvercovou sítí (upraveno podle [2])

Úkol 2a) hrudník: Vyhodnoťte symetrii držení ramen při pohledu zpředu, oznámkujte podle hodnoticí stupnice 2, zapište známku. Při zploštělém hrudníku a ploché nebo silně zploštělé hrudní páteři při pohledu ze strany se známka zhorší o 1 nebo 2 stupně.

Úkol 2b) záda: Vyhodnoťte symetrii držení ramen a lopatek při pohledu zezadu, oznámkujte podle hodnoticí stupnice 2, zapište známku. Pokud lopatky odstávají od roviny hrudníku, zhoršete známku o 1 stupeň. Při zploštělém hrudníku a ploché nebo silně zploštělé hrudní páteři při pohledu ze strany se známka zhorší o 1 nebo 2 stupně.

Výslednou známku úkolu 2 vypočítejte jako aritmetický průměr známek části a) a b).

Úkol 5: Zjistěte symetrii thorakoabdominálních trojúhelníků (prostor mezi trupem a horními končetinami), symetrii postavení pánve a kloubů dolní končetiny při pohledu zezadu a vyhodnoťte podle hodnoticí stupnice 2, zapište známku.

7.3 Pracovní list – úkol 3: hodnocení při pohledu ze strany (upraveno podle [2])

Úkol 3a) břišní stěna: Vyhodnoťte polohu břišní stěny s pomocí olovnice podle hodnoticí stupnice 2. Břicho se může dotýkat provázku olovnice spuštěné z mečovitého výběžku kosti hrudní, ale nemělo by být vyklenuté ven. Může prominovat při postavení pánve před vertikálou.

Úkol 3b) pánev: Vyhodnoťte sklon pánve / křížové kosti podle hodnoticí stupnice 2. Sklon může být ovlivněn jejím postavením mimo vertikálu vpředu nebo vzadu.

30º od vertikály…1, nad 50º ……4

7.4 Vyhodnocení výsledků úkolů 1 až 5

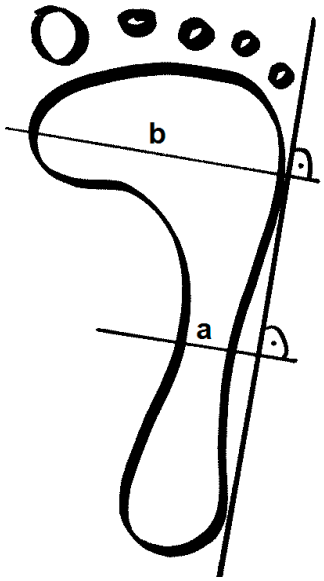
Vyhodnoťte výsledky úkolů 1 až 5 podle návodu v pracovním listu, určete svoji zdravotní skupinu a zjistěte z úvodního textu, co vám toto zařazení přináší. Vše zapište a z úvodního textu také zjistěte, jak by se daly zlepšit případné problémy v držení těla, a navrhněte změny denního pohybového režimu. Pokud nestihnete vyhodnotit ve škole, připravte vyhodnocení jako domácí úkol.

7.5 Pracovní list – DOLNÍ KONČETINY s vyhodnocením

Úkol a): Vyhodnoťte postavení kloubů dolních končetin při pohledu zpředu ve stoji spojném – varózní / valgózní postavení kolenního kloubu. Vždy se dotknou buď vnitřní kotníky, nebo vnitřní plochy kolenního kloubu. Klouby, které se nedotýkají, jsou od sebe vzdáleny maximálně 2 cm. Větší mezery hodnoťte podle stupnice 1. Známku zapište.

Úkol b) plantogram: Na chodidlo naneste houbičkou roztok potravinářské barvy, nechte přebytečnou barvu odkapat a pak otiskněte chodidlo plnou vahou na papír formátu A4. Zjistěte poměr mezi nejširším a nejužším místem plantogramu (Chippaux- Šmiřák, obr. 2). Šířka se měří na kolmicích k laterální (vnější) tečně plantogramu. Při vzájemném poměru do 45 % je noha normálně klenutá, nad 45 % je plochá. Klementa [3] dále stanovil normy pro jednotlivé stupně ploché nohy: do 50 % mírně plochá noha, do 60 % středně plochá noha a do 100 % silně plochá noha. Klementa doplňuje klasifikaci i o hodnocení stupně vysoké nohy podle vzdálenosti zadního okraje otisku přední části nohy a předního okraje otisku paty (délka přerušení otisku). Otiskněte i druhé chodidlo, každou nohu vyhodnoťte a na stránku k otisku zapište výpočet indexu, známku i slovní hodnocení.

(Lze také použít metodu uvedenou původně jako součást testu podle Jaroše a Lomíčka in Srdečný 1982, která ale neposkytuje tak přesně kategorizované výsledky: K tečně vnějšího okraje chodidla vedeme 3 kolmice, z nichž jedna protíná otisk v jeho nejužším místě a další dvě jsou tečnami zadního okraje paty a předního okraje chodidla. Index se vypočítá jako poměr desetinásobku nejužšího místa nohy a délky nohy (vzdálenost průsečíků tečen okrajů chodidla s tečnou vnějšího okraje chodidla). Index do 1,6 značí normálně vyklenutou nohu. Index do 1,7 mírně plochou, nad 1,7 nohu plochou.)



Obr. 2 Vyhodnocení plantogramu metodou Chippaux -Šmiřák. *Kresba Mgr. Vladimír Valach*

Výpočet [3]**:**

Nejužší místo označíme a, nejširší b.

$$i = \left(\frac{a}{b}\right) \cdot 100$$

Vyhodnocení [3]**:**

Noha normálně klenutá: nejvýše 45,0 %, známka 1

Noha plochá:

- 45,1–50,0 % mírně plochá, známka 2
- (1. stupeň ploché nohy – zploštění klenby pouze při zatížení, při odlehčení se klenba vyrovnává, na plantogramu podélná klenba zploštělá, ale stále patrná)
- 50,1–60,0 % středně plochá, známka 3
- (2. stupeň – oploštění trvá i na odlehčené noze, pasivně lze převést nohu do normálního tvaru, na plantogramu podélná klenba téměř nebo zcela chybí)
- 60,1–100,0 % silně plochá, známka 4
- (3. stupeň – na plantogramu mediální, vnitřní, okraj nohy konvexní, vyklenutý ven, nožní klenbu nelze pasivně korigovat)

Noha vysoká:

Měříme délku přerušení otisku.

- 0,1–1,5 cm mírně vysoká, známka 2
- 1,6–3,0 cm středně vysoká, známka 3
- více než 3,0 cm velmi vysoká, známka 4

Vyhodnoťte výsledky měření na dolních končetinách, zapište k jednotlivým otiskům změřené parametry, výpočet, index a známku. Do pracovního listu zapište známky levé i pravé nohy a jejich průměrnou hodnotu jako celkový výsledek **úkolu b) plantogram.** Jako celkovou známku pro dolní končetiny zapište průměr výsledných známek úkolu a) a úkolu b). Zjistěte z úvodního textu nebo z jiných zdrojů, jak by se daly řešit případné problémy, navrhněte změny denního pohybového režimu. Pokud nestihnete vše vyhodnotit ve škole, připravte vyhodnocení jako domácí úkol.

7.6 Náprava

Konzultujte s vyučujícím vhodnost navržených opatření k nápravě zjištěných oslabení a kompenzaci vad. Zapište opatření navržená ostatními studenty nebo vyučujícím, která se týkají přímo vašich problémů, doporučení omezení činností, které byste vzhledem ke svému oslabení neměli provádět, doporučení k přezkumu zjištěných problémů lékařem a návrh změny režimu školní TV na ZTV při zjištění 3. zdravotní skupiny.

8 Metodické poznámky

- Žáky je třeba předem přesvědčit, aby měli na sobě přiléhavé oblečení, ve kterém jsou dobře patrné kontury trupu, horních a dolních končetin (úbor na tělocvik…). Výsledky jsou pak přesnější a měření snazší, ale i měření v běžném oblečení poskytuje spolehlivé údaje.
- **Všechna měření se musí provádět naboso nebo v ponožkách, maximálně v gymnastických cvičkách (piškoty). Jakákoli obuv ovlivňující postavení nohy (mírně zvednutý podpatek pantoflí atp.) naprosto znehodnocuje většinu měření.**
- Před zařazením tohoto tématu je nutné probrat při výuce následující témata: páteř, oslabení a vady páteře, kostra dolní končetiny, oslabení a vady dolní končetiny (valgózní a varózní postavení kolenního kloubu, plochá a vysoká noha, pokud možno svalová soustava).
- Je třeba předem uvážit vhodnost pro některé žáky, kteří extrémně vybočují z průměru (tělesně postižení, obézní…), a prodiskutovat s nimi účast. Lze zajistit např. měření v oddělené místnosti atp. Pokud se nechtějí aktivně účastnit měření, lze je využít jako asistenty.
- Žáci pracují ve dvojici (úkoly 1 a 4, 6a) nebo hodnotí parametry držení těla hromadně u osoby stojící před čtvercovou sítí (úkoly 2 a 5) nebo jsou hodnoceni učitelem či učitelem se skupinou žáků (úkol 3), plantogram vyhodnocuje každý žák samostatně.
- Než začnou žáci měřit a hodnotit, je nutné je pečlivě seznámit se smyslem a metodikou měření a hodnocení (nejlépe maximálně dva úkoly najednou).
- Je vhodné pracovat podle doporučení v postupu práce a spojit úkoly podle používaných pomůcek. Žáci si také lépe pamatují postup práce vysvětlovaný postupně s malým počtem kroků.

  1. úkoly 1 a 4

2. 2 a 5
3. úkol 3
4. hodnocení dolních končetin

- Pro tvorbu otisku nohy je možné použít i řadu jiných způsobů. Vhodné jsou například i jiné metody přenosu obrazu na papír, např. namočit papír mokrým chodidlem a obkreslit obrys tužkou, postříkat chodidlo v umývadle střičkou nebo natřít chodidlo mastným krémem a obtisknout – pak je ale třeba skladovat čtvrtky v eurodeskách, aby neznečistily okolní stránky sešitu.
- Úkoly 1 až 5, popřípadě 6a lze stihnout s 15 žáky za 1 vyučovací hodinu. Plantogram během další hodiny.
- Třetí hodinu doporučujeme věnovat společnému vyhodnocení jednotlivých úkolů pracovního listu postupně. Zároveň okamžitě po zjištění stavu držení těla ve skupině u konkrétního úkolu uvádí učitel příklady kompenzačních cvičení se zdůvodněním a případnou ukázkou cvičení (žáci by si pod vedením učitele měli vyzkoušet alespoň držení zpevněného těla v základním postavení ve stoji , dále vytvoření statistiky a doporučení změn životního stylu či návštěvy lékaře, doporučení omezení činností, které by žák vzhledem ke svému oslabení neměl provádět, doporučení k přezkumu zjištěných problémů lékařem a návrh změny režimu školní TV na ZTV při zjištění 3. zdravotní skupiny. Žáci si průběžně vytvářejí smysluplný závěr podle toho, zda mají zhoršené hodnocení v probíraném úkolu.
- Uvedená metodika nemůže nahradit odborné posouzení lékařem, ale měla by vést učitele i žáky k rozpoznání typu vadného držení těla a ke změně chování a vztahu k vlastnímu tělu a tím k prevenci civilizačních chorob vznikajících především při sedavém způsobu života a při trvalém jednostranném zatěžování těla.

