

**UNIVERZITA KARLOVA  
FILOZOFICKÁ FAKULTA  
Katedra psychologie  
obor Obecná psychologie**



**Dizertační práce - přílohy**

**Mgr. Jakub Polák, Ph.D.**

**Neuropsychologie fobické reakce na hady  
Neuropsychology of phobic reaction to snakes**

**Vedoucí práce: doc. PhDr. Petr Kulišťák, Ph.D.**

**2021**

## Seznam příloh

<b>Příloha 1.</b> Český standardizovaný překlad Snake Questionnaire (SNAQ). .....	9
<b>Příloha 2.</b> Český standardizovaný překlad Disgust Scale - Revised (DS-R). .....	10
<b>Příloha 3.</b> Český standardizovaný překlad Spider Questionnaire (SPQ).....	12
<b>Příloha 4.</b> Charakteristiky výzkumných osob ve fMRI experimentu.....	13
<b>Příloha 5.</b> Strukturovaný klinický rozhovor pro diagnostiku specifické fobie z hadů.....	17
<b>Příloha 6.</b> Strukturovaný klinický rozhovor pro diagnostiku specifické fobie z pavouků. 18	
<b>Příloha 7.</b> Seznam druhů hadů prezentovaných během vyšetření fMRI.....	19
<b>Příloha 8.</b> Analýza rozdílů v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	21
<b>Příloha 9.</b> Analýza rozdílů v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	22
<b>Příloha 10.</b> Analýza rozdílů v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	23
<b>Příloha 11.</b> Analýza rozdílů v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. strach (odpor > strach).....	24
<b>Příloha 12.</b> Analýza rozdílů v aktivaci hipokampu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	25
<b>Příloha 13.</b> Analýza rozdílů v aktivaci parahipokampálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	26
<b>Příloha 14.</b> Analýza rozdílů v aktivaci insuly u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	27
<b>Příloha 15.</b> Analýza rozdílů v aktivaci PFC u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	28
<b>Příloha 16.</b> Analýza rozdílů v aktivaci okcipitálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	29



<b>Příloha 17.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	30
<b>Příloha 18.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	31
<b>Příloha 19.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	32
<b>Příloha 20.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	33
<b>Příloha 21.</b> Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	34
<b>Příloha 22.</b> Analýza rozdílu v aktivaci amygdaly u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	35
<b>Příloha 23.</b> Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	36
<b>Příloha 24.</b> Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	37
<b>Příloha 25.</b> Analýza rozdílu v aktivaci PFC u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	38
<b>Příloha 26.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	39
<b>Příloha 27.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	40
<b>Příloha 28.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	41
<b>Příloha 29.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	42
<b>Příloha 30.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	43

<b>Příloha 31.</b> Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	44
<b>Příloha 32.</b> Analýza rozdílu v aktivaci insuly u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	45
<b>Příloha 33.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	46
<b>Příloha 34.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	47
<b>Příloha 35.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	48
<b>Příloha 36.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	49
<b>Příloha 37.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	50
<b>Příloha 38.</b> Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).....	51
<b>Příloha 39.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. strach (odpor > strach).....	52
<b>Příloha 40.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. strach (odpor > strach).....	53
<b>Příloha 41.</b> Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	54
<b>Příloha 42.</b> Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	55
<b>Příloha 43.</b> Analýza rozdílu v aktivaci amygdaly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	56
<b>Příloha 44.</b> Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	57

<b>Příloha 45.</b> Analýza rozdílu v aktivaci insuly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	58
<b>Příloha 46.</b> Analýza rozdílu v aktivaci PFC u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	59
<b>Příloha 47.</b> Analýza rozdílu v aktivaci ACC u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	60
<b>Příloha 48.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálním u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	61
<b>Příloha 49.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). ....	62
<b>Příloha 50.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	63
<b>Příloha 51.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	64
<b>Příloha 52.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	65
<b>Příloha 53.</b> Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	66
<b>Příloha 54.</b> Analýza rozdílu v aktivaci putamen u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	67
<b>Příloha 55.</b> Analýza rozdílu v aktivaci amygdaly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). ....	68
<b>Příloha 56.</b> Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). ....	69
<b>Příloha 57.</b> Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). ....	70
<b>Příloha 58.</b> Analýza rozdílu v aktivaci insuly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). ....	71

<b>Příloha 59.</b> Analýza rozdílu v aktivaci PFC u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	72
<b>Příloha 60.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	73
<b>Příloha 61.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	74
<b>Příloha 62.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	75
<b>Příloha 63.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	76
<b>Příloha 64.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	77
<b>Příloha 65.</b> Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	78
<b>Příloha 66.</b> Analýza rozdílu v aktivaci putamen u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	79
<b>Příloha 67.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	80
<b>Příloha 68.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	81
<b>Příloha 69.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	82
<b>Příloha 70.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	83
<b>Příloha 71.</b> Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	84
<b>Příloha 72.</b> Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (strach > listy). .....	85

<b>Příloha 73.</b> Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	86
<b>Příloha 74.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	87
<b>Příloha 75.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	88
<b>Příloha 76.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	89
<b>Příloha 77.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	90
<b>Příloha 78.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	91
<b>Příloha 79.</b> Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).....	92
<b>Příloha 80.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	93
<b>Příloha 81.</b> Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	94
<b>Příloha 82.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	95
<b>Příloha 83.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).....	96
<b>Příloha 84.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy). .....	97
<b>Příloha 85.</b> Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	98
<b>Příloha 86.</b> Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	99

<b>Příloha 87.</b> Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	100
<b>Příloha 88.</b> Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	101
<b>Příloha 89.</b> Analýza rozdílu v aktivaci putamen u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor). .....	102
<b>Příloha 90.</b> Korelace mozkové aktivace a skóru SNAQ u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy). .....	103
<b>Příloha 91.</b> Korelace mozkové aktivace a skóru SNAQ u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (strach > listy). .....	104
<b>Příloha 92.</b> Landová E., Musilová V., Polák J., Sedláčková K., Frynta D. (2016): Antipredatory reaction of the leopard gecko ( <i>Eublepharis macularius</i> ) to snake predators. <i>Current Zoology</i> , 62: 439-450.....	105
<b>Příloha 93.</b> Landová L., Rádlová S., Polák J., Frynta D. (2016). Evoluční původ fobií ze zvířat. In J. Horáček, L. Kesner, C. Höschl, F. Španiel (eds.), <i>Mozek a jeho člověk, mysl a její nemoc</i> (pp. 235-245). Praha: Galén.....	118
<b>Příloha 94.</b> Rádlová S., Janovcová M., Polák J., Landová E., Frynta D. (2018). Emoce vyvolané zvířaty I: krása a estetické preference. <i>E-psychologie</i> , 12(3): 35-50.....	130
<b>Příloha 95.</b> Rádlová S., Peléšková Š., Polák J., Landová E., Frynta D. (2019). Emoce vyvolané zvířaty II: strach a odpor. <i>E-psychologie</i> , 12(4): 61-77. ....	146
<b>Příloha 96.</b> Vobrubová B., Sedláčková K., Janovcová M., Rádlová S., Polák J., Peléšková Š., Frynta D., Landová E. (2021). Eye movement patterns in response to fear- and disgust-eliciting reptiles. <i>Evolution and Human Behavior</i> , under review.....	165
<b>Příloha 97.</b> Coelho C. M., Polák J., Suttiwan P., Zsido A. N. (2021). Fear inoculation among snake experts. <i>BMC Psychiatry</i> , under review.....	188
<b>Příloha 98.</b> Zsido A. N., Coelho C. C., Polák J. (2021). Nature relatedness: a protective factor for snake and spider fears and phobias. <i>Journal of Environmental Psychology</i> ..	204

**Příloha 1.** Český standardizovaný překlad Snake Questionnaire (SNAQ).

Přečtěte si prosím následující tvrzení a odpovězte, zda s nimi souhlasíte či nesouhlasíte. Snažte se vždy posoudit, jak se na Vás dané tvrzení obecně vztahuje. Pokud tvrzení z větší části platí nebo platí ve většině případů, odpovězte **Souhlasím**. Pokud naopak z větší části neplatí nebo neplatí ve většině případů, odpovězte **Nesouhlasím**. Svou odpověď označte křížkem (X) v odpovídajícím sloupci.

	Souhlasím	Nesouhlasím
1. Vyhýbám se parkům nebo stanování, protože by tam mohli být hadi.		
2. Kdybych měl/a v ruce hračku hada, cítil/a bych jisté obavy.		
3. Kdyby se během filmu objevil na obrazovce had, odvrátil/a bych se.		
4. Nerad se dívám na obrázky hadů v časopise.		
5. Hadi mi připadají slizcí, i když to nemusí být pravda.		
6. Rád/a pozoruju hady v zoo.		
7. Děsí mě myšlenka, že bych se měl/a dotknout neškodného hada.		
8. Když mi někdo řekne, že se v okolí vyskytují hadi, jsem nervózní a ostražitý/á.		
9. Nešel/la bych se koupat na pláž, pokud by v té oblasti byli v minulosti hlášeni hadi.		
10. Kdybych měl/a na sobě pásek z hadí kůže, necítil/a bych se příjemně.		
11. Když vidím hada, jsem napjatý/á a nervózní.		
12. Baví mě číst články o hadech a jiných plazech.		
13. Dělá se mi špatně, když vidím hada.		
14. Hadi mohou být někdy užiteční.		
15. Běhá mi mráz po zádech, když pomyslím na hady.		
16. Nevadí mi být poblíž nejedovatého hada, když je se mnou někdo, komu důvěřuji.		
17. Někteří hadi jsou na pohled přitažliví.		
18. Nevěřím, že by někdo mohl vzít do ruky hada a přitom se nebál.		
19. Způsob, jakým se hadi pohybují, mi připadá odpudivý.		
20. Nevadilo by mi dotknout se mrtvého hada dlouhým klackem.		
21. Kdybych narazil/a v lese na hada, nejspíš bych utekl/a.		
22. Hadů se bojím víc než jakéhokoliv jiného zvířete.		
23. Nechtěl/a bych cestovat do tropických zemí, protože tam žije větší množství hadů.		
24. Nepřihlásil/a bych se na biologii či podobný předmět, kdybych si myslel/a, že budu muset pitvat hady.		
25. Nebojím se nejedovatých hadů.		
26. Bojím se nejen hadů, ale znervózňují mě také červi a většina plazů.		
27. Hadi jsou velmi elegantní zvířata.		
28. Nemyslím si, že se bojím hadů víc než běžní lidé.		
29. Nechtěl/a bych už příběh dále sledovat, pokud by se v ději objevilo něco o hadech.		
30. I kdybych šel/šla pozdě na velmi důležitou schůzku, nešel/la bych zkratkou přes louku, kdybych si myslel/a, že tam mohou být hadi.		

**Příloha 2.** Český standardizovaný překlad Disgust Scale - Revised (DS-R).

Rozhodněte prosím u následujících tvrzení, **do jaké míry s nimi souhlasíte či nesouhlasíte, jak moc jsou pro Vás pravdivá.** Svou odpověď pro každé tvrzení vyznačte zakroužkováním čísla (0-4) z následující škály:

**0** = Výrazně nesouhlasím (velmi nepravdivé)

**1** = Částečně nesouhlasím (spíše nepravdivé)

**2** = Něco mezi (ani souhlas, ani nesouhlas)

**3** = Částečně souhlasím (spíše pravdivé)

**4** = Výrazně souhlasím (velmi pravdivé)

1. Za určitých okolností bych byl/a ochoten/na sníst opičí maso.	0	1	2	3	4
2. Vadilo by mi, kdybych na hodině biologie viděl/a lidskou ruku naloženou v láhvi.	0	1	2	3	4
3. Vadí mi, když někdo vykašlává hleny.	0	1	2	3	4
4. Nikdy se nedotýkám žádnou částí svého těla záchodového prkýnka na veřejných toaletách.	0	1	2	3	4
5. Raději bych si zašel/la, abych nemusel/a jít přes hřbitov.	0	1	2	3	4
6. Nevadilo by mi vidět švába v cizím domě.	0	1	2	3	4
7. Nesmírně by mi vadilo dotknout se mrtvoly.	0	1	2	3	4
8. Když vidím někoho zvracet, dělá se mi špatně od žaludku.	0	1	2	3	4
9. Pravděpodobně bych nešel/la do své oblíbené restaurace, kdybych zjistil/a, že je kuchař nachlazený.	0	1	2	3	4
10. Vůbec by mi nevadilo, kdybych viděl/a člověka, jak si z očního důlku vydává skleněné oko.	0	1	2	3	4
11. Vadilo by mi, kdyby mi v parku přeběhla přes cestu krysa.	0	1	2	3	4
12. Raději bych snědl/a kus ovoce než kus papíru.	0	1	2	3	4
13. I kdybych byl/a hladový/á, nesnědl/a bych svoji oblíbenou polévku, kdyby byla zamíchaná použitou, ale pečlivě umytou plácačkou na mouchy.	0	1	2	3	4
14. Vadilo by mi spát v hezkém hotelovém pokoji, kdybych věděl/a, že v něm předchozí noc zemřel muž na infarkt.	0	1	2	3	4



### Za jak odporné byste považoval/a následující situace?

Svou odpověď pro každé tvrzení vyznačte zakroužkováním čísla (0-4) z následující škály:

**0** = Nijak odporné

**1** = Mírně odporné

**2** = Středně odporné

**3** = Velmi odporné

**4** = Nesmírně odporné

15. V popelnici uvidíte červy lezoucí po kusu masa.	0	1	2	3	4
16. Vidíte někoho, jak jí jablko nožem a vidličkou.	0	1	2	3	4
17. Když jdete podchodem pod železnici, ucítíte moč.	0	1	2	3	4
18. Dáte si doušek minerálky a pak si uvědomíte, že jste se napil/a ze sklenice, ze které již pil váš známý.	0	1	2	3	4
19. Kočka vašeho kamaráda zemřela a vy musíte její mrtvé tělo zvednout holýma rukama.	0	1	2	3	4
20. Vidíte někoho, jak si dá kečup na vanilkovou zmrzlinu a sní ji.	0	1	2	3	4
21. Vidíte člověka po nehodě, který má vyhřezlá střeva.	0	1	2	3	4
22. Zjistíte, že váš kamarád si mění spodní prádlo jen jednou za týden.	0	1	2	3	4
23. Kamarád vám nabídne čokoládu ve tvaru psího hovínka.	0	1	2	3	4
24. Náhodou se dotknete popelu z člověka, který byl zpopelněn.	0	1	2	3	4
25. Chystáte se vypít sklenici mléka, když ucítíte, že je zkažené.	0	1	2	3	4
26. Během sexuální výchovy jste požádán, abyste pomocí svých úst nafoukl nový nelubrikovaný kondom.	0	1	2	3	4
27. Jdete bosý/á po betonu a šlápnete na žížalu.	0	1	2	3	4

**Příloha 3.** Český standardizovaný překlad Spider Questionnaire (SPQ).

Přečtěte si následující tvrzení a odpovězte, zda s nimi souhlasíte či nesouhlasíte. Snažte se vždy posoudit, jak se na Vás dané tvrzení obecně vztahuje. Pokud tvrzení z větší části platí nebo platí ve většině případů, odpovězte **Souhlasím**. Pokud naopak z větší části neplatí nebo neplatí ve většině případů, odpovězte **Nesouhlasím**. Svou odpověď prosím označte křížkem.

**Souhlasím    Nesouhlasím**

1. Vyhýbám se parkům nebo stanování, protože by tam mohli být pavouci.		
2. Kdybych měl/a v ruce hračku pavouka, cítil/a bych jisté obavy.		
3. Kdyby se během filmu objevil na obrazovce pavouk lezoucí po člověku, odvrátil/a bych se.		
4. Nerad se dívám na obrázky pavouků v časopise.		
5. Když je na stropě nad mou postelí pavouk, nemůžu jít spát, dokud ho někdo jiný nezabije.		
6. Rád/a pozoruju pavouky, jak staví síť.		
7. Děsí mě myšlenka, že bych se měl/a dotknout neškodného pavouka.		
8. Když mi někdo řekne, že se v okolí vyskytují pavouci, jsem nervózní a ostražitý/á.		
9. Nešel/la bych pro něco do sklepa, kdybych si myslel/a, že tam mohou být pavouci.		
10. Kdyby pavouk vylezl z boty, kterou jsem vytáhl/a z botníku, abych si ji obul/a, cítil/a bych se nepříjemně.		
11. Když vidím pavouka, jsem napjatý/á a nervózní.		
12. Baví mě číst články o pavoucích.		
13. Dělá se mi špatně, když vidím pavouka.		
14. Pavouci mohou být někdy užiteční.		
15. Běhá mi mráz po zádech, když pomyslím na pavouky.		
16. Nevadí mi být poblíž neškodného pavouka, když je se mnou někdo, komu důvěřuji.		
17. Někteří pavouci jsou na pohled přitažliví.		
18. Nevěřím, že by někdo mohl vzít do ruky pavouka a přitom se nebál.		
19. Způsob, jakým se pavouci pohybují, mi připadá odpudivý.		
20. Nevadilo by mi dotknout se mrtvého pavouka dlouhým klackem.		
21. Kdybych narazil/a na pavouka při úklidu půdy, nejspíš bych utekl/a.		
22. Pavouků se bojím víc než jakéhokoli jiného zvířete.		
23. Nechtěl/a bych cestovat do Mexika nebo Střední Ameriky kvůli většímu výskytu sklípkanů.		
24. Dávám si pozor, když nakupuji ovoce, protože banány mohou lákat pavouky.		
25. Nebojím se nejedovatých pavouků.		
26. Nepřihlásil/a bych se na biologii nebo podobný předmět, kdybych si myslel/a, že budu zacházet s živými pavouky.		
27. Pavoučí síť vypadají velmi umělecky.		
28. Nemyslím si, že se bojím pavouků víc než běžní lidé.		
29. Nechtěl/a bych už příběh dále sledovat, pokud by se v ději objevilo něco o pavoucích.		
30. I kdybych šel/šla pozdě na velmi důležitou schůzku, nešel/la bych zkratkou podchodem, kdybych si myslel/a, že tam mohou být pavouci.		
31. Bojím se nejen pavouků, ale znervózňují mě i mnohonožky a housenky.		

**Příloha 4.** Charakteristiky výzkumných osob ve fMRI experimentu.

ID	Pohlaví	Věk	Biolog	SNAQ	DS-R	SNAQ kategorie	DS-R kategorie	SPQ	Fobie z hadů	Fobie z pavouků
1	žena	30	1	4	59	2	3	4	0	0
2	žena	26	1	6	45	2	2	12	0	0
3	žena	39	1	12	57	3	3	4	1	0
4	žena	31	0	9	40	2	2	3	0	0
5	žena	31	1	0	36	1	2	2	0	0
6	muž	29	0	19	35	3	1	3	0	0
7	muž	40	0	16	20	3	1	1	0	0
8	žena	24	0	9	37	2	2	19	0	0
9	žena	32	0	7	59	2	3	19	0	1
10	žena	21	1	1	17	1	1	0	0	0
11	žena	20	0	3	61	1	3	17	0	0
12	muž	19	0	1	62	1	3	9	0	0
13	muž	31	0	4	52	2	3		0	0
14	žena	22	0	0	42	1	2	3	0	0
15	muž	30	0	3	34	1	1	4	0	0
16	žena	29	1	12	59	3	3	1	0	0
17	muž	24	0	2	45	1	2	20	0	0
18	žena	23	0	9	52	2	3	7	0	0
19	žena	27	0	8	48	2	2	4	0	0
20	muž	27	0	5	29	2	1	10	0	0
21	žena	26	1	1	47	1	2	0	0	0
22	žena	25	1	1	28	1	1	1	0	0
23	žena	23	0	9	54	2	3	18	0	0
24	žena	26	0	27	48	3	2	5	1	0
25	žena	29	1	18	58	3	3	22	0	1
26	žena	31	1	0	26	1	1	14	0	0
27	žena	41		8	33	2	1		0	0
28	žena	87		12	24	3	1	1	0	0
29	žena	28	0	4	47	2	2	3	0	0
30	žena	27	0	23	63	3	3	26	0	1
31	žena	31	0	12	52	3	3	4	0	0
32	žena	30	0	15	15	3	1	0	1	0
33	muž	55	0	8	44	2	2	4	0	0
34	muž	34	1	18	49	3	2	2	0	0
35	žena	26	0	21	35	3	1		0	0
36	žena	20	0	0	31	1	1	0	0	0
37	žena	20	1	1	62	1	3	15	0	0
38	muž	54	1	0	18	1	1		0	0
39	žena	51	0	17	54	3	3		0	0
40	žena	21	0	3	16	1	1	0	0	0

41	muž	21	0	2	15	1	1	5	0	0
42	žena	20	0	2	60	1	3	5	0	0
43	žena	24	0	2	33	1	1	15	0	0
44	žena	53		19	38	3	2		0	0
45	žena	26	0	17	30	3	1	14	0	0
46	žena	26	0	13	50	3	3	14	0	0
47	žena	26	0	16	74	3	3	17	0	0
48	muž	20	0	24	32	3	1		0	0
49	žena	24	1	6	50	2	3	9	0	0
50	žena	27	1	2	64	1	3	23	0	1
51	žena	24	0	22	41	3	2	8	0	0
52	žena	24	1	1	53	1	3	20	0	0
53	žena	25	1	6	43	2	2	4	0	0
54	muž	46	0	2	42	1	2	13	0	0
55	žena	23	1	3	29	1	1	19	0	0
56	žena	23	1	3	74	1	3	26	0	1
57	žena	24	1	2	53	1	3	13	0	0
58	žena	24	1	5	29	2	1	7	0	0
59	muž	40	1	18	26	3	1	0	0	0
60	žena	24	0	2	36	1	2	17	0	0
61	žena	24	0	11	40	3	2	6	0	0
62	muž	22		7	39	2	2	5	0	0
63	muž	27	0	5	42	2	2	3	0	0
64	muž	23		12	58	3	3	25	0	1
65	žena	24	1	1	23	1	1	0	0	0
66	žena	26	0	0	30	1	1	0	0	0
67	žena	22		9	69	2	3	8	0	0
68	žena	20		29	78	3	3		1	0
69	muž	20	0	3	42	1	2	5	0	0
70	žena	25	0	22	19	3	1	3	0	0
71	žena	24	0	19	17	3	1	2	0	0
72	žena	28	0	24	66	3	3	6	0	0
73	žena	21	0	10	76	3	3	7	0	0
74	žena	34	0	24	87	3	3	29	0	1
75	žena	28	0	5	76	2	3	5	0	0
76	žena	29	1	24	43	3	2	2	1	0
77	žena	21	0	21	53	3	3	6	0	0
78	žena	25	0	26	69	3	3	5	0	0
79	žena	23	0	26	58	3	3	2	0	0
80	žena	24	0	26	46	3	2	5	0	0
81	žena	21	0	27	51	3	3	4	0	0
82	žena	47	0	4	24	2	1	13	0	0
83	muž	52	0	23	59	3	3	11	0	0
84	žena	39	0	19	23	3	1	4	1	0
85	žena	20	0	22	53	3	3	14	1	0
86	žena	25	0	15	16	3	1	10	0	0

87	muž	22	0	25	56	3	3	6	0	0
88	žena	21	0	23	21	3	1	19	0	0
89	žena	19	0	27	68	3	3	13	0	0
90	žena	21	0	19	52	3	3	5	0	0
91	žena	28	1	4	60	2	3	1	0	0
92	žena	36	1	17	62	3	3	18	1	0
93	žena	26	1	3	26	1	1	14	0	0
94	žena	38	1	0	25	1	1	8	0	0
95	žena	23	0	0	46	1	2	20	0	1
96	žena	24	1	1	57	1	3	20	0	1
97	žena	44	0	3	40	1	2	16	0	1
98	žena	21	1	1	39	1	2	19	0	1
99	žena	19	0	16	50	3	3	20	0	1
100	žena	22	0	3	34	1	1	20	0	1
101	žena	21	1	2	53	1	3	21	0	0
102	žena	32	0	2	37	1	2	19	0	1
103	žena	49	0	10	34	3	1	25	0	1
104	žena	19	0	4	53	2	3	22	0	1
105	žena	28	0	1	58	1	3	22	0	1
106	žena	21	0	18	57	3	3	26	0	1
107	žena	58	0	23	54	3	3	4	1	0
108	žena	24	1	22	45	3	2	1	1	0
109	žena	20	1	28	29	3	1	6	1	0
110	žena	51	0	24	56	3	3	10	1	0
111	žena	34	0	26	27	3	1	1	1	0
112	žena	27	0	26	38	3	2	8	1	0
113	žena	43	0	25	37	3	2	1	1	0
114	žena	21	1	28	69	3	3	19	1	0
115	žena	47	1	22	43	3	2	1	1	0
116	žena	33	0	28	55	3	3	5	1	0
117	žena	22	0	22	60	3	3	4	1	0
118	žena	24	0	9	59	2	3	20	0	1
119	žena	30	0	7	55	2	3	25	0	1
120	žena	40	0	0	27	1	1	25	0	1
121	žena	29	0	26	48	3	2	2	1	0
122	žena	42	0	25	59	3	3	5	1	0
123	žena	28	0	23	64	3	3	3	1	0
124	žena	22	0	8	46	2	2	23	0	1
125	žena	58	0	24	73	3	3	6	1	0
126	žena	22	0	22	52	3	3	5	1	0
127	žena	22	0	22	55	3	3	15	1	0
128	žena	23	0	24	60	3	3	6	1	0
129	žena	27	0	23	62	3	3	4	1	0
130	žena	21	0	21	60	3	3	11	1	0
131	žena	23	0	24	55	3	3	12	1	0
132	žena	25	0	22	51	3	3	8	1	0

133	žena	23	0	22	59	3	3	2	1	0
134	žena	27	0	21	65	3	3	11	1	0
135	žena	36	0	21	33	3	1	3	1	0
136	žena	26	0	26	76	3	3	3	1	0
137	žena	22	0	30	88	3	3	25	1	0
138	žena	65	0	27	65	3	3	17	1	0
139	žena	40	0	26	76	3	3	14	1	0

---

**Příloha 5.** Strukturovaný klinický rozhovor pro diagnostiku specifické fobie z hadů.

1. Jak velký strach ve Vás vzbuzují hadi na škále od 1 do 7?
2. Je podle Vás tento strach nepřiměřený, přehnaný? ANO – NE
3. Bojíte se setkání s hadem natolik, že se mu snažíte vyhýbat? ANO – NE
4. Jak byste reagoval/a v případě, že byste se s hadem setkala náhle (nebyla by možnost se mu vyhnout)?
5. Jak byste se cítil v místě, kde by momentálně žádný had nebyl, ale věděl byste, že se tam může vyskytnout?
6. Omezuje Vás nějak tento nadměrný strach z hadů v běžném životě (fungování v práci, vztazích, ...)? ANO – NE (pokud ano, tak jak).

