

7. ročník (2022/23)



## Experimentální bonus

Termín odevzdání: 7. 5. 2023

**MUNI | RECETOX**

**MUNI** Ústav experimentální  
**SCI** biologie

## Jak psát řešení

Milá řešitelko, milý řešiteli,

než se vrhneš na řešení IBISích úloh, věnuj prosím chvilku i těmto řádkům.

IBIS je korespondenční seminář pro jednotlivce, který by ti rád kromě řešení zajímavých biologických témat nabídl i nahlédnutí do zákulisí VŠ, což tě lépe připraví na budoucí studium. Ve vlastním zájmu se proto řiď následujícími radami:

- **Nekopíruj** – Informace můžeš hledat na nejrůznějších webech, v učebnicích či knížkách, vyvaruj se však přímému opisování textu. Máš přeci vlastní hlavu a dokážeš parafrázovat (přepsat text vlastními slovy). Více se tím naučíš.
- **Vlastní tvorba** – Pokud je v zadání napsáno, že máš použít vlastní obrázky, myslí se tím opravdu vlastní obrázky (ať již nakreslené v ruce či vytvořené na počítači), nikoliv stáhnutý obrázek z internetu.
- **Odpovídej k věci** – Utríd' si myšlenky a vyber to podstatné. Při práci s textem se dá lehce ztratit (sami to známe), proto se nikdy neboj vrátit a znovu si zopakovat otázku. Připojíš-li nějaké zajímavosti, nebo věcně, avšak stručně, odpověď rozvedeš, rozhodně se nebudeme zlobit. Ale hodnotit budeme pouze odpovědi na položené otázky.
- **Úlohy řeš sám za sebe** – Ber to jako příležitost překonat se a zasoutěžit si s kamarády. Je Franta lepší v zoologii? Nevadí, dotáhneš ho na mikře.
- **Hraj fér** – Nezapomeň, že nepodvádíš nás, nýbrž především sám sebe. IBIS je práce navíc, ale vyplatí se ti. Pokud se nám něco nebude zdát, vždycky se ti ozveme. Kdyby tě přesto podvádění lákalo, budeme tě penalizovat ztrátou bodů, což nikdo z nás nechce, tak to prosím nedělej.
- **Hlídej si termíny** – Dávej si pozor na termíny odevzdání, ať úlohy neděleáš na poslední chvíli a stihneš je včas odevzdat. Také je lepší odevzdávat řešení průběžně, než to pak dohánět v posledních minutách.
- **Řešení anglických úloh piš v angličtině** – Angličtina je jazykem vědy a měl/a bys ji alespoň na základní úrovni umět používat. Zároveň, pokud budeš studovat na vysoké škole, nejspíš tě z ní čeká zkouška. Proto budou řešení anglických úloh, která nebudou v angličtině, penalizovány.
- **Řešení vkládej do odevzdávacího systému ve formátu .pdf** – Můžeš ho psát ručně a pak naskenovat, ale lépe jsou pro nás čitelná řešení psaná elektronicky. Odevzdávací systém najdeš na našich stránkách po přihlášení.

Máš-li na nás nějaký dotaz, neboj se napsat na adresu [ibis@sci.muni.cz](mailto:ibis@sci.muni.cz), dotaz ke konkrétní úloze pak můžeš napsat přímo jejímu autorovi. Jsme tu od toho, abychom ti pomohli. Zároveň na našich stránkách nalezneš kratičký [dokument](#) s tipy a triky o tom, jak správně vyhledávat informace, který se ti může hodit nejen při řešení této sady.

Doufáme, že se ti IBIS bude líbit a užiješ si s ním spoustu zábavy, protože my už se nemůžeme dočkat tvých odpovědí.