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Kopecký, M. 2010. Zdravotní tělesná výchova. [cit. 2012]. Dostupné z <www.ftk.upol.cz/_katedry/apa/esf_3_1_1/download/zdr_tv.doc>.

[2] Srdečný, V. a kol. 1982. Tělesná výchova zdravotně oslabených. SPN. Praha.

[3] Klementa, J. 1987. Somatometrie nohy. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

[4] Čermák, J., Chválová, O., Botlíková, V., Dvořáková, H. 2008. Záda už mě nebolí. Vašut. Praha.

Další doporučená literatura:

Barna, M., Filipová, V., Žejglicová, K. Kratěnová, J. 2003. Manuál k vyšetření pohybového aparátu dítěte v ordinaci praktického dětského lékaře. (Výzkumný úkol – grant IGA MZ). SZÚ. Praha. Dostupný z <http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/zdrav_stav/manual_sv.pdf>.

Bernaciková, M., Kalichová, M., Beránková, L. Základy sportovní kineziologie. Dostupné z <http://is.muni.cz/do/1451/e learning/kineziologie/elportal/pages/funkce_svalu.html>.

Bursová, M. 2005. Kompenzační cvičení. Grada. Praha. Dostupné z <http://books.google.cz/books?id=n5dfUMyqqeIC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>.

Kopřivová, V., Dělení svalů, zásady pro uvolňování a protahování. Dostupný z <http://is.muni.cz/do/fsps/e learning/kapitolysportmed/pages/11-preventivni prohl.html>.

Kratěnová V. 2005. Výskyt vadného držení těla u dětí školního věku v ČR. (grant IGA MZ ČR). In Sborník z 1. mezinárodní konference Škola a zdraví 21. PdF MU. Brno.

Novotný et al. Kapitoly sportovní medicíny. Fakulta sportovních studií MU. Brno. Dostupný z <http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/index.html>.

Pracovní list

(graficky a obsahově upravil Mgr. Vladimír Valach podle M. Bursové)

hodnotící stupnice

1	2
odchylka do	1.....sledované části těla symetrické
+/- 0,5 cm 1	2.....malý rozdíl viditelný po delším
+/- 1 cm 2	zkoumání
+/- 3 cm 3	3.....větší rozdíl viditelný ihned
více než 3 cm.... 4	4.....velmi nápadný rozdíl až deformace

Porovnej součet známek úkolů 1 až 5 :

5.....výborné držení těla ... I. zdrav. skupina

6 až 10 ..... dobré držení těla .....II. z. s.

11 až 15 ..... špatné d. t. .....III. z. s. - zdravotní TEV

16 až 20 ..... deformované d. t. ... IV. z. s. - nutno léčit !!!

ZAPSAT: součet / výsledek DK.....slovní hodnocení

např.: 8/1 ..... dobré držení těla bez odchylek na DK

Otestuj své tělo: Funkční test hypermobility a zkrácení svalů s nácvikem protažení svalu metodou postizometrické relaxace

Mgr. Vladimír Valach

10 Úkol

10.1 Základní úkoly

10.1.1 Do teoretického úvodu vypište příčiny, průvodní znaky a projevy hypermobility a svalové ztuhlosti, způsob odstraňování hypermobility a postup protahování zkrácených svalů metodou postizometrické relaxace.

10.1.2 Vyšetřete a zaznamenejte do tabulky úroveň pohyblivosti zadaných svalů / svalových skupin. Do závěru zapište, které svaly / svalové skupiny máte hypermobilní nebo zkrácené a které byste tedy měli posilovat a které protahovat.

10.1.3 Pod vedením vyučujícího nacvičte protahování zkrácených svalů metodou postizometrické relaxace podle návodu v úvodním textu.

10.1.4 Po zohlednění výsledků orientačního hodnocení držení těla se pokuste vysvětlit příčiny alespoň jednoho ze svých oslabení nebo vad (úkoly hodnocené v pracovním listu předchozí laboratorní práce známkou 2 a horší).

11 Časová dotace

2 hodiny teoretická příprava a testování, 1 hodina hromadné vyhodnocení výsledků

12 Pomůcky a materiál

Lavičky se sedadlem ve výši kolen žáků nebo švédské bedny, popř. židle alespoň pro polovinu žáků, žíněnky (1 pro dvojici žáků), 1 pravítko, 1 úhloměr, oblečení na tělesnou výchovu, tabulka pro záznam výsledků testování pro každého žáka (viz tab. 1).

13 Hlavní a dílčí cíle

13.1 Základní cíle

13.1.1 Seznámit žáky s diagnostikou hypermobility a hypomobility.

13.1.2 Vyšetřit oslabené a zkrácené svaly/svalové skupiny, pravděpodobné příčiny a způsoby odstraňování problémů.

13.1.3 Seznámit žáky s protahováním svalů metodou postizometrické relaxace.

13.1.4 Porovnat výsledky s výsledky orientačního hodnocení držení těla.

13.2 Vedlejší cíle

13.2.1 Změnit chování a vztah k vlastnímu tělu – prevence civilizačních chorob vznikajících při nevhodném životním stylu (sedavý způsob života, trvalé jednostranné zatěžování těla atp.).

13.2.2 Doporučit změny denního pohybového režimu žáka a seznámit jej s možnostmi nápravy oslabení nebo kompenzace projevů vad pomocí vyrovnávacích cvičení.

13.2.3 Doporučit omezení činností, které by žák vzhledem ke svým problémům neměl provádět.

14 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Téma zasahuje do předmětu základy společenských věd do tematických celků týkajících se zdravého životního stylu, prevence civilizačních chorob, reálného sebehodnocení a péče o vlastní tělo. Zasahuje taktéž do tělesné výchovy, případně zdravotní tělesné výchovy a sportovního lékařství, protože žák diagnostikuje oslabení a vady držení těla (úroveň hypermobility a zkrácení svalů) a může lépe volit případné nápravné prostředky.

15 Obecný úvod k tématu

15.1 Hypermobilita [1, 2, 3]

Hypermobilita je chápána jako nadměrný rozsah kloubní pohyblivosti zvětšený nad běžnou fyziologickou normu. Hypermobilitu často provází nestabilita kloubu nebo určité části těla, která je způsobena například nedostatečným vývinem nebo sníženým napětím zpevňujícího aparátu nestabilního kloubu / kloubů, tzn. kloubního pouzdra, vazů a svalů a jejich šlach, které obalují kloub. Hypermobilita se často projevuje bolestmi nestabilních kloubů.

Hypermobilita se může vyvinout jako důsledek kompenzačních mechanizmů při omezení rozsahu pohybu v jiné části těla nebo kloubu, důsledek neurologického onemocnění (postižení řídicí funkce mozečku, některé formy částečné obrny a dětské mozkové obrny, postižení syndromem poruchy pozornosti s hyperaktivitou – ADHD, Downův syndrom). Je častá i tzv. konstituční hypermobilita typická zvětšením kloubního rozsahu nad normu ve všech kloubech těla, která postihuje až 40 % ženské populace a vzniká zejména u mladých dívek jako vývojová nedostatečnost klesající s věkem. Hypermobilita může vzniknout samozřejmě i následkem úrazu, kdy jsou dočasně nebo trvale destabilizovány některé části zpevňujícího aparátu kloubu. Poslední příčinou vzniku může být nevhodný typ sportovního tréninku, který vyžaduje například v moderní gymnastice nebo baletu extrémní zvýšení pohyblivosti některých kloubů a zároveň nezpevňuje svalstvo okolo hypermobilních kloubů. I při správném tréninku jsou zejména dívky po ukončení sportovní kariéry v podobných sportech silně ohroženy dalším prohloubením hypermobility řady segmentů při poklesu síly svalů, které mají zpevňovat hypermobilní klouby.

Pro odstranění hypermobility se používají posilovací cvičení cílená na ochablé svaly nebo jejich skupiny.

15.2 Svalová ztuhlost – zkrácení svalů (hypomobilita)

Svalová ztuhlost – **zkrácení svalů** omezuje pohyblivost kloubu nebo segmentu těla. Jev způsobuje většinou kombinace zvýšeného svalového tonu (napětí) a zkrácení vaziva svalového bříška i úponových šlach. Příčin je mnoho. Od nesprávného životního stylu (statická námaha: upoutání na lůžko, sedavé zaměstnání, nebo práce u pásu, jednostranné zatížení, celkové přetěžování) až po úrazy nebo nemoci. Zkrácené svaly je vhodné protáhnout na původní délku z několika důvodů:

a) Vyrovnáme nepoměr intenzity působení mezi těmito dominantními svaly a svaly oslabenými (antagonisty) – odstraníme svalovou nerovnováhu – dysbalanci.

b) Snížíme klidové napětí (tonus) zkrácených svalů. Zvýšíme jejich pružnost a tím zvýšíme odolnost proti přetížení a poškození svalu. Zároveň tím snížíme klidové působení svalu na kosti v místě úponu.

c) Zamezíme zablokování kloubů (zejména na páteři) a zlepšíme držení těla i v řadě dalších částí těla, které jsou s protahovanou oblastí funkčně propojeny.

d) Zvětšíme rozsah pohybu kloubu ve směru proti zkrácení svalu.

15.3 Postizometrická relaxace

Pro odstranění svalové ztuhlosti se používají statická protahovací cvičení, z nichž nejvhodnější jsou ta, která překonávají přirozené obranné mechanismy svalu (např. napínací reflex po podráždění svalových vřetének a další). Jednou z vhodných metod je tzv. **postizometrická relaxace**. Využívá krátkodobého útlumu, do kterého se sval dostává po několikasekundové izometrické kontrakci (sval je napnutý, ale nemění se přitom jeho délka). Na malou chvíli se výrazně snižuje klidový tonus a v tom okamžiku se sval protahuje nejefektivněji. Kontrakce má trvat 5 až 8 sekund v nádechu, při výdechu se celé tělo uvolní a svalová skupina se nejlépe pasivně – vlivem gravitace, nebo aktivně – působením mírného tahu jinou částí těla, protahuje po dobu 10 až 20 sekund. Protažení lze opakovat několikrát za sebou, přičemž vždy je výchozí poloha více vzdálena původní. Nikdy se ale nesmí protahovat až do pocitu bolesti. Protažení by mělo být příjemné! Protahovat by se mělo nejpozději každý druhý den, před protahováním je vhodné mírné zahřátí organismu. Každý sval (svalová skupina) je zkrácen jinak, efekt cvičení nebude tedy znatelný najednou na celém těle, ale postupně a dostaví se nejdříve po třech až čtyřech týdnech. Nikdy se nesmí výrazně protahovat svaly, které mají svoji normální délku. V tom případě by vznikla hypermobilita jako opačný extrém. Protahovací cvičení lze v omezeném množství použít jako součást rozcvičky před tréninkem, je velmi vhodné je zařazovat jako kompenzační cvičení zkracovaných – trénovaných svalových skupin po každé tréninkové jednotce.

16 Pracovní postup

16.1 Obecné zásady při testování

a) Základní polohu zaujímejte a pohyb provádějte zcela uvolněně.

b) Snažte se o pasivní pohyb do krajního rozsahu (bez aktivní účasti svalstva).

c) V krajní poloze sleduje hodnotitel dosažený rozsah pohybu.

d) V průběhu testování i v konečné poloze sleduje hodnotitel, zda se neobjevily některé z nevhodných pohybů nebo poloh.

e) Sval je zkrácen v případě, že v něm cítíte tah a současně nebylo dosaženo požadované polohy.

f) Sval je ochablý, jestliže dosáhnete většího rozsahu pohybu než je norma aniž cítíte tah nebo pokud nejste schopni vykonat pohyb nebo dosáhnout polohy, jehož / jejíž provedení je limitováno silou svalu.