***Pro diagnostiku fobie z hadů musí člověk odpovědět na otázku 1 alespoň '6' a na otázky 2, 3 a 6 musí odpovědět 'ANO'.***

Doplňující otázky:

7. Od kolika let máte takový strach z hadů?
8. Vyvolala ho nějaká konkrétní událost (setkání s hadem, kousnutí, film, ...)?
9. Má někdo u Vás v rodině nadměrný strach z hadů?
10. Jak často za poslední rok se Vám stalo, že jste prožíval/a silný strach z hadů?
11. Čeho se nejvíc bojíte v případě setkání s hadem?
12. Strach pociťuji při:

a) samotném pomyšlení na hady	ANO – NE
b) čtení textu o hadech (slovní podněty)	ANO – NE
c) sledování obrázků/fotografií hadů	ANO – NE
d) sledování videa/filmu s hady	ANO – NE
e) kontaktu s živým hadem	ANO - NE

**Příloha 6.** Strukturovaný klinický rozhovor pro diagnostiku specifické fobie z pavouků.

1. Jak velký strach ve Vás vzbuzují pavouci na škále od 1 do 7?
2. Je podle Vás tento strach nepřiměřený, přehnaný? ANO – NE
3. Bojíte se setkání s pavoukem natolik, že se mu snažíte vyhýbat? ANO – NE
4. Jak byste reagoval/a v případě, že byste se s pavoukem setkala náhle (nebyla by možnost se mu vyhnout)?
5. Jak byste se cítil v místě, kde by momentálně žádný pavouk nebyl, ale věděli byste, že se tam může vyskytnout?
6. Omezuje Vás nějak tento nadměrný strach z pavouků v běžném životě (fungování v práci, vztazích, ...)? ANO – NE (pokud ano, tak jak).

***Pro diagnostiku fobie z hadů musí člověk odpovědět na otázku 1 alespoň '6' a na otázky 2, 3 a 6 musí odpovědět 'ANO'.***

*Doplňující otázky:*

7. Od kolika let máte takový strach z pavouků?
8. Vyvolala ho nějaká konkrétní událost (setkání s pavoukem, kousnutí, film, ...)?
9. Má někdo u Vás v rodině nadměrný strach z pavouků?
10. Jak často za poslední rok se Vám stalo, že jste prožíval/a silný strach z pavouků?
11. Čeho se nejvíc bojíte v případě setkání s pavoukem?
12. Strach pociťuji při:
  - a) samotném pomyšlení na pavouky ANO – NE
  - b) čtení textu o pavoucích (slovní podněty) ANO – NE
  - c) sledování obrázků/fotografií pavouků ANO – NE
  - d) sledování videa/filmu s pavouky ANO – NE
  - e) kontaktu s živým pavoukem ANO - NE



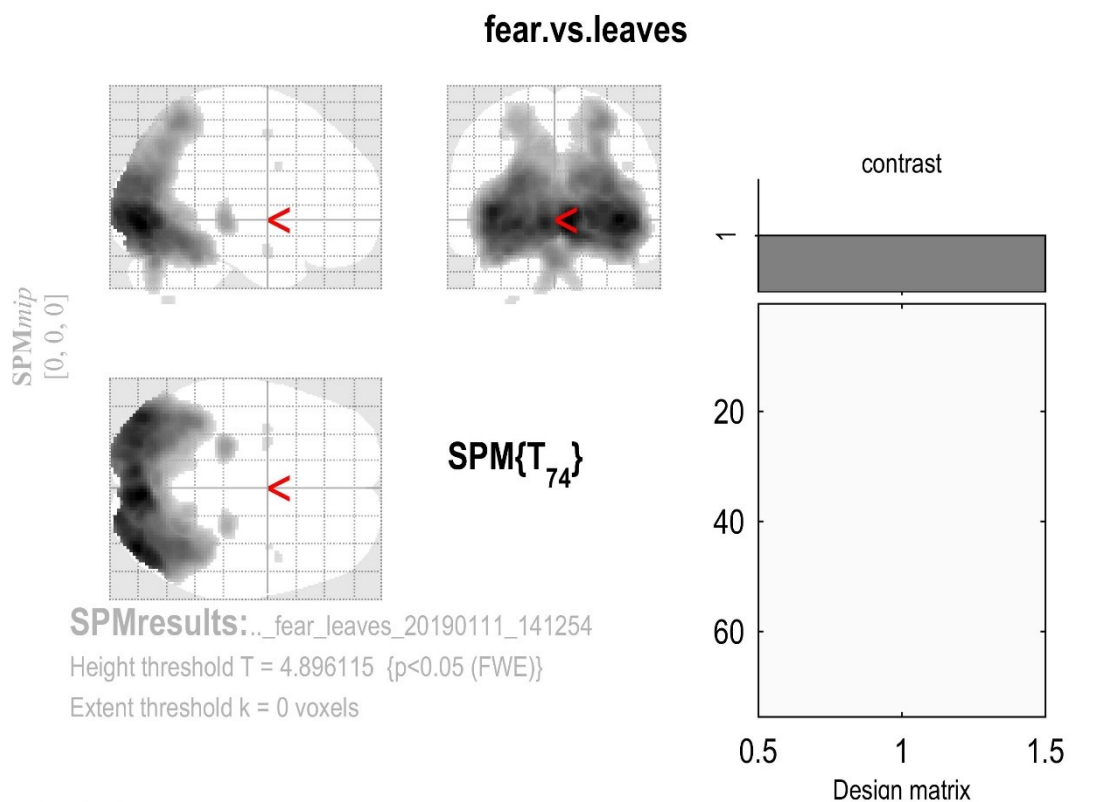
**Příloha 7.** Seznam druhů hadů prezentovaných během vyšetření fMRI.

Číslo	Druh	Podčeleď	Emoce	Průměr strach	Průměr odpor
1	<i>Afrotyphlops bibroni</i>	Typhlopinae	odpor	3,55	4,46
2	<i>Afrotyphlops lineolatus</i>	Typhlopinae	odpor	3,48	4,09
3	<i>Anilius wiedii</i>	Typhlopinae	odpor	3,27	4,29
4	<i>Austrotyphlops pinguis</i>	Typhlopinae	odpor	3,10	4,48
5	<i>Austrotyphlops diversus</i>	Typhlopinae	odpor	2,78	4,27
6	<i>Austrotyphlops guentheri</i>	Typhlopinae	odpor	2,85	4,42
7	<i>Epictia borapeliotes a</i>	Typhlopinae	odpor	3,57	4,35
8	<i>Epictia borapeliotes b</i>	Typhlopinae	odpor	3,19	4,33
9	<i>Helmithophis frontalis</i>	Typhlopinae	odpor	3,37	4,52
10	<i>Charina bottae a</i>	Typhlopinae	odpor	4,23	4,67
11	<i>Charina bottae b</i>	Typhlopinae	odpor	4,41	4,75
12	<i>Charina bottae c</i>	Typhlopinae	odpor	4,27	4,61
13	<i>Charina bottae d</i>	Typhlopinae	odpor	4,15	4,35
14	<i>Charina bottae e</i>	Typhlopinae	odpor	4,26	4,72
15	<i>Indotyphlops braminus</i>	Leptotyphlopinae	odpor	3,46	4,25
16	<i>Indotyphlops lazelli</i>	Leptotyphlopinae	odpor	3,19	4,31
17	<i>Letheobia episcopus</i>	Anomalepidinae	odpor	2,86	4,53
18	<i>Liotyphlops albirostris</i>	Charininae	odpor	3,08	4,45
19	<i>Liotyphlops sp.</i>	Charininae	odpor	3,26	4,06
20	<i>Myriopholis algeriensis</i>	Charininae	odpor	2,79	4,53
21	<i>Myriopholis macrorhyncha</i>	Charininae	odpor	2,79	4,41
22	<i>Ramphotyphlops ammodytes</i>	Charininae	odpor	2,84	4,33
23	<i>Ramphotyphlops australis</i>	Typhlopinae	odpor	2,88	4,37
24	<i>Ramphotyphlops bicolor</i>	Typhlopinae	odpor	2,82	4,00
25	<i>Ramphotyphlops bituberculatus</i>	Typhlopinae	odpor	3,15	4,32
26	<i>Ramphotyphlops braminus a</i>	Typhlopinae	odpor	2,91	4,33
27	<i>Ramphotyphlops braminus b</i>	Typhlopinae	odpor	3,04	4,41
28	<i>Rena humilis</i>	Anomalepidinae	odpor	2,82	4,34
29	<i>Tricheilostoma koppesi</i>	Anomalepidinae	odpor	3,24	3,70
30	<i>Typhlops arenarius</i>	Typhlopinae	odpor	2,78	4,39
31	<i>Typhlops bibroni</i>	Leptotyphlopinae	odpor	3,75	4,60
32	<i>Typhlops bimiensis</i>	Leptotyphlopinae	odpor	2,80	4,28
33	<i>Typhlops brongersmianus</i>	Leptotyphlopinae	odpor	3,28	4,40
34	<i>Typhlops reticulatus</i>	Leptotyphlopinae	odpor	3,27	4,38
35	<i>Typhlops vermicularis a</i>	Xenotyphlopinae	odpor	2,78	4,30
36	<i>Typhlops vermicularis b</i>	Xenotyphlopinae	odpor	2,87	4,47
37	<i>Typhlops vermicularis c</i>	Typhlopinae	odpor	2,95	4,34
38	<i>Typhlops vermicularis d</i>	Typhlopinae	odpor	2,95	4,42
39	<i>Xenotyphlops mocquardi a</i>	Typhlopinae	odpor	2,83	4,59
40	<i>Xenotyphlops mocquardi b</i>	Typhlopinae	odpor	2,82	4,08
41	<i>Agkistrodon taylori</i>	Crotalinae	strach	4,98	3,19
42	<i>Atheris squamigera a</i>	Viperinae	strach	5,03	2,81
43	<i>Atheris squamigera b</i>	Viperinae	strach	5,10	2,90

44	<i>Atheris squamigera c</i>	Viperinae	strach	5,16	2,95
45	<i>Azemiops feae a</i>	Azemiopinae	strach	5,10	3,24
46	<i>Azemiops feae b</i>	Azemiopinae	strach	4,88	3,08
47	<i>Azemiops feae c</i>	Azemiopinae	strach	5,06	3,19
48	<i>Bitis arietans a</i>	Viperinae	strach	5,03	3,37
49	<i>Bitis arietans b</i>	Viperinae	strach	5,02	3,40
50	<i>Bitis arietans c</i>	Viperinae	strach	5,07	3,34
51	<i>Bitis gabonica a</i>	Viperinae	strach	5,24	3,48
52	<i>Bitis gabonica b</i>	Viperinae	strach	5,29	3,44
53	<i>Bitis gabonica c</i>	Viperinae	strach	5,32	3,34
54	<i>Bitis nasicornis a</i>	Viperinae	strach	5,27	3,53
55	<i>Bitis nasicornis b</i>	Viperinae	strach	5,34	3,44
56	<i>Cerastes cerastes a</i>	Viperinae	strach	5,27	3,57
57	<i>Cerastes cerastes b</i>	Viperinae	strach	5,38	3,29
58	<i>Cerastes vipera a</i>	Viperinae	strach	5,47	3,73
59	<i>Cerastes vipera b</i>	Viperinae	strach	5,08	3,36
60	<i>Crotalus adamanteus a</i>	Crotalinae	strach	5,41	3,38
61	<i>Crotalus adamanteus b</i>	Crotalinae	strach	5,55	3,39
62	<i>Crotalus atrox</i>	Crotalinae	strach	5,59	3,44
63	<i>Crotalus cerastes</i>	Crotalinae	strach	5,29	3,39
64	<i>Echis carinatus multisquamata</i>	Viperinae	strach	4,78	3,20
65	<i>Echis carinatus sochureki</i>	Viperinae	strach	5,05	3,22
66	<i>Echis coloratus</i>	Viperinae	strach	4,98	3,33
67	<i>Echis ocellatus</i>	Viperinae	strach	4,79	3,23
68	<i>Montivipera xanthina</i>	Viperinae	strach	5,03	3,08
69	<i>Protobothrops jerdonii a</i>	Crotalinae	strach	5,04	3,08
70	<i>Protobothrops jerdonii b</i>	Crotalinae	strach	5,02	3,15
71	<i>Protobothrops jerdonii c</i>	Crotalinae	strach	5,11	3,12
72	<i>Pseudocerastes persicus a</i>	Viperinae	strach	5,26	3,41
73	<i>Pseudocerastes persicus b</i>	Viperinae	strach	5,30	3,56
74	<i>Pseudocerastes persicus c</i>	Viperinae	strach	5,35	3,66
75	<i>Vipera ammodytes a</i>	Viperinae	strach	5,04	3,17
76	<i>Vipera ammodytes b</i>	Viperinae	strach	5,15	3,11
77	<i>Vipera anatolica</i>	Viperinae	strach	5,13	3,17
78	<i>Vipera aspis</i>	Viperinae	strach	4,88	3,31
79	<i>Vipera berus</i>	Viperinae	strach	5,35	3,11
80	<i>Vipera orlovi</i>	Viperinae	strach	5,10	3,16

---

**Příloha 8.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



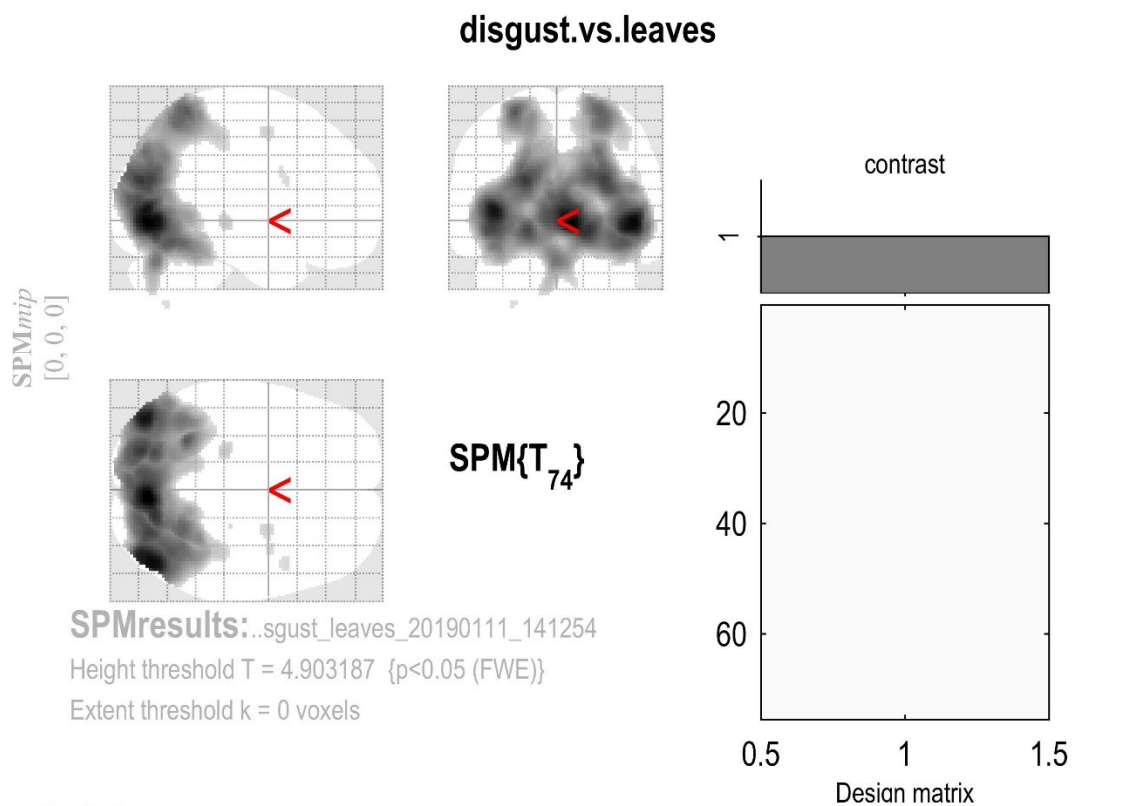
**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	8	0.000	0.000	253000	0.000	0.000	19.94	Inf	0.000		6	-82	-4
						0.000	0.000	19.36	Inf	0.000	40	-84	-2
						0.000	0.000	17.73	Inf	0.000	-40	-80	2
		0.000	0.000	264	0.000	0.000	0.000	9.33	7.56	0.000	-22	-28	-4
		0.000	0.000	220	0.000	0.000	0.000	8.30	6.95	0.000	26	-28	0
		0.007	0.271	24	0.135	0.005	0.104	5.59	5.09	0.000	-26	-2	-22
		0.011	0.330	16	0.217	0.010	0.215	5.37	4.92	0.000	-30	-66	-52
		0.013	0.330	14	0.248	0.011	0.228	5.35	4.90	0.000	-34	-2	50
		0.017	0.375	10	0.328	0.016	0.311	5.25	4.83	0.000	44	4	32
		0.028	0.546	4	0.546	0.031	0.608	5.05	4.66	0.000	38	-2	52

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 4.90$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 15.3 15.1 13.2 mm mm mm; 7.6 7.6 6.6 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 11.287$	Volume: 1507216 = 188402 voxels = 457.2 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 382.08 voxels)
FWEp: 4.896, FDRp: 6.020, FWEc: 4, FDRc: 220	

**Příloha 9.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	7	0.000	0.000	244480	0.000	0.000	16.38	Inf	0.000		6	-78	-2
					0.000	0.000	15.60	Inf	0.000		46	-76	-4
					0.000	0.000	15.04	Inf	0.000		-42	-80	4
		0.002	0.126	50	0.036	0.001	0.021	6.07	5.45	0.000	-22	-30	-2
		0.003	0.140	39	0.060	0.004	0.082	5.68	5.16	0.000	26	-2	52
		0.016	0.449	10	0.321	0.022	0.499	5.15	4.75	0.000	38	0	52
		0.008	0.288	20	0.165	0.023	0.499	5.14	4.74	0.000	46	10	22
		0.027	0.629	4	0.539	0.038	0.787	4.99	4.61	0.000	-28	-68	-52
		0.039	0.783	1	0.783	0.041	0.821	4.96	4.60	0.000	24	-26	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.90, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 10.967

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.903, FDRp: 6.074, FWEc: 1, FDRc: 24448

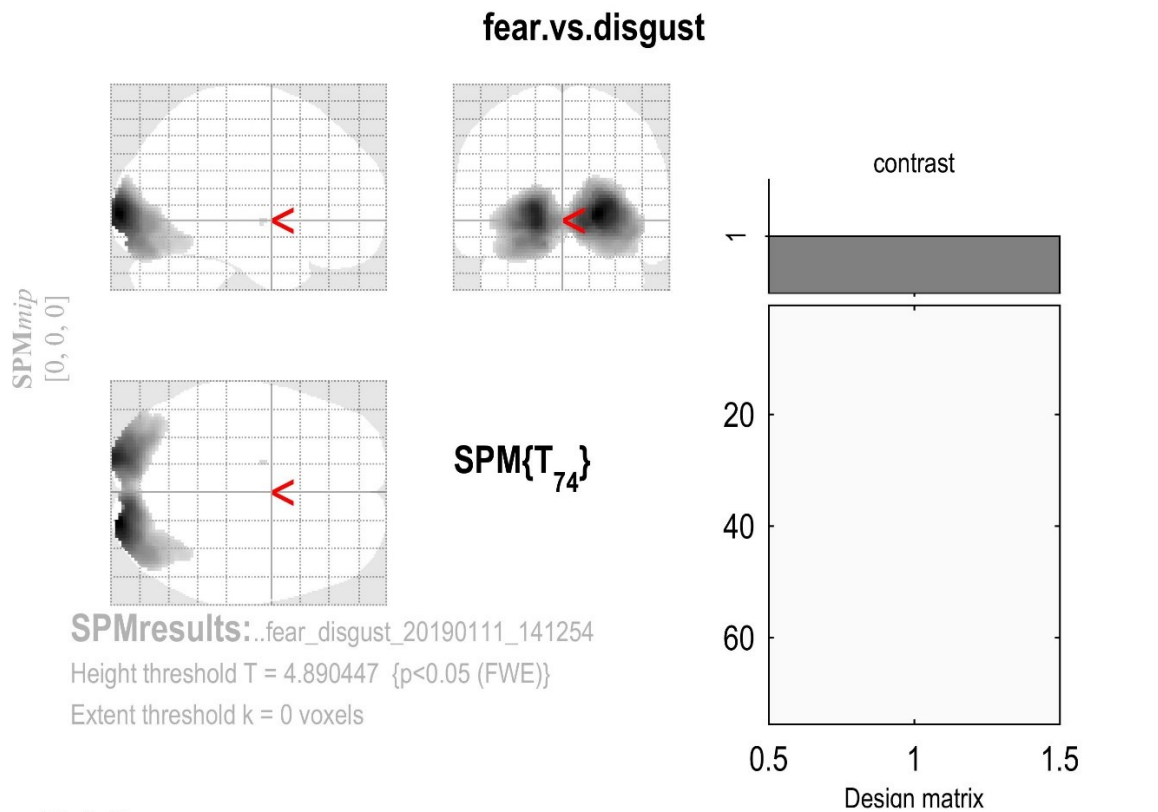
Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 15.1 15.0 13.2 mm mm mm; 7.5 7.5 6.6 {voxels}

Volume: 1507216 = 188402 voxels = 468.5 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 372.86 voxels)

**Příloha 10.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	5627	0.000	0.000	0.000	17.81	Inf	0.000	20	-98	2
						0.000	0.000	15.47	Inf	0.000	-18	-100	4
						0.000	0.000	14.31	Inf	0.000	14	-92	-4
		0.031	0.611	3	0.611	0.020	0.384	5.18	4.77	0.000	-16	-8	-2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.89, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 11.550

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.890, FDRp: 5.898, FWEc: 3, FDRc: 5627

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 15.4 15.2 13.3 mm mm mm; 7.7 7.6 6.7 {voxels}

Volume: 1507216 = 188402 voxels = 448.4 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 389.63 voxels)

**Příloha 11.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. strach (odpor > strach).

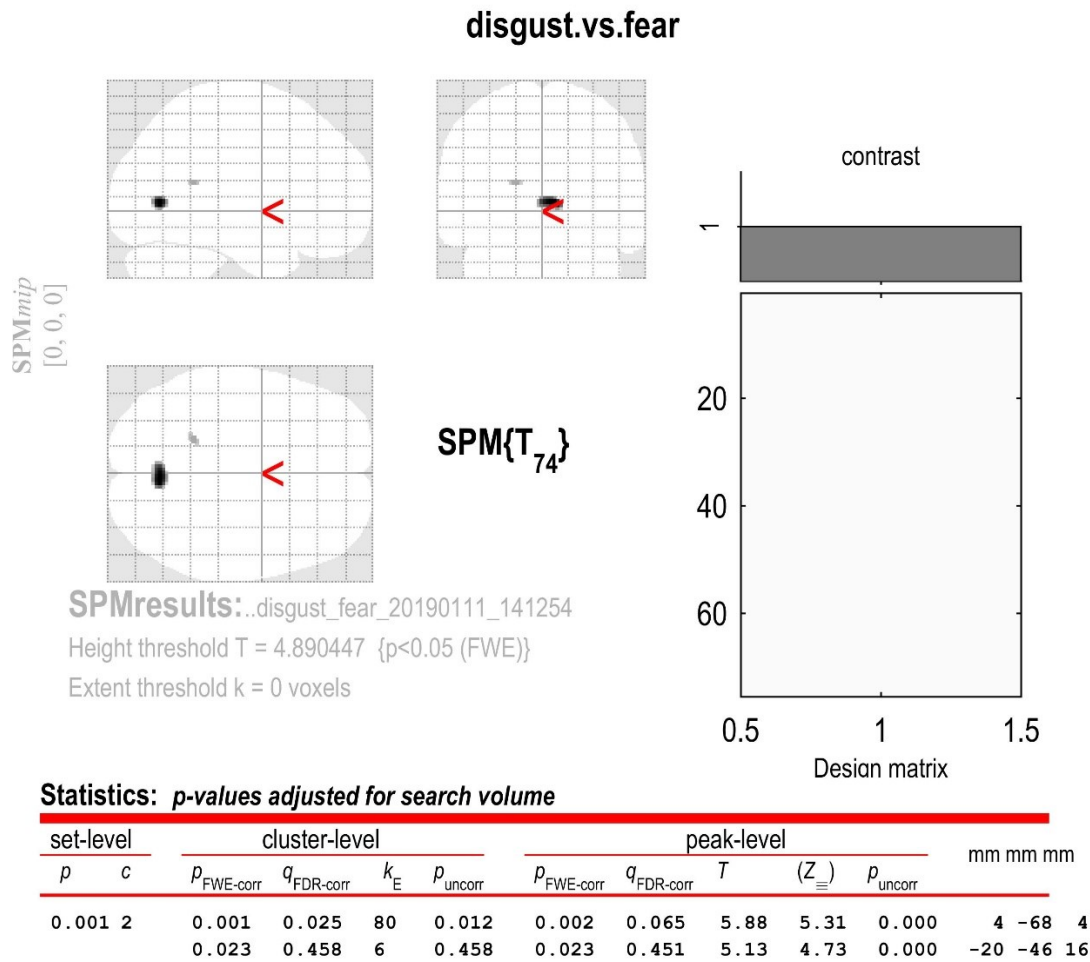
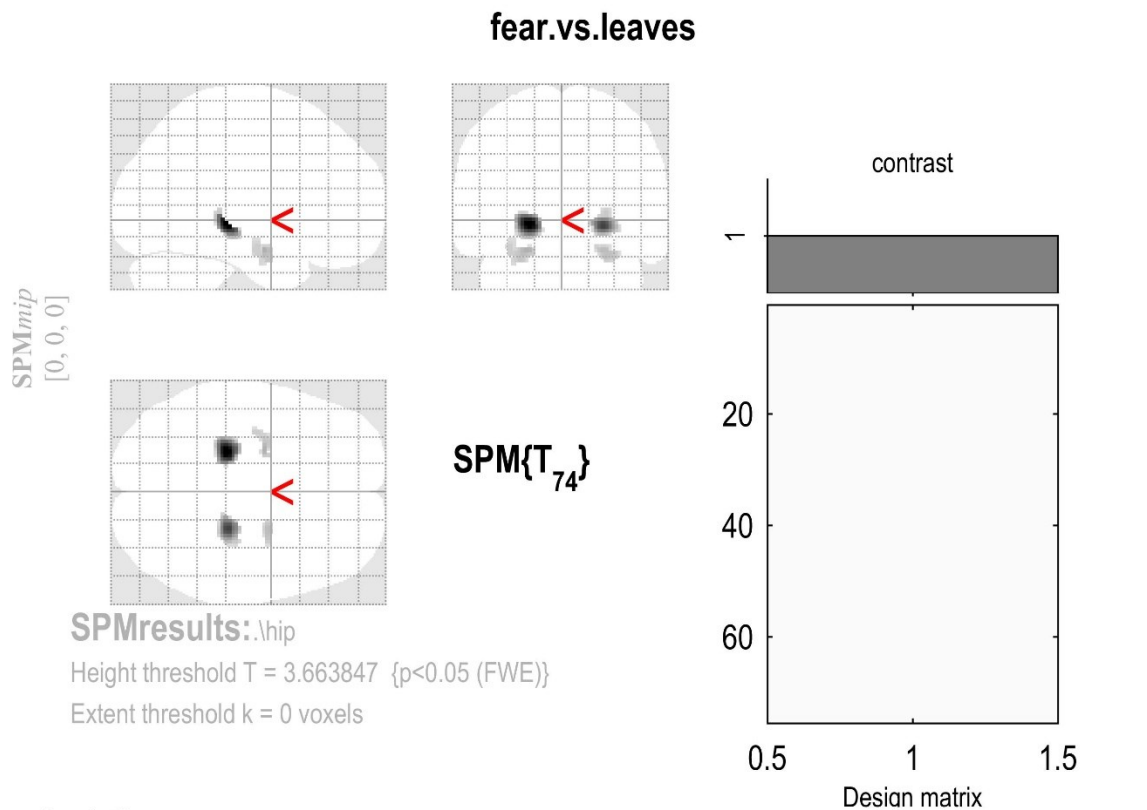