Tvůj IBIS tým

Milí řešitelé, v experimentálním bonusu 7. ročníku vás čekají fyziologické pokusy na vás samých. Stejně jako v letech předchozích není samotná experimentální část příliš časově náročná, je ale důležité myslet na to, že měření probíhá po delší dobu (měření pro 3. část zabere 7 dní). Poté bude třeba získaná data zpracovat a vyhodnotit. Z tohoto důvodu není vhodné nechávat řešení úlohy na poslední chvíli, naopak doporučujeme si řešení dopředu promyslet a naplánovat.

František Váňa (e-mail: [vana.frantik@seznam.cz](mailto:vana.frantik@seznam.cz))

Anička Jambrichová (e-mail: [anna@jambrich.net](mailto:anna@jambrich.net))

Jan Samuel Mičan (e-mail: [honzamicann@gmail.com](mailto:honzamicann@gmail.com))

## Experimenta in corpus tuum – experimenty na svém těle

50 bodů



Obrázek 1: Self portrait with Vanitas Symbols – David Bailly 1651

### Experimenty na nás samých, australské anotace

Psal se rok 1982 a dva australští vědci, Robin Warren a Barry Marshall, byli na hraně objevu, který jim později vysloužil Nobelovu cenu. Společně si všimli, že u pacientů s žaludečními vředy se nacházelo větší množství bakterií. Ze začátku měli problémy s jejich kultivací, avšak jednou omylem přetáhli kultivační dobu na trojnásobek standardní doby a podařilo se jim vykultivovat bakterii, která dostala název *Helicobacter pylori*. Náhle se však před nimi objevila otázka srovnatelná se slavným dilematem „byla dřív slepice nebo vejce?“. Byl dřív zánět, který osídlily bakterie, nebo to byl právě *Helicobacter pylori*, kdo mohl za toto vředovité onemocnění?

Výzkum se však zasekl na jednom problému: Bylo neetické vyvolat tyto vředy u jiných lidí, a tak se Barry Marshall rozhodl pro razantní krok. Sám spolkl vzorek s *Helicobacter pylori*, načež pln nadšení zaznamenal, že se mu rozjely obtíže a žaludeční vředy. Tento krok mu později vynesl Nobelovu cenu a taky nehynoucí slávu coby vědce, který natolik věřil své teorii, že se rozhodl pro její ověření na sobě samém. My bohužel tyto slavné experimenty jednak kvůli náročnosti, jednak ze zdravotních důvodů dělat nebudeme. Společně si však projdeme několik experimentů na vlastním těle, které můžete sami udělat a které vám mohou přinést nevšední závěry.

### Zamyšlení na začátek

Píše se rok 1632

Vžijte se nyní do rolí výzkumníků, které už nebaví dokola opakované teorie o dynamice čtyř tělních tekutin, se kterými přišel Galén už ve starověkém Římě. Jste mladí, úspěšní a trochu podivní (z pohledu běžných lidí). Jenže ve vaši mysli už šrotují ozubená kolečka, která mohou zanedlouho změnit vnímání společností a posunout vědu o něco dále.

Vaše kůlna vzadu na zahradě v jedné z londýnských čtvrtí obsahuje tyto věci:

*Tenká kovová trubice, skleněné nádoby s ryskami, stopky, váha (s přesností na 1 g), rtuťový teploměr, měřící pásmo, spousty kalamářů, brků na psaní a stohů nažloutlých papírů, levandule, svíčka.*

1. Zamyslete se a napište alespoň 10 parametrů, které dokážete s pomocí těchto nástrojů měřit na svém těle. Napište aspoň 4 věci, které dokážete vypořadovat s použitím pouze vaší hlavy a smyslu. [2 b]

Nyní se posuneme dopředu v čase

Píše se rok 2023 a zrovna vyšel experimentální bonus 7. ročníku IBISu. Ve vaší garáži máte nyní mnohem lepší vybavení:

*Chytré hodinky měřící puls a saturaci s GPS, metr, hrudní pás měřící aktivitu srdce, čip na botách měřící odpor vzduchu, masku omezující přístup vzduchu.*