16.2 Testy svalů s tendencí ke zkrácení

1. **Pasivní předklon hlavy – natahovače krku**

   norma: brada téměř v hrdelní (meziklíční) jamce – brada se zasouvá vzad téměř bez pohybu krku při co nejpřímějším postavení krční páteře a zad

2. **Rotace hlavy – zdvihač hlavy**

   Je nutné oboustranné provedení!

   norma: 80°, při hypermobilitě je rotace možná často až přes 90°

3. **Úklon hlavy – horní část trapézového svalu**

   Je nutné oboustranné provedení!

   norma: 40°, úklon hlavy bez souhybů ramen a páteře při přímém držení zad a bez předklonu nebo záklonu hlavy

4. **Vzpažení vleže na zádech – prsní svaly**

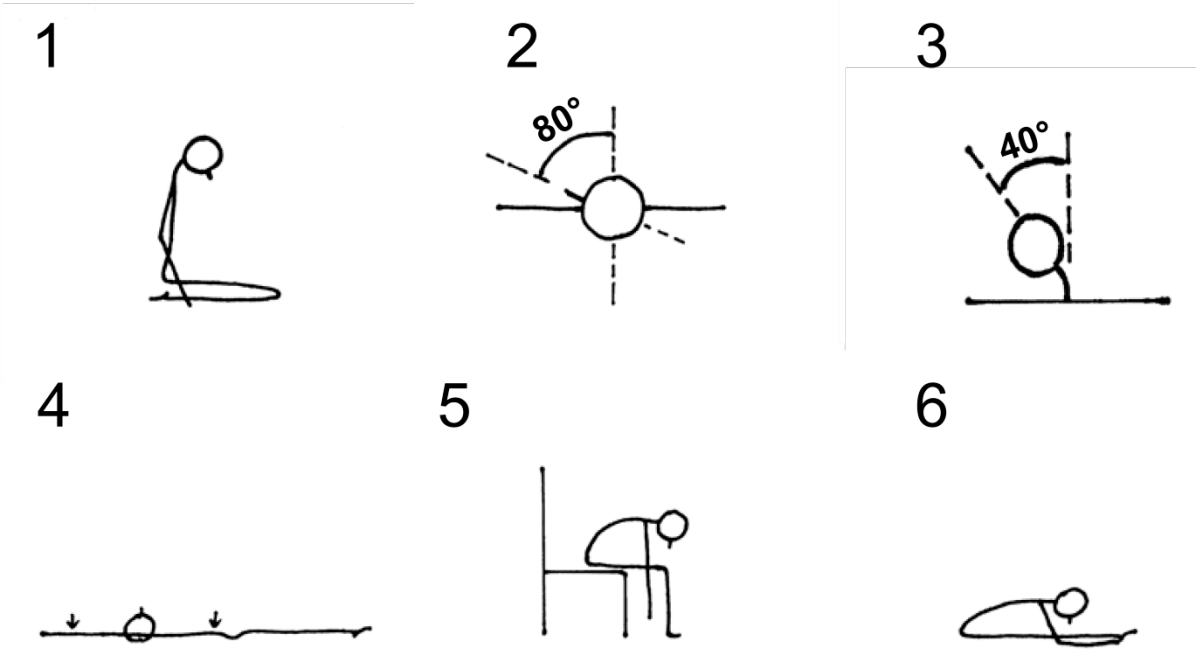
   norma: paže po celé délce na podložce, při pokládání paží se nezvětšuje bederní lordóza / při hypermobilitě paže pod úrovní podložky (hrana stolu…)

5. **Pasivní předklon trupu v sedu na židli bez pohybu pánve – vzpřimovače páteře**

   norma: hlava 10 cm od kolen, plynulá křivka páteře (není zvětšené prohnutí hrudní páteře na úkor ploché bederní části)

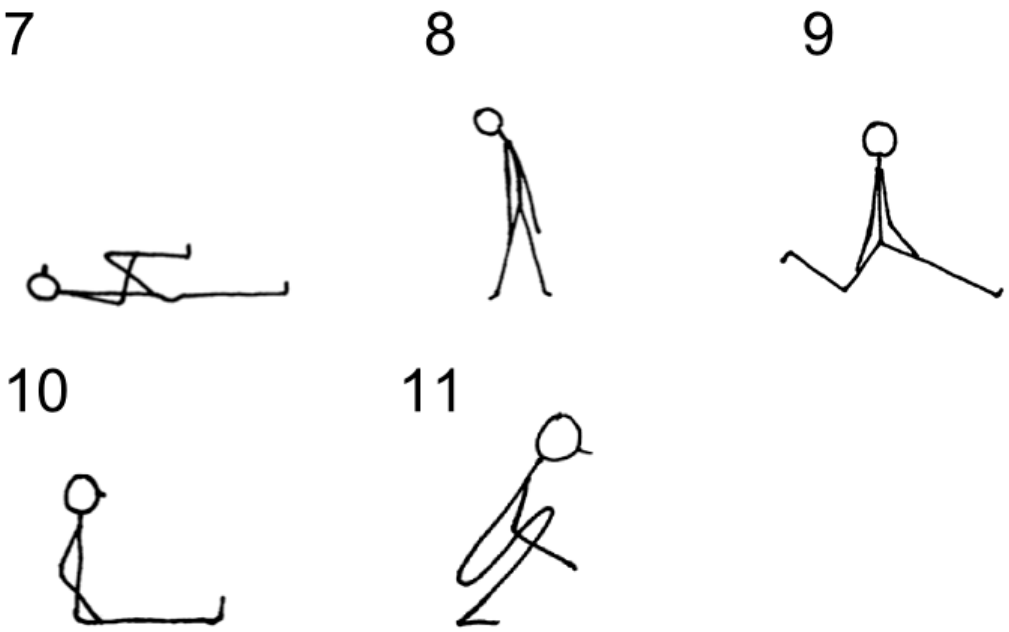
6. **Pasivní předklon v sedu s nataženýma nohama – svaly zadní strany stehen, vzpřimovač páteře**

   norma: hlava 10 cm od kolen, plynulá křivka páteře



Obr. 1 Schematické nákresy postavení těla při testech č. 1 až 6. *Kresba Mgr. Vladimír Valach*

7. **Přednožení skrčmo vleže – bedrokyčlostehenní sval a ostatní ohýbače kyčle**
   Zkrácení způsobuje nadměrné prohnutí bederní lordózy nebo předklon trupu.
   norma: po přednožení přitáhnout koleno k hrudníku rukama, druhá končetina se pokládá zvolna na zem, až leží volně celá na podložce
8. **Úklon trupu – čtyřhranný sval bederní**
   Je nutné oboustranné provedení!
   norma: prsty ruky dosáhnou ke koleni, chodidla na zemi, bez předklonu nebo záklonu
9. **Překážkový sed – přitahovače stehna**
   Je nutné oboustranné provedení!
   norma: stehna svírají pravý úhel, dolní končetiny obě po celé délce na podložce, trup vzpřímený
10. **Hyperextenze kolenního kloubu s flexí hlezenního kloubu v sedu – trojhlavý sval lýtkový**
    norma: možno zvednout paty nad podložku
11. **Hluboký dřep – trojhlavý sval lýtkový – Achillova šlacha**
    norma: chodidla celá na podložce bez opory o ruce



Obr. 2 Schematické nákresy postavení těla při testech č. 7 až 11. *Kresba Mgr. Vladimír Valach*

16.3 Testy svalů s tendencí k oslabení

12. **Předklon hlavy v lehu – ohybače krku**

    norma: brada téměř v hrdelní jamce, 15 sekund výdrž bez třesu krčních svalů a změny polohy brady

13. **Rovný předklon trupu v kleku sedmo – fixátory lopatek a hrudní část vzpřimovače páteře**

    norma: páteř dokonale napřímená, ramena v rovině zad a stažena ve směru paží, hlava v prodloužení trupu, trup víceméně vodorovně

14. **Leh – sed – břišní svaly – dynamická síla**

    norma: nohy na podložce bez fixace, bérce kolmo ke stehnům, ruce zkřížené na hrudníku (obtížněji v týl), sed tahem bez odrazu z podložky až do vzpřímeného sedu

15. **Výdrž v podporu ležmo na loktech (nebo v sedu) přednožném pokrčmo – břišní svaly – statická síla**

    norma: 15 až 20 sekund výdrž bez chvění svalů, poloha se zaujímá ze sedu pokrčmo zcela plynule

16. **Zanožení skrčmo v podporu klečmo na předloktích – velký sval hýžďový**

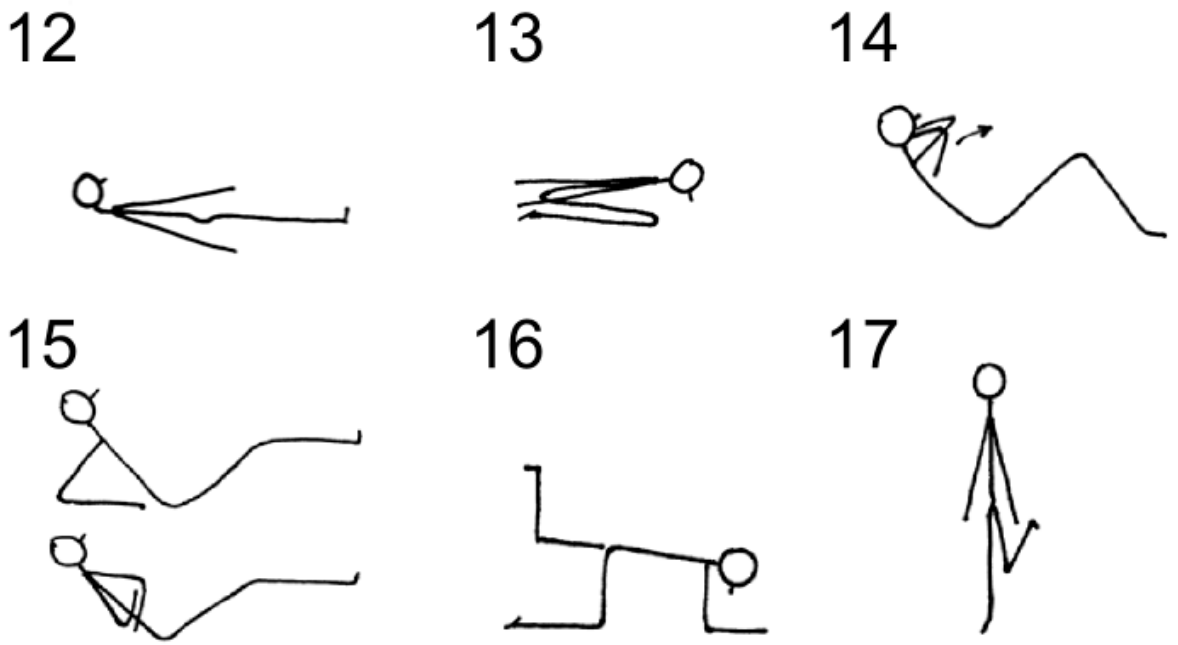
    Je nutné oboustranné provedení!

    norma: stehno při čistém zanožení (bez rotace) v prodloužení zad, bez prohýbání v bedrech

17. **Stoj na jedné noze – odtahovače kyčle (malý a střední hýžďový sval)**

    Je nutné oboustranné provedení!

    norma: pánev nemění polohu směrem do stran, trup se neuklání



Obr. 3 Schematické nákresy postavení těla při testech č. 12 až 17. *Kresba Mgr. Vladimír Valach*

17 Metodické poznámky

- Testování je vhodné provádět v tělocvičně na žíněnkách ve volném oblečení (úbor na tělocvik). V nouzi lze realizovat i ve třídě bez žíněnek na lavicích.
- Pokud žák není schopen zaujmout stanovenou polohu – nedosáhne normy, jsou svaly zkrácené a je třeba je protahovat. Pokud provedení přesahuje normu, je zkoumaný segment těla hypermobilní a je třeba posilovat svaly zpevňující segment.
- Pokud žák není schopen úspěšně vykonat pohyb nebo zaujmout a udržet polohu, jsou sledované svaly ochablé a je třeba je posilovat.
- Učitel při závěrečném vyhodnocení doporučí možnosti nápravy oslabení pomocí vyrovnávacích cvičení a poukáže na doporučení z předchozí laboratorní práce.