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.89$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 11.550$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 4.890, FDRp: Inf, FWEc: 6, FDRc: 80

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 FWHM = 15.4 15.2 13.3 mm mm mm; 7.7 7.6 6.7 {voxels}  
 Volume: 1507216 = 188402 voxels = 448.4 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 389.63 voxels)

**Příloha 12.** Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

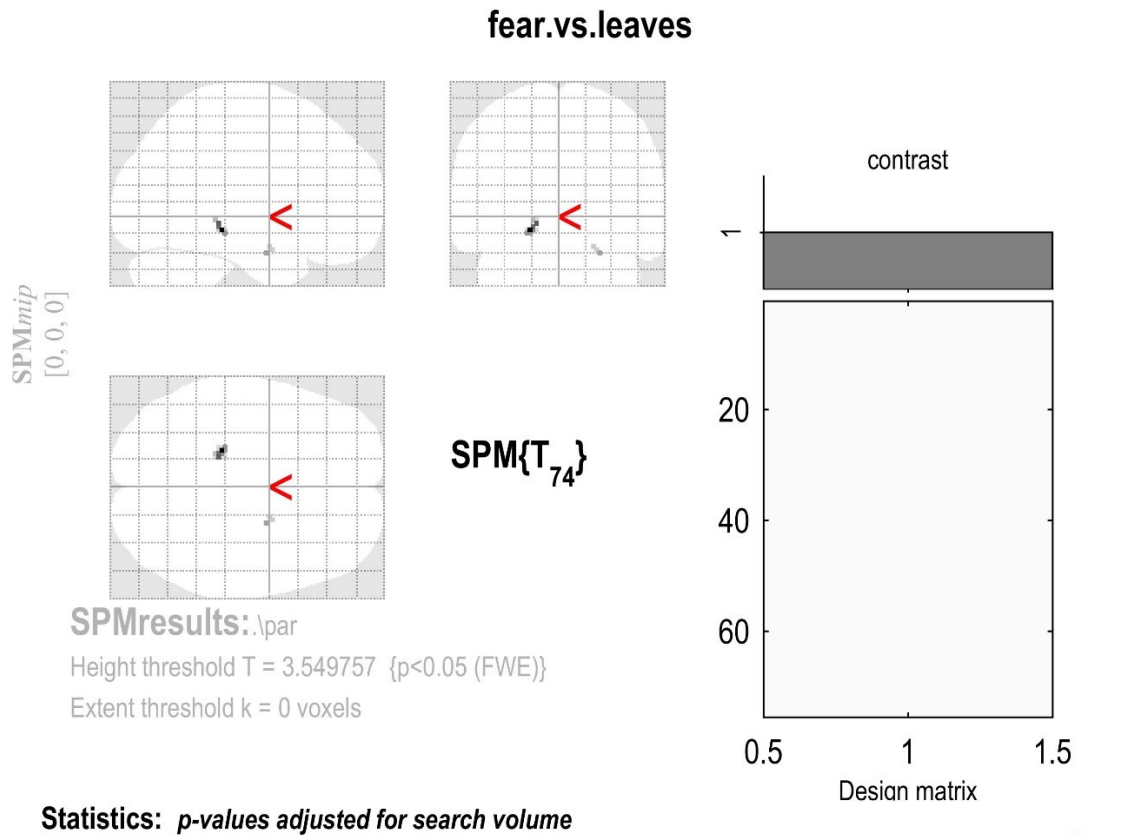
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	4	0.001	0.045	147	0.011	0.000	0.000	9.13	7.45	0.000	-22	-30	-4
		0.001	0.049	110	0.025	0.000	0.000	7.34	6.34	0.000	24	-28	-6
		0.006	0.149	50	0.112	0.002	0.082	4.75	4.42	0.000	-24	-6	-20
						0.014	0.266	4.12	3.89	0.000	-34	-10	-22
		0.009	0.184	34	0.184	0.004	0.133	4.51	4.23	0.000	26	-4	-20

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.66, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 14.1 14.1 11.6 mm mm mm; 7.0 7.1 5.8 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 20.483	Volume: 14872 = 1859 voxels = 3.0 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 287.73 voxels)
FWEp: 3.664, FDRp: 7.341, FWEc: 34, FDRc: 110	



**Příloha 13.** Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	4	0.027	0.880	11	0.532	0.003	0.349	4.53	4.24	0.000	-20	-32	-10
		0.044	0.880	1	0.880	0.023	0.777	3.83	3.65	0.000	24	-4	-24
		0.044	0.880	1	0.880	0.037	0.788	3.66	3.50	0.000	20	-2	-20
		0.044	0.880	1	0.880	0.040	0.788	3.63	3.47	0.000	22	0	-22

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.55$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 29.149$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.550, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 FWHM = 15.0 15.3 13.0 mm mm mm; 7.5 7.6 6.5 {voxels}  
 Volume: 10928 = 1366 voxels = 1.4 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 371.73 voxels)



**Příloha 14.** Analýza rozdílu v aktivaci insuly u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

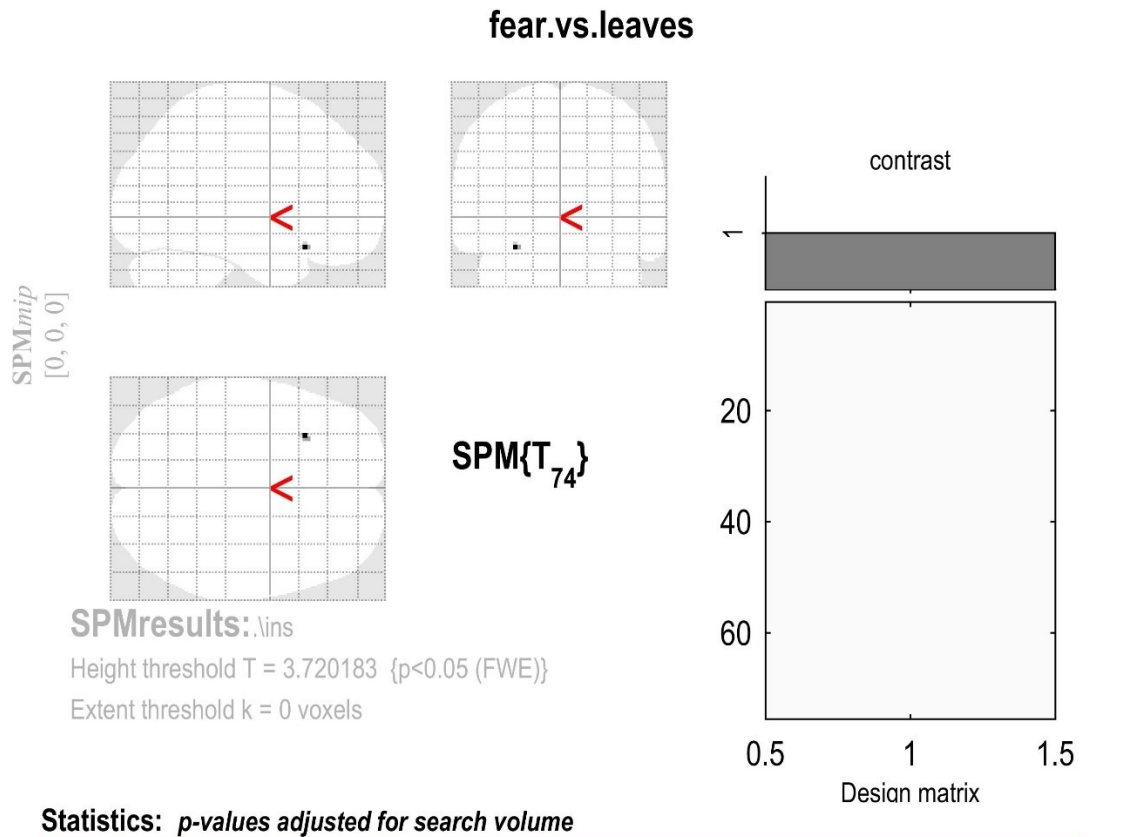
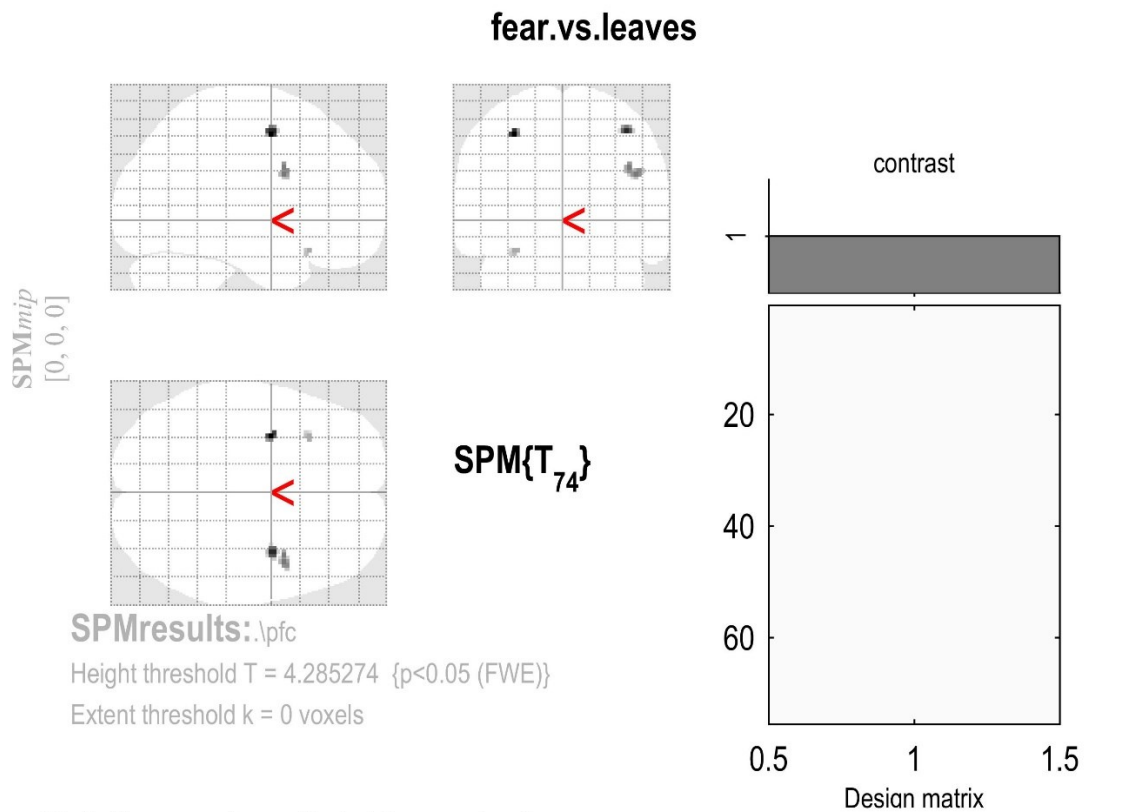


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.72, p = 0.000 (0.050)  
Extent threshold: k = 0 voxels  
Expected voxels per cluster, <k> = 36.492  
Expected number of clusters, <c> = 0.05  
FWEp: 3.720, FDRp: Inf, FWEc: 5, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
FWHM = 17.5 17.5 14.0 mm mm mm; 8.7 8.8 7.0 {voxels}  
Volume: 28888 = 3611 voxels = 3.4 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 537.05 voxels)

**Příloha 15.** Analýza rozdílu v aktivaci PFC u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	4	0.023	0.571	10	0.455	0.002	0.254	5.23	4.81	0.000	-32	-2	50
		0.017	0.571	17	0.325	0.004	0.254	5.05	4.66	0.000	38	-2	52
		0.013	0.571	22	0.264	0.013	0.399	4.71	4.39	0.000	44	6	26
		0.029	0.571	6	0.571	0.025	0.485	4.52	4.23	0.000	-32	22	-20

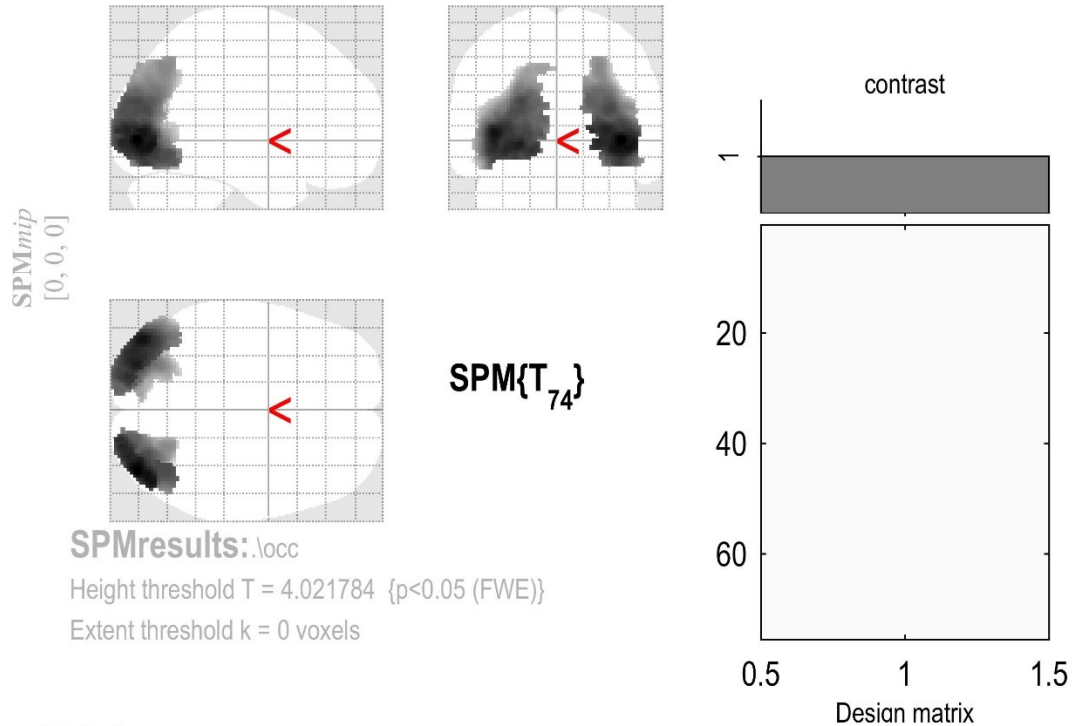
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.29, p = 0.000 (0.050)  
Extent threshold: k = 0 voxels  
Expected voxels per cluster, <k> = 18.989  
Expected number of clusters, <c> = 0.05  
FWEp: 4.285, FDRp: Inf, FWEc: 6, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
FWHM = 15.9 15.6 13.8 mm mm mm; 8.0 7.8 6.9 {voxels}  
Volume: 180792 = 22599 voxels = 38.1 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 429.55 voxels)

**Příloha 16.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

### fear.vs.leaves



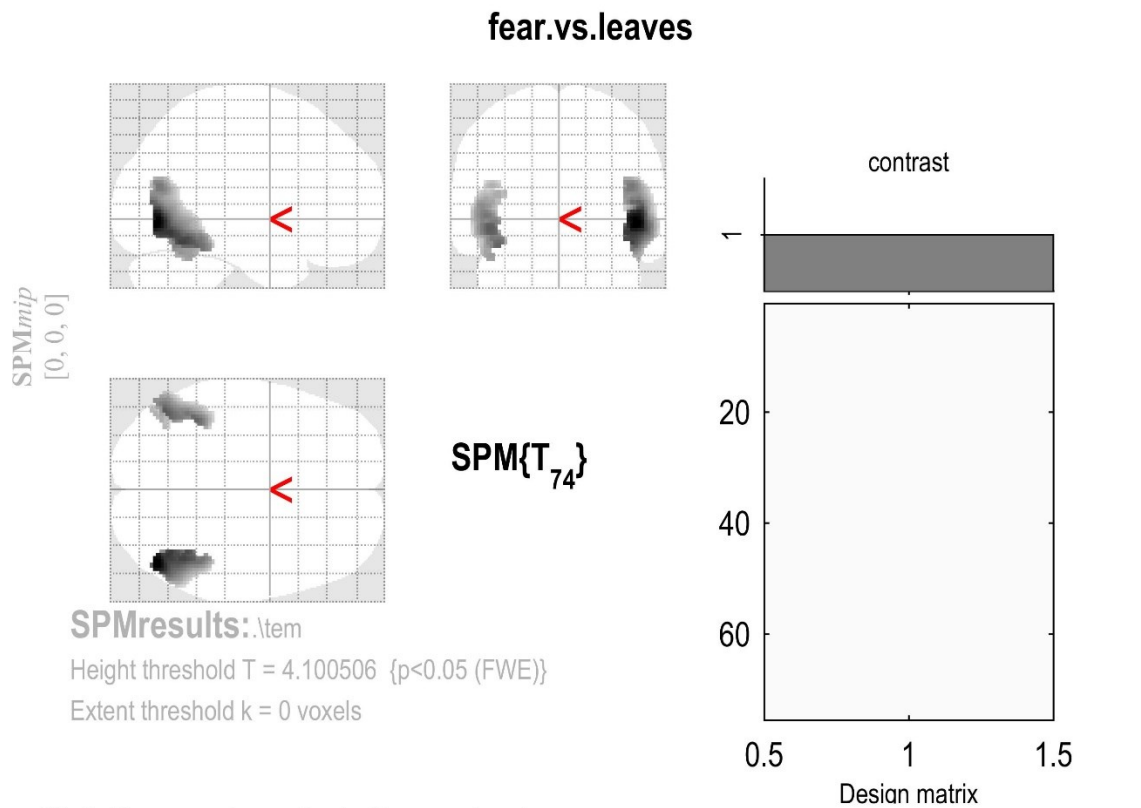
#### Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	2732	0.000	0.000	0.000	19.36	Inf	0.000	40	-84	-2
						0.000	0.000	17.52	Inf	0.000	46	-76	-4
						0.000	0.000	16.45	Inf	0.000	24	-94	-2
		0.000	0.000	3756	0.000	0.000	0.000	17.73	Inf	0.000	-40	-80	2
						0.000	0.000	16.95	Inf	0.000	-26	-86	-4
						0.000	0.000	16.29	Inf	0.000	-34	-86	-8

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.02, p = 0.000 (0.050)      Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 Extent threshold: k = 0 voxels      FWHM = 13.2 14.4 13.9 mm mm mm; 6.6 7.2 7.0 {voxels}  
 Expected voxels per cluster, <k> = 17.781      Volume: 57552 = 7194 voxels = 13.4 resels  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05      Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 331.77 voxels)  
 FWEp: 4.022, FDRp: 8.132, FWEc: 2732, FDRc: 2732

**Příloha 17.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	1370	0.000	0.000	0.000	16.99	Inf	0.000	48	-74	-4
						0.000	0.000	13.47	Inf	0.000	42	-66	-10
						0.000	0.000	12.90	Inf	0.000	44	-58	-16
		0.000	0.000	749	0.000	0.000	0.000	11.38	Inf	0.000	-46	-68	-8
						0.000	0.000	10.94	Inf	0.000	-40	-48	-18
						0.000	0.000	9.93	Inf	0.000	-48	-68	0

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.10, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 17.2 16.1 13.8 mm mm mm; 8.6 8.0 6.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 24.088	Volume: 110488 = 13811 voxels = 20.8 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 476.70 voxels)
FWEp: 4.101, FDRp: 5.999, FWEc: 749, FDRc: 749	

**Příloha 18.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

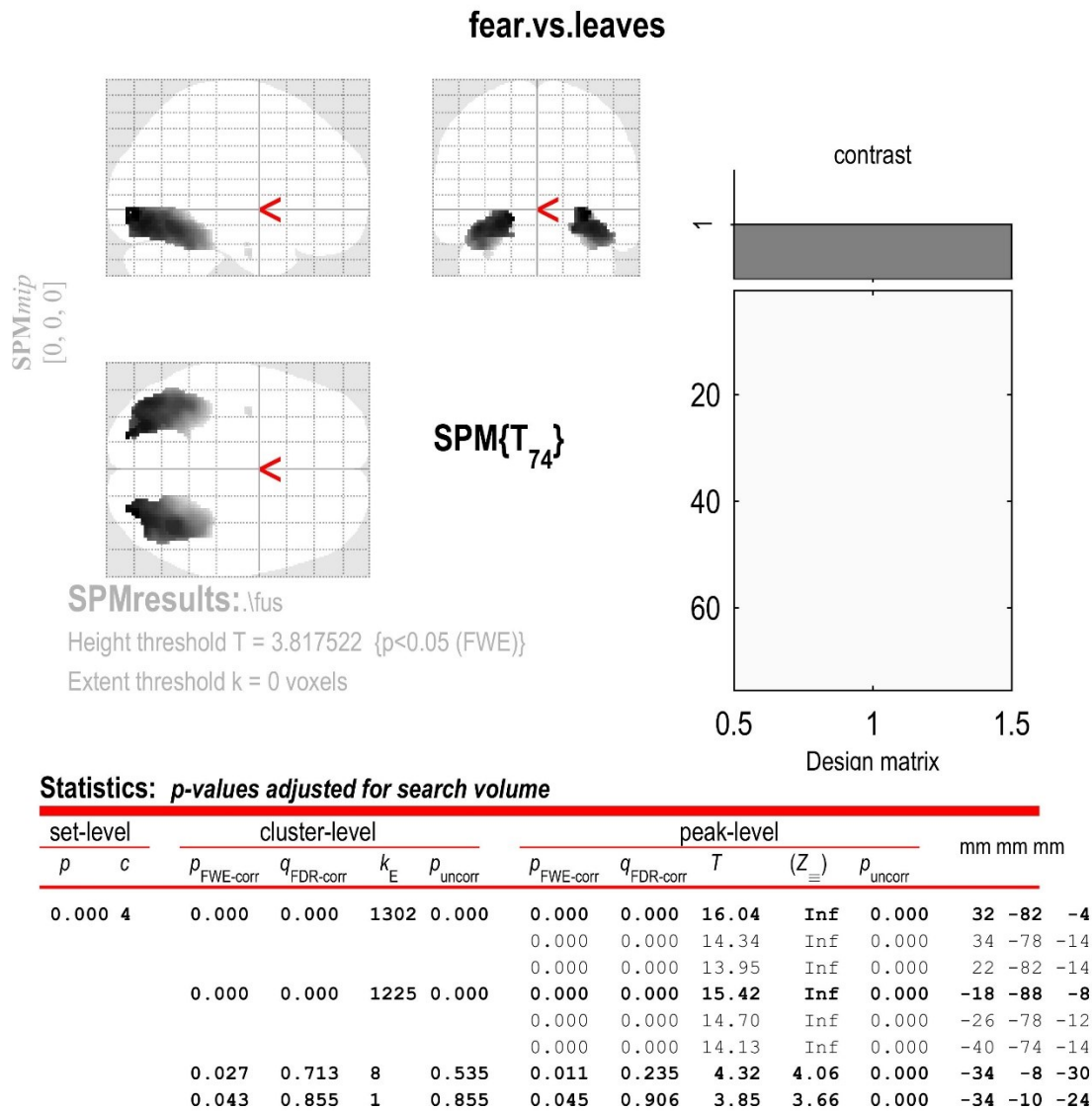
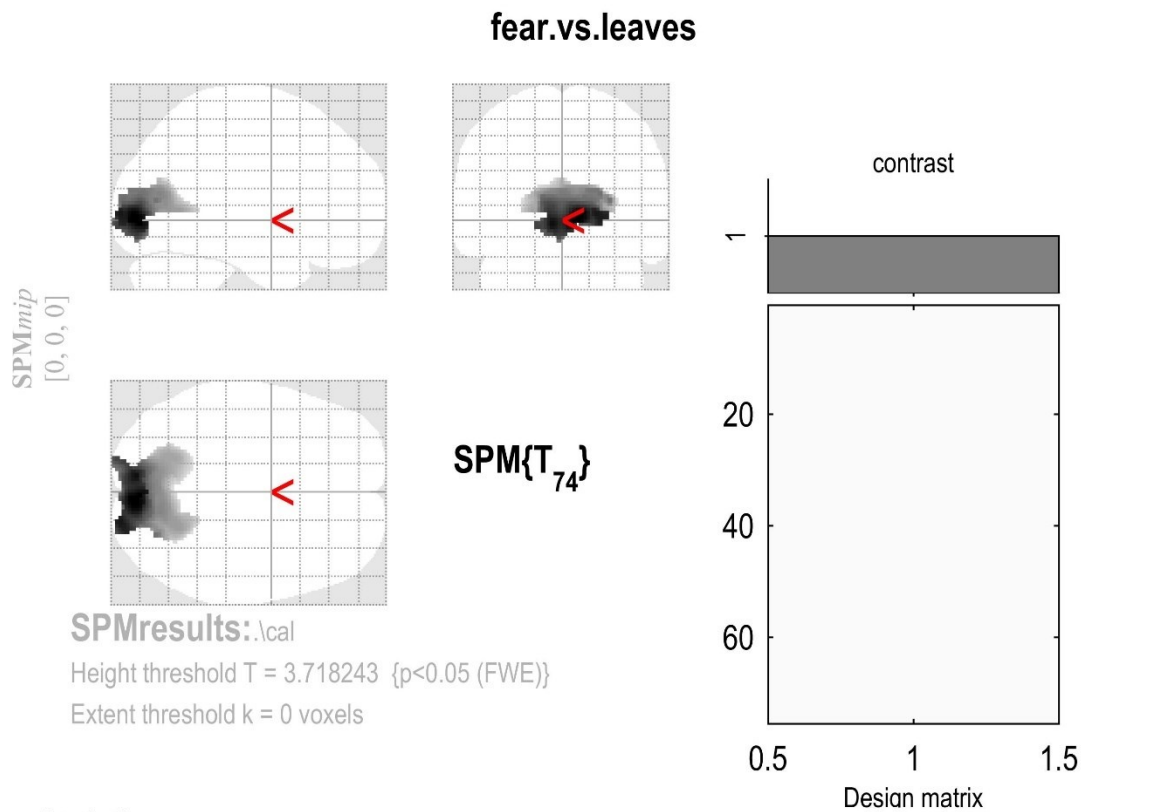


