

4. ročník (2019/2020)



IBIS

Interaktivní Biologický Seminář

2. SADA

Autorské řešení

MUNI | RECETOX
SCI

MUNI Ústav
SCI experimentální
biologie

Tomáš Janovič

1. Biologické signály

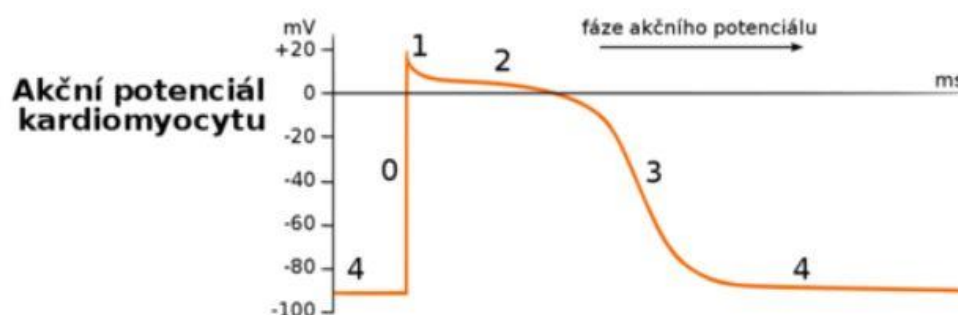
20 bodů

Každý z Vás již jistě slyšel termíny jako EKG, EEG či spoustu dalších a někdo měl dokonce i tu možnost si na vlastní kůži nechat změřit např. záznam srdeční aktivity. V dnešní medicíně se pozorování těchto fenoménů stává rutinou a zároveň nedílnou součástí různých vyšetření či sledování nebo posuzování daného stavu. Tyto biologické/medicínské signály vykazují u člověka za fyziologických podmínek jasný průběh, který lze kvantifikovat a tím přesně určit stav pozorovaného. Aby všechno tohle snímání signálů mohlo fungovat, tak musí v těle mezi buňkami existovat přenos elektrického potenciálu (napětí), které se nazývá akční potenciál. Pojďme se blíže podívat, jak to probíhá v srdci.

1. Nakreslete průběh akčního potenciálu v srdci a vypište všechny jeho důležité fáze. [3 b]

- depolarizace
- plató
- repolarizace

Rychlá depolarizace je způsobena otevřením napětím ovládaných kanálů pro Na^+ (na obr. fáze 0). Poté nastane rychlá repolarizace způsobená zavřením těchto kanálů (na obr. fáze 1). Následující plató fáze je způsobena pomalejším otevřením kanálů pro Ca^{2+} , které jsou také kontrolovány napětím (na obr. fáze 2). Konečná repolarizace na klidový potenciál je tedy možná až po uzavření těchto kanálů a také vytékání K^+ iontů různými druhy kanálů (na obr. fáze 3 a 4).



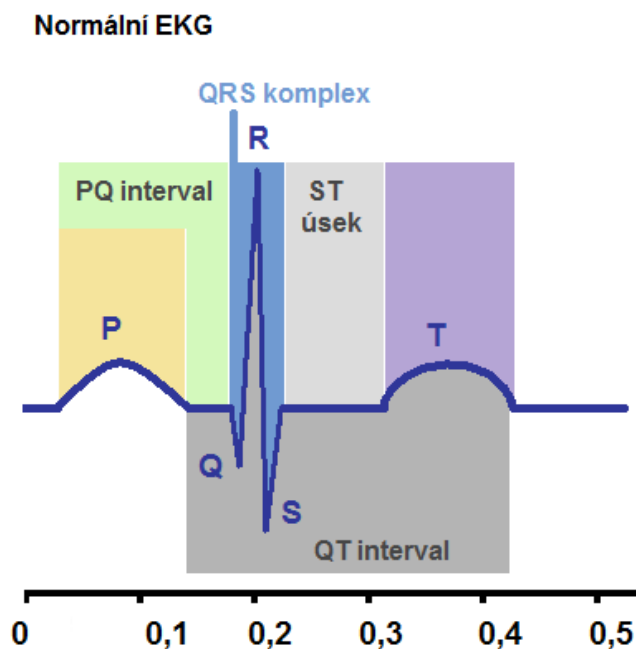
2. Jak se tento průběh liší od jiných svalových buněk a proč? [2 b]

Poměrně dlouhou absolutní refrakterní fází, kdy není možné ani nadprahovým stimulem vyvolat akční potenciál. Tím je myokard chráněn před příliš vysokou frekvencí kontrakcí a také před změnou směru šíření akčního potenciálu zpět. V relativní refrakterní fázi je možné podráždění vyvolat jen nadprahovým podnětem.

Díky akčnímu potenciálu může srdce vykonávat svou práci a jeho elektrický záznam aktivity popisující celý cyklus se nazývá elektrokardiogram (EKG). Jedná se vlastně o šíření depolarizace

myokardem. Existuje více přístupů pro měření tohoto signálu, ale výsledek vykazuje vždy stejné znaky.

3. Nakreslete typický průběh EKG křivky a určete nejdůležitější vlny a komplexy které se zde vyskytují? [2 b]



V detailu se za T vlnou nachází také U vlna (pozitivní signál).

4. K jednotlivým fenoménům (vlny, komplexy) uveďte, co fyzicky reprezentují při průběhu elektrické srdeční aktivity. [3 b]

Popis přenosu akčního potenciálu myokardem:

P vlna – depolarizace síní

QRS komplex – depolarizace komor

T vlna – repolarizace komor

U vlna – není přesně znám fyziologický význam

Když se nyní na EKG signál podíváme více z technického neboli matematického pohledu, tak nás budou zajímat charakteristiky jako je např. frekvence QRS komplexu, amplituda P vlny nebo např. strmost (nástup) T vlny. Tyto a mnohé jiné veličiny se používají ke studování, diagnóze a prognóze aktivity a stavu srdečního svalu. Také všechny digitální přístroje využívají zpracování signálu, aby nám řekly např., jakou máme zrovna tepovou frekvenci, apod.

5. Jaké je fyziologická frekvence QRS komplexu? (uveď v jednotkách Hz) [1 b]

Typicky okolo 10 - 15 Hz (větší odchylky signalizují poruchu).

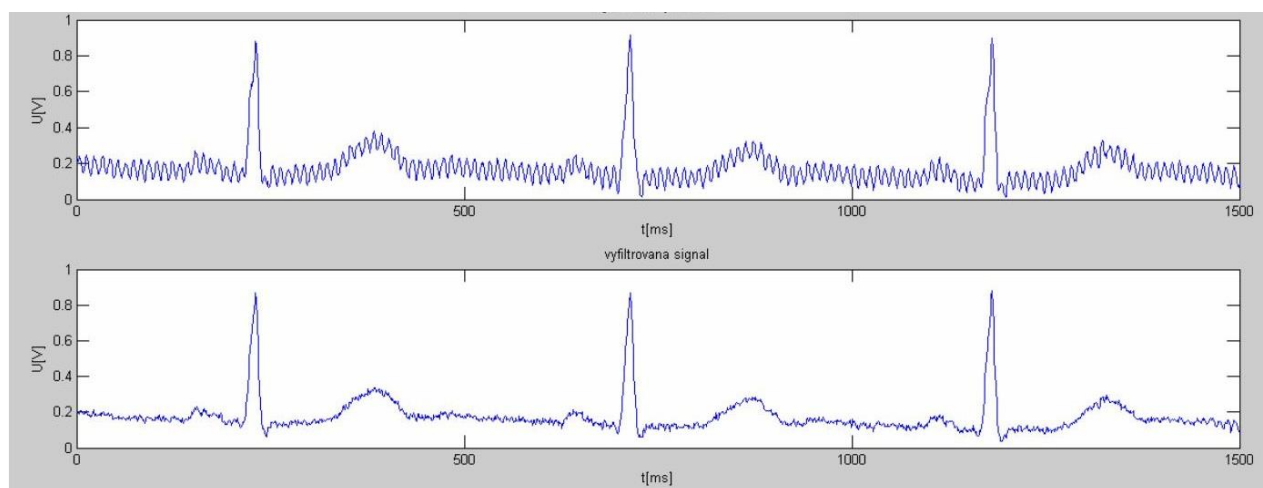
6. Navrhni postup/algorithmus, který z EKG signálu určí tepovou frekvenci. (Nápověda: zaměř se na opakující se jevy) [3 b]