18 Použitá literatura a další zdroje

[1] Čermák, J. a kol. 2008. Záda už mě nebolí. Vašut. Praha.

[2] Janda, V. 1996. Funkční svalový test. Grada. Praha.

[3] Kolář, P. 2010. Rehabilitace v klinické praxi. Galén. Praha.

Další doporučená literatura:

Tichý, M. 2000. Funkční diagnostika pohybového aparátu. Triton. Praha.

Vyšetření hypermobility. Dostupné z <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Vyšetření hypermobility>.

Tab. 1 Záznam výsledků testů

test číslo	sval / svalová skupina	hypermobilita, ochablost	v normě	zkrácení
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				----------
13.				----------
14.				----------
15.				----------
16.				----------
17.				----------

Otestuj své tělo: Funkční testy oběhové soustavy

Mgr. Vladimír Valach

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Vypočítejte index Ruffierova testu a vyhodnoťte podle jeho úrovně zdatnost své oběhové soustavy.

1.1.2 Vypočítejte index step-testu a vyhodnoťte podle jeho úrovně zdatnost své oběhové soustavy porovnáním s tabulkovými hodnotami. Výsledky hodnocení zdůvodněte, porovnejte s výsledky předchozího úkolu a v případě průměrných a podprůměrných výsledků navrhněte změnu životního stylu, která by vedla ke zlepšení situace.

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Vypočítejte práci vykonanou během testu, popřípadě průměrný absolutní i relativní výkon. Porovnejte relativní výkon s nejvyššími a nejnižšími výsledky žáků své skupiny a pokuste se zdůvodnit rozdíly.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace: 2 hodiny

2.2 Časová dotace fakultativních úkolů: 1 hodina

3 Pomůcky a materiál

Židle nebo stupínky (50 cm muži, 40 až 45 cm ženy, 30 cm děti), mobilní telefon (nebo stopky, kalkulačka a metronom), digitální tonometry nebo sporttestery.

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Seznámit žáky se dvěma metodami jednoduché diagnostiky úrovně tělesné zdatnosti oběhové soustavy.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Změnit chování a vztah k vlastnímu tělu – prevence civilizačních chorob vznikajících při nevhodném životním stylu.

4.2.2 Doporučit změnu denního pohybového režimu žáka.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Téma zasahuje do předmětu základy společenských věd do tematických celků týkajících se zdravého životního stylu, prevence civilizačních chorob, reálného sebehodnocení a péče o vlastní tělo. Zasahuje taktéž do tělesné výchovy, případně zdravotní tělesné výchovy a sportovního lékařství, protože žák diagnostikuje úroveň zdatnosti své oběhové soustavy a může lépe volit případné nápravné prostředky. Téma se též týká matematiky a statistiky (výpočty a porovnávání výsledků s normalizovanými hodnotami).

6 Obecný úvod k tématu

6.1 Tělesná zdatnost [1]

Tělesnou zdatnost v zásadě určují především tři hlavní oblasti:

1. kardiorespirační zdatnost
2. svalová síla a vytrvalost
3. flexibilita

Tyto oblasti jsou totiž rozhodující pro tzv. zdravotně orientovanou zdatnost, mají tedy největší souvislost se zdravím. Pokud hovoříme o výkonově orientované zdatnosti (sportovní), jsou důležité i další prvky zdatnosti, jako rychlost, reakční čas, obratnost, nervově-svalová koordinace a rovnováha.

6.1.1 Kardiorespirační zdatnost – zdatnost oběhové a dýchací soustavy [1]

Je nejdůležitější pro zdraví a zároveň je nejvýznamnějším ukazatelem určujícím celkovou zdatnost. Je dána schopností srdce a cévního systému dopravovat krví dostatek kyslíku k pracujícím svalům. Pokud není přívod dostatečný, projevuje se to únavou, dechovou nedostatečností a bolestí ve svalech – acidózou po práci svalu na kyslíkový dluh.

Vysoká kardiorespirační zdatnost významně snižuje riziko srdečně-cévních onemocnění a jejich důsledků. Zdatné srdce a cévní systém jsou méně náchylné k nejrůznějším poruchám a dokážou se s nimi snadněji vyrovnat.

6.1.2 Svalová síla, vytrvalost a flexibilita [1]

Svalová síla, vytrvalost a flexibilita jednak umožňují vést člověku aktivní život, jednak jsou prevencí nejrůznějších degenerativních onemocnění pohybového systému. Pevný svalový korzet usnadňuje správné držení těla, ochablé svaly a svalové dysbalance vedou k vertebrogenním poruchám, bolestivým stavům a blokádám v oblasti krční páteře, ramen a zad a degenerativním poruchám kloubů a šlach.

Opět platí, že zdatný pohybový systém lépe odolává negativním vlivům, je méně náchylný k nejrůznějším poruchám a dokáže se s nimi snadněji vyrovnat. Člověk celkově fyzicky zdatný odolává tedy lépe jakékoli zátěži – onemocněním, psychickému stresu (zátěži) i fyzické zátěži.

6.2 Ruffierův test [2]

Ruffierův test je jednoduchou standardizovanou funkční zkouškou, která umožňuje posoudit zdatnost oběhové soustavy. Čím je vyšetřovaná osoba vytrvalejší, tím menší změny vyvolá stejné pohybové zatížení a tím rychleji se tyto funkce vracejí do normálního stavu. Sleduje se tedy klidová srdeční frekvence, srdeční frekvence po standardním dynamickém zatížení (30 dřepů vykonaných za 45 s) a hodnoty srdeční frekvence během zotavení. Původní verze testu vychází z palpačně měřených hodnot tepové frekvence (počet tepů za 15 s), které se vynásobením 4 převádí na minutové hodnoty. Je tedy možné použít upravenou metodu, kdy se místo každého čtyřnásobku palpačně měřené hodnoty dosadí minutová frekvence měřená digitálním tonometrem nebo sporttesterem.

Pro výpočet indexu oběhové zdatnosti Ruffierova testu při palpačním měření tepové frekvence se používá vzorec:

$$i = \frac{4 \cdot TF1 + 4 \cdot TF2 + 4 \cdot TF3 - 200}{10}$$

TF_n ..... tepová frekvence (palpačně: počet tepů měřených po 15 s, při odečítání *TF* z digitálního tonometru se místo 4. TF_n použije pouze TF_n)

Pro vyhodnocení testu se používají údaje v Tab. 1 a 2.

Tab. 1 Tabulka hodnot indexu oběhová zdatnosti Ruffierova testu a zdatnosti oběhové soustavy *(Bartůňková a kol., 1996)*

index (průměrná populace – dospělí)	zdatnost oběhové soustavy
i < 0	výborná
0 ≤ i < 5	velmi dobrá
5 ≤ i < 10	dobrá
10 ≤ i < 15	průměrná
15 ≤ i	podprůměrná

Tab. 2 Hodnoty indexu v závislosti na věku a pohlaví *(Semiginovský, 1988* [4]*)*

věk	muži		ženy	
[roky]	$\bar{x}$	$(\bar{x}$ +/- 1 s)	$\bar{x}$	$(\bar{x}$ +/- 1 s)
7 až 8	11,1	7,2–15,1	13,4	9,6–17,2
9 až 10	10,2	7,2–13,3	13,6	9,8–17,5
11 až 12	11,7	8,1–15,2	14,1	10,0–18,2
13 až 14	10,4	6,9–14,0	13,6	10,4–16,7
15 až 16	10,7	6,1–14,1	12,3	8,0–16,6
17 až 18	7,8	4,3–11,3	11,6	8,5–14,8
19 až 21	7,2	3,3–11,1	8,6	4,5–12,7

6.3 Step-test [3]

Brouhův či Harvardský step-test je jedním z nejstarších standardizovaných testů vhodných k jednoduchému posouzení oběhové zdatnosti. Opět se zde uplatňuje přímo úměrný vztah mezi oběhovou zdatností a rychlostí návratu srdeční frekvence po zátěži k relativně klidovým hodnotám.

Pohybovou zátěží je vystupování na stupínek. Je nutné dodržet frekvenci 30 výstupů za minutu, výška stupínku je diferencována pro muže (50 cm), pro ženy (40 až 45 cm) a pro děti (30 cm), lze také vycházet z výšky vyšetřované osoby.

Doba testu je optimálně 5 minut (při kratším trvání se do vzorce pro výpočet indexu uvádí skutečná doba vystupování v sekundách). Po ukončení vystupování na stupínek se vždy po minutové přestávce měří třikrát po sobě tepová frekvence. V původní verzi testu se měří počet tepů zjištěných palpačně za 30 s a násobí se tedy dvěma (přepočet na minutovou frekvenci), výhodou je možnost použití měření tepové frekvence digitálním tonometrem – tepová frekvence je minutová, tzn., že již není nutné násobit dvěma. Při přístrojovém měření se hodnota odečítá vždy po pauze 1:15 min, tedy uprostřed intervalu, během kterého by se jinak měřilo palpačně.

Pro výpočet Brouhova indexu oběhové zdatnosti pro palpační měření tepové frekvence se používá vzorec:

$$i = \frac{t \cdot 100}{2 \cdot TF1 + 2 \cdot TF2 + 2 \cdot TF3}$$

t ..... doba trvání testu [s]

$2 \cdot TF_n$ ..... minutová tepová frekvence, tzn. dvojnásobek hodnoty naměřené palpačně za 30 s, při odečítání *TF* z digitálního tonometru se místo $2TF_n$ použije pouze TF_n

Pro vyhodnocení testu se používají údaje v Tab. 3 a 4.

Tab. 3 Nesportující populace (Bartůňková *a kol., 1996*)

index	oběhová zdatnost
i < 55	slabá
55–64	podprůměrná
65–79	průměrná
80–89	nadprůměrná
90 ≤ i	vysoká

Tab. 4 Populace v systematickém tréninku (*Bartůňková a kol., 1996*)

index	oběhová zdatnost
i < 80	podprůměrná
80–99	průměrná
100–119	dobrá
120–139	velmi dobrá
140 ≤ i	výborná

7 Pracovní postup

7.1 Postup úkolu 1.1.1 (Ruffierův test) [2]

1. Po 10minutovém uklidnění změřte relativně klidovou tepovou frekvenci TF_1 za 15 s palpačně nebo odečtěte na přístroji minutovou TF. Každou naměřenou hodnotu zapisujte!
2. Proveďte 30 hlubokých dřepů za 45 sekund podle rytmu metronomu nebo pokynů učitele (metronom: 40 úderů za minutu nebo na 80 za minutu pro pohyb nahoru a dolů).
3. Okamžitě po ukončení dřepů ještě ve stoji změřte TF_2 (15 sekund palpačně nebo odečti z přístroje).
4. Posaďte se a přesně po 1 minutě od ukončení měření TF_2 změřte stejným způsobem TF_3 (15 sekund palpačně nebo odečti z přístroje).
5. Dosaďte hodnoty TF_1, TF_2 a TF_3 do vzorce a vypočítejte index. Jeho hodnotu porovnejte s hodnotami uvedenými v tabulkách 1 a 2, popřípadě i s výsledky ostatních žáků. Zdůvodněte příčiny.