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.82$ ,  $p = 0.000$  (0.050)      Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels      FWHM = 14.6 14.9 12.6 mm mm mm; 7.3 7.4 6.3 {voxels}  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 21.476$       Volume: 28008 = 3501 voxels = 5.2 resels  
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$       Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 341.95 voxels)  
 FWEp: 3.818, FDRp: 8.762, FWEc: 1, FDRc: 1225

**Příloha 19.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	0.000	2801	0.000	0.000	0.000	18.85	Inf	0.000	8	-86	-2
				0.000	0.000	17.42	Inf	0.000	-8	-86	-4
				0.000	0.000	16.74	Inf	0.000	20	-96	2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.72, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 25.277

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 3.718, FDRp: 9.667, FWEc: 2801, FDRc: 2801

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

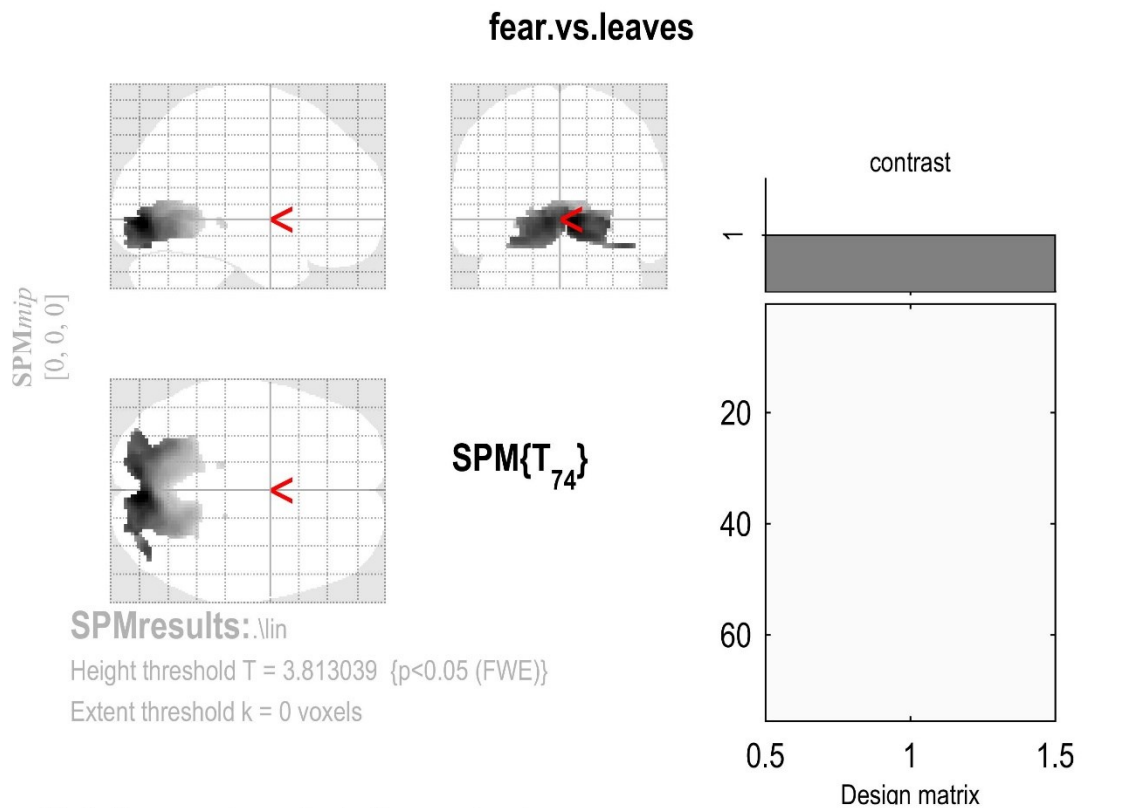
FWHM = 15.0 14.7 13.5 mm mm mm; 7.5 7.3 6.8 {voxels}

Volume: 27488 = 3436 voxels = 6.0 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 371.41 voxels)



**Příloha 20.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	3	0.000	0.000	3315	0.000	0.000	0.000	19.94	Inf	0.000	6	-82	-4
						0.000	0.000	16.88	Inf	0.000	-10	-86	-4
						0.000	0.000	14.99	Inf	0.000	-16	-90	-10
		0.032	0.855	5	0.632	0.002	0.049	4.80	4.47	0.000	-14	-32	-4
		0.043	0.855	1	0.855	0.009	0.170	4.40	4.14	0.000	18	-30	-6

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.81, p = 0.000 (0.050)      Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 Extent threshold: k = 0 voxels      FWHM = 14.7 14.8 12.5 mm mm mm; 7.3 7.4 6.3 {voxels}  
 Expected voxels per cluster, <k> = 21.390      Volume: 31528 = 3941 voxels = 7.0 resels  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05      Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 339.36 voxels)  
 FWEp: 3.813, FDRp: 4.805, FWEc: 1, FDRc: 3315

**Příloha 21.** Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

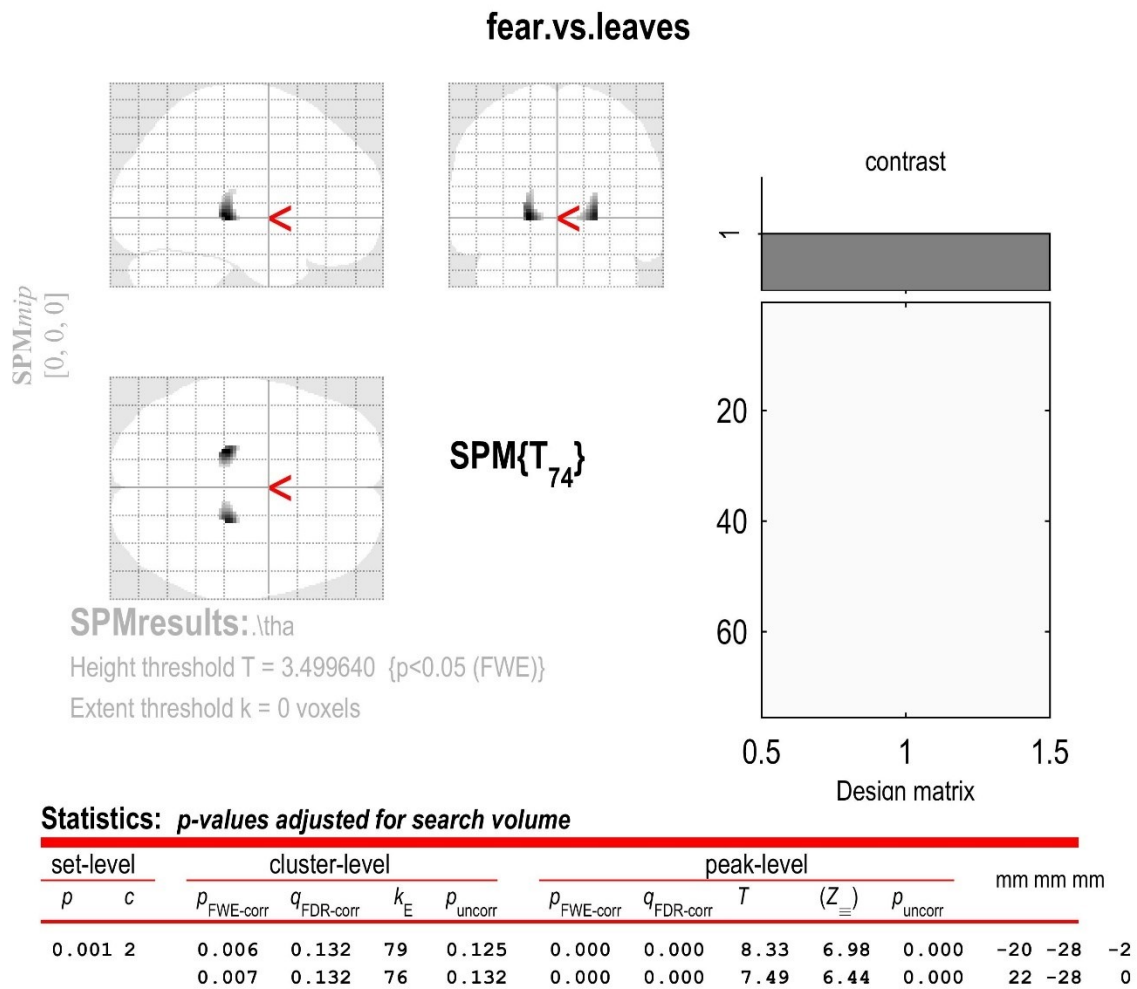


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.50$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 34.981$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 3.500, FDRp: 7.492, FWEc: 76, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

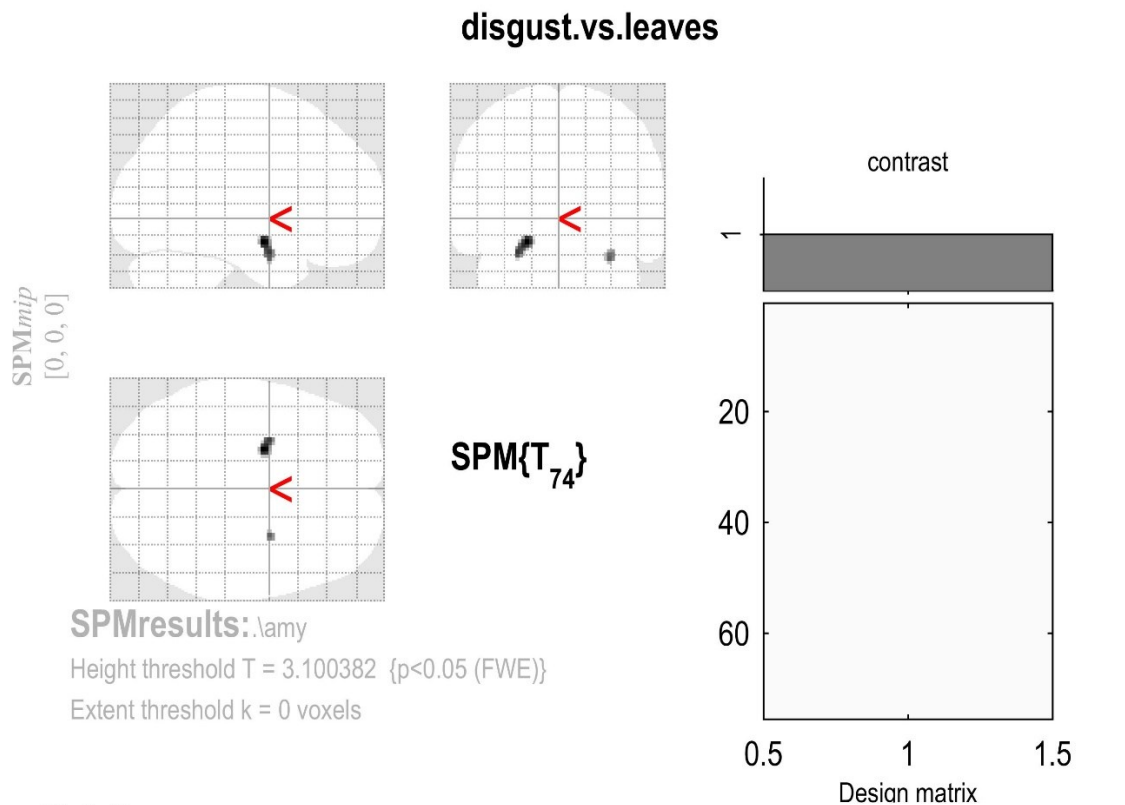
FWHM = 16.6 17.0 12.1 mm mm mm; 8.3 8.5 6.0 {voxels}

Volume: 17256 = 2157 voxels = 3.4 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 427.11 voxels)



**Příloha 22.** Analýza rozdílu v aktivaci amygdaly u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

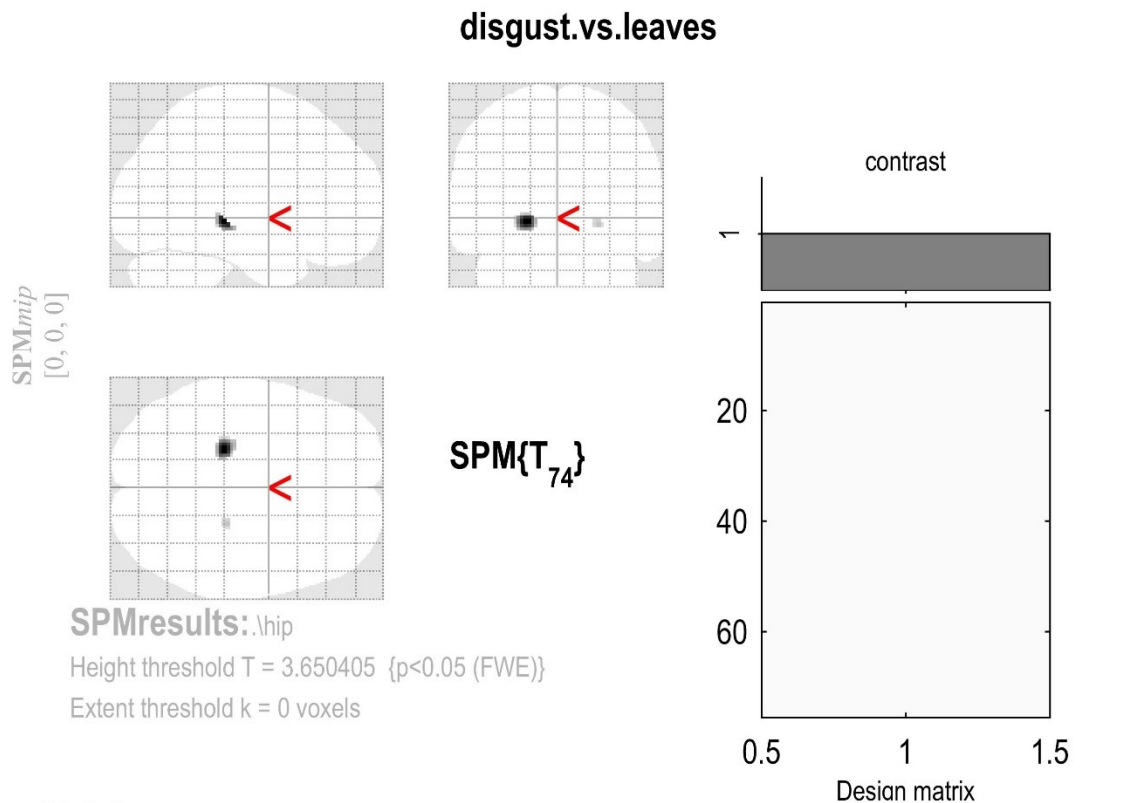
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.015	0.582	55	0.291	0.007	0.344	3.84	3.65	0.000	-22	-6	-16
						0.013	0.344	3.62	3.46	0.000	-28	-2	-22
		0.031	0.609	14	0.609	0.017	0.344	3.50	3.36	0.000	30	-2	-26

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.10$ ,  $p = 0.001$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 53.291$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.100, FDRp: Inf, FWEc: 14, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 FWHM = 16.1 15.5 14.3 mm mm mm; 8.1 7.8 7.2 {voxels}  
 Volume: 3664 = 458 voxels = 0.4 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 448.21 voxels)

**Příloha 23.** Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.005	0.179	62	0.090	0.000	0.001	6.02	5.41	0.000	-22	-30	-4
		0.032	0.638	5	0.638	0.021	0.423	3.95	3.75	0.000	24	-28	-6

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.65$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 22.015$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 3.650, FDRp: 6.016, FWEc: 5, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 14.1 14.7 11.8 mm mm mm; 7.1 7.4 5.9 {voxels}

Volume: 14872 = 1859 voxels = 2.8 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 305.79 voxels)

**Příloha 24.** Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).

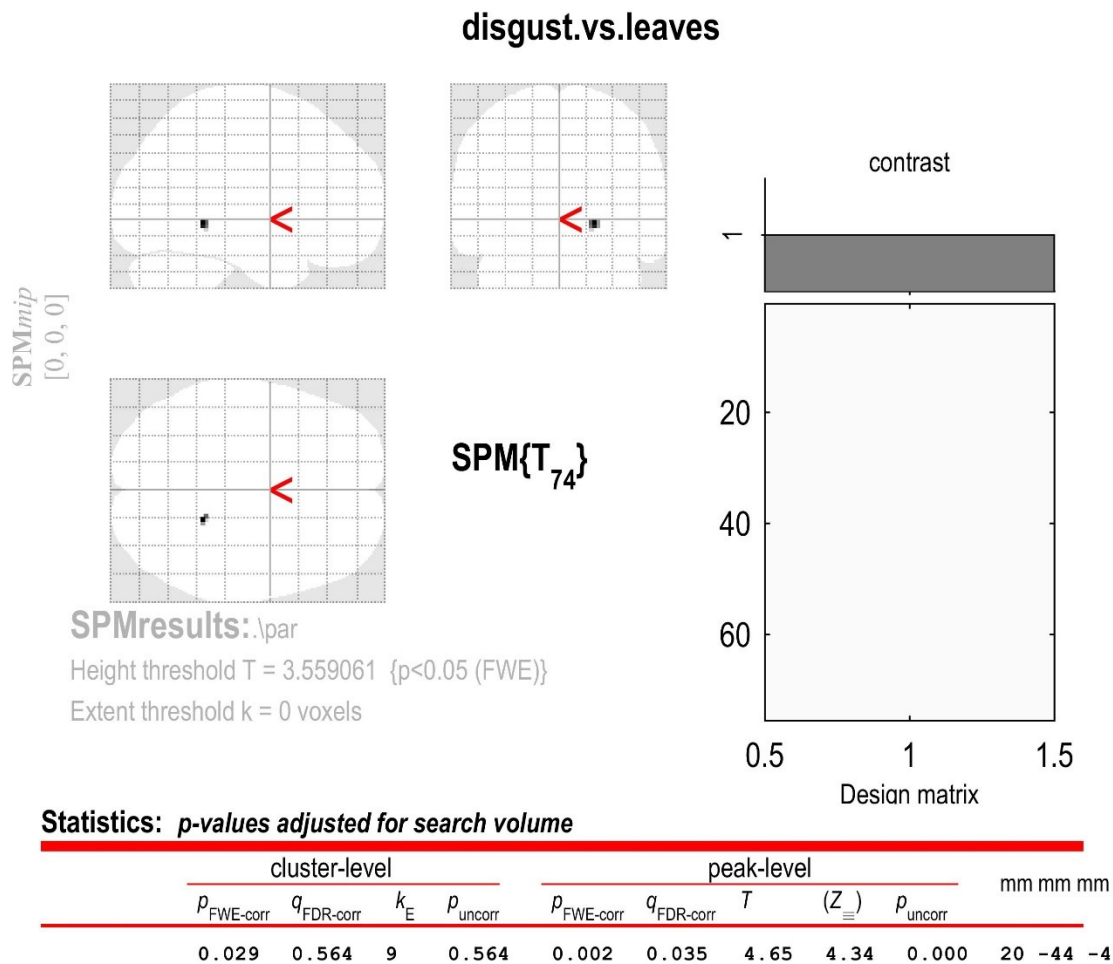


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.56$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 27.655$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 3.559, FDRp: 4.647, FWEc: 9, FDRc: Inf

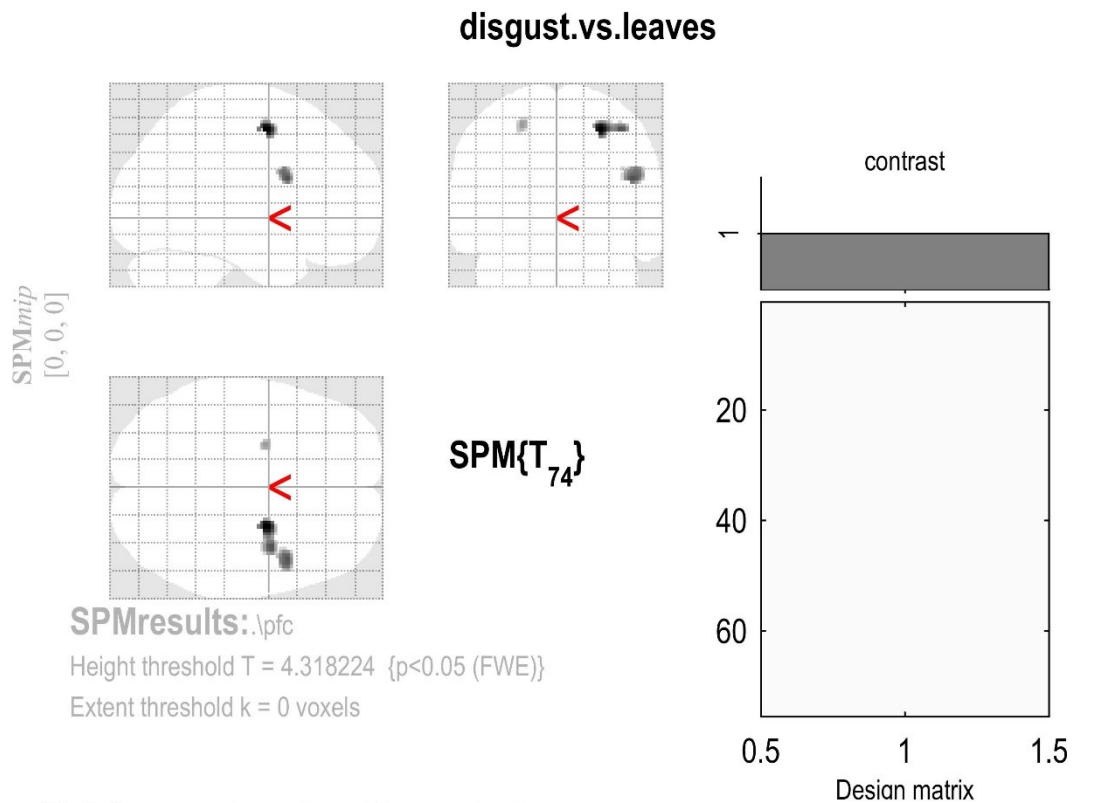
Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 15.0 14.9 12.7 mm mm mm; 7.5 7.4 6.4 {voxels}

Volume: 10928 = 1366 voxels = 1.4 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 355.52 voxels)

**Příloha 25.** Analýza rozdílu v aktivaci PFC u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	3	0.001	0.053	90	0.023	0.001	0.040	5.68	5.16	0.000	26	-2	52
						0.003	0.090	5.15	4.75	0.000	38	0	52
		0.002	0.053	75	0.035	0.003	0.090	5.14	4.74	0.000	46	10	22
		0.011	0.210	24	0.210	0.015	0.287	4.71	4.39	0.000	-24	-4	54

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.32$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 16.333$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 4.318, FDRp: 5.685, FWEc: 24, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

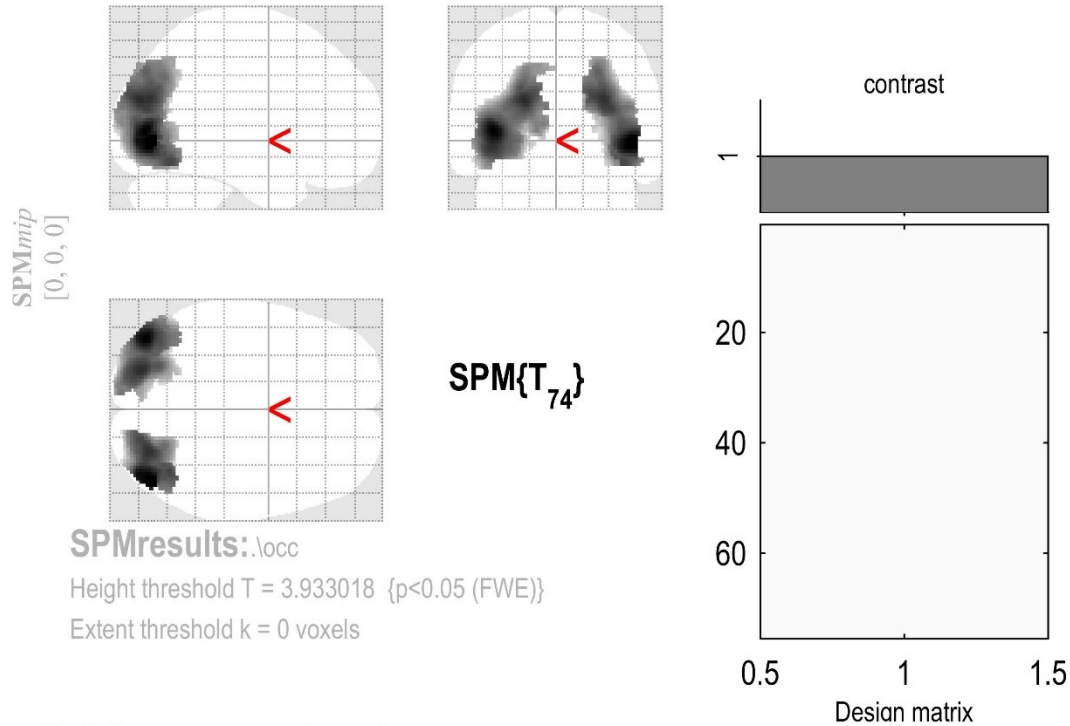
FWHM = 15.1 14.9 13.4 mm mm mm; 7.6 7.4 6.7 {voxels}

Volume: 180792 = 22599 voxels = 43.3 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 378.15 voxels)

**Příloha 26.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).

### disgust.vs.leaves



SPMresults: .locc

Height threshold T = 3.933018 {p<0.05 (FWE)}

Extent threshold k = 0 voxels

#### Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	2530	0.000	0.000	0.000	15.60	Inf	0.000	46	-76	-4
						0.000	0.000	12.67	Inf	0.000	28	-78	24
						0.000	0.000	11.63	Inf	0.000	40	-64	-14
		0.000	0.000	3554	0.000	0.000	0.000	15.04	Inf	0.000	-42	-80	4
						0.000	0.000	13.02	Inf	0.000	-22	-82	22
						0.000	0.000	11.08	Inf	0.000	-24	-72	28

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.93, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 27.279

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 3.933, FDRp: 5.023, FWEc: 2530, FDRc: 2530