2. Napište jakým způsobem a s použitím jakých věcí stanovíte: vykonanou práci při sportu a  $VO_2$  max. Nemusíte použít všechno vybavení z garáže. Definujte co to je  $VO_2$  max a jakou má rozměr jednotky. [2 b]



## Část první – diving reflex

14 bodů



Obrázek 2: National geographics, Yoga with Sea Lions – Damon Collie

Savci, nejen ti mořští, si vyvinuli reflex, který způsobí řadu fyziologických změn v případě kontaktu s vodou. Společně se budeme tomuto zvláštnímu fenoménu věnovat, potřebovat budete stopky a znalost měření tepu. **Experiment z důvodu bezpečnosti neprovádějte sami a přizvěte si někoho, kdo vás bude sledovat!** Víme, že představa využít sourozence jako výzkumné jedince je velmi lákavá, avšak pro splnění tématu – experimenty na sobě samých – budeme rádi, pokud budete experimenty provádět sami na sobě. Nicméně můžete je poprosit o počítání tepu nebo kontrolu, že se vám nic nestane.

### Jak nahmatat puls:

Přiložte 2–3 prsty na palcovou stranu předloktí blízko zápěstí a zatlačte do měkkého prostoru vedle šlachy svalu (viz obrázek 3). Při správném provedení byste měli cítit, jak vám pulzní vlna běhá pod prsty. Počítejte po dobu 10 s (použijte stopky nebo hodinky) a vynásobte 6×. Takhle získáme tzv. periferní minutový puls.



Obrázek 3: Jak měřit puls

3. Na jaké cévě měříme puls touto metodou? Vysvětlete, co to je puls a jak se liší od srdeční frekvence. Jaké typy periferních pulsů rozlišujeme dle pravidelnosti, plnosti (kvality pulsů)? [1.5 b]

4. Provedení a zpracování experimentu: [10 b]

1. **Experiment neprovádějte sami a ujistěte se že s vámi někdo bude, kdo vám může v případě potřeby pomoci!**
2. Nejprve si ujasněme jakým způsobem budeme vlastní puls měřit a zaznamenávat. Připravte si stopky, kterými můžete měřit čas. Nejprve se pokuste svůj puls nahmatat podle návodu uvedeného výše. Puls držte po dobu 10 vteřin a počítejte, kolik pulsů za tuto dobu ucítíte. Následně dopočítejte počet pulsů za 1 minutu pro toto měření. Vždy, když dále v textu zmíníme „změřte si puls“, budeme odkazovat právě na tento postup.
3. Tříkrát změřte svůj puls v klidu. Aritmetický průměr těchto hodnot budeme následně považovat za váš klidový puls. Tento průměr pak tečkovanou čarou vyneste do grafů, které zpracujete následujícími měřeními.
4. 30s v klidu dýchejte a během toho tříkrát zaznamenejte svůj puls (proved'te 3 měření pulsu bezprostředně za sebou).
5. Zadržte dech po dobu 30s a během toho opět tříkrát změřte svůj puls (proved'te 3 měření pulsu bezprostředně za sebou).

6. Nyní 30 s v klidu dýchejte a změřte stejným způsobem puls (3 měření bezprostředně za sebou)
7. Připravte si nádobu nebo umyvadlo se studenou vodou (pod 10 °C), do které můžete ponořit obličej.
8. Nyní aspoň 3 minuty počkejte (po zadržení dechu v kroku 4) se pořádně vydýchejte). Nejprve opět změřte svůj puls během 30 s v klidu na vzduchu (opět provádíte 3 měření pulsu bezprostředně za sebou)
9. Jak jistě tušíte, nyní následuje zadržení dechu jako v 1. případě. Tentokrát však budete zadržovat dech zatímco budete mít obličej ponořený ve vodě po dobu 30 s sekund. S měřením (3 měření po 10 s za sebou) vám může pomoci někdo další.
10. Následně opět 30 s v klidu dýchejte a změřte stejným způsobem puls (3 měření bezprostředně za sebou)
11. Na základě výsledků kontinuálních měření zpracujte 2 grafy, ve kterých bude na ose y vyneseny váš puls a na ose x čas. (každý graf tedy bude obsahovat 9 bodů z devíti měření pulsu a tečkovanou čáru značící průměrný klidový puls naměřený v bodě 3).
12. Sledované závislosti popište a vysvětlete na získaných datech princip diving reflexu. K čemu slouží a jak tento reflex vzniká? Je možné že vaše data nebudou odpovídat diving reflexu, v takovém případě vysvětlete co jste očekávali a proč vám to tak nemuselo vyjít.