Ideální je detekovat opakující se QRS komplex, má největší amplitudu a ideální frekvenční pásmo 10-15 Hz. Je to tedy nejspolehlivější postup. Jeden z možných algoritmů je založen na filtraci signálu pásmovou propustí s mezními kmitočty 5-20 Hz, tím i s rezervou odfiltrujeme šum a ostatní vlny EKG signálu a vynikne pouze QRS komplex. Následně signál umocníme a tím ještě dodatečně zvýšíme amplitudu QRS komplexu a zabráníme, aby jakékoliv hodnoty byly záporné. Následně budeme procházet signál a detekovat jednotlivá nadprahová lokální maxima, kde práh stanovíme na základě rozptylu signálu. Tato detekovaná maxima a jejich hodnota času, kdy se vyskytla, budou představovat QRS komplexy a z jejich časových údajů výskytu můžeme následně jednoduše vypočítat tepovou frekvenci.

Další možný postup by byl např. na po filtraci pásmovou propustí derivovat signál a detekovat poté průchody nulou mezi nadprahovými extrémy. Nebo např. detekce založená na vlnkové transformaci či neuronové síti.

7. Na obrázku 1 je znázorněn zašuměný signál EKG (nahore) a zpracovaný filtrovaný signál EKG (dole). Urči, který typ šumu zde postihuje záznam EKG a jak mohl vzniknout. (Nápověda: jedná se o běžný šum, na který je vždy nutné brát zřetel) [2 b]

Jedná se o tzv. brum. Je to druh šumu, který má frekvenci přesně 50 Hz a je způsoben nedostatečným stíněním přístroje od elektrické sítě (která má klasicky střídavý proud o 230 V a 50 Hz).



Obrázek 1: Šum v EKG záznamu.

Při zpracování biologických signálů se využívá nejrůznějších metod a výpočtů, ale nad všemi stojí jedna operace, která zásadně ovlivnila přístup a pohled na zpracování dat:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)e^{-i\omega t} dt$$

8. Jak se tato matematická operace nazývá a proč je tak důležitá? [2 b]

Fourierova transformace. Umožňuje jakýkoliv signál převést do frekvenční oblasti. Jedná se vlastně o rozložení/vyjádření daného signálu pomocí teoreticky nekonečného počtu *sin* a *cos* funkcí, které lze jednoduše matematicky popsat a pracovat s nimi. Frekvenční oblast (spektrum) nám poté říká, jakou mají dané harmonické funkce frekvenci.

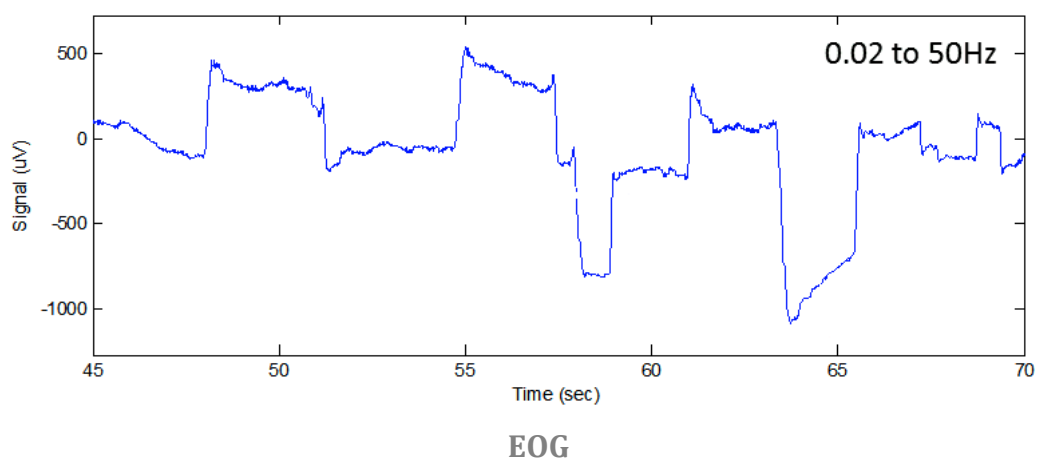
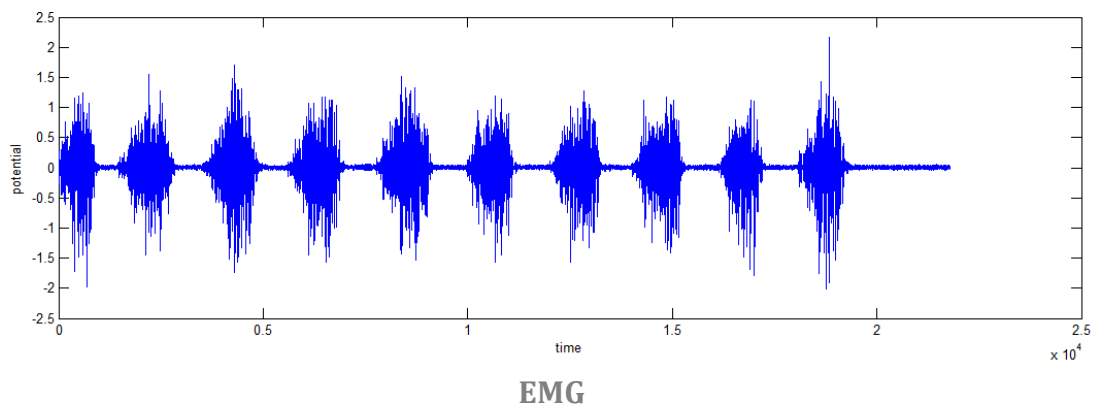
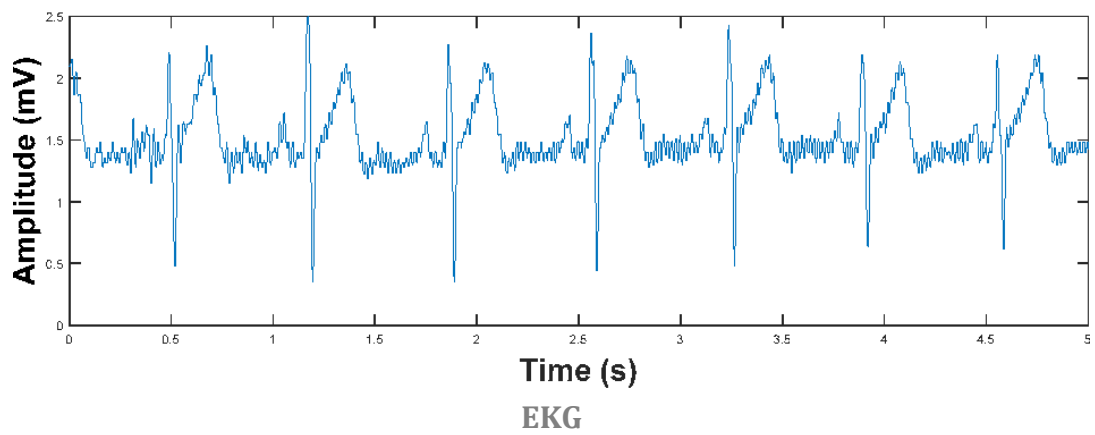
9. Přiřaď biologické signály k přiloženým záznamům: [2 b]
- Elektrokardiogram (EKG)
 - Elektromyogram (EMG)
 - Elektroencefalogram (EEG)
 - Elektrookulogram (EOG)
 - Pneumogram (PNG)



EEG



PNG



Markéta Doležalová

2. Ty malé potvory

20 bodů

Milí řešitelé, v tomto úkolu se podíváme na některé malinkaté původce onemocnění – bakterie, viry a houby. Představuji vám devět pachatelů onemocnění, 9 jejich obětí – pacientů a 9 léků, kterými bychom měli být schopni tyto oběti zachránit. Vaším úkolem je uspořádat tyto informace do trojic (např. *Chlamydia trachomatis* – Pan T. - Ampicilin). Přestože by se občas dal některý lék využít na více nemocí, vybírejte pro pacienty šetrně a tak, aby se žádný lék v trojicích neopakoval. Napište krátké zdůvodnění pro své uspořádání trojic.