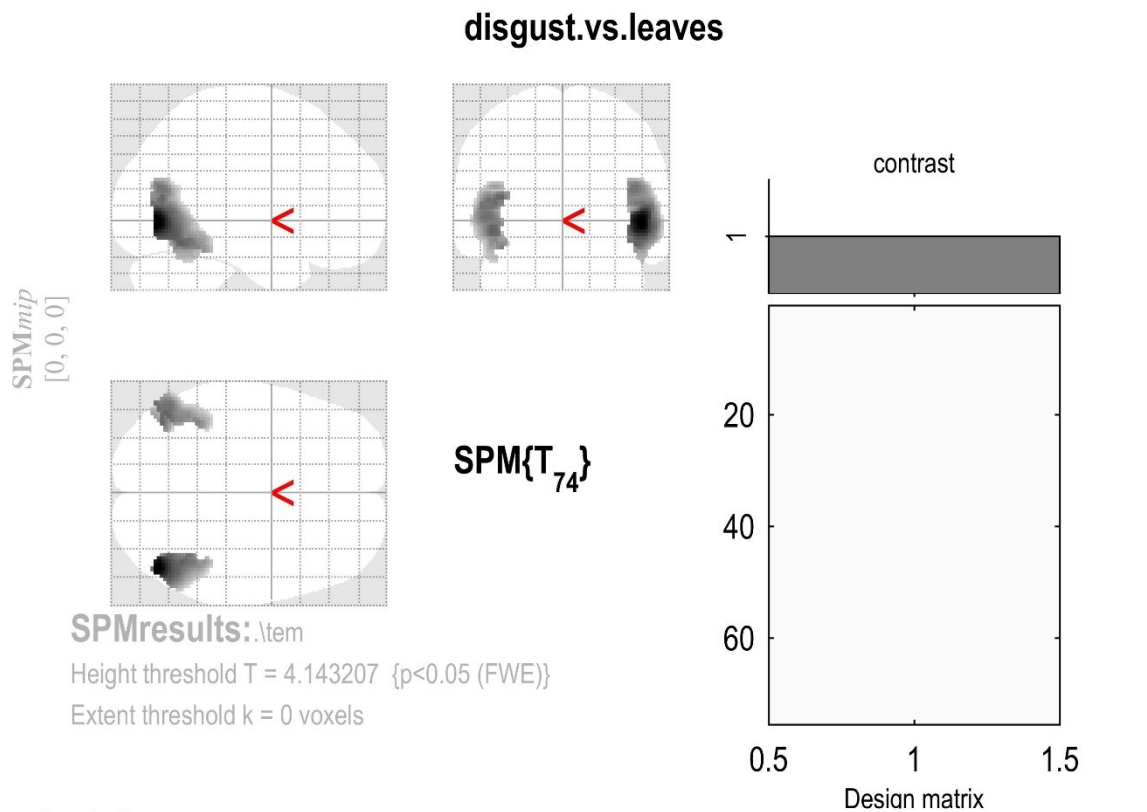
Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 14.5 16.3 16.1 mm mm mm; 7.3 8.2 8.0 {voxels}

Volume: 57552 = 7194 voxels = 9.3 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 475.60 voxels)

**Příloha 27.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	1358	0.000	0.000	0.000	15.51	Inf	0.000	48	-74	-4
						0.000	0.000	10.35	Inf	0.000	44	-58	-16
						0.000	0.000	9.70	7.76	0.000	48	-76	8
		0.000	0.000	827	0.000	0.000	0.000	10.21	Inf	0.000	-46	-68	-8
						0.000	0.000	10.06	Inf	0.000	-40	-70	12
						0.000	0.000	9.68	7.75	0.000	-48	-68	0

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.14, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 19.808

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.143, FDRp: 5.733, FWEc: 827, FDRc: 827

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

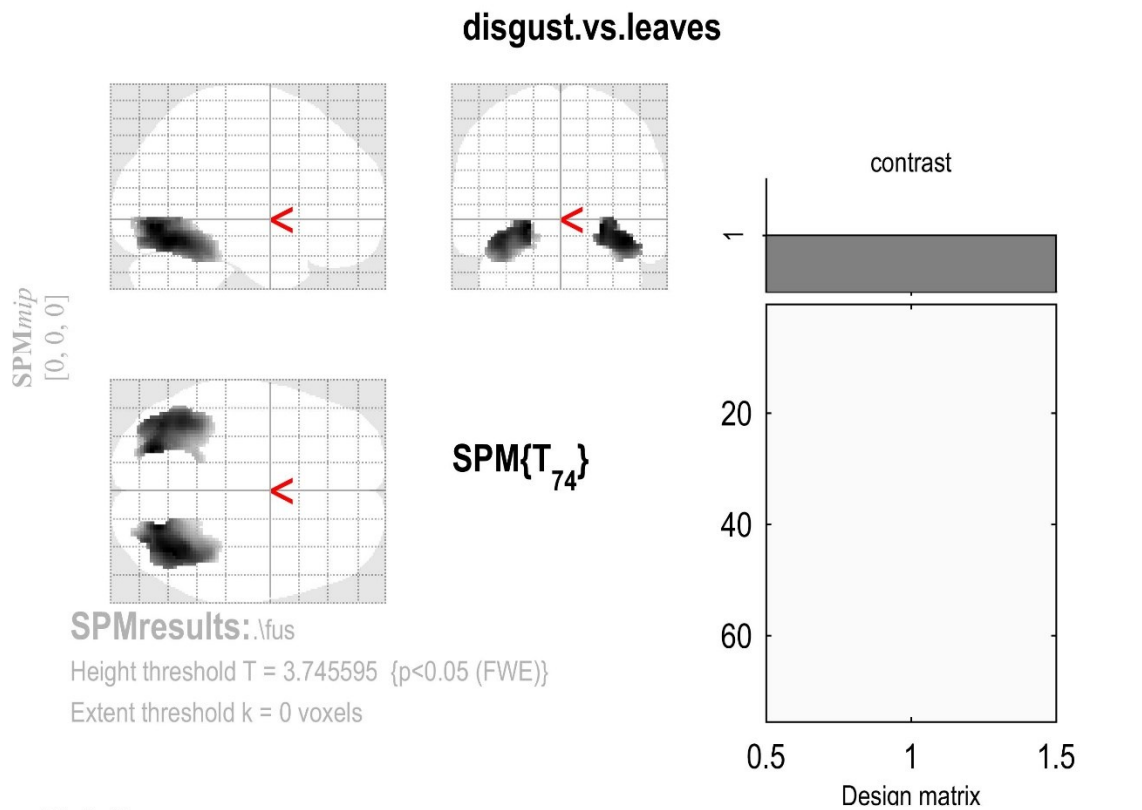
FWHM = 16.2 15.2 13.2 mm mm mm; 8.1 7.6 6.6 {voxels}

Volume: 110488 = 13811 voxels = 24.5 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 404.51 voxels)



**Příloha 28.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



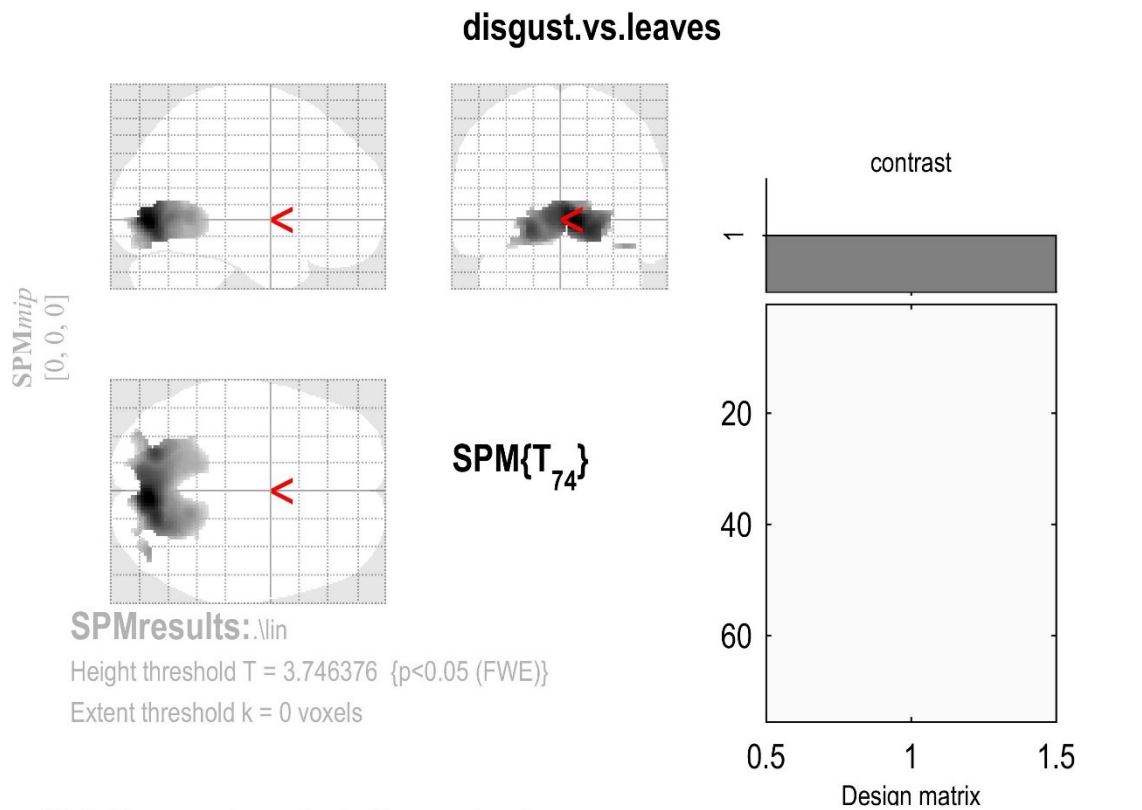
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	1154	0.000	0.000	0.000	11.61	Inf	0.000	-22	-76	-6
						0.000	0.000	10.59	Inf	0.000	-38	-70	-12
						0.000	0.000	10.24	Inf	0.000	-40	-58	-16
		0.000	0.000	1221	0.000	0.000	0.000	11.52	Inf	0.000	38	-66	-14
						0.000	0.000	11.29	Inf	0.000	24	-72	-6
						0.000	0.000	9.89	Inf	0.000	32	-78	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.75, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.2 16.3 14.3 mm mm mm; 8.1 8.2 7.1 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 31.266	Volume: 28008 = 3501 voxels = 3.8 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 469.79 voxels)
FWEp: 3.746, FDRp: 5.336, FWEc: 1154, FDRc: 1154	

**Příloha 29.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

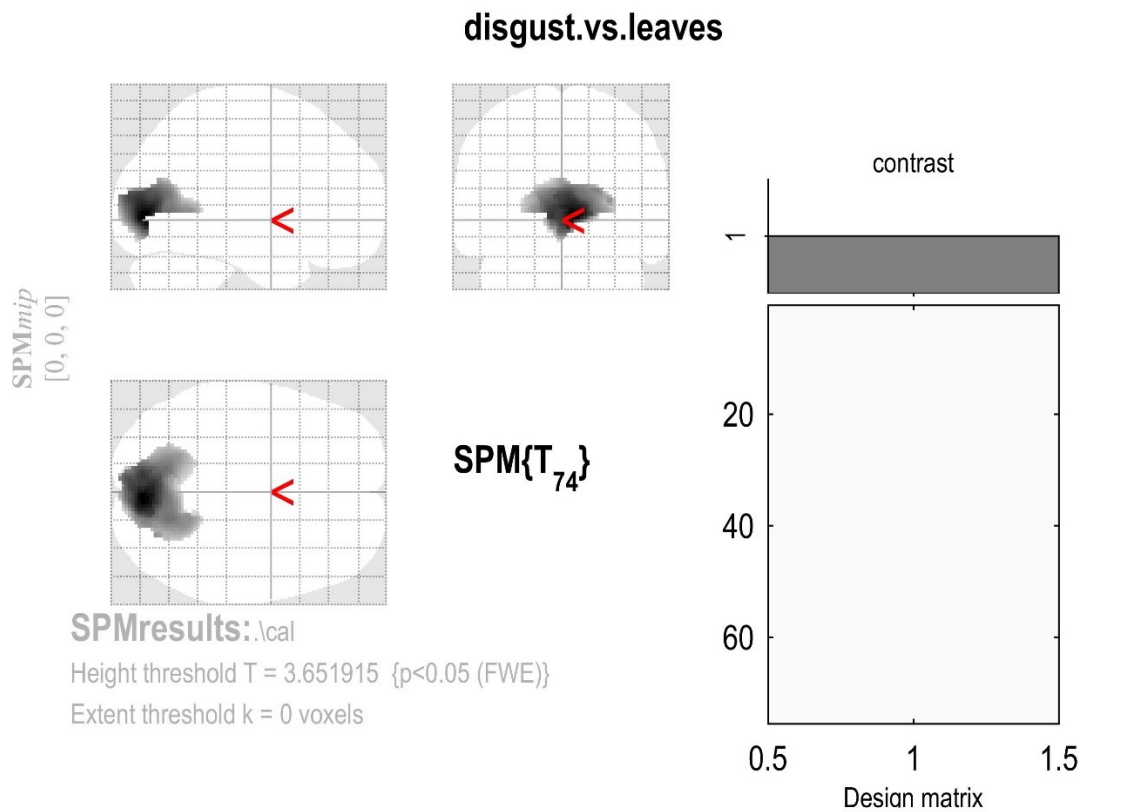
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	3276	0.000	0.000	0.000	16.38	Inf	0.000	6	-78	-2
						0.000	0.000	13.50	Inf	0.000	16	-74	-8
						0.000	0.000	12.21	Inf	0.000	-20	-74	-8
		0.024	0.479	14	0.479	0.000	0.000	7.63	6.53	0.000	38	-78	-18

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.75, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.3 15.9 13.8 mm mm mm; 8.1 7.9 6.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 29.526	Volume: 31528 = 3941 voxels = 5.4 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 443.93 voxels)
FWEp: 3.746, FDRp: 5.612, FWEc: 14, FDRc: 3276	



**Příloha 30.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



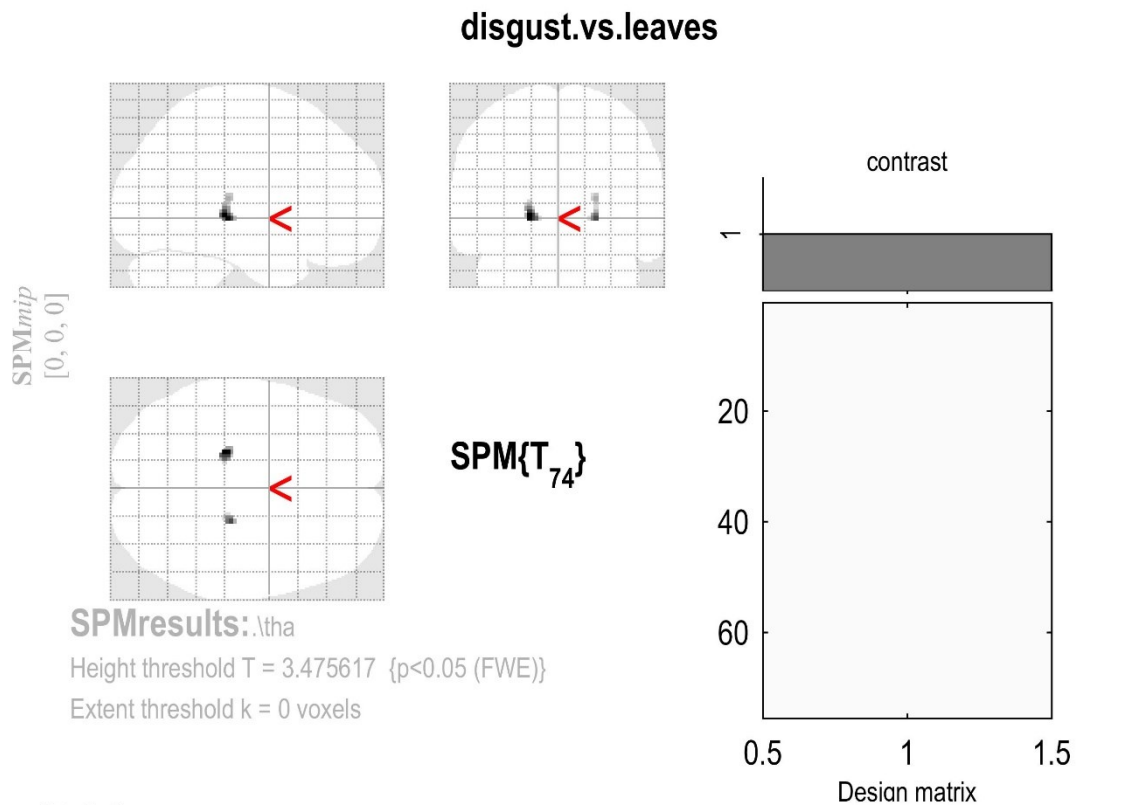
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	0.000	2781	0.000	0.000	0.000	15.03	Inf	0.000	6	-82	0
				0.000	0.000	11.85	Inf	0.000	-8	-82	0
				0.000	0.000	9.07	7.41	0.000	-12	-68	4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.65, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.4 15.8 14.9 mm mm mm; 8.2 7.9 7.4 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 34.462	Volume: 27488 = 3436 voxels = 4.6 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 479.30 voxels)
FWEp: 3.652, FDRp: 7.369, FWEc: 2781, FDRc: 2781	

**Příloha 31.** Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$k_E$	$p_{uncorr}$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{uncorr}$			
0.001	2	0.019	0.461	29	0.371	0.000	0.005	5.48	5.00	0.000	-20	-30	0
		0.023	0.461	20	0.461	0.001	0.033	4.75	4.42	0.000	22	-26	-2
						0.015	0.288	3.93	3.73	0.000	22	-28	10

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.48, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 17.3 17.3 12.5 mm mm mm; 8.6 8.6 6.2 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 39.050	Volume: 17256 = 2157 voxels = 3.1 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 466.83 voxels)
FWEp: 3.476, FDRp: 4.750, FWEc: 20, FDRc: Inf	

**Příloha 32.** Analýza rozdílu v aktivaci insuly u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).

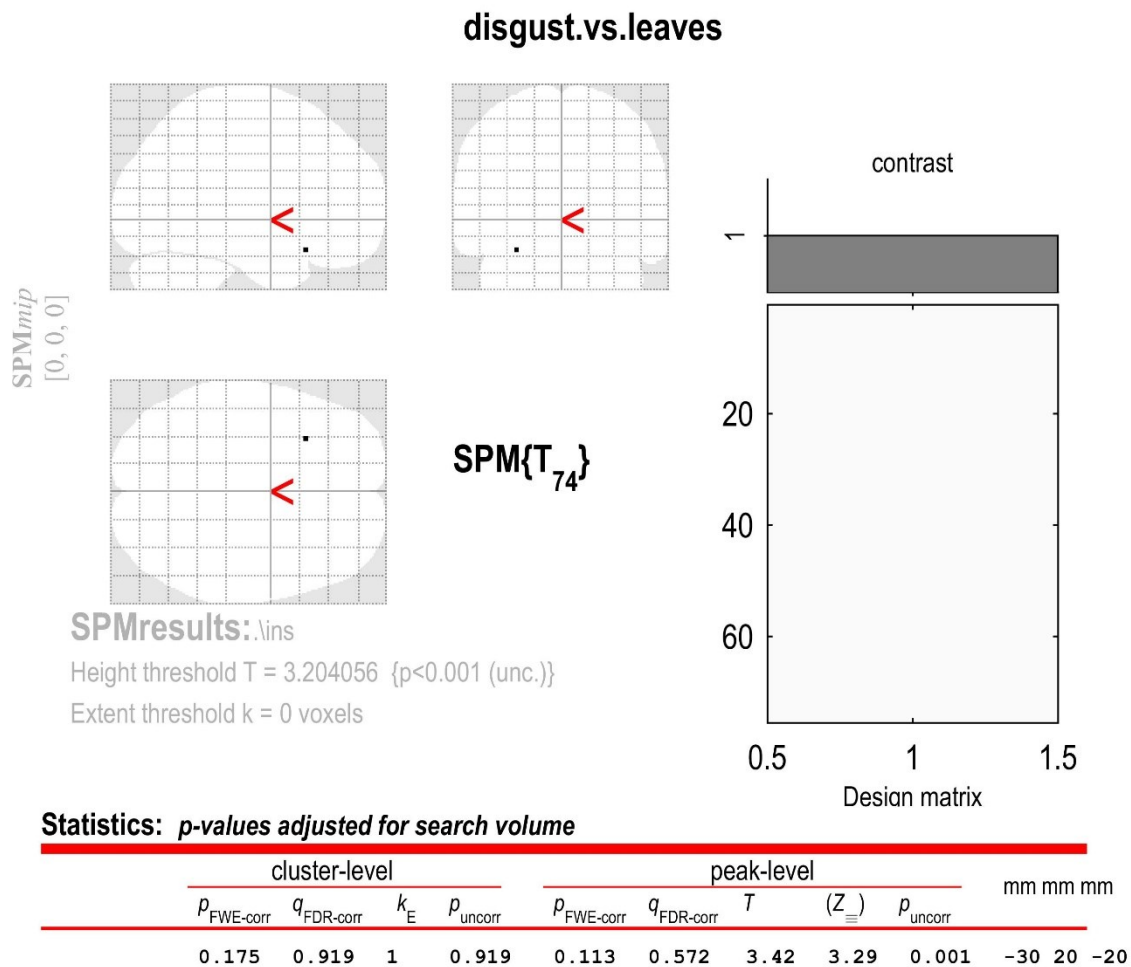
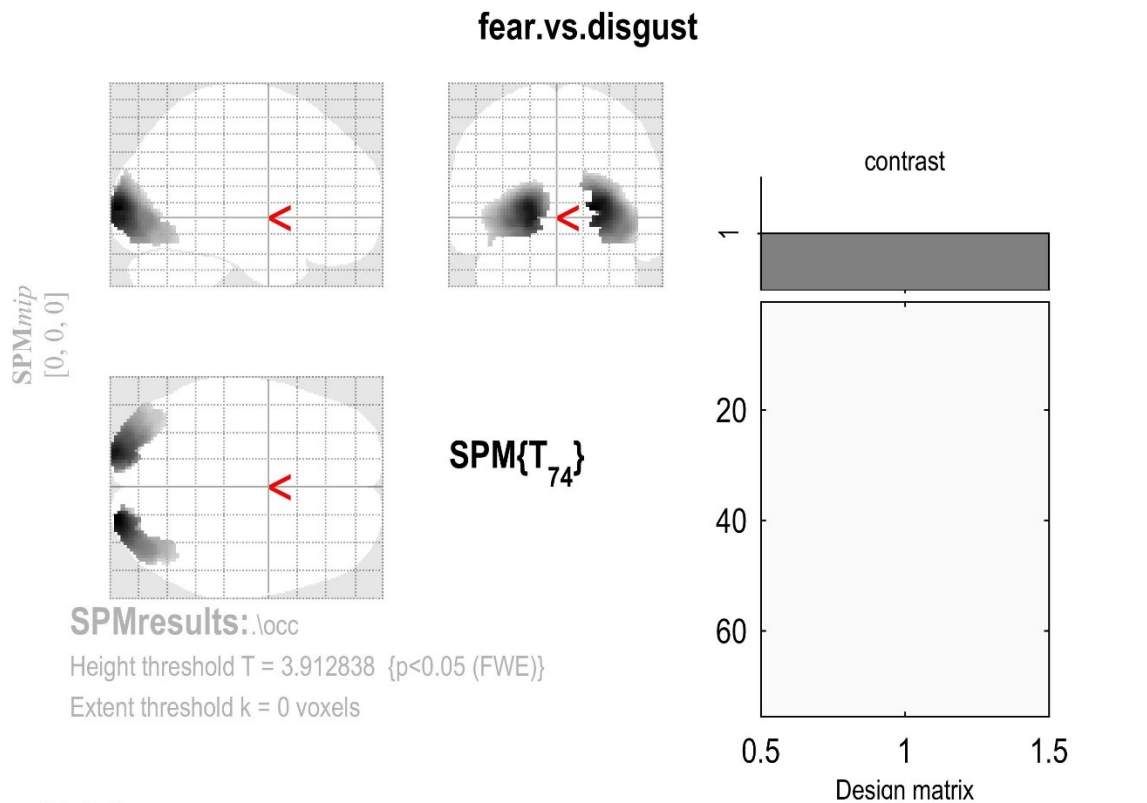


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.20$ ,  $p = 0.001$  (0.189)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 54.333$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.21$   
 FWEp: 3.734, FDRp: Inf, FWEc: Inf, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]  
 FWHM = 17.0 17.3 13.7 mm mm mm; 8.5 8.7 6.9 {voxels}  
 Volume: 28888 = 3611 voxels = 3.6 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 505.85 voxels)

**Příloha 33.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



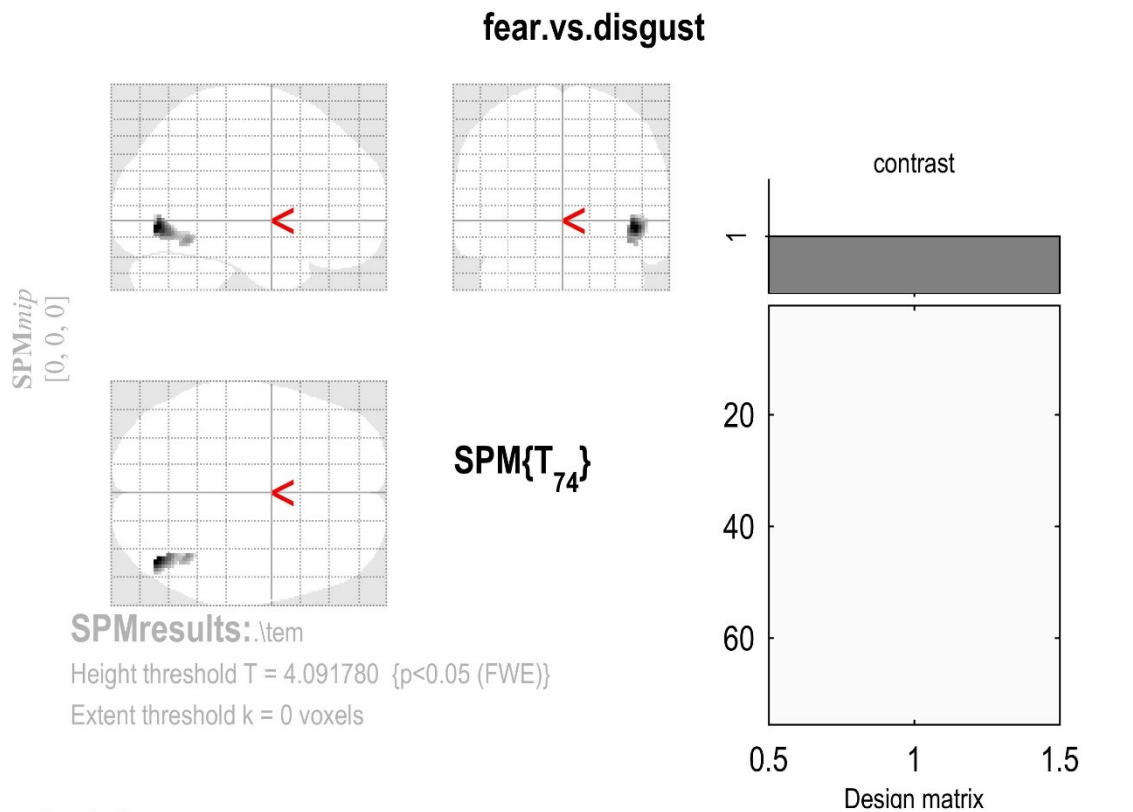
**Statistics: *p-values adjusted for search volume***

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	1234	0.000	0.000	0.000	17.11	Inf	0.000	20	-98	4
		0.000	0.000	1490	0.000	0.000	0.000	15.47	Inf	0.000	-18	-100	4
						0.001	0.015	5.22	4.80	0.000	-44	-74	-18