7.2 Postup úkolu 1.1.2 (step-test) upraveno podle [3]

1. Vystupujte na stupínek odpovídající výšky s frekvencí 30 výstupů za minutu tak, abyste měli neustále jednu nohu na stupínku. Začněte z výchozí pozice – jedna noha na stupínku, druhá na zemi. Pravidelně střídejte levou a pravou nohu v tomto sledu: nahoru – pravá, dolů – pravá, nahoru – levá, dolů – levá. Jedna noha zůstává vždy na stupínku. Na něj vystupujte vzpřímeně, nepomáhejte si při výstupu rukama oporou o stehna apod.
2. Pokud nejste schopni pokračovat ve vystupování, zaznamenejte skutečnou dobu testu a pokračujte samostatně v měření tepové frekvence podle návodu. Pokud dokončíte úspěšně pětiminutové vystupování, pokračujte podle návodu.
3. Po ukončení vystupování se posaďte a
   a) po uplynutí 1 minuty od ukončení vystupování měřte palpačně TF_1 po dobu 30 s, po uplynutí další minuty měřte po dobu 30 s TF_2 a po uplynutí další minuty stejně TF_3.
   b) nebo odečtěte na přístroji TF_1 po uplynutí 1 min 15 s, v čase 2 min 15 s po ukončení testu odečtěte TF_2 a po uplynutí 3 min 15 s odečtěte TF_3. Při dosazování odečtených hodnot TF do vzorce se tyto hodnoty již nenásobí dvěma, protože je odečítána přímo minutová TF.
4. Dosaďte naměřené hodnoty do vzorce, vypočítejte index a vyhodnoťte podle zadání úkolu porovnáním s hodnotami v tabulkách 3 nebo 4 úroveň zdatnosti své oběhové soustavy. Výsledky hodnocení zdůvodněte, porovnejte s výsledky předchozího úkolu a v případě průměrných a podprůměrných výsledků navrhněte změnu životního stylu, která by vedla ke zlepšení situace.

7.3 Postup úkolu 1.2.1 (dobrovolný) [2]

Vypočítejte vykonanou práci P podle vzorce a relativní výkon ve wattech vztažených na 1 kg tělesné hmotnosti. Porovnejte vykonanou práci a relativní výkon s hodnotami žáků, kteří dosáhli maximálních a minimálních hodnot ve vaší skupině. Zdůvodněte, proč se absolutní a relativní hodnoty liší. Vypočítejte průměrnou hodnotu vykonané práce všech žáků skupiny a porovnejte s vlastním výsledkem.

$$P\,[W] = \frac{F\,[N] \cdot s\,[m]}{t\,[s]} = \frac{m\,[kg] \cdot 9{,}81 \cdot h\,[m] \cdot c\,[počet\ cyklů] \cdot 1{,}33}{t\,[s]}$$

t ..... čas – doba trvání testu [s]

F ..... síla [N]

s ..... vzdálenost [m]

m ..... tělesná hmotnost [kg]

h ..... výška stupně [m]

c ..... celkový počet cyklů

1,33 ..... koeficient pro pozitivní (1,0) a negativní práci (0,33) při vystupování

8 Metodické poznámky

- Metronom nastavit na frekvenci 60 min 1 pro pohyb nahoru – pravá, dolů – pravá, nahoru – levá, dolů – levá (modifikace Harvardského protokolu pro testování čs. populace byla navržena v roce 1963 Čs. společností tělovýchovného lékařství).
- Pozor na dosazování do vzorce pro výpočet indexu step-testu! Při odečítání hodnot z displeje tonometru získává žák minutovou TF. Ve jmenovateli vzorce se jednotlivé TF již nenásobí dvěma.
- Technika vystupování je dostupná např. na http://www.indares.com/public/

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] Centrum preventivní medicíny při Ústavu preventivního lékařství LF MU. Copyright © 2014. Fyzická kondice. [cit. 2012]. Dostupné z: <http://www.med.muni.cz/centrumprevence/informace-pro-vas/stav-organismu/18-fyzicka-kondice.html>.

[2] BARTŮŇKOVÁ, S. a kol. 1996. Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže. Karolinum. Praha.

[3] Hošek, P. 1994. Praktická cvičení z tělovýchovného lékařství. PF ZČU. Plzeň.

[4] DOBRÝ, L. a SEMIGINOVSKÝ, B. 1988. Sportovní hry: Výkon a trénink. Olympia. Praha

Další doporučená literatura:

Seliger, V. a kol. 1983. Fyziologie člověka. SPN. Praha.

Tichý, M. 2000. Funkční diagnostika pohybového aparátu. Triton. Praha.

Testování tělesné zdatnosti. Dostupný z <http://www.indares.com/user/u_testing.asp>.

Otestuj své tělo: Vitální kapacita plic a funkční test zdatnosti dýchací soustavy

Mgr. Vladimír Valach

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Vypočítejte (nebo stanovte podle nomogramu) povrch těla a náležitou vitální kapacitu plic. Průběžně zapisujte naměřené a vypočítané hodnoty a postup všech výpočtů. Jaký význam má výsledek tohoto úkolu?

1.1.2 Změřte kapacitu plic, vypočítejte skutečnou vitální kapacitu svých plic a porovnejte s hodnotou náležité vitální kapacity. Průběžně zapisujte naměřené a vypočítané hodnoty a postup všech výpočtů. Jaký význam má výsledek tohoto úkolu?

1.1.3 Změřte délku inspirační a exspirační apnoické pauzy, proveďte funkční test dýchací soustavy – Stangeho zkoušku. Průběžně zapisujte naměřené a vypočítané hodnoty a postup všech výpočtů. Vyhodnoťte výsledky porovnáním s tabulkovými hodnotami (tab. 1). Výsledky hodnocení zdůvodněte, porovnejte s výsledky testování zdatnosti oběhové soustavy a v případě průměrných a podprůměrných výsledků navrhněte změnu životního stylu, která by vedla ke zlepšení situace.

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Porovnejte své výsledky s nejvyššími a nejnižšími výsledky žáků své skupiny a pokuste se zdůvodnit rozdíly.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace: 2 hodiny

2.2 Časová dotace fakultativních úkolů: 1 hodina

3 Pomůcky a materiál

Osobní váhy, metr – alespoň 2m, trojúhelník k rýsování na tabuli nebo jiná pomůcka, která umožňuje odečíst výšku těla, nafukovací balónky (nebo spirometr), průsvitný plastový kbelík objemu 12 litrů nebo víc s kalibrací po 1 litru, naběračka nebo hrneček, odměrný válec s objemem alespoň 1 litr, podnos (kbelík) na odkládání mokrých pomůcek, kolíčky na nos, mobilní telefon (nebo stopky, kalkulačka, metronom)

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1 Základní cíle

4.1.1 Seznámit žáky se dvěma metodami jednoduché diagnostiky úrovně tělesné zdatnosti dýchací soustavy.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Změnit chování a vztah k vlastnímu tělu – prevence civilizačních chorob vznikajících při nevhodném životním stylu.

4.2.2 Doporučit změnu denního pohybového režimu žáka.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Téma zasahuje do předmětu základy společenských věd do tematických celků týkajících se zdravého životního stylu, prevence civilizačních chorob, reálného sebehodnocení a péče o vlastní tělo. Zasahuje taktéž do tělesné výchovy, případně zdravotní tělesné výchovy a sportovního lékařství, protože žák diagnostikuje úroveň zdatnosti své dýchací soustavy a může lépe volit případné nápravné prostředky. Téma se též týká matematiky a statistiky (výpočty a porovnávání výsledků s normalizovanými hodnotami).

6 Obecný úvod k tématu

6.1 Tělesná zdatnost [1]

Tělesnou zdatnost v zásadě určují především tři hlavní oblasti:

1. kardiorespirační zdatnost
2. svalová síla a vytrvalost
3. flexibilita

Tyto oblasti jsou totiž rozhodující pro tzv. zdravotně orientovanou zdatnost, mají tedy největší souvislost se zdravím. Pokud hovoříme o výkonově orientované zdatnosti, tedy sportovní, potom kromě výše uvedených jsou důležité i další prvky zdatnosti, jako rychlost, reakční čas, obratnost, nervově-svalová koordinace a rovnováha.

6.1.1 Kardiorespirační zdatnost – zdatnost oběhové a dýchací soustavy [1]

Je nejdůležitější pro zdraví a zároveň je nejvýznamnějším ukazatelem určujícím celkovou zdatnost. Je dána schopností srdce a cévního systému dopravovat krví dostatek kyslíku k pracujícím svalům. Pokud není přívod dostatečný, projevuje se to únavou, dechovou nedostatečností a bolestí ve svalech – acidózou po práci svalu na kyslíkový dluh.

Vysoká kardiorespirační zdatnost významně snižuje riziko srdečně-cévních onemocnění a jejich důsledků. Zdatné srdce a cévní systém jsou méně náchylné k nejrůznějším poruchám a dokážou se s nimi snadněji vyrovnat.

6.1.2 Svalová síla, vytrvalost a flexibilita [1]

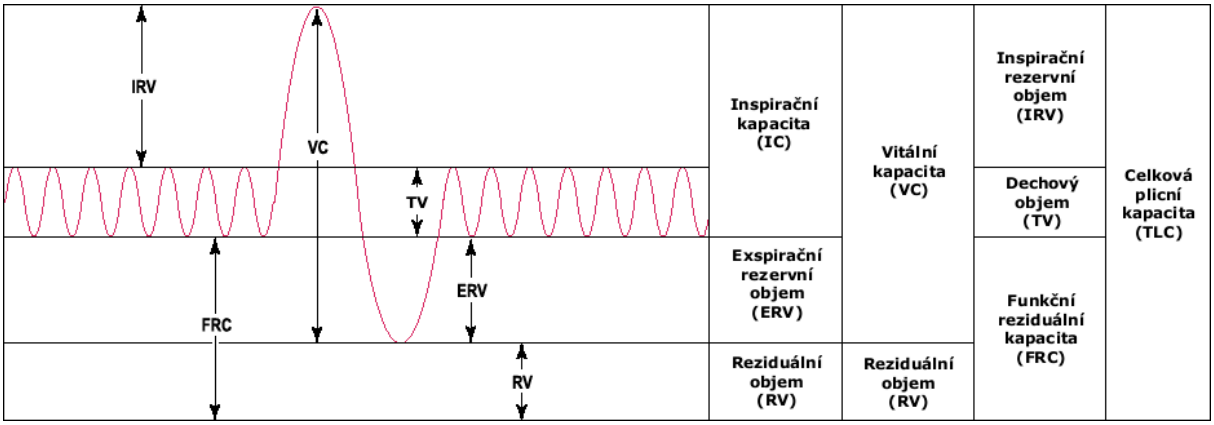
Svalová síla, vytrvalost a flexibilita jednak umožňují vést člověku aktivní život, jednak jsou prevencí nejrůznějších degenerativních onemocnění pohybového systému. Pevný svalový korzet usnadňuje správné držení těla, ochablé svaly a svalové dysbalance vedou k vertebrogenním poruchám, bolestivým stavům a blokádám v oblasti krční páteře, ramen a zad a degenerativním poruchám kloubů a šlach.