Bodování: Za správnou trojici dva body, za částečně správné přiřazení jeden bod. Dva body celkově za odůvodnění výběru.

Pachatelé:

Streptococcus agalactiae – Bakterie, která se u některých žen se nalézá v pochvě. Znamená velké riziko pro novorozence, na kterého se může přenést během porodu. Novorozenci hrozí meningitidy a sepse.

Chlamydia trachomatis – infekce chlamydiemi (sérotypu D až K) je pohlavně přenosná nemoc. Nemocný pociťuje bolesti v oblasti pánve, má výtok, nákaza má obvykle podobu zánětu urogenitálního traktu. Chlamydie jsou obligátně intracelulární patogeny závislé na buněčném ATP.

Staphylococcus Aureus – peptidoglykan v jeho buněčné stěně působí jako endotoxin, na povrchu jeho BS najdeme polysacharid A, kterým se přichytává na sliznice. Dále se na jeho BS nalézá protein A, který znemožňuje nasednutí látek, které ho označují k fagocytóze (tzv. Oponizace). Rád tvoří hnisavé rány a abscesy, záněty, dokáže se přichytit na umělé povrchy, jako jsou katetry.

MRSA – *Staphylococcus aureus* nereagující na obvykle podávané peniciliny – zůstává citlivý na glykopeptidy. Tyto kmeny jsou rozšířené hlavně v nemocnicích, kde získaly rezistenci na některá antibiotika.

Giardia Lamblia – Giardia patří mezi protozoa a jedná se o častého původce průjmů, zejména v oblastech se špatnou hygienou. Nákaza probíhá alimentárně, parazit způsobuje zejména malabsorpci tuků, kromě průjmů můžeme pozorovat i zvracení a bolesti břicha.

Candida albicans – ráda napadá lidi s HIV, cukrovkou (libuje si ve sladkém prostředí), dlouhodobě imunokompromitované. Vyhledává především vlhká místa.

Influenzavirus A – způsobuje chřipku, často mutuje, čímž se snižuje účinnost dříve vytvořených protilátek. Na jeho povrchu nacházíme mnoho zajímavých proteinů, některé z nich jsou:

M1 – protein, který zpevňuje virový obal

M2 – funguje jako iontový kanál

hemagglutinin – připoutává virion na povrch buňky a je zodpovědný za to, že se virová RNA dostane do cytoplazmy

Lentivirus: sem patří virus HIV. Má zajímavý replikační cyklus, kdy se virová RNA dokáže přepsat do DNA a začlenit do hostitelské buňky, čemuž říkáme reverzní transkripce.

Hepatitida C – RNA virus, obvykle vzniká chronická infekce projevující se hepatitidou, cirhózou, může vzniknout i hepatocelulární karcinom. Přenos nastává většinou krví.

Oběti:

Paní B. Zažívá velký stres v práci, a teď musí ještě řešit nepříjemné problémy v intimních partiích. Nemůže si ani pořádně sednout, jak ji svědí, a při močení pociťuje nepříjemné pálení.

Natálka měla porodní váhu 2060 g a ze začátku vypadala jako zdravé dítě. Po několika hodinách od porodu se ale objevily horečky, křeče a zvracení.

Eliška se zodpovědně připravovala na čtvrtletní písemky, které budou psát ve škole, jenže teď ji bolí hlava, kašle a na teploměru se ukázala hodnota 39 stupňů, takže zůstane doma. Písemky se stejně asi odloží, protože podobně dopadlo více jejích spolužáků.

Pan D. Razil heslo, že v životě se má vyzkoušet všechno. Zkusil lehčí i tvrdé drogy a nakonec zůstal u heroinu. Teď se snaží se svým způsobem života skoncovat – má vodnaté břicho, otékají mu končetiny, je unavený a navíc má zažívací obtíže.

Paní C. Žila dříve poněkud nevázaným životem. Nyní má stálého partnera, se kterým čeká dítě. Sužují ji nevysvětlitelné horečky, a tak se rozhodla o tomto problému informovat svého lékaře, který provedl krevní testy.

Pan A. Je celý život zdravý jako řípa a poté, co si po několika měsících samoty našel novou partnerku, už mu nechybí vůbec nic. Jeho slečna si ale začala stěžovat na bolesti při sexu a krvácení mimo menstruaci.

Pan T. Leží po operaci v nemocnici. Za několik dní ho měli pustit domů, jenže se mu udělalo velmi špatně, bolí jej celé tělo a má zimnici. Dostal jakési léky, ale má pocit, že mu vůbec nezabírají.

Paní G. Už několik dní není dobře, pořád musí běhat na záchod. Cítí se slabá a potíže se ještě zhoršují, když si dá sýr, zákusek nebo svůj oblíbený bůček.

Pan H. Byl v nemocnici na operaci srdce a byla mu voperována nová srdeční chlopeň. Měl z ní radost, dokud mu nezačalo být zle a nebyl převezen zpět do nemocnice.

Léky:

vankomycin – patří mezi glykopeptidy, jejichž mechanismus působení je takový, že zasahují do syntézy bakteriální stěny. Zabraňují zesíťování proteoglykanu, jedná se o rezervní ATB.

ribavirin – poté, co je fosforylován, tak interaguje s časnými fázemi virové transkripce, čímž znemožňuje tvorbu virové RNA.

rifampicin – váže se na bakteriální RNA polymerázu a blokuje vznik mRNA, má zvýšenou afinitu k plastům

Azitromycin – antibiotikum, u kterého je sérová koncentrace nízká, zatímco v ložisku a tkáních vysoká – je tedy dobrý na intracelulární parazity

Klotrimazol – inhibuje syntézu ergosterolu (hlavní látka ve stěně hub a kvasinek), zejména k lokální léčbě.

zidovudin – blokuje vytváření intermediárních forem RNA a DNA a zabraňuje tomu, aby se virová nukleová kyselina začlenila do genomu buňky. Používá se zejména pro profylaxi.

metronidazol – patří mezi nitroimidazolová antibiotika – vytváří reaktivní meziproducty, které poškozují DNA tím, že přeruší její řetězec.

Ampicilin – patří mezi peniciliny - v bakteriální buňce se váží na enzymy, které se účastní tvorby peptidoglykanu. Po navázání zastaví růst peptidoglykanové stěny a poškozují i hotovou stěnu. Účinné proti rychle rostoucím mikrobům.

amantadin – blokuje iontový kanálek, který byl vytvořený virovým proteinem M2, aby se vir dostal do buňky.

Zde naleznete správné uspořádání **oběť – pachatel – lék**.

Samotné příznaky byly u pacientů velmi nespecifické. Proto kdybychom neměli na výběr z předem určených nemocí, nemohli bychom vycházet jen z daných údajů a bylo by potřeba provést další vyšetření, než bychom stanovili diagnózu.

Natálka měla porodní váhu 2060 g a ze začátku vypadala jako zdravé dítě. Po několika hodinách od porodu se ale objevily horečky, křeče a zvracení.

Streptococcus agalactiae – bakterie, která se u některých žen se nalézá v pochvě. Znamená velké riziko pro novorozence, na kterého se může přenést během porodu. Novorozenci hrozí meningitidy a sepse.

ampicilin – patří mezi peniciliny - v bakteriální buňce se váží na enzymy, které se účastní tvorby peptidoglykanu. Po navázání zastaví růst peptidoglykanové stěny a poškozují i hotovou stěnu. Účinné proti rychle rostoucím mikrobům.

Zdůvodnění: riziko pro novorozence, léčba - streptokok má peptidoglykanovou stěnu.

Pan A. je celý život zdravý jako řípa a poté, co si po několika měsících samoty našel novou partnerku, už mu nechybí vůbec nic. Jeho slečna si ale začala stěžovat na bolesti při sexu a krvácení mimo menstruaci.