**Tip:** netlačte příliš na cévu při měření pulsu, ať tlakem neovlivníte výsledky, a vyhněte se používání chytrých hodinek, mají často nepřesné měření. K měření pulsu v případě ponořeného obličeje můžete použít asistenci z důvodu náročnosti proveditelnosti.

Doplňující otázky:

5. Funguje diving reflex u všech savců stejně? Vysvětlete svou odpověď. [1 b]
6. Jakými způsoby naše tělo detekuje nedostatek kyslíku? V jakých hodnotách se normálně pohybuje saturace krve? [1 b]
7. Jaký vliv má teplo na prokrvení kůže? [0.5 b]

## Část druhá – metabolismus

20 bodů



Obrázek 4: Rudolf II – (Archimboldo). Rudolf II je zde zobrazen produkty všech ročních období aby tak autor demonstroval to, že vládl všem ročním obdobím, my ho zde dáváme jak demonstraci “jste to co jíte”

Na život potřebujeme energii, to je myslím všetkým jasné. Člověk za deň spotrebuje skoro toľko energie, čo sám váži. Na bližšie vysvetlenie daného stavu použijeme termín metabolismus, ktorý označuje všetky chemické reakcie v ľudskom tele. Medzi základné delenie patrí katabolizmus a anabolizmus. Metabolizmus je úzko spojený s výživou a dostupnosťou živín. V tejto časti úlohy sa pozrieme ako si dokážeme merať výdaj energie a mnoho ďalšieho.

8. Najprv si definujeme nasledujúce termíny, ktoré nám pomôžu bližšie pochopiť danú časť úlohy: bazálny metabolismus, klidový metabolismus, priama a nepriama kalorimetria, dusíková bilanca. Ako dané termíny spolu súvisia? [1 b]

Teraz sa pokúsime vypočítať si náš vlastný bazálny energetický výdaj. Najčastejšie sa počíta podľa Harris-Benedicta podľa nasledujúcej rovnice:

Pro muže:  $BEE = 66 + (13,7 \cdot m) + (5 \cdot h) - (6,8 \cdot r)$ ,

Pro ženy:  $BEE = 655 + (9,6 \cdot m) + (1,7 \cdot h) - (4,7 \cdot r)$ , kde

$m$  = weight,  $h$  = height,  $r$  = age

9. Vypočítajte si svoj vlastný bazálny energetický výdaj. Výsledok v kcal/den prevedte na kJ/den a kJ/s. [1 b]

10. Okrem bazálneho energetického výdaja si viete vypočítať aj aktuálny energetický výdaj. Vypočítajte ho. Akú rovnicu ste použili? [2 b]

Boli ste schopní vypočítať si bazálny a aktuálny energetický výdaj. Gratulujem. Teraz by ste mali byť schopní dané výpočty aplikovať na rôznych pacientov v klinickej praxi.

11. Váš pacient je 26-ročná slečna, vysoká 167 cm, vážiaca 62 kg, ktorá prežila ťažkú auto-nehodu. Má teplotu 39 °C a je momentálne ležiaci pacient s mnohočetným poranením a sepsou. Ako sa líši váš energetický výdaj a výdaj slečny po autonehode? Na čo si ohľadom stravy musia dať v nemocnici pozor? [2 b]

Keď sme sa už dostali k tej strave, je správny čas, aby ste sami prišli na to, ako vlastne jete. Konzumujete dostatok tukov, cukrov a bielkovín? Chýbajú vám nejaké vitamíny?