Opět platí, že zdatný pohybový systém lépe odolává negativním vlivům, je méně náchylný k nejrůznějším poruchám a dokáže se s nimi snadněji vyrovnat. Člověk celkově fyzicky zdatný odolává tedy lépe jakékoli zátěži – onemocněním, psychickému stresu (zátěži) i fyzické zátěži.

6.2 Vitální kapacita plic

Jedním z ukazatelů zdravotně orientované kardiorespirační zdatnosti je vitální kapacita plic a její porovnání s náležitou vitální kapacitou plic.

Vitální kapacita plic (VC, také usilovná vitální kapacita plic – FVC – Forced Vital Capacity, obr. 1) je množství vzduchu, které vydechneme největším úsilím po maximálním možném nádechu. Její velikost záleží zejména na měřitelných parametrech těla, jako je výška a hmotnost těla, závisí na věku, pohlaví, na tělesné zdatnosti a zdravotním stavu.



Obr. 1 Vitální kapacita plic a další objemy
(http://www.wikiskripta.eu/index.php/Funkční_vyšetření_kardiorespiračního_systému)

Naměřenou hodnotu je vhodné korigovat na skutečné objemové hodnoty v těle, tj. na teplotu těla, nasycení vodními parami a atmosférický tlak. Pro korekci se používá faktor BTPS (body temperature, pressure, saturated), který při běžných hodnotách (pokojová teplota a normální atmosférický tlak) dosahuje hodnoty přibližně 1,1. Tímto faktorem je třeba vynásobit naměřenou hodnotu, abychom dostali skutečnou vitální kapacitu plic.

Vitální kapacitu plic je nutné porovnat s náležitou vitální kapacitou (NVK) plic. Podíl těchto dvou hodnot vyjádřený v procentech umožňuje srovnání s průměrem populace. Velikost NVK víceméně udává, jak velký objem plic je pro tělo naší velikosti v populaci obvyklý, a tedy potřebný pro funkci našeho těla. Náležitá vitální kapacita je přímo úměrná velikosti povrchu těla, který lze spočítat jako funkci výšky těla a hmotnosti. Pro výpočet NVK se také používá jednoduchá metoda, která vyžaduje zjištění povrchu těla z nomogramu podle hmotnosti a výšky těla. Velikost povrchu těla se násobí číslem 2,6 [1] (2,5 [4]) u mužů a 2,1 [1] (2,0 [4]) u žen. Vitální kapacita dospělých mužů se pohybuje mezi 3,5 až 5 litry, dospělých žen 2,5 až 4 litry. Tyto intervaly také odpovídají 100 až 120 % náležité vitální kapacity plic. Mladí, trénovaní a zdraví lidé mohutného vzrůstu mají obvykle hodnoty vyšší, zejména pokud se zabývají činností výrazně a trvale zatěžující dýchací systém (sportovci – zejména plavci a potápěči, vytrvalci, dále zpěváci, hráči na dechové hudební nástroje…).

Naopak nemocné osoby menšího vzrůstu, vyššího věku se sedavým životním stylem mají obvykle hodnoty silně podprůměrné.

Zjištěním, kolik procent NVK tvoří skutečná vitální kapacita plic, stanovíme velikost rezervy plic pro případný výkon, a tedy úroveň připravenosti organismu na stres vyžadující vyšší intenzitu práce dýchací soustavy.

(viz také
http://www.zoologie.upol.cz/osoby/fellnerova/fyziologie_pdf/spirometrie2010_10.pdf)

6.3 Funkční test dýchací soustavy – Stangeho zkouška [2, 3, 4]

Dalším orientačním ukazatelem zdravotně orientované kardiorespirační zdatnosti je Stangeho zkouška – test délky zadržení dechu (apnoe, apnoická pauza, bezdeší) před zátěží, těsně po zátěži a během zotavení.

Měří se doba, po kterou je žák schopen zadržet dech po předchozím maximálním nádechu (inspirační apnoe, **inspirační apnoická pauza)** nebo po předchozím maximálním výdechu (exspirační apnoe, **exspirační apnoická pauza)**. Při bezdeší se tělo dostává do hypoxie (snížení parciálního tlaku O_2) a hyperkapnie (zvýšení parciálního tlaku CO_2). Dochází ke stimulaci dechového centra, které se snaží udržet dýchání v normě jako základní životní funkci organismu. Proto apnoe doprovázejí nepříjemné pocity, jež vedou až k nutnosti ukončení zkoušky (závrať, slabost…). Při vysoké úrovni volních vlastností žáka může dojít během apnoe až ke ztrátě vědomí, proto je nutné, aby byly partnerem nebo učitelem sledovány zevní projevy na pokožce obličeje. Při zčervenání a následném rychlém zblednutí nebo cyanóze rtů se musí zkouška přerušit.

Průměrná délka **inspirační apnoické pauzy** u netrénovaných mužů se pohybuje mezi 50 až 60 s, u žen mezi 40 až 50 s. U dětí a mládeže samozřejmě dosahuje nižších hodnot (okolo 30 s). Vytrvalostně trénovaní sportovci (zejména plavci a potápěči) mají inspirační apnoickou pauzu výrazně delší. Při statické apnoické pauze (měří se při ponoření do vody bez pohybu – free diving) dosahuje světový rekord mužů 11 min 35 s a žen 8 min 23 s (viz také http://en.wikipedia.org/wiki/Free diving).

Zadržení dýchání po hlubokém výdechu (**exspirační apnoická pauza)** je výrazně kratší, protože množství vzduchu v plicích klesá téměř až na reziduální objem (množství vzduchu, které již nelze z plic vydechnout ani při maximálním úsilí). Netrénovaní muži dosahují hodnot jen 30 až 40 s, ženy 25 až 30 s.

Při tělesné práci je schopnost zadržet dech výrazně omezena. Doba apnoe se snižuje až na 50 % klidové hodnoty. Po ukončení apnoe a následné hyperventilaci (zvýšená dechová frekvence i ventilace plic) v době zotavení se organismus rychle sytí větším množstvím kyslíku a zároveň vylučuje větší množství oxidu uhličitého, což vytváří dobré podmínky pro obnovení nebo i prodloužení délky zadržení dechu – interval se tedy prodlužuje na výchozí hodnoty nebo hodnoty dokonce vyšší. Srovnáním délky klidové, pozátěžové a zotavovací apnoe se zabývá Stangeho test. Za pomoci tohoto testu je tedy možné orientačně určit úroveň zdatnosti dýchací soustavy, tzn. její schopnost vyrovnat se se zvýšenými požadavky na výměnu dýchacích plynů při fyzické zátěži.

(viz také http://wikiskripta.eu/index.php/Funkční_vyšetření_kardiorespiračního_systému)

7 Pracovní postup

7.1 Postup k úkolu 1.1.1 [3, 5]

1. Změřte hmotnost a výšku těla.
2. Podle vzorce $A = 0{,}167 \cdot \sqrt{m \cdot l}$, kde l je výška těla v metrech a m hmotnost těla v kilogramech, spočítejte velikost povrchu těla A v metrech čtverečních.
3. Podle vzorce NVK = 2,5A (nebo 2,6A) spočítejte NVK mužů, podle vzorce NVK = 2A (nebo 2,1A) spočítejte NVK žen. NVK vyjde v litrech.

7.2 Postup k úkolu 1.1.2

1. Stiskněte si nos prsty nebo kolíčkem (u dospělých většinou není nutné) a po dvojím hlubším nádechu a výdechu nafoukněte balónek usilovným výdechem po maximálním možném nádechu. Výdech do balónku by měl trvat 5 až 10 s.
2. Zatočte hrdlo balónku a přeložte jej v polovině tak, aby vzduch neunikal ven.
3. Oběma rukama opatrně ponořte balónek do vody ve kbelíku tak, aby byl celý objem balónku pod hladinou. Snažte se, abyste neměli ponořenou zbytečně velkou část rukou – snižuje to výpovědní hodnotu měření.
4. Zapamatujte si údaj, který vám oznámí učitel, a zapište si jej.
5. Opakujte pokus ještě dvakrát nebo třikrát.
6. Z naměřených hodnot vyberte nejvyšší, korigujte faktorem BTPS a výsledek zapište jako skutečnou VC.
7. Vypočítejte, jakou část NVK tvoří vaše skutečná VC. Vyjádřete v procentech.

7.3 Postup k úkolu 1.1.3 [2, 3, 5]

1. Změřte délku inspirační apnoické pauzy: 3x se ve stoji zhluboka nadechněte a vydechněte, pak se ještě jednou usilovně nadechněte a zadržte dech. Po ukončení měření se z bezpečnostních důvodů posaďte. V průběhu testu je třeba předcházet mdlobám. Pracujte ve dvojici a pozorně sledujte partnera nebo hlaste vyučujícímu provádění testu. Pokud se po předchozím zčervenání objeví zblednutí nebo začínají-li rty modrat (cyanóza), je nutno test hned přerušit. Problémy se však vyskytují velmi sporadicky.
2. Proveďte Stangeho test: Udělejte 20 hlubokých dřepů během 30 s. Metronom je nastaven na frekvenci 80 min 1, tj. 1 úder pro pohyb nahoru, 1 úder pro pohyb dolů.
3. Ihned po ukončení dřepů si změřte ještě ve stoji podruhé inspirační apnoickou pauzu.
4. Posaďte se, zhluboka dýchejte po dobu 1 minuty a přesně l minutu po skončení měření druhé inspirační apnoické pauzy změřte totéž naposledy.
5. Změřte délku exspirační apnoe. Po delší pauze (minimálně 10 minut) se 3x hluboce nadechněte a vydechněte. Na vrcholu čtvrtého výdechu zadržte dech a změřte dobu apnoe.

Tab. 1 Orientační průměrné hodnoty populace (Bartůňková et al., 1996, nepublikováno – FTVS UK)

	muži	**ženy**
inspirační apnoická pauza [s]	50 až 60	40 až 50
exspirační apnoická pauza [s]	30 až 40	25 až 30
Stangeho test – druhá apnoická pauza	zkrácení na 50 % klidové hodnoty	zkrácení na 50 % klidové hodnoty
Stangeho test – třetí apnoe	100 % klidové hodnoty	100 % klidové hodnoty

8 Metodické poznámky

- Měření pomocí nafukovacích balónků je rychlejší než běžná spirometrie, protože žák přichází s nafouknutým balónkem, jehož objem se rychle změří. Samotné nafukování balónku provádějí žáci samostatně, nezávisle na měření.
- Kbelík je nutné ručně dokalibrovat po desetině litru v oblasti nejčastěji dosahovaných objemů. Při naplnění 4 litry vody je to v rozmezí 6,5 až 10 litrů. Rozsah této oblasti je možné zmenšit tím, že žáky rozdělíme do dvou skupin podle velikosti nafouknutých balónků a skupina s menšími balónky bude měřit ve kbelíku naplněném 5 litry vody atp.
- Žáci by si měli před měřením umýt ruce mýdlem v teplé vodě.
- Učitel pří měření sedí tak, aby proti světlu prosvítala ve kbelíku hladina vody a její úroveň byla porovnatelná s ryskami stupnice.
- Po změření objemu balónku je třeba dbát, aby žák vyfukoval balónek nad kbelíkem, kde se měří. Jednak proto, aby se nezmenšovalo množství vody ve kbelíku, jednak proto, že při zmenšení objemu balónku se samozřejmě zmenšuje i jeho povrch, voda z něj rychle stéká a hromadí se na podlaze učebny.
- Po změření objemu balónku je vhodné před dalším nafouknutím, aby si žák opláchl ruce a balónek pod tekoucí vodou.
- Po 10 až 15 měřeních je třeba zkontrolovat výšku hladiny ve kbelíku po uklidnění jejího pohybu a případně doplnit vodu.
- Chlapci s velmi objemnými plícemi měří vždy poslední. Jednak proto, že je nutné objem vody snížit často až ke třem litrům, jednak pro zvýšení napětí studentů při očekávání rekordních výkonů skupiny. Tyto žáky je možné po krátké konzultaci na téma jejich životního stylu zmínit před ostatními jako pozitivní a motivační příklad.
- V průběhu Stangeho zkoušky je třeba předcházet rizikům a žáky je nutné pozorně sledovat buď osobně, nebo pomocí partnera ve dvojici. Pokud se po předchozím zčervenání objeví zblednutí nebo když začínají rty modrat (cyanóza), je nutno test hned přerušit. Při několikaletém ověřování postupu testu se však u žáků třetího ročníku gymnázia (septimy) ani u žáků tercie nevyskytl žádný takový případ.