*table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart*

Height threshold: $T = 3.91$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 15.9 16.3 16.0 mm mm mm; 7.9 8.1 8.0 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 30.092$	Volume: 57552 = 7194 voxels = 8.6 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 516.49 voxels)
FWEp: 3.913, FDRp: 5.220, FWEc: 1234, FDRc: 1234	

**Příloha 34.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).

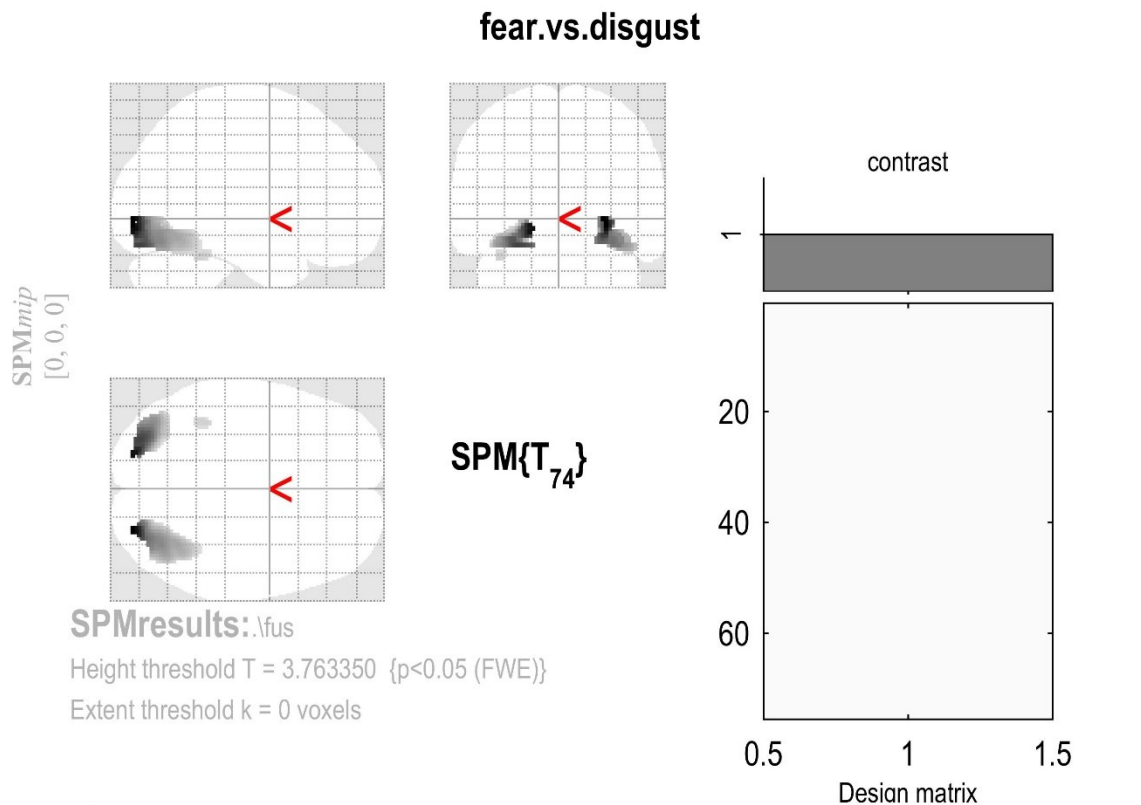


cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.002	0.041	108	0.041	0.000	0.000	7.63	6.53	0.000	44	-74	-6
				0.001	0.041	5.29	4.86	0.000	40	-54	-14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.09, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 17.3 16.2 14.1 mm mm mm; 8.6 8.1 7.0 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 25.055	Volume: 110488 = 13811 voxels = 20.1 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 492.63 voxels)
FWEp: 4.092, FDRp: 5.289, FWEc: 108, FDRc: 108	

**Příloha 35.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

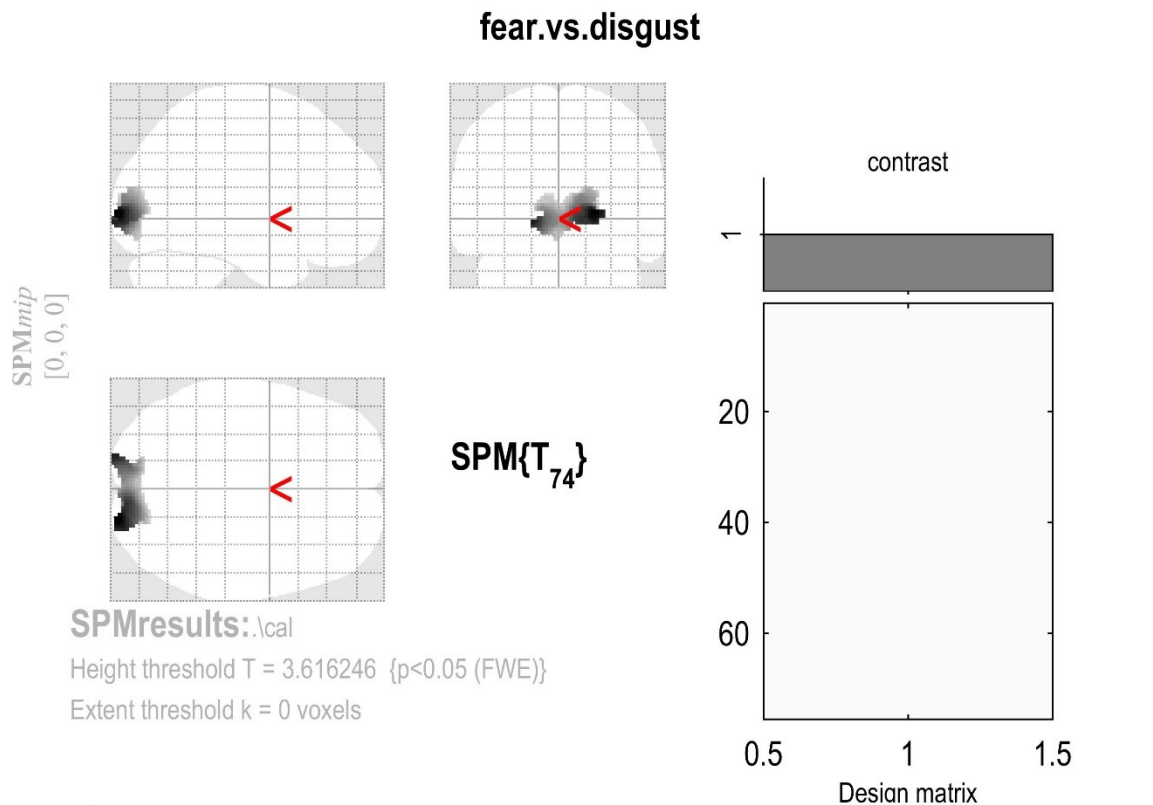
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	3	0.000	0.000	665	0.000	0.000	0.000	12.36	Inf	0.000	28	-88	-6
						0.000	0.000	7.83	6.66	0.000	32	-80	-16
						0.000	0.001	5.90	5.32	0.000	36	-60	-14
						0.000	0.002	362	0.001	0.000	0.000	11.53	Inf
		0.016	0.311	27	0.311	0.011	0.208	4.29	4.04	0.000	-28	-84	-18
											-38	-44	-24

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.76$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 15.7 16.1 13.7 mm mm mm; 7.9 8.0 6.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 28.421$	Volume: 28008 = 3501 voxels = 4.1 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 433.24 voxels)
FWEp: 3.763, FDRp: 5.898, FWEc: 27, FDRc: 362	



**Příloha 36.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



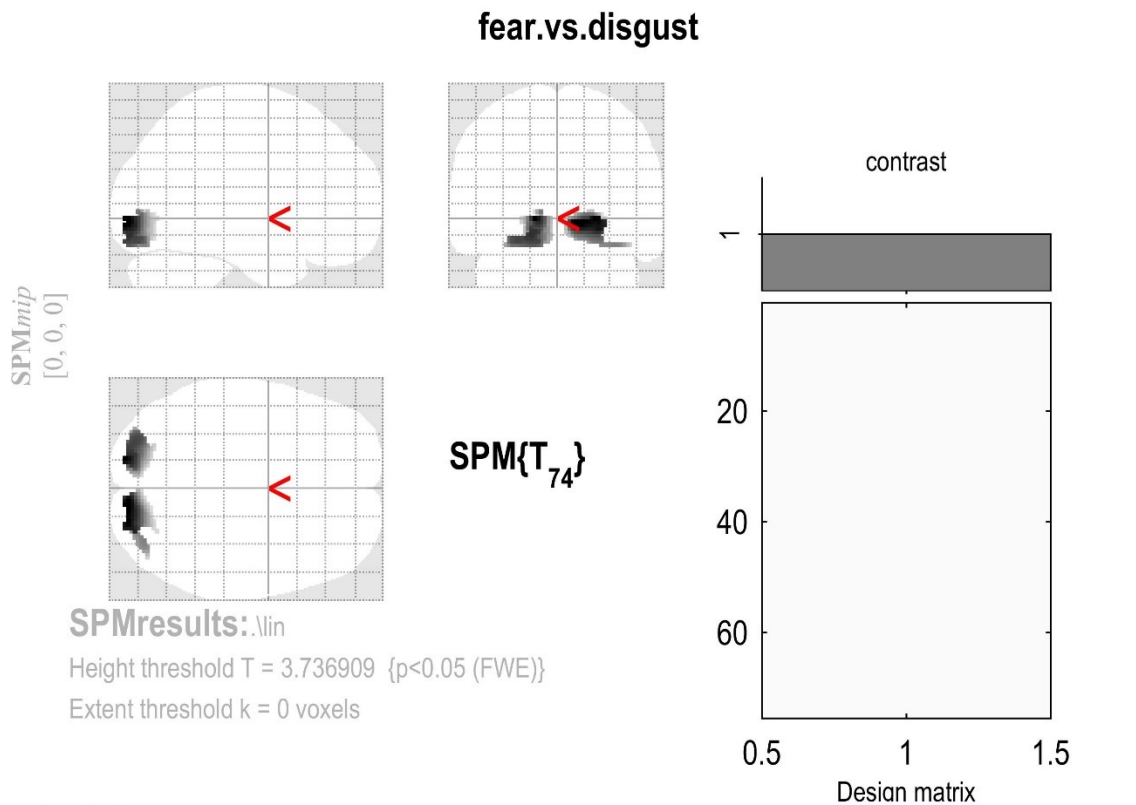
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	0.000	838	0.000	0.000	0.000	17.81	Inf	0.000	20	-98	2
				0.000	0.000	15.36	Inf	0.000	-18	-100	-4
				0.000	0.000	14.31	Inf	0.000	14	-92	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.62, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 17.5 16.0 15.8 mm mm mm; 8.7 8.0 7.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 40.872	Volume: 27488 = 3436 voxels = 4.0 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 551.66 voxels)
FWEp: 3.616, FDRp: 5.179, FWEc: 838, FDRc: 838	

**Příloha 37.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.001	501	0.000	0.000	0.000	13.58	Inf	0.000	12	-90	-4
						0.000	0.000	13.08	Inf	0.000	22	-90	-2
						0.000	0.000	7.73	6.60	0.000	34	-80	-18
		0.000	0.001	389	0.001	0.000	0.000	13.30	Inf	0.000	-16	-92	-2
						0.000	0.000	11.30	Inf	0.000	-18	-90	-12
						0.000	0.000	8.03	6.79	0.000	-12	-84	2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.74$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 16.6 16.1 13.8 mm mm mm; 8.3 8.0 6.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 30.876$	Volume: 31528 = 3941 voxels = 5.2 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 460.66 voxels)
FWEp: 3.737, FDRp: 7.459, FWEc: 389, FDRc: 389	



**Příloha 38.** Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).

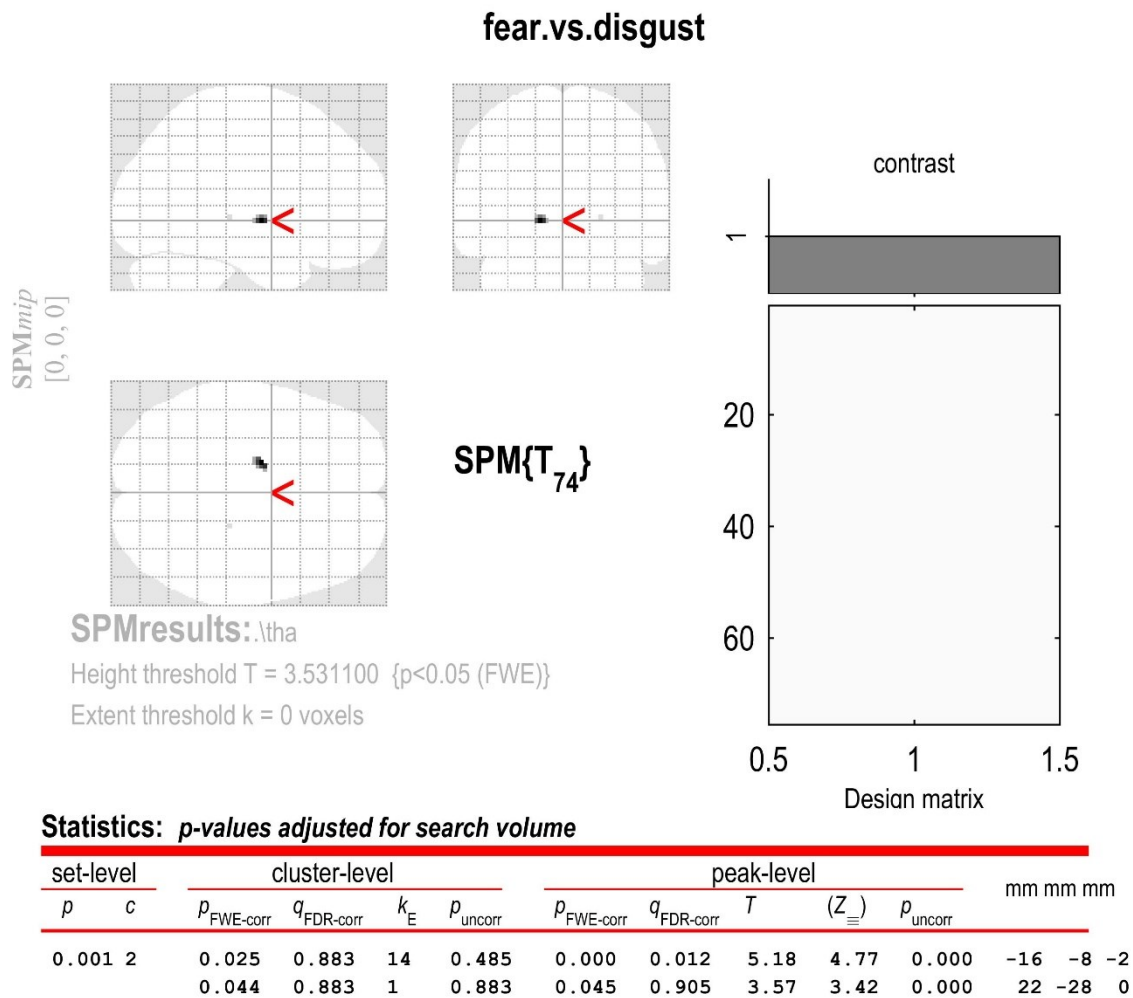


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.53, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 30.282

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 3.531, FDRp: 5.178, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 15.8 16.1 12.0 mm mm mm; 7.9 8.0 6.0 {voxels}

Volume: 17256 = 2157 voxels = 3.8 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 380.00 voxels)

**Příloha 39.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. strach (odpor > strach).

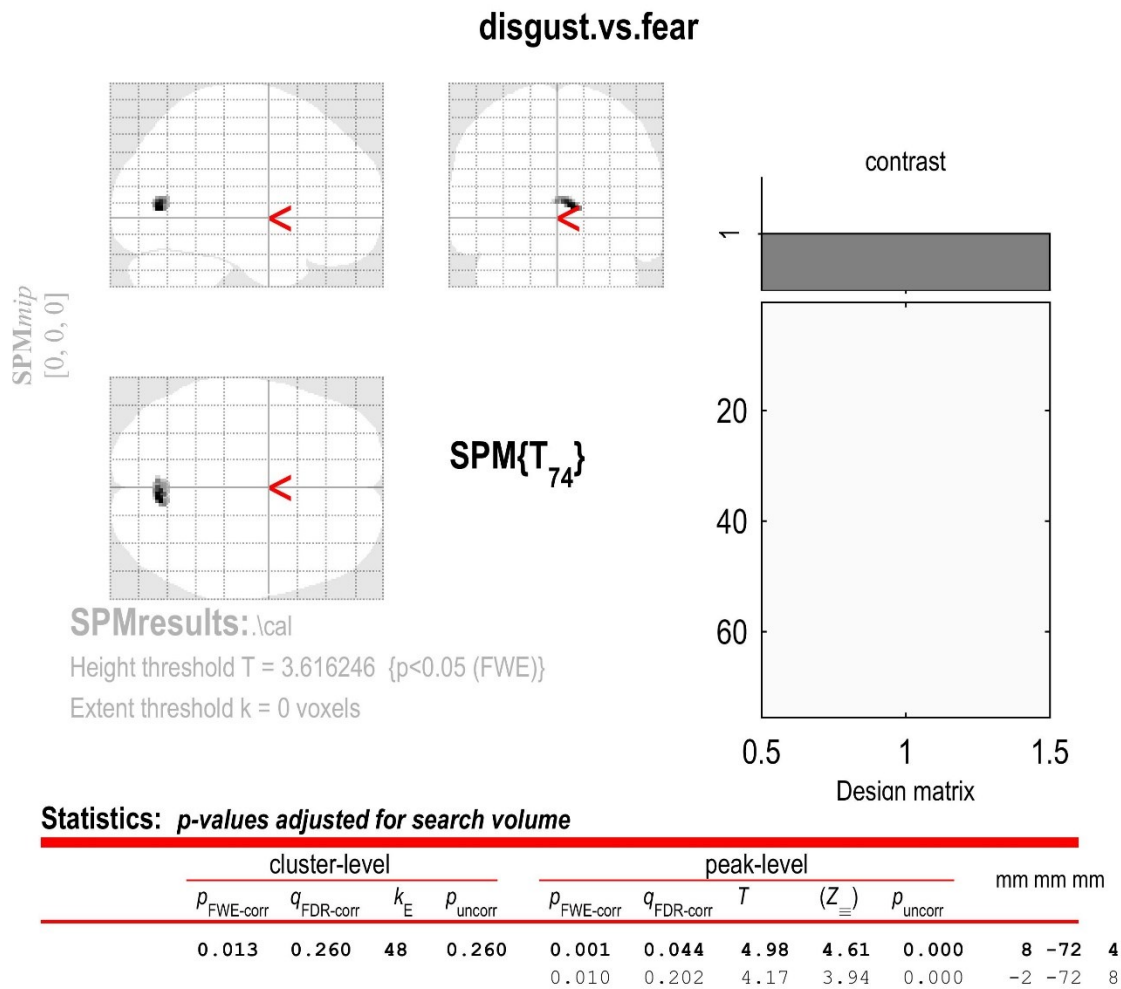


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.62, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 40.872

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 3.616, FDRp: 4.980, FWEc: 48, FDRc: Inf

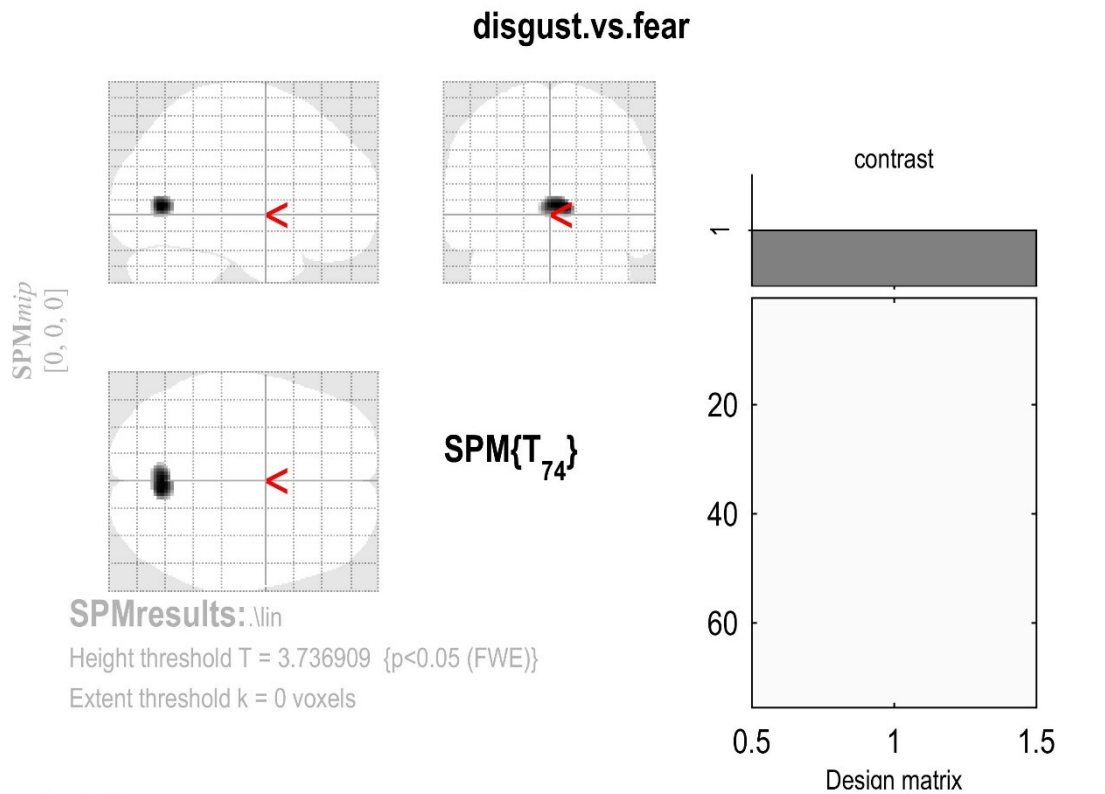
Degrees of freedom = [1.0, 74.0]

FWHM = 17.5 16.0 15.8 mm mm mm; 8.7 8.0 7.9 {voxels}

Volume: 27488 = 3436 voxels = 4.0 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 551.66 voxels)

**Příloha 40.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. strach (odpor > strach).



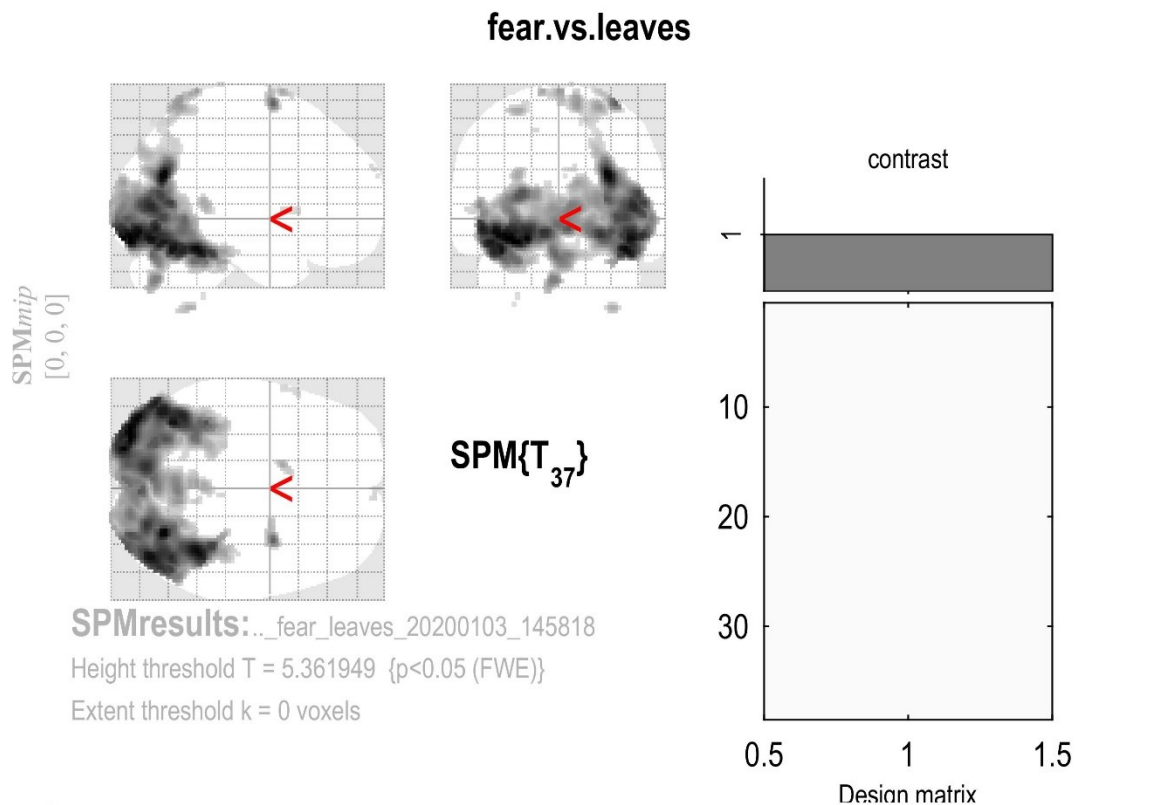
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\text{=}})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	0.012	216	0.012	0.000	0.001	5.88	5.31	0.000	4	-68	4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.74, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 74.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.6 16.1 13.8 mm mm mm; 8.3 8.0 6.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 30.876	Volume: 31528 = 3941 voxels = 5.2 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 460.66 voxels)
FWEp: 3.737, FDRp: 5.883, FWEc: 216, FDRc: 216	

**Příloha 41.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	15	0.000	0.000	133000	0.000	0.000	10.88	7.24	0.000		-34	-90	-14
						0.000	0.000	10.57	7.13	0.000	28	-68	26
						0.000	0.000	10.51	7.11	0.000	-22	-94	-14
		0.001	0.090	59	0.018	0.000	0.001	8.35	6.22	0.000	34	0	68
						0.006	0.145	6.19	5.10	0.000	26	0	74
		0.007	0.332	21	0.133	0.002	0.048	6.66	5.36	0.000	-12	6	76
		0.001	0.093	52	0.025	0.002	0.048	6.65	5.36	0.000	-28	-58	64
		0.001	0.090	65	0.014	0.002	0.051	6.62	5.34	0.000	0	-44	8
		0.003	0.196	33	0.065	0.003	0.073	6.47	5.26	0.000	32	-52	-56
		0.012	0.495	13	0.231	0.020	0.445	5.73	4.81	0.000	-56	16	2
						0.031	0.654	5.55	4.71	0.000	-60	8	4
		0.029	0.767	3	0.576	0.025	0.569	5.63	4.75	0.000	-16	-72	52
		0.023	0.767	5	0.461	0.026	0.571	5.62	4.75	0.000	6	64	28
		0.033	0.767	2	0.656	0.027	0.587	5.61	4.74	0.000	6	-32	80
		0.033	0.767	2	0.656	0.032	0.669	5.54	4.70	0.000	12	-76	58
		0.039	0.767	1	0.767	0.038	0.781	5.47	4.65	0.000	-36	-62	0
		0.039	0.767	1	0.767	0.043	0.877	5.42	4.62	0.000	-30	-50	-54
		0.039	0.767	1	0.767	0.046	0.934	5.39	4.60	0.000	2	66	24