Chlamydia trachomatis – infekce chlamydiemi (sérotypu D až K) je pohlavně přenosná nemoc. Nemocný pociťuje bolesti v oblasti pánve, má výtok, nákaza má obvykle podobu zánětu urogenitálního traktu. Chlamydie jsou obligátně intracelulární patogeny závislé na buněčném ATP.

azitromycin – antibiotikum, u kterého je sérová koncentrace nízká, zatímco v ložisku a tkáních vysoká – je tedy dobrý na intracelulární parazity

Zdůvodnění: Chlamydie je intracelulární a azitromycin působí dobře na intracelulární. U pana A se nákaza neprojevila (bezpříznakový), ale nakazil svou partnerku.

Pan T. leží po operaci v nemocnici. Za několik dní ho měli pustit domů, jenže se mu udělalo velmi špatně, bolí jej celé tělo a má zimnici. Dostal jakési léky, ale má pocit, že mu vůbec nezabírají.

MRSA – *Staphylococcus aureus* nereagující na obvykle podávané peniciliny – zůstává citlivý na glykopeptidy. Tyto kmeny jsou rozšířené hlavně v nemocnicích, kde získaly rezistenci na některá antibiotika.

vankomycin – patří mezi glykopeptidy, jejichž mechanismus působení je takový, že zasahují do syntézy bakteriální stěny. Zabraňují zesíťování proteoglykanu, jedná se o rezervní ATB.

Zdůvodnění: nakazil se MRSou v nemocnici, proto mu nezabírá normální penicilin, stafylokok má peptidoglykanovou stěnu.

Paní B. zažívá velký stres v práci, a teď musí ještě řešit nepříjemné problémy v intimních partiích. Nemůže si ani pořádně sednout, jak ji svědí, a při močení pociťuje nepříjemné pálení.

Candida albicans – ráda napadá lidi s HIV, cukrovkou (libuje si ve sladkém prostředí), dlouhodobě imunokompromitované. Vyhledává především vlhká místa.

klotrimazol – inhibuje syntézu ergosterolu (hlavní látka ve stěně hub a kvasinek), zejména k lokální léčbě.

Zdůvodnění: paní má stres – mírně imunokompromitovaná, vaginální kandidóza, je to houba, proto klotrimazol.

Eliška se zodpovědně připravovala na čtvrtletní písemky, které budou psát ve škole, jenže teď ji bolí hlava, kašle a na teploměru se ukázala hodnota 39 stupňů, takže zůstane doma. Písemky se stejně asi odloží, protože podobně dopadlo více jejích spolužáků.

Influenzavirus A – způsobuje chřipku, často mutuje, čímž se snižuje účinnost dříve vytvořených protilátek. Na jeho povrchu nacházíme mnoho zajímavých proteinů, některé z nich jsou:

M1 – protein, který zpevňuje virový obal

M2 – funguje jako iontový kanál

hemagglutinin – připoutává virion na povrch buňky a je odpovědný za to, že se virová RNA dostane do cytoplazmy

amantadin – blokuje iontový kanálek, který byl vytvořený virovým proteinem M2, aby se vir dostal do buňky.

Zdůvodnění: má chřipku, ta je hodně nakažlivá, klíčem k určení léku je M2 kanálek. Tento lék se nicméně využívá jen ve specifických případech, obvyklejší léčba zahrnuje podporu vykašlávání a klid na lůžku.

Paní C. měla delší dobu nevysvětlitelné horečky. Vzhledem ke svému těhotenství se rozhodla o tomto problému informovat svého lékaře, který provedl krevní testy.

Lentivirus: sem patří virus HIV. Má zajímavý replikační cyklus, kdy se virová DNA dokáže přepsat do DNA a začlenit do hostitelské buňky, čemuž říkáme reverzní transkripce.

zidovudin – blokuje vytváření intermediárních forem RNA a DNA a zabraňuje tomu, aby se virová nukleová kyselina začlenila do genomu buňky. Používá se zejména pro profylaxi.

Zdůvodnění: paní může mít HIV, hrozí přenos na plod, proto profylaxe.

Pan D. razil heslo, že v životě se má vyzkoušet všechno. Zkusil lehčí i tvrdé drogy a nakonec zůstal u heroinu. Do toho si dopřával velké dávky alkoholu. Teď se snaží se svým způsobem života skoncovat – má vodnaté břicho, otékají mu končetiny, je unavený a navíc má zažívací obtíže.

Hepatitis C – RNA virus, obvykle vzniká chronická infekce projevující se hepatitidou, cirhózou, může vzniknout i hepatocelulární karcinom. Přenos nastává většinou krví.

ribavirin – poté, co je fosforylován, tak interaguje s časnými fázemi virové transkripce, čímž znemožňuje tvorbu virové RNA.

Zdůvodnění: dlouhodobá nitrožilní aplikace drog – riziko hepatitidy C – příznaky poškozených jater.

Pan H. byl v nemocnici na operaci srdce a byla mu voperována nová srdeční chlopeň. Měl z ní radost, dokud mu nezačalo být zle a nebyl převezen zpět do nemocnice.

Staphylococcus aureus – peptidoglykan v jeho buněčné stěně působí jako endotoxin, na povrchu jeho BS najdeme polysacharid A, kterým se přichytává na sliznice. Dále se na jeho BS nalézá protein A, který znemožňuje nasednutí látek, které ho označují k fagocytóze (tzv. opsonizace). Rád tvoří hnisavé rány a abscesy, záněty, dokáže se přichytit na umělé povrchy, jako jsou katetry.

rifampicin – váže se na bakteriální RNA polymerázu a blokuje vznik mRNA, má zvýšenou afinitu k plastům

Zdůvodnění: Stafylokok se chytil na chlopeň, rifampicin má větší afinitu k materiálům, které nejsou v těle původní

Paní G. už několik dní není dobře, pořád musí běhat na záchod. Cítí se slabá a potíže se ještě zhoršují, když si dá sýr, zákusek nebo svůj oblíbený buček.

Giardia lamblia – Giardia patří mezi protozoa a jedná se o častého původce průjmů, zejména v oblastech se špatnou hygienou. Nákaza probíhá alimentárně, parazit způsobuje zejména malabsorpci tuků, kromě průjmů můžeme pozorovat i zvracení a bolesti břicha.

metronidazol – patří mezi nitroimidazolová antibiotika – vytváří reaktivní meziprodukty, které poškozují DNA tím, že přeruší její řetězec.

Zdůvodnění: průjem, po bůčku se zvýší objem nevstřebané stolice, cukrem se lamblie živí.

Sandra Drnajová

3. Obrovská úloha

20 bodov

Návrat do mora.

V roku 1851 napísal americký autor Herman Melville známe dielo Moby-Dick. Z autorovho opisu môžeme usúdiť, že vorvaň tuponosý žijúci pred takmer sto sedemdesiatimi rokmi bol rovnako obrovský, zubatý a tuponosý ako vorvaň, ktorý dnes obýva moria v okolí Nového Zélandu. Je preto ťažké uveriť, že by Moby-Dick pred 50 miliónmi rokov chodil po štyroch, mal ušné lalôčky a bol celý obklopený srstou. No a predsa tomu tak bolo.



Predstav si, že sa spolu so svojím tímom archeológov nachádzate v Pakistane kde by sa údajne mali nachádzať pozostatky suchozemského predka* veľrýb.

1. Pokus sa nájsť obrázok kostry prvotného predka veľrýb a napíš aspoň tri podobnosti s kostrou dnešného vráskavca obrovského. [1 b]

- Majú podobnú, predĺženú lebku.
- Aj napriek tomu, že cez plutvu nie sú vidieť, má kostra veľryby 5 prstových článkov.
- Majú podobnú stavbu ucha.

*Vedci si nie sú stopercentne istí tým, že sa kitovce vyvinuli z týchto tvorov. Na základe podobností v stavbe tela sa však domnievajú, že prvotný predok kitovcov bol práve tento.