9 Použitá literatura a další materiály

[1] Centrum preventivní medicíny při Ústavu preventivního lékařství LF MU. Copyright © 2014. Fyzická kondice. [cit. 2012]. Dostupné z: <http://www.med.muni.cz/centrumprevence/informace-pro-vas/stav-organismu/18-fyzicka-kondice.html>.

[2] Bartůňková, S. a kol. 1996. Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže. Karolinum. Praha.

[3] Seliger, V., a kol. 1971. Praktika z fyziologie. SPN. Praha.

[4] Wikipedia.cz Freediving. [cit. 2012]. Dostupný z <http://en.wikipedia.org/wiki/Free_diving>.

[5] Hošek, P. 1994. Praktická cvičení z tělovýchovného lékařství. PF ZČU. Plzeň.

Další doporučená literatura:

Fellnerová, I. 2010. Spirometrie (přednáška, Katedra zoologie PřF UP Olomouc). Dostupný z <http://www.zoologie.upol.cz/osoby/fellnerova/fyziologie_pdf/spirometrie2010_10.pdf>

Seliger, V., a kol. 1983. Fyziologie člověka. SPN. Praha.

Trojan, S., et al. 2003. Lékařská fyziologie. Grada. Praha.

http://wikiskripta.eu/index.php/Funkční_vyšetření_kardiorespiračního_systému

Otestuj své tělo: BMI, množství podkožního a ostatního tuku a svalů, náprava obezity

Mgr. Vladimír Valach

1 Úkol

1.1 Základní úkoly

1.1.1 Změřte výšku těla a pomocí přístroje OMRON BF 511 zjistěte hmotnost těla, BMI a další tělesné parametry. Průběžně zapisujte naměřené a vypočítané hodnoty a postup všech výpočtů.

1.1.2 Výpočtem podle rovnice hmotnost / výška v metrech^2 ověřte přesnost BMI určeného přístrojem. Zapište naměřené a vypočítané hodnoty a postup všech výpočtů.

1.1.3 Získané údaje (procento podkožního tuku, procento svalů, procento ostatního tuku) vyhodnoťte porovnáním s tabulkami v návodu přístroje, úroveň BMI porovnejte s údaji v tabulce 1. Vyhodnocení zapište, vše zdůvodněte a uveďte souvislosti mezi získanými údaji a vlastním životním stylem.

1.1.4 Vypočítejte, kolik kilogramů tvoří ve vašem těle podkožní tuk, ostatní tuk a svalová hmota. Výsledky zapište.

1.1.5 Porovnejte údaj RM kcal, odečtený z přístroje, s hodnotou KEV, vypočítanou podle vzorce. Vypočítejte orientační hodnotu svého denního energetického výdeje během dne bez intenzivní pohybové činnosti.

V případě, že úroveň podkožního tuku ve vašem těle dosahuje nadprůměru (nadváha) nebo silného nadprůměru (obezita až morbidní obezita), pokuste se navrhnout vhodná opatření (např. podle:

http://www.flora.cz/edenicek/eden_kalk.php).

1.1.6 Naplánujte, o kolik kilogramů byste měli zhubnout a jak dlouho by hubnutí mělo trvat, aby úbytek hmotnosti těla šel na vrub tuku.

1.1.7 Navrhněte jídelníček na 1 den podle pravidel dostupných například na http://www.flora.cz/zdravy-zivotni-styl/vyvazena-strava/desatero-pro-vyvazeny-jidelnicek.html.

1.1.8 Na základě jakého principu přístroj odlišuje tuk od ostatních tkání?

1.2 Fakultativní úkoly

1.2.1 Vypočítejte hmotnost těla člověka a hmotnost jeho tělesného tuku – obojí před dietou i po ní v příkladu uvedeném v kapitole 6.4.

2 Časová dotace

2.1 Základní časová dotace: 2 hodiny

2.2 Fakultativní úkol: 1 hodina

3 Pomůcky a materiál

Osobní váhy s tukoměrem OMRON BF 511, fotokopie vyhodnocovacích tabulek z návodu přístroje: interpretace množství kosterního svalstva, viscerálního tuku, procenta tělesného tuku, metr – alespoň 2m, trojúhelník k rýsování na tabuli nebo jiná pravoúhlá pomůcka, která umožňuje odečíst výšku těla, mobilní telefon (kalkulačka).

4 Hlavní a dílčí cíle

4.1.1 Základní cíle

4.1.2 Seznámit žáky s metodou jednoduché diagnostiky úrovně faktoru BMI a se smyslem jejího použití.

4.1.3 Seznámit s využitím metody bioelektrické impedance při stanovení dalších parametrů těla (podkožní tuk v procentech celkové hmotnosti těla, kosterní svaly v procentech celkové hmotnosti těla, ostatní tuk v těle mimo podkožní v procentech celkové hmotnosti těla) použitelných pro zjištění skladby lidského těla.

4.2 Vedlejší cíle

4.2.1 Změnit chování a vztah k vlastnímu tělu – prevence civilizačních chorob vznikajících při nevhodném životním stylu, doporučení změn denního pohybového režimu žáka.

5 Mezipředmětové vztahy a přesahy

Téma zasahuje do předmětu základy společenských věd, do tematických celků týkajících se zdravého životního stylu, prevence civilizačních chorob, reálného sebehodnocení a péče o vlastní tělo. Zasahuje taktéž do tělesné výchovy, případně zdravotní tělesné výchovy a sportovního lékařství, protože žák si uvědomí souvislost mezi získanými údaji a vlastním životním stylem a může lépe volit případné nápravné prostředky. Téma se též týká matematiky a statistiky (výpočty a porovnávání výsledků s normalizovanými hodnotami).

6 Obecný úvod k tématu

6.1 **BMI** [1]

Body Mass Index neboli **index tělesné hmotnosti** (BMI) vyjadřuje vztah mezi tělesnou hmotností a tělesnou výškou. Lze jej vypočítat jako poměr hmotnosti v kilogramech a druhé mocniny výšky v metrech. Normální hodnota BMI se pohybuje v rozmezí 18,5 až 25. Většina odborníků se shoduje na tom, že hodnoty pod 18,5 naznačují podváhu, případně podvýživu, hodnoty nad 25 znamenají nadváhu, nad 30 obezitu. Tyto údaje platí pro dospělé ve věku 20 let a starší.

BMI je ale spíše statistickým nástrojem vhodným pro zkoumání velkých souborů dat. Nejčastěji se používá pro zkoumání korelace mezi obezitou a jinými faktory. Pro jedince je to příliš jednoduchý ukazatel, který pomíjí řadu dalších důležitých faktorů, jako stavbu těla, množství svalstva apod. Výpočet BMI může posloužit jako přibližné orientační vodítko. V klinické praxi se proto používají přesnější metody jako měření tloušťky podkožního tuku, impedanční měření a jiné.

Zpřesněním výpovědní hodnoty BMI je zobrazení jeho úrovně v percentilových grafech vycházejících ze zkoumání velkého vzorku populace, kde jsou hodnoty BMI vztažené k věku a pohlaví zkoumané osoby. Viz např. porovnání výšky a BMI s percentilovými grafy populace ČR na adrese http://www.rustovyhormon.cz/rg/grafy.php? graphType=default.

Člověk s velkým množstvím svalů, který má hodnotu BMI např. větší než 30, nemusí být obézní. Vysoká hodnota indexu je u něj ovlivněna velkým množstvím svalové hmoty. Stejného BMI ale může dosáhnout člověk stejné hmotnosti s malým podílem svalů a s výrazně větším podílem tuku. Naopak starší lidé s malým množstvím svalstva mohou být ze zdravotního hlediska obézní, přestože jsou podle BMI v kategorii ideální váhy, protože mají v těle vysoké množství viscerálního tuku, uloženého okolo vnitřních orgánů.

Hranice hodnot BMI se liší i pro skupiny lidí žijící dlouhodobě v určité oblasti. Například Asiaté používají mírně nižší hranice a za obézní považují již jedince s BMI nad 27,5. Ideálním BMI je 18,5 až 23. Pro obyvatele USA je z hlediska nejmenší úmrtnosti optimální BMI v rozmezí 18 až 27. Pro evropskou populaci je optimální BMI do 25 (tab. 1). I z hlediska nemocnosti je optimální BMI obdobné. Optimální BMI v podstatě naznačuje, že průměrný člověk nepřetěžuje organismus mechanicky (klouby) ani metabolicky (ledviny, játra, srdce) nadměrným množstvím tuku, ale zároveň jej má dostatečnou zásobu jako zdroje energie.

Tab. 1 Hodnoty BMI indexu a kategorizace váhových skupin

	rozsah BMI [kg/m^2]	**hmotnost osoby vysoké 180 cm [kg]**
těžká podvýživa	≤ 16,5	< 53,5
podváha	16,51 – 18,5	53,5 - 60
ideální váha	18,51 – 25	60,1 - 81
nadváha	25,01 – 30	81,1 - 97
mírná obezita	30,01 – 35	97,1 - 113
střední obezita	35,01 – 40	113,1 - 130
morbidní obezita	> 40	> 130

6.2 Bioimpedanční metoda [2]

V klinické praxi se používají přesnější metody, jako měření tloušťky podkožního tuku, impedanční měření a jiné. Mezi přístroje měřící procento tuku v těle metodou bioelektrické impedance náleží i OMRON BF511.

Svaly, cévy a kosti jsou tkáně s vysokým obsahem vody, které dobře vedou elektrický proud. Tělesný tuk je tkáň, která má elektrickou vodivost malou. OMRON BF511 vysílá do těla velmi slabý elektrický proud frekvence 50Hz a intenzity menší než 0,5 mA, který není identifikovatelný lidským tělem.

Měření je prováděno v celém těle, aby se zamezilo vlivům kolísání množství vody v různých částech těla během dne. Pokud je měření opakováno, je vhodné je provádět vždy ve stejné denní době a za stejných podmínek. Měření by se nemělo provádět po intenzivní tělesné námaze, po koupeli nebo sauně, po požití alkoholu nebo většího množství vody a ne dříve než 2 hodiny po větším jídle. Měření není směrodatné u lidí starších 81 let, při léčbě dialýzou, při osteoporóze, u těhotných žen a u lidí s otoky.