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 5.36, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 9.734

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 5.362, FDRp: 6.653, FWEc: 1, FDRc: 13300

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 16.0 15.9 13.5 mm mm mm; 8.0 7.9 6.8 {voxels}

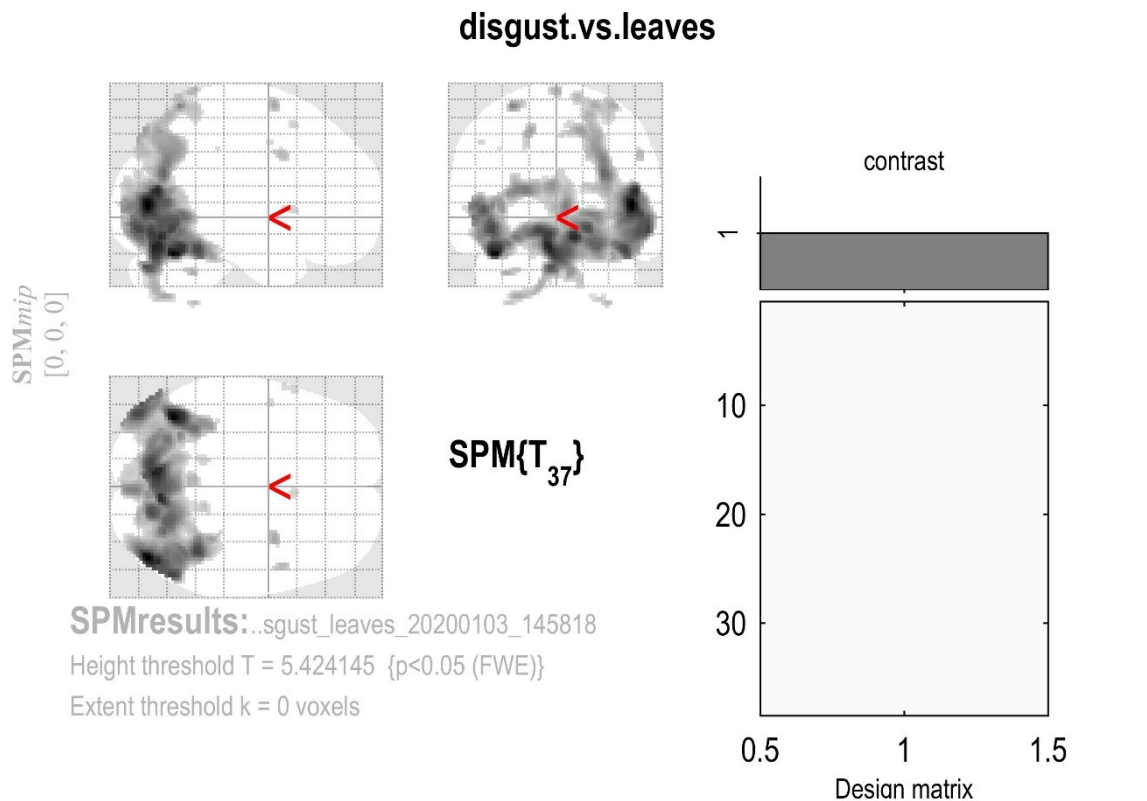
Volume: 1591160 = 198895 voxels = 430.4 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 428.46 voxels)

Page 1



**Příloha 42.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: *p-values adjusted for search volume***

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	16	0.000	0.000	1069	0.000	0.000	11.14	7.33	0.000		46	-78	6
					0.000	0.000	10.77	7.20	0.000		-40	-62	-24
					0.000	0.000	10.04	6.93	0.000		-6	-74	-20
		0.002	0.183	37	0.034	0.000	0.008	7.58	5.85	0.000	-30	-58	66
		0.001	0.099	55	0.012	0.001	0.032	7.00	5.55	0.000	-18	-70	50
					0.013	0.298	5.95	4.95	0.000		-20	-60	44
		0.002	0.187	32	0.047	0.001	0.051	6.79	5.43	0.000	34	2	66
		0.005	0.244	20	0.107	0.003	0.082	6.54	5.30	0.000	-32	-50	-36
		0.004	0.244	23	0.086	0.003	0.101	6.45	5.25	0.000	-2	-52	74
		0.005	0.244	21	0.099	0.004	0.109	6.41	5.22	0.000	50	8	36
		0.015	0.395	8	0.297	0.005	0.124	6.35	5.19	0.000	30	-48	-54
		0.019	0.451	6	0.367	0.012	0.274	5.99	4.98	0.000	-32	-50	-54
		0.010	0.362	12	0.203	0.014	0.312	5.93	4.94	0.000	26	-72	-52
		0.008	0.315	15	0.158	0.015	0.335	5.90	4.92	0.000	-14	-42	-22
		0.015	0.395	8	0.297	0.021	0.468	5.75	4.83	0.000	6	14	54
		0.014	0.395	9	0.269	0.028	0.572	5.66	4.77	0.000	-58	14	2
		0.027	0.567	3	0.532	0.028	0.572	5.66	4.77	0.000	-50	0	44
		0.021	0.470	5	0.411	0.040	0.817	5.51	4.68	0.000	12	-48	74

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 5.42$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 7.937$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 5.424, FDRp: 6.869, FWEc: 1, FDRc: 10694

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 15.1 15.0 12.7 mm mm mm; 7.6 7.5 6.4 {voxels}

Volume: 1591160 = 198895 voxels = 509.9 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 361.72 voxels)

Page 1





**Příloha 43.** Analýza rozdílu v aktivaci amygdaly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

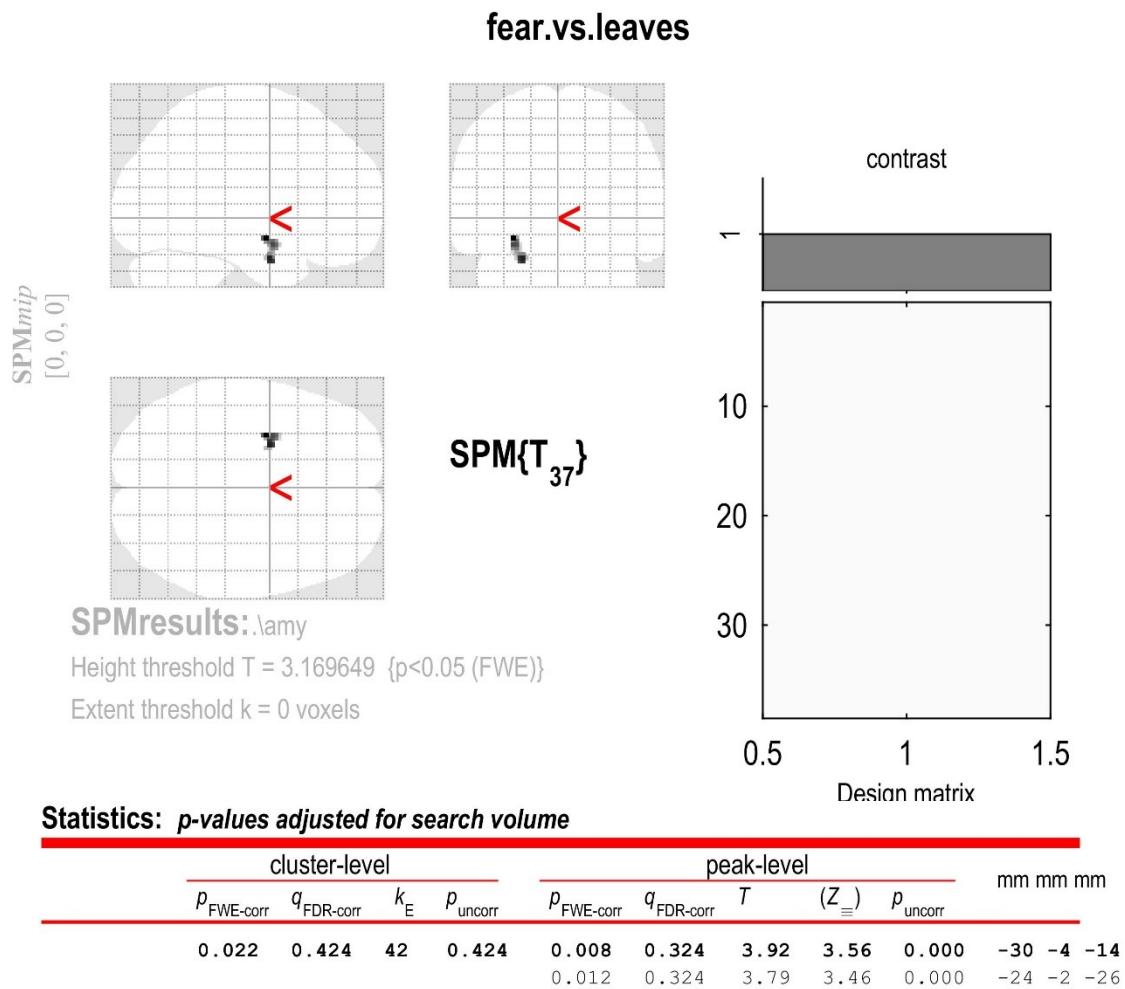


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.17$ ,  $p = 0.002$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 70.305$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.170, FDRp: Inf, FWEc: 42, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 17.9 17.6 15.9 mm mm mm; 8.9 8.8 7.9 {voxels}  
 Volume: 3736 = 467 voxels = 0.3 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 624.63 voxels)

**Příloha 44.** Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

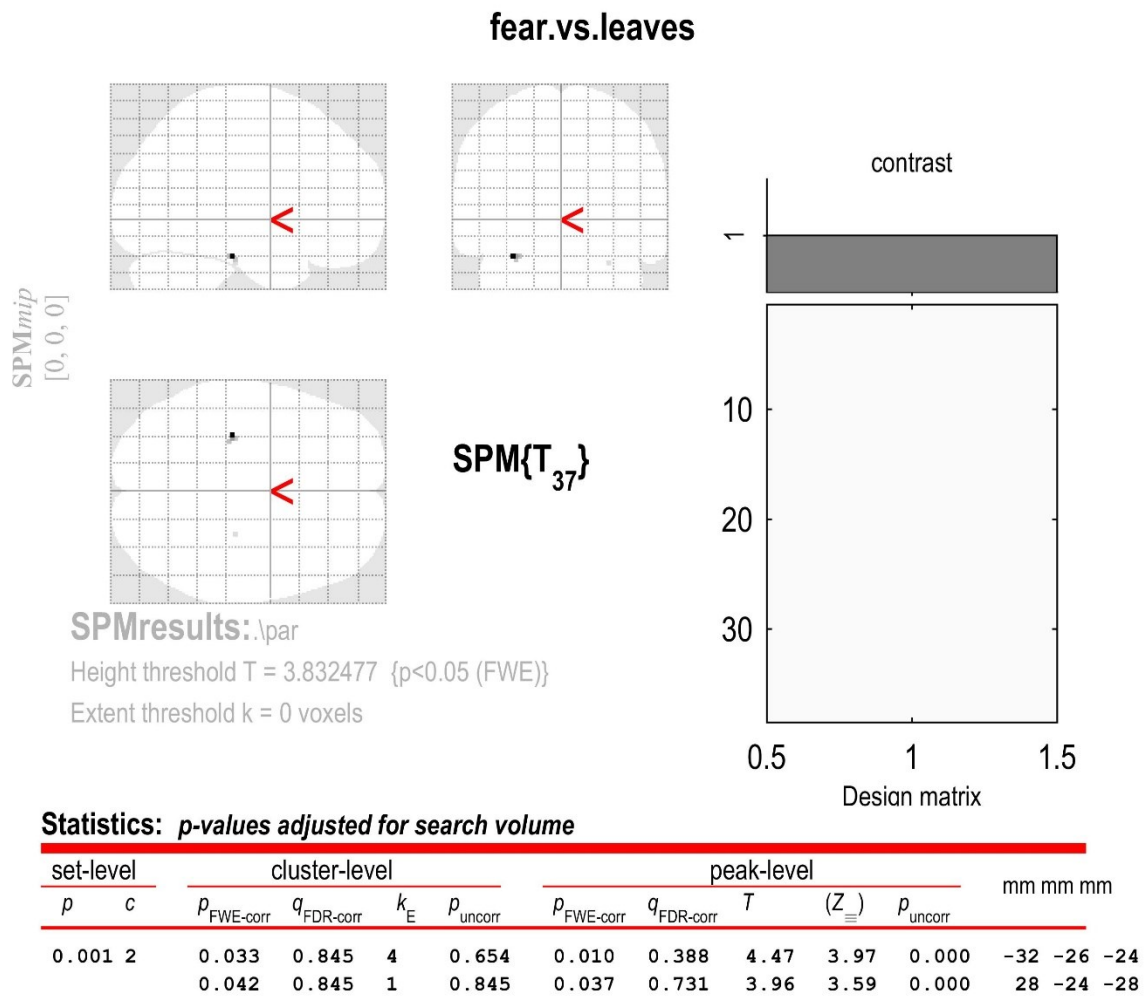


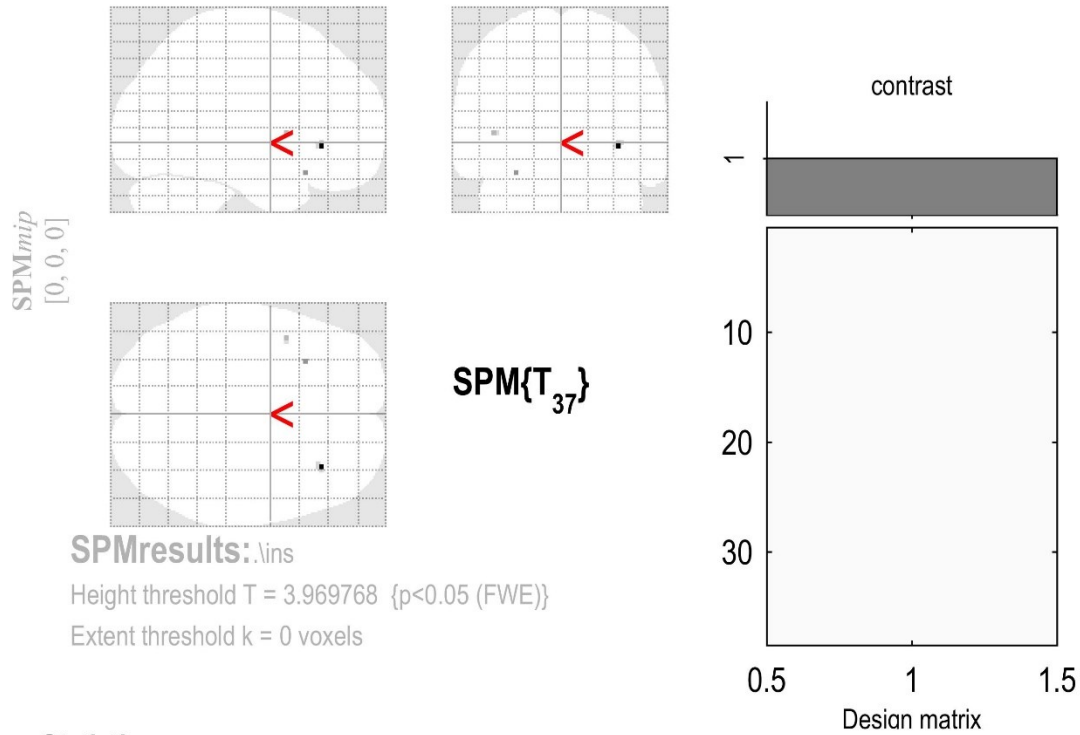
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.83, p = 0.000 (0.050)  
 Extent threshold: k = 0 voxels  
 Expected voxels per cluster, <k> = 19.266  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05  
 FWEp: 3.832, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 14.0 15.7 11.2 mm mm mm; 7.0 7.8 5.6 {voxels}  
 Volume: 11792 = 1474 voxels = 1.7 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 306.55 voxels)

**Příloha 45.** Analýza rozdílu v aktivaci insuly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

### fear.vs.leaves



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	3	0.034	0.875	5	0.677	0.006	0.336	4.83	4.22	0.000	34	30	-4
		0.044	0.875	1	0.875	0.024	0.652	4.26	3.82	0.000	-30	20	-20
		0.041	0.875	2	0.809	0.033	0.652	4.14	3.73	0.000	-44	8	4

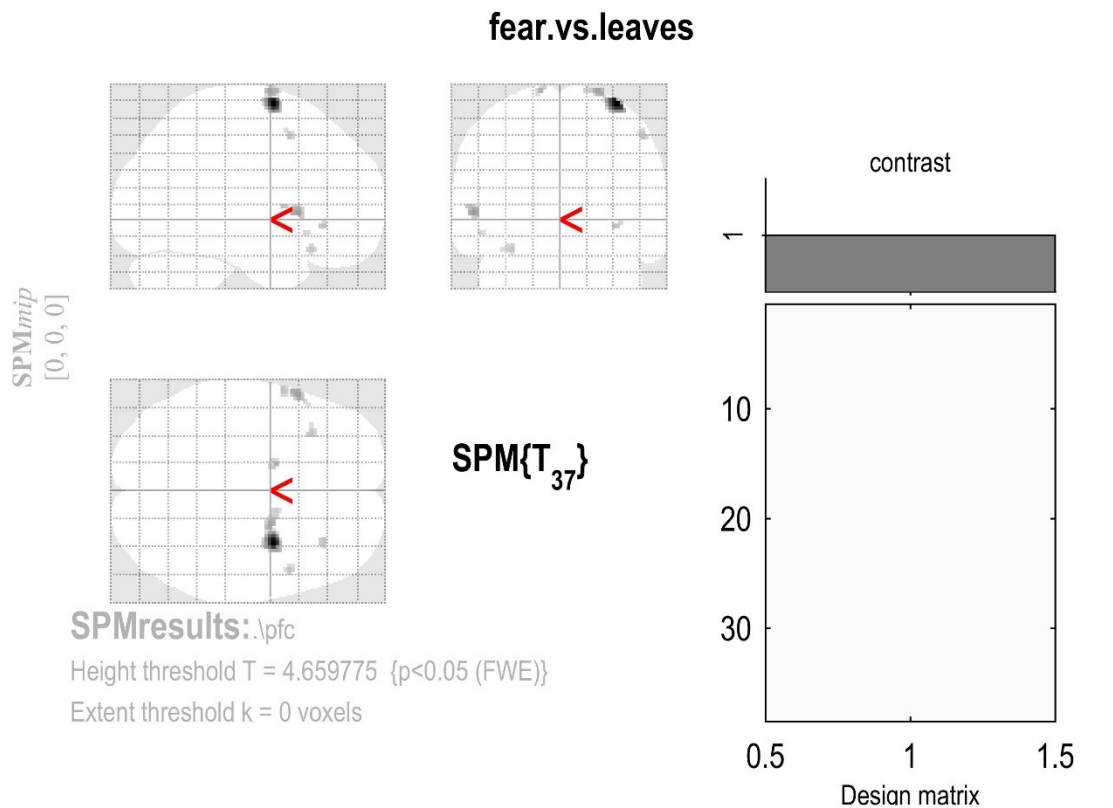
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.97, p = 0.000 (0.050)  
Extent threshold: k = 0 voxels  
Expected voxels per cluster, <k> = 27.317  
Expected number of clusters, <c> = 0.05  
FWEp: 3.970, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
FWHM = 16.4 17.1 13.8 mm mm mm; 8.2 8.6 6.9 {voxels}  
Volume: 29024 = 3628 voxels = 3.8 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 483.85 voxels)



**Příloha 46.** Analýza rozdílu v aktivaci PFC u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	8	0.001	0.156	87	0.019	0.000	0.001	8.35	6.22	0.000	34	0	68
						0.004	0.260	5.67	4.78	0.000	22	-2	76
						0.024	0.549	4.95	4.31	0.000	14	2	76
		0.010	0.636	24	0.188	0.003	0.260	5.73	4.81	0.000	-56	16	2
		0.024	0.636	7	0.480	0.007	0.373	5.43	4.62	0.000	-14	2	76
		0.024	0.636	7	0.480	0.016	0.448	5.12	4.42	0.000	50	10	48
		0.026	0.636	6	0.516	0.016	0.448	5.12	4.42	0.000	-58	6	6
		0.028	0.636	5	0.556	0.016	0.448	5.11	4.42	0.000	32	32	-6
		0.020	0.636	10	0.394	0.017	0.448	5.09	4.41	0.000	-32	24	-20
		0.037	0.727	2	0.727	0.036	0.709	4.79	4.20	0.000	-52	20	-10

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.66, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 14.801

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.660, FDRp: 8.350, FWEc: 2, FDRc: Inf

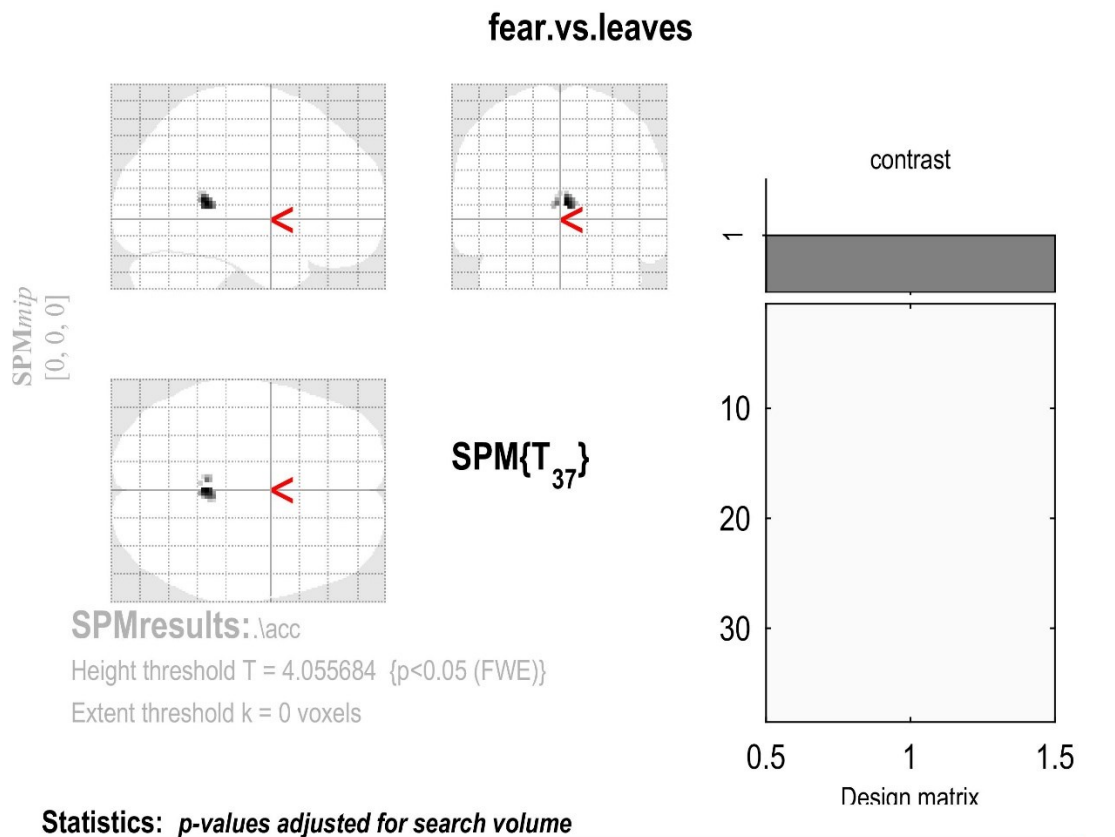
Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 16.2 15.7 13.4 mm mm mm; 8.1 7.9 6.7 {voxels}

Volume: 202624 = 25328 voxels = 43.5 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 426.32 voxels)

**Příloha 47.** Analýza rozdílu v aktivaci ACC u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	3	0.017	0.899	33	0.334	0.000	0.005	6.48	5.27	0.000	2	-42	8
		0.033	0.899	8	0.653	0.003	0.074	5.23	4.49	0.000	-4	-42	8
		0.045	0.899	1	0.899	0.030	0.589	4.27	3.83	0.000	-2	-46	14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.06, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 38.127

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.056, FDRp: 6.484, FWEc: 1, FDRc: Inf

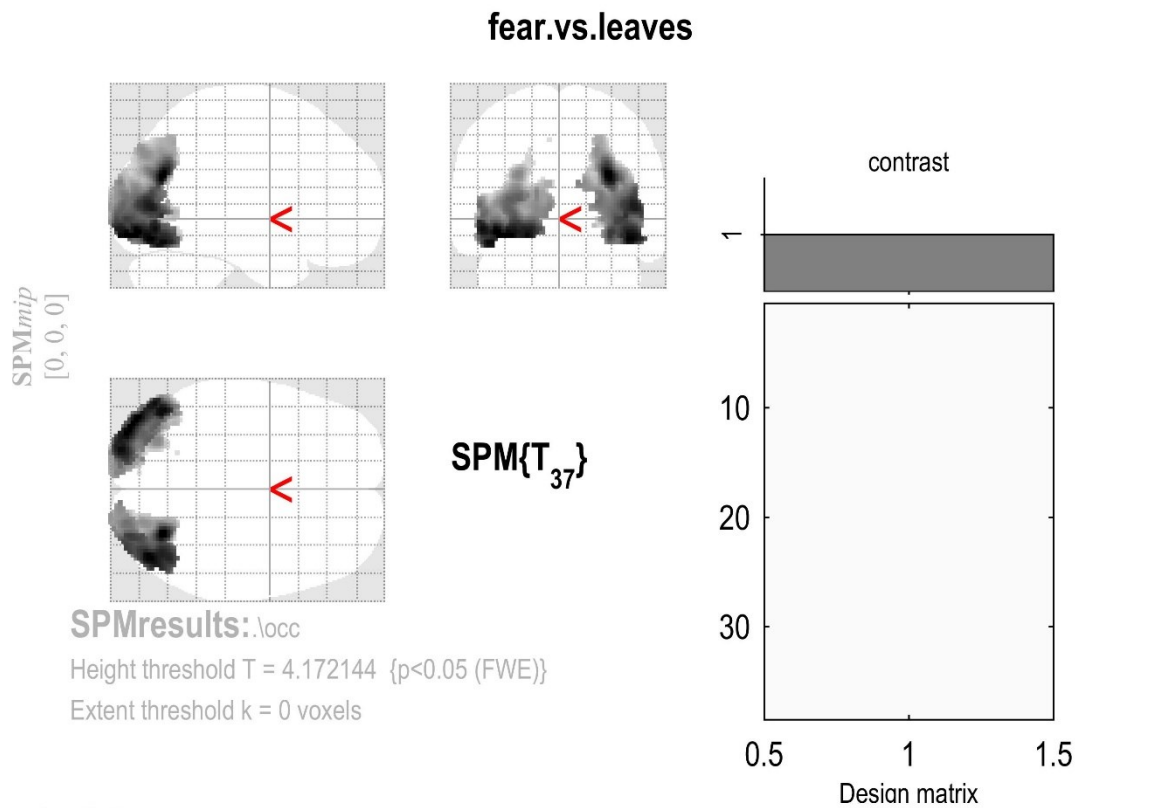
Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 19.1 19.4 15.5 mm mm mm; 9.6 9.7 7.8 {voxels}