2. Aké zmeny vznikli v stavbe tela veľryby po adaptovaní sa na morský život? [1 b]

Najvýraznejšie zmeny nastali pri zadných končatinách, ktoré sa vytratili. Predné sa premenili na plutvy. Telo veľryby sa zväčšilo nakoľko tlak vody unesie veľkú váhu, ale kolená suchozemských tvorov nie. Pre uľahčenie plávania nadobudlo telo hydrodynamický tvar a takmer všetka srst sa vytratila. Pre udržanie telesnej teploty slúži veľrybám ich hrubá vrstva tuku. Vnútorne zmeny nastali v modifikácii pľúc, zlepšení sluchu a v rozšírení tepien.

Moby-Dick a Peppa pig

3. Vieš o tom, že také prasa má k veľrybe geneticky bližšie ako iné domestikované cicavce? Napíš aspoň štyri dôvody, prečo je prasa viac podobné veľrybe ako žralok. Je srst jednou z podobností? [1 b]

- Sú to teplokrevné živočíchy, kým žralok je chladnokrvný.
- Dýchajú vzduch pomocou pľúc. Žralok má žiabre.
- Dojčia mláďatá vlastným mliekom. Žraloky nie, existujú však živorodé žraloky.
- Niektoré veľryby majú srst'.

Pôvod a vzdialená rodina týchto kuriózných morských cicavcov je už odhalená. Treba však uznať, že od života ich chlpatého prapredka pretieklo veľa vody a to doslova milióny a milióny rokov. Niet sa čomu diviť, že sa evolúcia za ten čas postarala o neuveriteľnú rozmanitosť druhov, z ktorej žiaľ väčšina patrí k vyhynutým. Napriek tomu poznáme 88 druhov veľrýb, ktoré dnes obývajú moria našej planéty.

4. Tvojou úlohou je upraviť nasledujúci text, v ktorom niektoré slová majú prehadzované písmená, iné sú vynechané. [2 b]

Veľryby sú na Zemi široko rozšírenou a rozmanitou skupinou **placentárnych** morských cicavcov. Predstavujú neformálnu skupinu v rámci radu **Cetacea**, zvyčajne s výnimkou delfínov a **sviňúch**. Zaraďujeme ich s veľrybami do radu **párnokopytníkov**. Ich najbližšími žijúcimi príbuznými sú **hrochy**, ktoré sa od veľrýb odlúčili asi pred 40 miliónmi rokov. Kitovce sa delia na dva podrady, **Mysticeti**, ktoré na filtrovanie morskej vody využívajú kostice a veľryby zubaté (**Odontoceti**), ktoré sa živia lovom rýb a väčších **hlavonožcov**. Predpokladá sa, že sa tieto dva podrady oddelili pred **34*** miliónmi rokov.

* Uznávajú sa aj blízke hodnoty

5. Popíš metódu filtrácie potravy u vráskavca obrovského od nájdenia potravy po jej prehltnutie. [1 b] A potom si môžeš pozrieť [video](#).

V približnej hĺbke 500 metrov pod hladinou mora sa vráskavce vrhajú do rojov drobných krilov pri čom plávajú rýchlosťou niekoľko metrov za sekundu. Svoju tlamu zaplavia morskou vodou. Potom ju čiastočne privrú a pritlačia jazyk na svoju hornú čeľusť. Tlak, ktorý sa vytvorí prinúti vodu odtiecť cez kostice, čím uväznia obrovské množstvá krilu, ktoré následne prehltne.

Zákon zachovania energie.



Námet Moby-Dicka sa v roku 2011 objavil aj v jednom diely známeho seriálu Futurama. Veľryba nazvaná Möbius Dick sa stala akýmsi vesmírnym a matematickým upgradom Melvilovej verzie vorvaňa tuponosého. V tomto prípade namiesto trávenia väčšiny svojho života v slanej vode, pláva v štvrtej dimenzii a do tej našej sa príde len "nadýchnuť" a loviť posádky vesmírnych lodí. Kým Möbius Dick pri prechode do tretej dimenzie vydychuje fraktály, pozemské veľryby pri výnore

nad hladinu čerpajú kyslík do pľúc a ešte pred ponorom obsah vydýchnu. Takto sa vyhnú dekompresii. Na rozdiel od nás, veľryby nedýchajú podvedome, ale svoje dýchanie kontrolujú, čo je porovnateľné s naším pudom pre jedenie.

6. Čo napomáha veľrybám vyťažiť maximum z jedného nádychu? Je pravda, že pri plávaní trávajú rýchlejšie potravu? Akým spôsobom si ukladajú kyslík vo svaloch? [3 b]

Veľryby sa snažia zachovať pri plávaní čo najviac energie. Preto funkcia hlavných orgánov a systémov ako obehový alebo nervový pracujú v plnom prúde. Ale napríklad taký tráviaci trakt je pozastavený nakoľko trávenie si vyžaduje veľa energie. Svaly kitovcov sú plné kladne nabitého myoglobínu, ktorý na seba viaže molekuly kyslíku. Veľryby sú prakticky vodné ťavy, akurát že namiesto vody si uchovávajú kyslík.

Koľko kultúr, toľko rôznych zvykov. Domorodci kmeňa Bajau v oblasti Indonézie sa živia už tisíce rokov lovom rýb. Vo svojej práci však nepoužívajú udice ani obrovské siete. Dokonale si vystačia s potápačskými okuliarmi, nejakým závažím, harpúnou a schopnosťou zadržať dych aspoň na dve, ale mnohokrát aj na viac minút. Takúto výdrž si zasluhujú nie len tréningom, ale aj genetickou modifikáciou, ktorou ich evolúcia odmenila za ich dlhoročnú tradíciu.

7. Ktorý orgán v tele domorodca kmeňa Bajau mu napomáha pri takomto potápaní? Prečo? Vysvetli funkciu tohto orgánu. Napíš jednu zaujímavosť o tomto orgáne v spojitosti s kitovcami. [2 b]

Je to slezina. Ak nedostávame dostatok kyslíku, napríklad pri zadržiavaní dychu, sa slezina zužuje. Tým sa uvoľnia do obehového systému okysličené červené krvinky, čo nám poskytne ešte nejaké množstvo kyslíku. Čím je slezina väčšia, tým viac okysličených krviniek nám vie poskytnúť. Domorodci z kmeňa Bajau majú už od narodenia väčšiu slezinu aj napriek tomu, že sa niektorí vôbec nepotápajú. Predpokladá sa, že sa ich slezina vďaka dlhej tradícii adaptovala na dlhé ponory a táto vlastnosť sa geneticky podáva z generácie na generáciu.

Veľryby ju síce nemajú veľkú, ale viacnásobnú. Boli nájdené kitovce, ktoré mali až 14 slezín. Niet divu, že je ich telo schopné prežiť takú dobu bez dýchania.

Vôňa alebo zvuk.

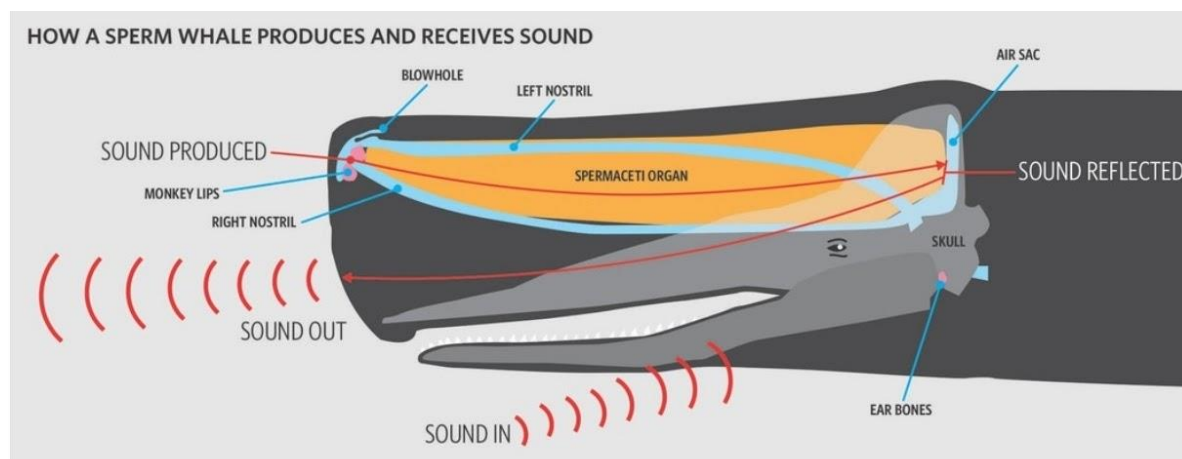
Predstav si, že v momente, ako riešiš túto úlohu, zacítiš úžasnú vôňu, ktorá vychádza z vedľajšej miestnosti. Vôňu niečoho šťavnatého, chrumkavého a syrového. Vyjdeš zo svojej izby a necháš sa unášať tou nezameniteľnou vôňou, ktorá ťa dovedie až do kuchyne a tam, na stole leží šťavnatá, chrumkavá syrová pizza. V tomto prípade si jedlo našiel vďaka čuchovým receptorom, ktoré boli dráždené prchavými látkami uvoľnenými z čerstvo upečenej pizze. Keby si bol však zubatá veľryba alebo delfín, svoju korisť by si nezacítil čuchom, ale vysielaním vysokofrekvenčných zvukových impulzov, ktoré sa vo vode šíria oveľa rýchlejšie ako vo vzduchu.