Množství tělesného tuku v těle vyjádřené v procentech poskytuje údaj o poměru hmotnosti tělesného tuku a celkové hmotnosti těla. Podle místa ukládání tuku v těle se tuk označuje jako viscerální nebo podkožní.

6.2.1 Viscerální tuk (VISCERAL FAT) [2]

Viscerální tuk je tuk uložený okolo vnitřních orgánů. Velké množství viscerálního tuku je spojováno se zvýšenou hladinou tuku v krvi, což může zvyšovat pravděpodobnost vzniku diabetu a dalších chorob, a proto je třeba udržovat jeho množství na přijatelné úrovni. Lidé se zvýšenou hladinou tohoto tuku často mívají větší břicho nebo se u nich vyvíjí tzv. metabolická obezita (viscerální obezita s normální hmotností), kdy je hmotnost v normě, nebo dokonce nižší než standard pro danou výšku. Index BMI v tomto případě naprosto postrádá jakoukoli výpovědní hodnotu.

6.2.2 Tělesný tuk (BODY FAT) [2]

Tělesný tuk se ukládá zejména v podkoží a často způsobuje deformace tělesných proporcí. Jeho ukládání je ovlivněno životosprávou a dalšími faktory jako věk a pohlaví – u žen spíše tvar hrušky – ukládání tuku na hýždích, bocích a stehnech, u mužů spíše tvar jablka – ukládání tuku spíše v oblasti břicha. Ačkoli není množství tohoto tuku přímo spojeno se zvýšeným rizikem onemocnění, zvyšuje nároky na metabolismus (práce srdce…), a tedy zvyšuje i úroveň klidového metabolismu (klidového energetického výdeje) a samozřejmě působí negativně na klouby, které jsou trvale přetěžovány.

6.3 Klidový metabolismus – klidový energetický výdej (RM kcal) [3, 4]

Lidské tělo vyžaduje i v klidu určitou minimální úroveň metabolismu pro udržení základních životních funkcí. Klidový metabolismus se měří těsně po probuzení nebo jej lze zjistit pomocí přístrojů například bioimpedačním měřením.

Bazální metabolický výdej (klidový / bazální metabolismus, BMR – basal metabolic rate) je množství energie vydané v klidovém stavu **za 1 den** v teplotně neutrálním prostředí na lačno (to znamená ve stavu, kdy zažívací soustava nepracuje, což znamená u lidí 12 hodin bez jídla). Výdej energie v tomto stavu je dán pouze intenzitou práce životně důležitých orgánů (srdce, plíce, nervová soustava, ledviny, játra, svaly a kůže). BMR se snižuje s věkem (vzhledem k úrovni dosažené po ukončení růstu, intenzivně rostoucí jedinec má vzhledem ke hmotnosti těla **relativně** vysoký BMR) a ztrátou tělesné hmotnosti způsobenou například úbytkem svalové hmoty, podkožního nebo viscerálního tuku. Naopak se zvyšuje při fyzické a psychické zátěži a při nárůstu tělesné hmotnosti (svalové hmoty, tuků, růstem). Nemoc, konzumované jídlo a nápoje, teplota prostředí a psychický a fyzický stres samozřejmě ovlivňují klidový energetický výdej. BMR je měřen za velice přísných podmínek, kdy je osoba bdělá, ale v celkově klidném stavu, kdy není nervový systém nijak drážděn.

Běžnějším, ale velice podobným údajem je klidový energetický (metabolický) výdej – KEV (RMR – resting metabolic rate), pro jehož stanovení není nutné dodržovat tak přísná pravidla.

Pro orientační výpočet KEV (BMR / RMR) se používají například rovnice vytvořené v roce 1918 Harrisem a Benedictem:

ženy …. BMR = 655,0955 + (9,5634 × hmotnost v kg) + (1,8496 × výška v cm) − (4,6756 × věk v letech) kcal/den

muži …. BMR = 66,473 + (13,7516 × hmotnost v kg) + (5,0033 × výška v cm) − (6,755 × věk v letech) kcal/den

Klidový energetický výdej tvoří orientačně 60 až 70 % denního výdeje energie průměrného dospělého člověka. Dalších 20 až 30 % se spotřebuje na běžné denní aktivity a přibližně 10 % na tvorbu tělesného tepla. Denní výdej energie lze tedy výrazně ovlivnit zvýšením intenzity nebo objemu denních aktivit, a to zejména těch, při nichž se tělo výrazně zahřívá. Známe-li KEV a energetický výdej při výrazně nadprůměrných tělesných aktivitách v průběhu dne, můžeme určit celkovou denní energetickou spotřebu jako součet těchto hodnot.

6.4 Energetická bilance organismu [2]

Chceme-li udržet stávající množství tuku v těle, je třeba přijmout přibližně tolik energie, kolik jí vydáme – neutrální energetická bilance.

Chceme-li hubnout, tzn. ztrácet tuk, musíme vytvářet negativní energetickou bilanci, kdy příjem je menší než výdej. Na základě výpočtu celkového energetického výdeje vycházejícího z výpočtu klidového výdeje lze určit, jaké množství energie ve formě potravin můžeme denně přijmout. Vytvořením negativní energetické bilance pouhým nepoměrem mezi příjmem a výdejem energie není ale zaručena redukce nadváhy. Je třeba pečlivě stanovit, jaké množství energie má pocházet z tuků a sacharidů a kolik bílkovin máme denně přijímat. Aby úbytek tělesné hmotnosti nešel na vrub svalové (a případně kostní) hmoty, ale aby ubýval tuk, je třeba

1. sestavit dobře jídelníček,
2. zvolit během doby, kdy udržujeme negativní energetickou bilanci, pohybovou aktivitu vhodného druhu, dostatečného objemu a intenzity a tím podnítit organismus k redukci množství tuků a ke tvorbě svalové hmoty,

3. nepostupovat příliš rychle. Například při snížení hmotnosti těla o 10 kg za 2 měsíce se hmotnost tělesného tuku sníží o 3 kg a zároveň hmotnost svalové a kostní hmoty o 7 kg, což rozhodně není požadováno. Hmotnost těla se sice změní, ale procento tuku v těle se dokonce velmi mírně zvýší z 36 na 36,9 %. Naopak při stejném 10kg snížení hmotnosti těla za dobu 7 měsíců připadá 9 kg na tuk a pouze 1 kg na svalovou a kostní hmotu. Procento tuku v těle se sníží z 36 na 28,6, což je již normální hodnota. Tohoto efektu se dosahuje zejména při kvalitně sestaveném a dodržovaném tréninkovém plánu a jídelníčku, kdy neklesá podíl svalové ani kostní hmoty.
4. Pokud podíl tuku v těle bude klesat a podíl svalové hmoty dokonce stoupat (umožněno zvýšeným podílem příjmu bílkovin jako stavebních látek pro svalovou hmotu), znamená to, že KEV se může držet na stejné úrovni a nemusí tedy nutně klesat. Velmi přesně lze všechny tyto změny sledovat právě přístrojem Omron nebo dalšími přístroji pracujícími na stejném principu.

7 Pracovní postup

7.1 Pracovní postup k úkolu 1.1.1 [2]

Pozorně prostudujte návod k použití přístroje Omron, postup práce, všechny úkoly a úvodní teorii.

Změřte a zapište svoji výšku.

Zapněte přístroj a vyčkejte, až se na displeji zobrazí 0.0 kg.

Stlačte tlačítko GUEST.

Nastavte věk tlačítky △ a ▽potvrďte tlačítkem SET.

Nastavte pohlaví (panáček / panenka) tlačítky △ a ▽potvrďte tlačítkem SET.

Nastavte výšku těla v centimetrech a potvrďte tlačítkem SET.

Na přístroj si stoupněte bosýma nohama tak, aby paty i špičky stály na kovových destičkách. Vyčkejte, dokud se na displeji neobjeví jedno číslo po několik sekund. Číslo zapište jako svoji hmotnost. Stůjte neustále na přístroji.

Poté, co údaj z displeje zmizí, vyjměte z přístroje displej se dvěma držadly, pevně je uchopte, přitom předpažte (paže napněte vodorovně natažené ve výši ramen) a držte je tak až do chvíle, kdy se opět objeví na displeji vaše hmotnost. Při měření stůjte klidně ve vzpřímené poloze a nehýbejte se.

Pokud se na displeji objeví Err a číslo, měření opakujte a dodržujte lépe předchozí požadavky.

Jedním stisknutím tlačítek RM kcal a VISCERAL FAT a dvěma stisknutími tlačítek WEIGHT/BMI, BODY FAT/MUSCLE získáte požadované údaje. Weight = hmotnost těla v kg, body fat = tělesný tuk v procentech celkové hmotnosti těla, muscle = kosterní svaly v procentech celkové hmotnosti těla, visceral fat = ostatní (viscerální, orgánový, vnitřní) tuk v těle mimo podkožní v procentech celkové hmotnosti těla. Údaje zapište.

7.2 Pracovní postup k úkolu 1.1.2 až 1.1.8

Postupuj podle zadání úkolů.

8 Metodické poznámky

- Je nutné předem prostudovat návod přístroje, vyzkoušet si jeho funkce a naučit se jej ovládat.
- Před laboratorní prací je třeba připravit pro studenty fotokopie těchto vyhodnocovacích tabulek z návodu přístroje:
  1. Interpretace výsledku procenta kosterního svalstva (u dospělých).
  2. Interpretace výsledku obsahu viscerálního tuku.
  3. Interpretace výsledku procenta tělesného tuku.
- Při měření výsledky neukládejte do paměti přístroje, má kapacitu pouze pro hodnoty naměřené 4 osobami.

9 Použitá literatura a další zdroje

[1] World Health Organization. © Copyright 2006 BMI classification. [cit. 2012-05-27]. Dostupné z <http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html>.

[2] OMRON BF511 - návod k použití přístroje.

[3] Calories per hour.com. Calculating BMR and RMR: Diet and Weight Loss Tutorial. [cit. 2012-05-27]. Dostupné z <http://www.caloriesperhour.com/tutorial_BMR.php>.

[4] Harris, J. A., Benedict, F. G. 1918. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. In Proc Natl Acad Sci U S A. NAS. Washington. [cit. 2012-05-27]. Dostupné z <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1091498/?tool=pmcentrez DOI:10.1073/pnas.4.12.370>.

Další doporučená literatura:

Hošek, P. 1994. Praktická cvičení z tělovýchovného lékařství. PF ZČU. Plzeň.

Seliger, V., a kol. 1971. Praktika z fyziologie. SPN. Praha.

Seliger, V., a kol. 1983. Fyziologie člověka. SPN. Praha.

Trojan, S., et al. 2003. Lékařská fyziologie. Grada Publishing. Praha.

Enviroexperiment – biologie pro SŠ

editoři:	RNDr. Zdeňka Chocholoušková Mgr. Veronika Kaufnerová
autoři:	RNDr. Pavel Vlach, Ph.D. RNDr. Stanislava Mayerová Mgr. Vladimír Valach
obálka:	Mgr. Denis Mainz
ilustrace:	Mgr. Michaela Jízbová Mgr. Vladimír Valach
jazyková korektura:	PaedDr. Jitka Málková
vydavatel:	Západočeská univerzita v Plzni
tisk:	Typos, Tiskařské závody, s.r.o, Plzeň

1. vydání

Plzeň 2012

ISBN 978-80-261-0182-6