12. Koľko cukrov, tukov, bielkovín by mal človek denne konzumovať? Aká je odporúčaná denná dávka lipofilných vitamínov? [1 b]

### Postup:

Na spracovanie vlastného jídelníčku budete používať stránku [www.nutridata.cz](http://www.nutridata.cz).

1. Zaregistrujte sa, alebo sa prihláste cez účet Facebook. Prihlásenie sa je nutné – bez prihlásenia nie je možné jedálny lístok zostaviť! Registrácia je bezplatná. Na vypracovanie jedálneho lístka nie je potrebná platená verzia webu. Účet je možné kedykoľvek zrušiť.
2. Pri registrácii zadajte rok narodenia, výšku a váhu. Rovnako je nutné zadať úroveň fyzickej aktivity (nároveň ako na to je na stránke). Tieto údaje aplikácia používa na odhad bazálneho metabolizmu.
3. Pod odkazom „Jedálenky“ na lište hore vľavo vyberte „Pridaj jedálniček“.
4. Počas 3 dní si zapisuj svoj denný jedálniček.

Váš kompletný jedálniček by mal mať údaje o celkovom energetickom výdaji:

- energetickom príjme v jednotlivých jedlách počas dňa (raňajky, obed, ...),
- množstve jednotlivých živín prijatých v jednotlivých jedlách počas dňa (sacharidy, tuky, bielkoviny),

- konkrétnom zloženie jednotlivých jedál (tj. výpis potravín, ktoré ste zjedli na raňajky, obed, ...),
- celkovom energetickom príjme,
- celkovom príjme jednotlivých živín, vrátane denných odporúčaných dávok (DDD),
- percentuálnom rozloženie energetického príjmu v rámci základných živín (sacharidy, bielkoviny, tuky – koláčový graf v súhrnnom zobrazení vľavo).

13. K vypracovanej úlohe pridajte screenshoty, ktoré budú obsahovať všetky potrebné informácie. [8 b]

14. Okomentujte svoj denný jedálniček, chýba vám niečo? Čo byste zmenili? [2 b]

Teraz si skúsime vyvrátiť nejaké kontroverzné tvrdenia o výživě, ktoré sa šíria svetom.

15. Pri vegetariánoch je veľmi obľúbené tvrdenie s nedostatkom proteínu, ktorému vraj môžu čeliť. Je to tak? Môže pri vegetariánoch dôjsť k nedostatku proteínu? Skúste argumentovať prečo myslíte, že to tak je. [1 b]

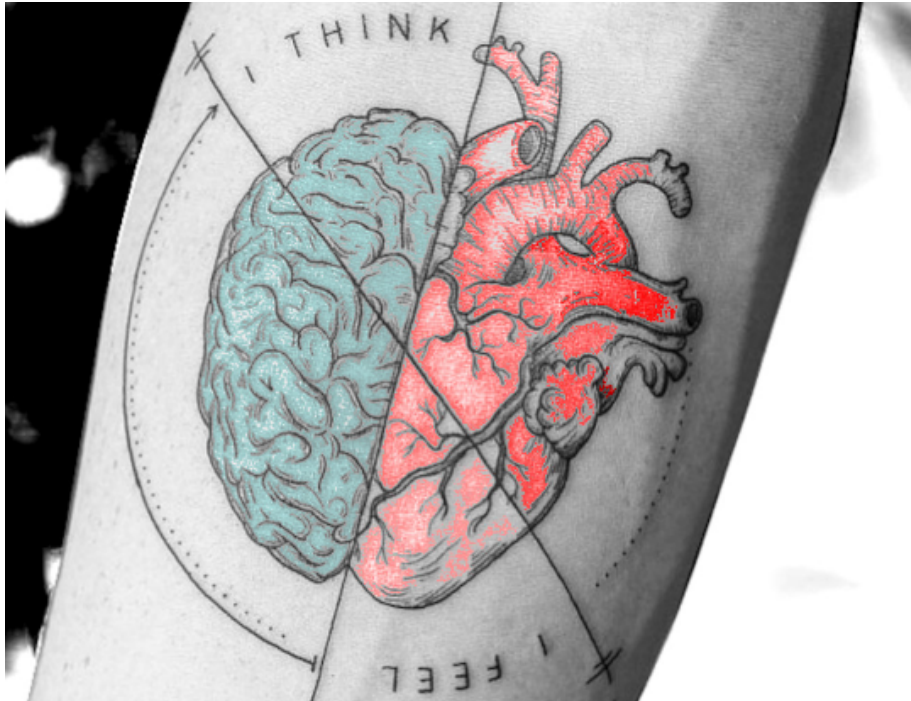
16. Čo tak vegáni a B<sub>12</sub>? Kto je v skutočnosti najnáchylnejší na nedostatok B<sub>12</sub>? Kto vlastne produkuje B<sub>12</sub>? [1 b]