8. Ako sa nazýva proces, ktorým veľryby z podradu bezkosticovce lokalizujú svoju korisť? Majú nejaké veľryby čuch? [1 b]

Echokácia/sonar.

Áno, niektoré kosticovce vraj čuch majú . Napríklad veľryba grónska.

9. Na obrázku sa nachádza anatomia hlavy vorvaňa tuonosého. Do obrázka nakresli, prípadne slovne popíš odkiaľ vychádzajú vysokofrekvenčné zvukové impulzy (nájdí zdroj impulzov) a ktorou časťou prijímajú zvuky odrazené od koristi. [1 b]



Zvuk sa prenáša zo zvukových otvorov cez orgán naplnený tukom, zvaný melón, v prípade vorvaňa tuonosého je naplnený spermacetom. Po odrazení putuje zvuk smerom ku koristi, od ktorej sa opäť odrazí. Odpoveď prijímajú veľryby spodnou čeľusťou a rozoznávajú ju pomocou ušných bubienkov.

Kosticovce nemajú schopnosť echolokácie, ale na druhú stranu sú vynikajúcimi [spevákmi](#).

10. Sú zvuky, ktoré vydávajú veľryby hudba? Napíš dôvod prečo áno a prečo nie. [1 b]

Zvuky, ktoré vydávajú veľryby sú tvorené opakujúcimi sa sériami tónov, ktoré vieme zapísať do nôt. Každá populácia má svoju vlastnú sekvenciu tónov. Preto sa môžeme domnievať, že ich zvuky predsa len hudbou sú. Hudba je na druhej strane definovaná ako ľudská aktivita. Rovnako si nie sme istí, či sú veľryby a iné zvieratá schopné vnímať estetickú a umeleckú podstatu hudby tak ako my, ľudia. Na odpoveď, či je zvuk, ktorý vydáva veľryba hudbou, neexistuje doposiaľ jednoznačná odpoveď.

Hromadné sťahovanie.

Veľryby podnikajú každoročne obrovské migrácie. Niet divu, že na niektorých miestach nemajú pokrm vo forme "all you can eat" a držia aj niekoľko mesačný pôst. Jedna z hypotéz vysvetľujúca migráciu veľrýb je založená na zmene kontinentálnych driftov a morských prúdov, ktorá spôsobuje presúvanie ich koristi od rovníka k polárnym oblastiam. Veľryby nasledujú tieto živočíchy, ale obyčajne sa v období rozmnožovania vracajú do teplých vôd.

11. Ako sa veľryby v moriach orientujú? Čo vie ich orientáciu narušiť? [0,5 b]

Nie je presne známe ako sa veľryby pri dlhých migráciách orientujú. V mozgovom tkanive niektorých kitovcov, ako napríklad vráskavca dlhoplutvého bol nájdený magnezit, čiže oxid železa. Predpokladá sa, že veľryby sú vďaka nemu schopné vnímať rozdiely zemského magnetického poľa.

Náš zásah.

12. Čo je na obrázku? (uveď názov produktu, kde vzniká a prečo) [2 b]



Na obrázku sa nachádza výlučok vorvaňa tuponosého, nazývaný ambra. Predpokladá sa, že vzniká v tráviacom trakte veľryby ako dôsledok ochrany pred ostrými zbytkami sépii a iných hlavonožcov, ktoré vorvaň skonzumoval. Nestrávitelné zbytky obalené lepivým materiálom sa následne vylúčia s fekáliami a vďaka svojej olejinatej kompozícii plávajú na hladine, kde sú vystavené silnému slnečnému žiareniu. Takto vyplavený výlučok nadobudne bohatú a intenzívnu arómu.

Ak sa ti podarilo objekt identifikovať, určite si sa dozvedel, že to nie je len nejaký obyčajný šuter, ale vzácny živočíšny výlučok, ktorý má cenu zlata. Neuveriteľná hodnota tohto produktu je zapríčinená jeho jedinečným využitím vo voňavkárskom priemysle. Výrobcovia luxusných parfémov ho do svojich výrobkov pridávajú ako fixatér, vďaka ktorému vôňa pobudne na pokožke dlhšiu dobu ako vôňa bežnej voňavky. Využívanie tohto produktu bolo vo väčšine štátov zakázané, nakoľko vorvaň tuponosý je jeden z ohrozených druhov našej planéty.

13. V ktorom štáte sa tento produkt naďalej s obľubou využíva? [0,5 b]

Vo Francúzsku.

Rodinný film Zachráňte Willyho z roku 1993 obišiel už azda celý svet. Svojím spôsobom vo väčšine z nás rozniel empatiu k týmto okúzľujúcim čierno-bielym cicavcom. A to oprávnene. Kosatky sú veru aj v skutočnosti veľmi citlivé a inteligentné tvory, ktoré vedia medzi sebou, ale aj inými živočíchmi nadviazať silné priateľské či rodinné väzby. Podobne ako vráskavce, sú schopné komunikovať medzi sebou na vysokej úrovni a dokonca vieme ich reč rozlíšiť na viaceré dialekty. A však nie vždy sme kosatky milovali, práve naopak. Do roku 1981, kedy vstúpilo do platnosti moratorium na lov veľrýb, bol lov na tieto cicavce dovolený a preto aj veľmi obľúbený.



14. V ktorom štáte bol do roku 1981 najviac rozšírený lov na kosatky? [0,5 b]

V Nórsku.

15. V ktorom štáte boli kosatky hromadne vyzabíjané bombovým útokom? Aký bol dôvod? [0,5 b]

Na Islande. Kosatky boli konkurentmi rybárov.

16. Je vo voľnej prírode zaznamenaný zámerný útok kosatky na človeka? [0,5 b]

Nie je. Kosatky si však môžu spliešť človeka s potravou. S útokom prestanú ak si svoj omyl uvedomia.

17. Aká skupina ľudí bola po tisícročia odkázaná na veľrybie mäso ako zdroj potravy? [0,5 b]

Eskimáci.

Dobrá správa je, že od roku 1981 takmer všetky štáty sveta prestali loviť veľryby pre obchodné účely. Avšak Island, Nórsko a Japonsko ignorujú túto zmluvu. V Nórsku je zo strany obyvateľstva dokonca malý dopyt pre veľrybie mäso a preto začala nórska vláda dotovať veľrybí priemysel. V ich pláne je premeniť túto nie až tak vábivú "potravu" na najnovší trend. A začína sa im v tom dariť. Instagram je plný fotiek veľrybieho mäsa podávaného v luxusných reštauráciách, pod *hashtagom* #whalemeat. Je potrebné si uvedomiť, že takýto trend má veľmi negatívny dopad na populácie morských cicavcov a dokonca je mäso z veľrýb pre svoj vysoký obsah ortuti pre nás škodlivé.

Netreba však strácať nádej lebo čoraz viac ľudí si túto skutočnosť uvedomuje a nejakým spôsobom podporuje celosvetovú mienku proti lovu veľrýb.

18. Ako môžeš ty ako jednotlivec zabrániť tomuto trendu a obmedziť lov na veľryby? [1 b]

Existuje mnoho spôsobov, ktorými môžeš podporiť boj proti lovu veľrýb. Či už podpísať petíciu, darovať pár drobných organizáciám, ktoré sa zaoberajú daným problémom.

Dokonca si môžeš podobným spôsobom adoptovať veľrybu. Napríklad na tejto stránke: <https://www.hsi.org/> vieš pomôcť veľrybám, ale aj iným ohrozeným druhom našej planéty.



Zuzana Nováková

4. Stresující úloha

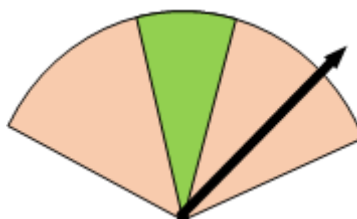
Z minulé sady již víte, že naše planeta je celkem nehostinná. Přesto se nám na ní díky nejrůznějším adaptacím daří obstojně prosperovat. I přesto ale, že již většinu času nebojujeme o naplnění základních potřeb jako je kyslík, voda či potrava a většinu času máme poblíž i nějaké to přístřeší, kam se můžeme schovat, náš život je plný stresu.

1. Dokážete vyjmenovat 3 konkrétní věci/situace, které vás pravidelně stresují? [1 b]

- deadliny v IBISu
- dobíhání autobusů
- balení na cesty



Ačkoli každého z nás může stresovat jiná věc, existují obecné stresory, které rozhodí každého člověka. V minulé úloze jsme rozebírali hlavně extrémní prostředí, kde nás stresuje nedostatek vody, vysoká či nízká teplota nebo nedostatek potravy. Tyto faktory bychom mohli zařadit mezi tzv. fyzikální stresory. Kolem nás se ale také vyskytují potenciální biologické stresory, např. viry chřipky. A v neposlední řadě se velmi mluví o psychických a sociálních příčinách stresu, jako např. vysoké nároky ve škole, strach z odmítnutí skupiny, nezdravý životní styl. A neopomíjeme ani znečištění životního prostředí.



Co je vlastně stres?

Claude Bernard řekl: „*L'objectif de tous les mécanismes de la vie, quelle que soit sa diversité, est de maintenir des conditions constantes de vie dans l'environnement interne du corps.*“
Nebo třeba psycholog Lazarus popsal stres slovy: „*Stress arises when individuals perceive that they cannot adequately cope with the demands being made on them or with threats to their*

well-being.“ Ani čeští vědci nezůstávají pozadu. Profesor Křivohlavý definoval stresovou situaci jako takovou, kdy *míra intenzity stresogenní situace je vyšší než schopnost či možnost daného člověka tuto situaci zvládnout.*

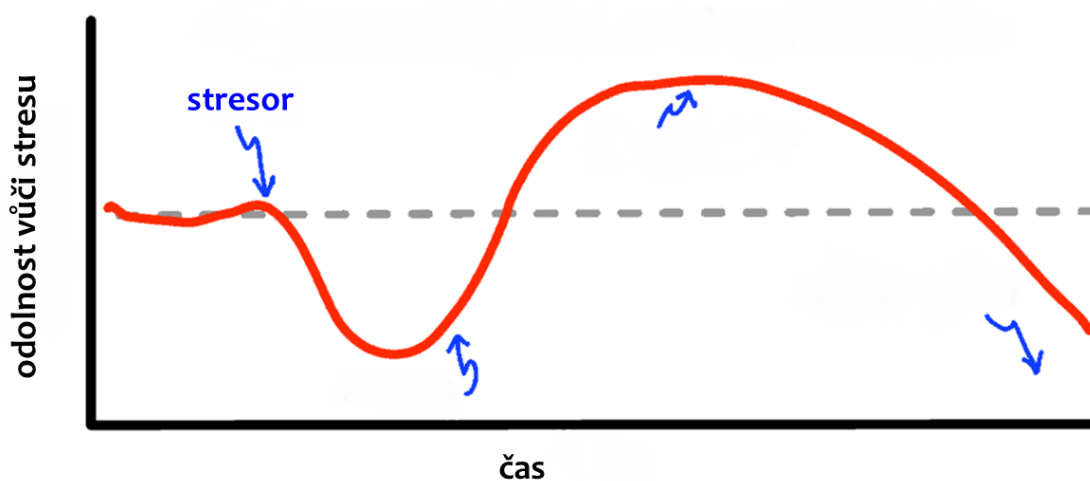
2. Stres lze chápat jako [1 b]

- a. těžkou situaci/okolnost/nepříznivý faktor - ANO
- b. odpověď organismu - ANO
- c. celkový vnitřní stav – ať už psychický či fyzický - ANO



3. Doplňte příběh. [6 b]

Další vědec, který významně přispěl k výzkumu stresu, vystudoval **medicínu** a **chemii** v roce 1929 v **Praze**. Ačkoli pocházel z **Rakouska-Uherska**, většinu života strávil v **Kanadě**. U svých pacientů si všiml, že i když se lišili svými diagnózami, tak **vykazovali stejné symptomy**. Později v experimentech na hlodavcích studoval, že při působení stresoru u daného organismu nejprve pozorujeme **pohotovostní stav**, pak přichází fáze **adaptace/resistence**. Avšak při dlouhodobém působení stresoru již dochází k **vyčerpání kompenzačních mechanismů**, což může v konečném důsledku vést až ke **kolapsu/úmrťi** (viz obrázek). Tyto tři stádia popsal pojmem **obecný adaptační syndrom** (3 slova). Jeho významný přínos odráží i to, že byl **17krát** nominován na Nobelovu cenu. Jeho jméno nese i jedna z nejnižněji položených univerzit na Slovensku. Tento lékař se jmenoval **Hans Selye**.



Různí živočichové na různé stresové situace reagují různě. Mezi možné strategie při náhlém působení stresu patří: *freeze - flee - fight - fright - faint*.

4. Jak byste tyto pojmy vysvětlili českému studentovi? Uveďte příklady, konkrétních živočichů a stresových situací. [2,5 b]

- **freeze** - strnutí (např. přikrčený zajíc v trávě)
- **flee** - únik (např. vyplašený kos)
- **fight** - útok (např. polekaný pes, který na vás vyjede)
- **fright** - kořist hraje mrtvého (pozorováno např. u rorýsů nebo u žab)
- **faint** - mdloby, které snižují krevní tlak (a tedy případnou ztrátu krve, čímž zvyšují šance na přežití), např. u žen v silných stresových situacích

Jaká bude vaše konkrétní reakce na stres, to je řízeno jak nervově, tak hormonálně. Součinně v našem těle působí sympatický a adrenokortikální systém. Sympatický nervový systém reaguje na nervové impulsy z hypotalamu a aktivuje různé orgány a hladké svalstvo. Dochází tak např. ke zrychlení tepu či rozšíření zornic.

K aktivaci adrenokortikálního systému dochází díky molekule zvané CRF (*corticotropin releasing factor* = faktor uvolňující kortikotropin). Objev této molekuly je připisován Rogeru Guilleminovi, jenž byl studentem vědce z otázky č. 3. To právě v jeho experimentech leží počátky myšlenky, že pro různé stresory musí existovat univerzální molekula, která aktivuje HPA osu (*hypothalamic-pituitary-adrenal axis* = hypotalamus-hypofýza-nadledviny) a ve stresových situacích ovlivní endokrinní, imunitní i zaživací systém. CRF totiž působí na hypofýzu. Hypofýza vylučuje hormon ACTH (adrenokortikotropní hormon), který je krví dopraven do kůry nadledvinek, kde stimuluje uvolnění několika hormonů. Např. typického stresového hormonu kortizolu, který zvyšuje hladinu glukózy v krvi.

5. Dokázali byste uvést dva další příklady z kůry nadledvinek (hormon – cílové místo působení – reakce)? [2 b]

- adrenalin - oběhová soustava - centralizace zúžením periferních cév
- noradrenalin - svalstvo - dilatace cév kosterních svalů - vyšší prokysličení

Další endokrinní tkáň, která je ovlivněna stresem, která také komunikuje s nervovou soustavou a která dlouho za endokrinní považována nebyla, je tuková tkáň.