17. Skúste definovať dané pojmy a vysvetliť, čo majú spoločné. Kto je na nich najnáchylnejší? *Beri beri, pellagra, kwashiorkor, marasmus.* [1 b]

Jan Samuel Mičan (e-mail: [honzamicann@gmail.com](mailto:honzamicann@gmail.com))

## Část třetí – další srdeční záležitosti

12 bodů



Obrázek 5: Pixabay.com a Jan Mičan.

Z celého srdce, snad, miluješ Boha svého,  
v rachotu tepu slyšíš ten tichý hlas Jeho.

Napsal ve své písni Víra Svatopluk Karásek – písničkář, disident, a muž sametové revoluce. I jeho nakonec zradilo srdce, když mu v mozku způsobilo mrtvici, neboli ischemickou cévní mozkovou příhodu. Ve dnešní takzvaně racionální době, kde vládou produkty, které se dají prodat a koupit, se tomu, co nám říká srdce, příliš nevěnujeme. Za emoce je zodpovědný mozek, přesněji, ale zjednodušeně a redukcionisticky amygdala, hypothalamická jádra a další. Srdce si samo udržuje jakýsi rytmus, ten který udržuje nezávisle na mozku ale činí zhruba sto tepů za minutu, což je z dlouhodobého hlediska neudržitelné. Srdce tedy má informace o proměnlivých potřebách těla a ducha. My ho běžně neslyšíme, ale většinou nepotřebujeme fonendoskop, abychom si všimli, že ho něco vyrušilo. Někdy i přímo „přeskočí“. Stejně jako máme hluboko zakódovaný reflex pro potápění, máme ho i pro pohyb těla a hnutí citů. Nejen že svými emocemi a životem můžeme ovlivnit své otáčky volnoběžné či v zápřahu, ale také jiným způsobem zrychlená či zpomalená srdeční akce ovládá naše emoce, jak bylo nedávno prokázáno [studii zveřejněnou v časopise Nature](#). V této části budeme sami na sobě poznávat, co doslova ovlivňuje náš životní rytmus.

18. Aby ani tato úloha nepostrádala teoretický úvod, namalujte obrázek srdce s jeho vlastními nervy (*nodus sinoatrialis*, *nodus atrioventricularis*, Hisův svazek a Purkyňova vlákna), ale i jeho spojení s námi, tj. centrálním nervovým systémem. Ve vašem oblíbeném anatomickém atlase najdete nervy, které ze srdce vycházejí do mozku, a naopak kterými mozek informuje srdce o jeho stavu. [2 b]

## 19. Provedení a zpracování experimentu

Životní rytmus srdce činí u zdravého člověka 70 tepů za minutu. Puls si již změřit umíme, můžeme proto zjistit, jak se vyvíjí v reakci na různé události v našem životě.

1. V průběhu jednoho týdne (pondělí–neděle, je jedno kdy začneme) budeme provádět opakované měření vlastního pulsu v určené časové okamžiky. Já si vybral ráno v 7:00, dopoledne v 10:00, po obědě ve 12:00, odpoledne v 15:00, večer v 19:00, a před spaním v 1:00. Je pravděpodobné, že Vaše období klidu a nasazení jsou v jiné hodiny. Nastavte si ideálně budík, abyste skutečně měřili ve stejné časové okamžiky (pokud máte zrovna plné ruce nebo například řídíte, samozřejmě dotáhněte piano do patra či zastavte na vhodném místě), kterých by mělo být 6 za den. Ideální bude nosit s sebou deník/telefon a zaznamenat si, pokud se v tomto období zrovna děje něco, co by hodnotu vašeho pulzu mohlo ovlivnit. Vypracování úkolu spočívá v namalování grafu, ve kterém na ose X vidíme dny v týdnu, na ose Y puls, a šesti různě barevnými čarami šest různých časových okamžiků (v jednom dni). Krátce okomentujte hodnoty pulsů v jednotlivých časových okamžicích – kdy jste měli nejvyšší/nejnižší hodnoty pulsu? Proč? Změnily se nějak hodnoty v průběhu týdne? Odlehlé hodnoty (čísla která se výrazně liší od ostatních) okomentujte důvodem, proč byl Váš puls velmi vysoký či nízký.
2. Na srdeční automacii nemá vliv pouze náš denní rytmus, ale také naše prožívání reality a emoce. Jedním z nejlepších způsobů jak v sobě vyvolat libé či nelibé emoce, stejně jako důvodem, proč tato úloha od Honzy Mičana nemá playlist, je hudba.

Proveďte tedy následující experiment: Vyberte si 4 hudební skladby: rychlá a energická, která se Vám líbí; rychlá a energická, která se Vám nelíbí, pomalá a uklidňující která se Vám líbí; a jak správně tušíte, pomalá, uklidňující, ale Vám nelibá. Každou z těchto skladeb si pusťte minimálně třikrát a po jejím dohrání si změřte puls (výsledky uvádějte v tepech/minutu).

**POZOR!** Mezi jednotlivými písněmi (měřeními) by měla být pauza minimálně pět minut, ideálně si ale jednoduše vezměte chytrý telefon a sluchátka, a v průběhu například cesty autobusem či vycházce (pozor na kolísající fyzickou obtížnost, tj. například kopce, ovlivňující puls) proveďte experiment. Pauza slouží k tomu, aby váš puls nebyl ještě ovlivněn skladbou předchozí.

Bodované provedení experimentu spočívá v uvedení 4 písní s jejich kategoriemi, průměrné hodnoty tepu, včetně směrodatné odchylky (spočítáte např. v MS Excel), a počtu měření (čím víc, tím líp, minimálně však 3), na základě těchto dat popište vliv emocí na vaší tepovou frekvenci, nezapomeňte hodnoty porovnat s vaší klidovou tepovou frekvencí (kterou znáte z úlohy o diving reflexu).

Písně pro Vás nesmí být neutrální, ale musí ve Vás vzbuzovat pořádné emoce! Buď klid, nebo pořádnou energii. Uveďte písně ze kterých nejste naměkko či Vám jsou přímo odporné!



Obrázek 6: BBC: Six quirky science experiments you can do on yourself right now

Máte za sebou velmi netradiční experimentální bonus. Doufáme, že vám ukázal, že i všední věci, které považujeme za samozřejmé, jsou stále zahalené rouškou tajemství, jejíž podkrytí často vyžaduje vlastního pozorování a všímání si závislostí na sobě samých. To však neznamená, že v touze po akademickém úspěchu budete dělat věci, které jsou za hranicí zdraví, určitě se však nebojte být zvědaví a zkuste si více všimat jak svého těla, tak i svého okolí.