6. Doplňte chybějící slova. [3 b]

Tukové buňky (adipocyty) jsou klíčové pro ukládání zásobních látek. Energie je v nich uložena v **lipidových kapénkách** ve formě **trigacylglyceridů**. Zpětně může být uvolněna procesem **lipolýzy** za vniku **acylů**. Pro samotné ukládání energie je u tukových buněk klíčová jejich expandabilita. Ale netloustneme všude stejně. Zatímco v mezenterické oblasti dochází ke zvětšování tukové tkáně díky **hypertrofii**, v oblasti podkožního tuku se tkáň zvětšuje spíše díky **hyperplasii**. Tuková tkáň se dělí na bílou a hnědou. Ty se liší jak funkčně, tak morfologicky.

7. Přiřaďte k níže uvedeným charakteristikám, zda popisují bílou či hnědou tukovou tkáň či obě. [2 b]

- aktivita tkáně je stimulovaná chladem - **hnědá**
- převažují multivakuolární buňky - **hnědá**
- převažují univakuolární buňky - **bílá**
- silná exprese proteinu UCP-1 - **hnědá**
- najdeme ji u dospělých lidí - **obě**

A čím je tedy tuková tkáň endokrinně aktivní? V posledních desetiletích se studuje endokrinní aktivita bílé tukové tkáně, která takto ovlivňuje metabolismus, energetickou bilanci, záněty a v neposlední řadě patologické procesy jako je obezita. V 90. letech byly objeveny první z desítek signálních molekul, které jsou produkovány v tukových buňkách. Nazývají se adipokiny a jedná se převážně o peptidové hormony.

8. Odhalte všechny popletené a zatoulané názvy cytokinů a doplňte je k jednotlivým funkcím. Pozor, zamíchal se nám tam i jeden hormon odjinud. [2b]

APELIN	přes receptory v mozku reguluje příjem vody a jídla
CHEMERIN	podílí se na diferenciaci pre-adipocytů do zralých adipocytů, řídí rozklad lipidů
ADIPONEKTIN	reguluje hladinu glukózy a rozklad mastných kyselin
OMENTIN	protizánětlivý, chrání před aterosklerózou
TNF-alfa	stimuluj HPA přes CRF, indukuje chuť k jídlu
GHRELIN	produkován enteroendokrinními buňkami hlavně v žaludku. Indukuje chuť k jídlu a ovlivňuje chování (zvyšuje motivaci hledat potravu)
LEPTIN	přes receptory v hypotalamu řídí tukovou tkáň, reguluje hlad či příjem energie

A právě díky signálním molekulám se vědci věnují zkoumání tukové tkáně a její role při reakcích na stresové situace. Zkoumají, jak tuková tkáň komunikuje s nervovou soustavou a jejich poznatky se mohou uplatnit např. ve výzkumu obezity nebo kardiovaskulárních onemocnění.

Na závěr se hodí dodat, že ačkoli má stres v našich myslích spíš negativní zabarvení, vlastně nám pomáhá překonávat nesnáze. Stres je klíčový pro přežití, pro adaptaci a evoluci. Pojmy *distres* a *eustres* označují negativně a pozitivně působící stres.

9. Dokázali byste uvést 1 konkrétní věc/situaci, která vás pravidelně eustresuje?
[0,5 b]

Dobíhání autobusu mě vždy vybičuje k lepším sportovním výkonům :)



Stanislav Juračka

English bonus: Evolution differently





20 points

The theory of evolution is one of the greatest ideas in the history of humankind. As we all know, according to Darwin's Origin of Species, it is not the most intellectual of the species that survives; it is not the strongest that survives, but the species that survives is the one that is able best to adapt and adjust to the changing environment in which it finds itself. But what does evolution exactly mean? We all kind of know the basics, but when you discover the true meaning, I promise, that you will be fascinated. To make it more interesting, this task will not be the regular research task, but I created a YouTube playlist with videos, which are explaining the main ideas. You can find most of the answers for the following questions in the playlist. Try to turn on the subtitles, even the automatically created ones will help you. So just make a cup of tea, sit down, relax, click on the link below and be prepared to be fascinated by the amazingness of evolution. (Less is sometimes better than more. During answering the questions, be concise, try to answer in a few words. You can use a maximum of five sentences per answer.)

Playlist: https://www.youtube.com/playlist?list=PLLAZh_7XTLf2_ASsVI9N91gHkHRuHIZMz

1. **What is the extra parameter, which makes living things special in "existing"?** [1 p]
We can make more of ourselves.
2. **What is "Stable" Equilibrium point?** [1 p]
At this point, the birth and death rates are in balance and it is stable because if we deviate from this point the system will tend to go back.
3. **When the replication chance of selected organisms is higher than their death chance, what is the shape of their growth curve?** [1 p]
Exponential growth.
4. **What is a mutation (in the context of Primer videos)?** [1 p]
An occasional mistake during replication causing new kind of creature.
5. **Name two main traits of the first replicator.** [1 p]
Simple enough to form without replication in the right environment.
Complex enough to make more of itself.
6. **Why is exponential growth essential for the sprout of the tree of life?** [1 p]
Lots of replication mean lots of possible random mutations and that means lots of possible kinds of new organisms.
7. **Why is the growth not endless and how do we call the relationship between organisms which thanks to this appear?** [1 p]
The environment has a finite amount of resources. This causes competition.
8. **The natural selection comes from the interaction of two components. Write them.** [1 p]
Interaction between traits and the environment.
9. **What's wrong with Pokémon evolution?** [1 p]
Individuals don't evolve. Populations evolve over generations.
10. **What is the unit of natural selection, the real player in the game of selection, and what are its three possible strategies to win?** [1 p]
Gene; Carrier-focused, Win-win, Altruistic.

11. Write two possible strategies of living organisms (carries of the unit) which allows them to be altruistic, although the unit is "selfish". [1 p]
Produce outwardly detectable trait and help the organisms with this trait.
Help family members = Kin altruism.
12. Simply explain why the "hawk" strategy does not overcome the "dove" strategy and conversely. [2 p]
With a higher number of hawks, hawks have a higher probability of encounter with another hawk and that means the death of both. On the other hand, with a higher number of doves, hawks can freely rise.
13. Explain the strategy "Tit for tat" and why is it successful. [1 p]
It reacts to the situation. It does the same strategy as its opponent last round. The strategy allows to co-operate with co-operator and fight with cheaters, but most importantly to react to a change of opponent strategy.
14. Explain strategy "Generous tit for tat" and why is better under some conditions than the strategy above. [1 p]
Same as "Tit for tat" strategy with one exception. When the opponent defects, the answer is not always defecting as well, but there is also a probability for continuing co-operation. This is optimal in environments with some degree of noise in communication.
15. Explain the strategy "Indirect reciprocity". [1 p]
Agent A helps to agent B. Then agent C helps to agent A because agent A helps to agent B. Agent A has a reputation for co-operation and that's why agent C helped.
16. Explain how did "Darwin's finches" overcome the food crisis and what was the result of it. [1 p]
Thanks to slight differences in each individual, some finches were able to get a different source of food than the regular. They had an advantage because they had enough food in the crisis. These conditions then slowly selected these individuals and it slowly creates specialized finches for different types of food.
17. Describe conditions of an environment under which sexual selection "female choice" could occur. [1p]
There are enough resources and these resources are spread out and impossible to be protected.
18. Explain why evolution is not always about "the survival of the fittest". [2 p]
Because in nature it doesn't matter if your strategy is the best strategy. If the strategy is good enough to ensure offspring, the strategy is passed farther. Some traits could be useless, or even little bit unpractical, but there is no selection force against them, and it is too complicated to get rid of them, so they will remain in the population.

 <p>Evolution can I have web feet and breath hold?</p>	<p>For fish catching?</p> 
 <p>Yeeeeeeeee</p>	 <p>Actually grows to largest animal order ever like a boss</p>