Volume: 61232 = 7654 voxels = 7.2 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 720.77 voxels)

**Příloha 48.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálním u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



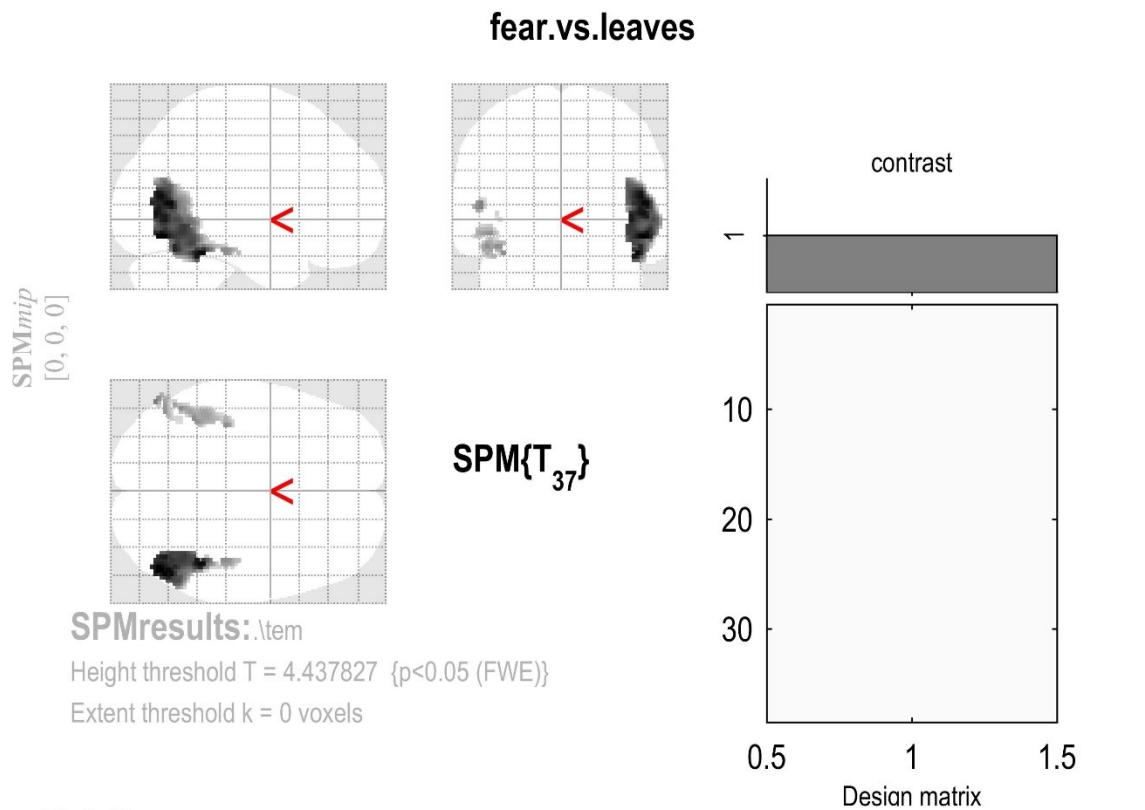
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	4	0.000	0.000	3080	0.000	0.000	0.000	10.59	7.14	0.000	-36	-90	-12
						0.000	0.000	10.42	7.08	0.000	-42	-84	-10
						0.000	0.000	10.10	6.96	0.000	-22	-96	-12
						0.000	0.000	10.57	7.13	0.000	28	-68	26
						0.000	0.000	10.35	7.05	0.000	44	-78	-14
		0.044	0.879	1	0.879	0.041	0.824	4.26	3.82	0.000	-20	-60	40
		0.044	0.879	1	0.879	0.041	0.824	4.25	3.81	0.000	-8	-84	46

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.17, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.6 17.2 16.7 mm mm mm; 8.3 8.6 8.3 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 28.866	Volume: 67080 = 8385 voxels = 9.1 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 594.72 voxels)
FWEp: 4.172, FDRp: 5.409, FWEc: 1, FDRc: 2923	

**Příloha 49.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	6	0.000	0.000	1364	0.000	0.000	0.000	9.60	6.76	0.000	50	-72	-12
						0.000	0.000	9.21	6.60	0.000	46	-46	-22
						0.000	0.000	9.19	6.59	0.000	50	-66	8
		0.017	0.457	16	0.330	0.000	0.007	6.55	5.30	0.000	-52	-74	6
		0.019	0.457	13	0.381	0.000	0.012	6.31	5.17	0.000	44	-30	-20
		0.000	0.029	137	0.010	0.000	0.015	6.20	5.10	0.000	-38	-30	-22
						0.001	0.015	6.18	5.09	0.000	-48	-58	-18
						0.001	0.015	6.17	5.09	0.000	-42	-50	-18
		0.010	0.400	28	0.200	0.001	0.016	6.12	5.06	0.000	-46	-68	-10
		0.028	0.562	6	0.562	0.031	0.646	4.63	4.08	0.000	-42	-60	2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.44$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 18.226$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 4.438, FDRp: 5.736, FWEc: 6, FDRc: 137

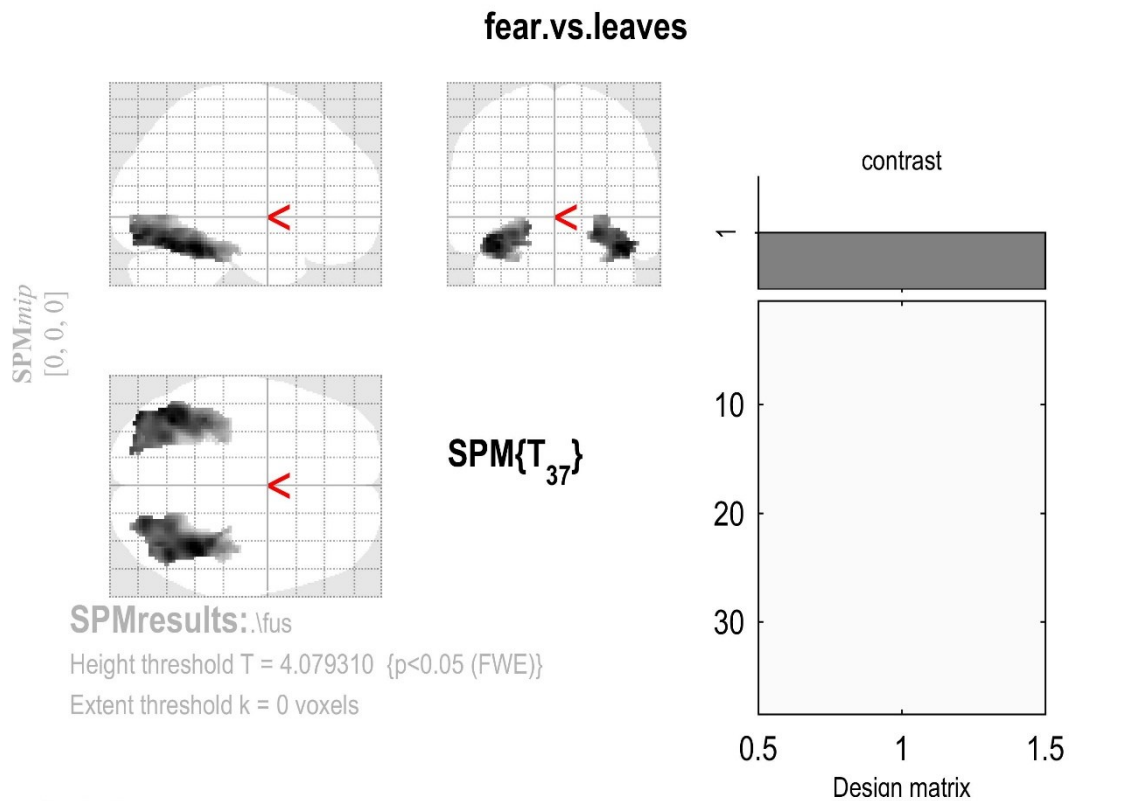
Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 16.6 15.8 13.9 mm mm mm; 8.3 7.9 6.9 {voxels}

Volume: 119120 = 14890 voxels = 23.6 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 452.85 voxels)

**Příloha 50.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



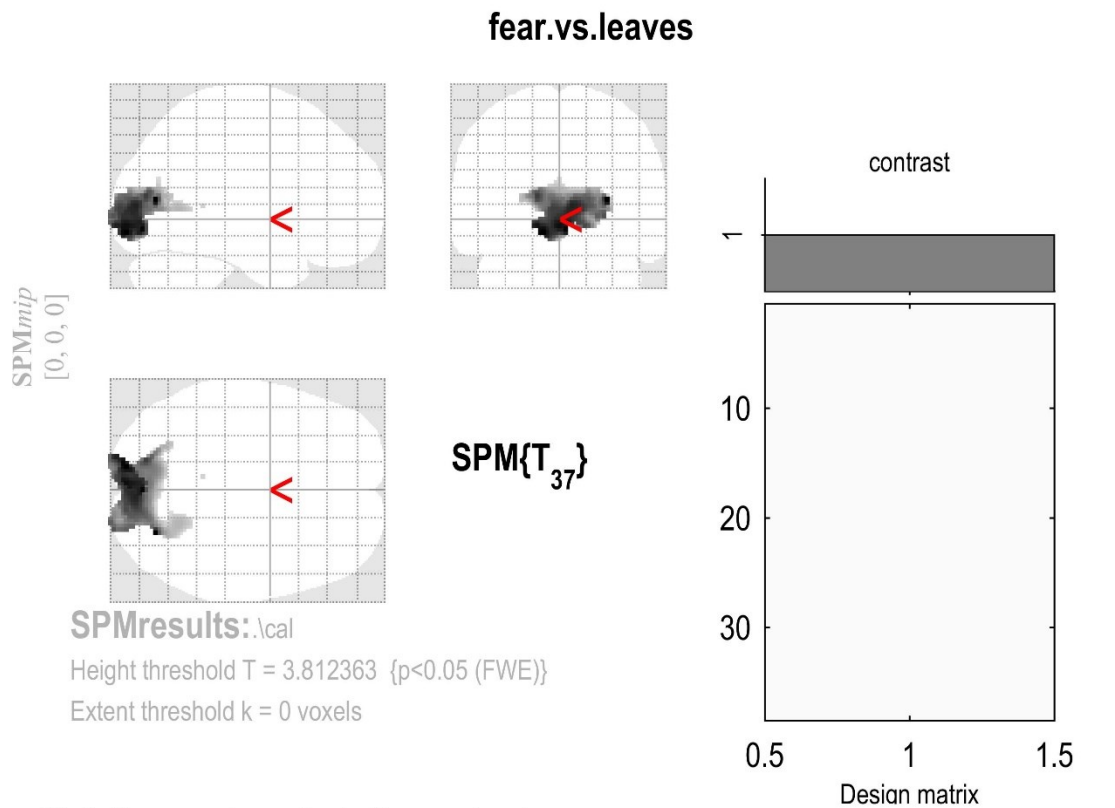
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	1258	0.000	0.000	0.000	10.42	7.08	0.000	40	-48	-20
						0.000	0.000	9.64	6.78	0.000	44	-64	-18
						0.000	0.000	9.34	6.65	0.000	24	-80	-12
		0.000	0.000	1188	0.000	0.000	0.000	10.29	7.03	0.000	-38	-62	-20
						0.000	0.000	10.03	6.93	0.000	-44	-68	-16
						0.000	0.000	9.72	6.81	0.000	-40	-84	-14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 4.08$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 14.5 14.8 12.0 mm mm mm; 7.2 7.4 6.0 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 16.766$	Volume: 28448 = 3556 voxels = 5.6 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 322.60 voxels)
FWEp: 4.079, FDRp: 5.526, FWEc: 1188, FDRc: 1188	

**Příloha 51.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	2008	0.000	0.000	0.000	8.57	6.32	0.000	28	-74	10
						0.000	0.000	8.48	6.28	0.000	-12	-92	-10
						0.000	0.000	8.30	6.20	0.000	2	-82	-8
		0.045	0.901	1	0.901	0.024	0.498	4.12	3.71	0.000	-6	-44	6

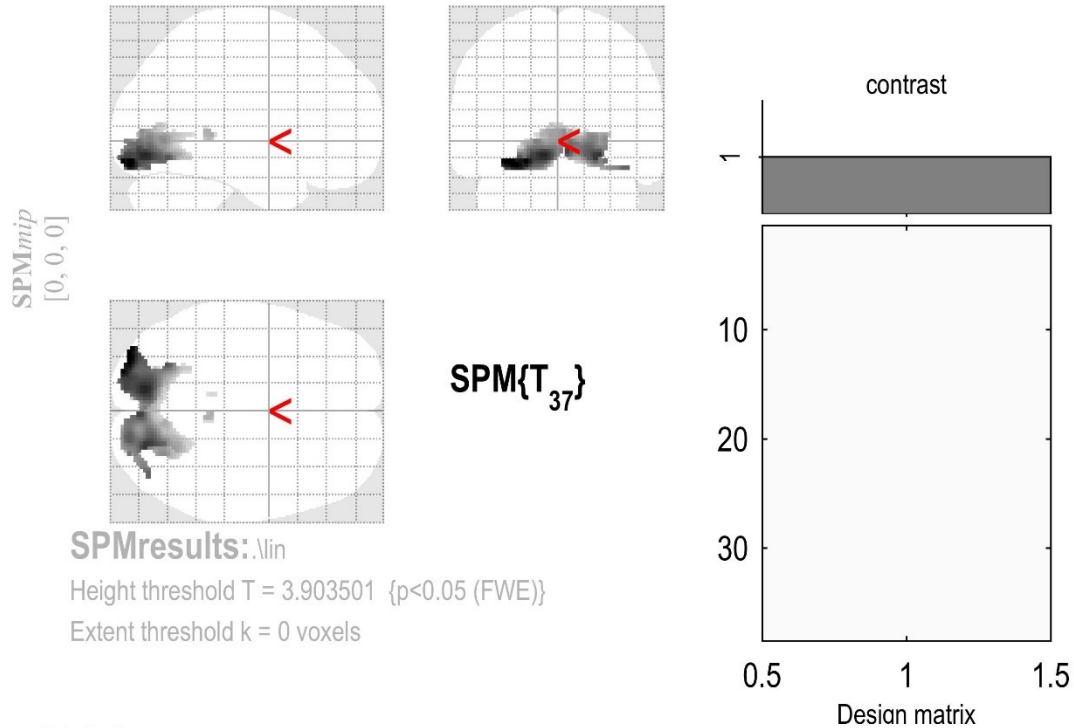
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.81$ ,  $p = 0.000$  (0.050)      Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels      FWHM = 17.8 17.2 16.1 mm mm mm; 8.9 8.6 8.0 {voxels}  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 39.365$       Volume: 28328 = 3541 voxels = 3.7 resels  
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$       Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 616.37 voxels)  
 FWEp: 3.812, FDRp: 5.642, FWEc: 1, FDRc: 2008



**Příloha 52.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

### fear.vs.leaves



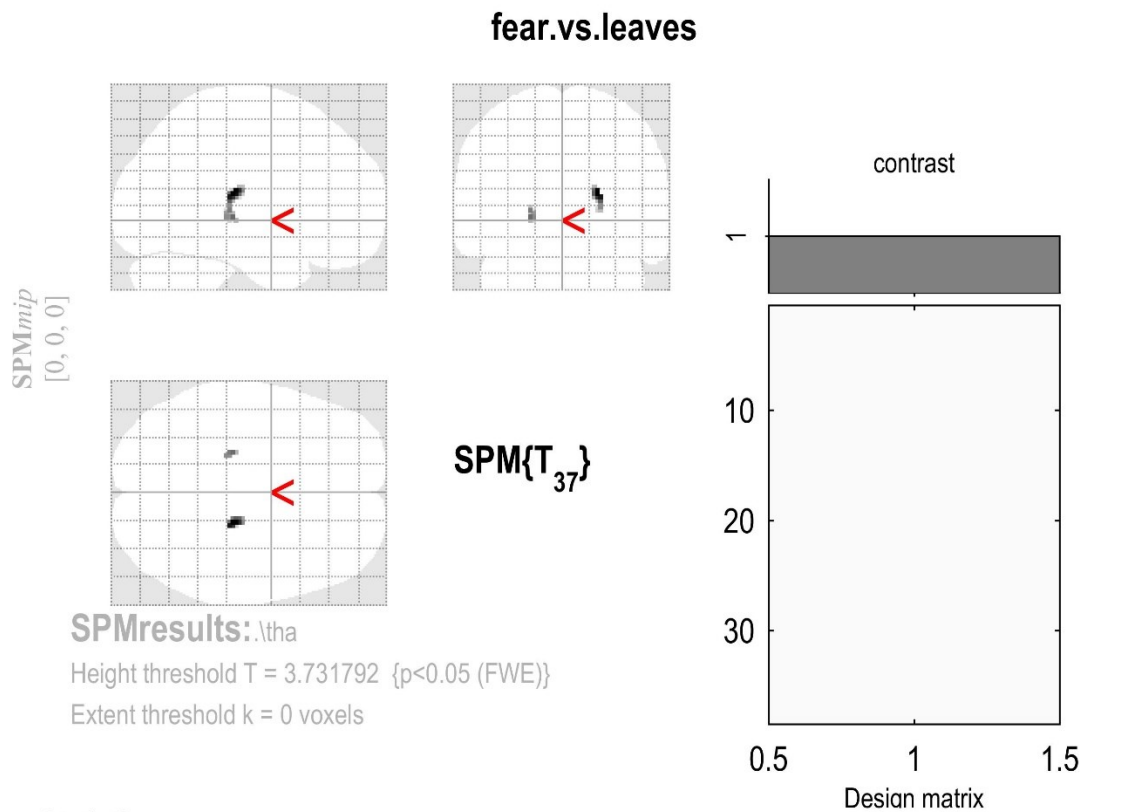
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$k_E$	$p_{uncorr}$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{uncorr}$			
0.000	3	0.000	0.000	2043	0.000	0.000	0.000	10.88	7.24	0.000	-34	-90	-14
						0.000	0.000	10.51	7.11	0.000	-22	-94	-14
						0.000	0.000	9.45	6.70	0.000	-12	-80	-10
		0.025	0.753	15	0.502	0.001	0.023	5.46	4.65	0.000	6	-40	4
		0.040	0.790	3	0.790	0.027	0.530	4.16	3.75	0.000	-8	-38	2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.90, p = 0.000 (0.050)      Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 Extent threshold: k = 0 voxels      FWHM = 17.9 18.0 14.6 mm mm mm; 8.9 9.0 7.3 {voxels}  
 Expected voxels per cluster, <k> = 34.840      Volume: 32352 = 4044 voxels = 4.2 resels  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05      Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 586.26 voxels)  
 FWEp: 3.904, FDRp: 5.253, FWEc: 3, FDRc: 2043

**Příloha 53.** Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.011	0.442	36	0.221	0.003	0.252	4.89	4.27	0.000	20	-26	14
						0.018	0.352	4.18	3.76	0.000	22	-28	6
		0.026	0.504	11	0.504	0.012	0.352	4.34	3.87	0.000	-22	-26	0

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.73, p = 0.000 (0.050)  
Extent threshold: k = 0 voxels  
Expected voxels per cluster, <k> = 25.813  
Expected number of clusters, <c> = 0.05  
FWEp: 3.732, FDRp: Inf, FWEc: 11, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
FWHM = 16.6 15.0 12.1 mm mm mm; 8.3 7.5 6.1 {voxels}  
Volume: 17256 = 2157 voxels = 3.8 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 378.67 voxels)



**Příloha 54.** Analýza rozdílu v aktivaci putamen u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

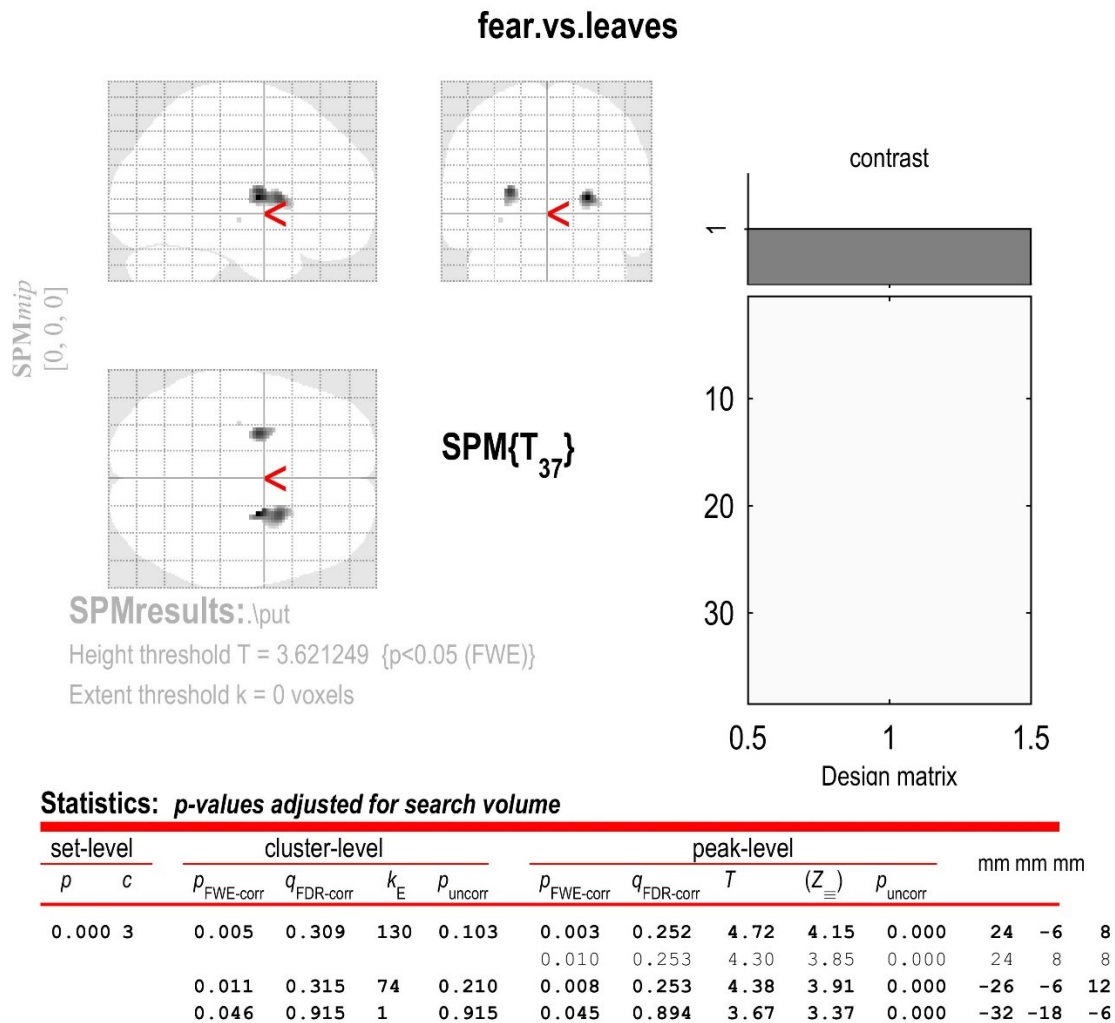
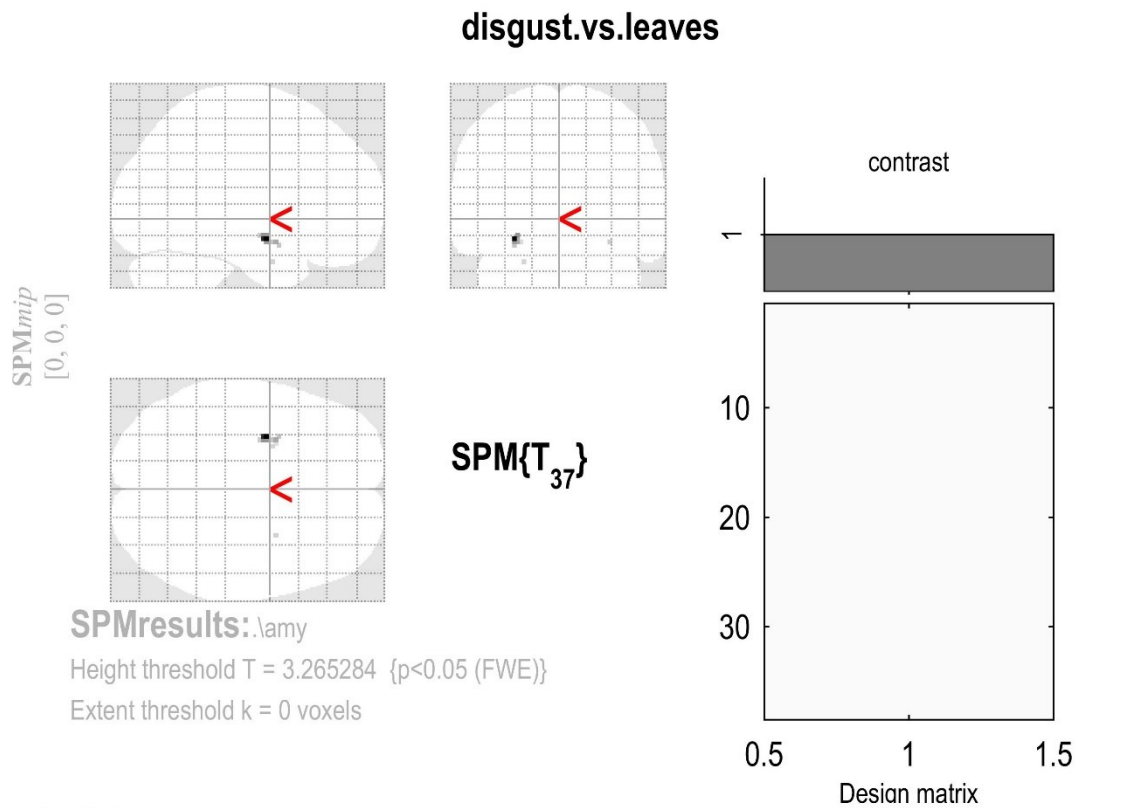


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.62, p = 0.000 (0.050)  
Extent threshold: k = 0 voxels  
Expected voxels per cluster, <k> = 50.411  
Expected number of clusters, <c> = 0.05  
FWEp: 3.621, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
FWHM = 17.6 20.1 15.3 mm mm mm; 8.8 10.0 7.6 {voxels}  
Volume: 16584 = 2073 voxels = 1.7 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 674.58 voxels)

**Příloha 55.** Analýza rozdílu v aktivaci amygdaly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

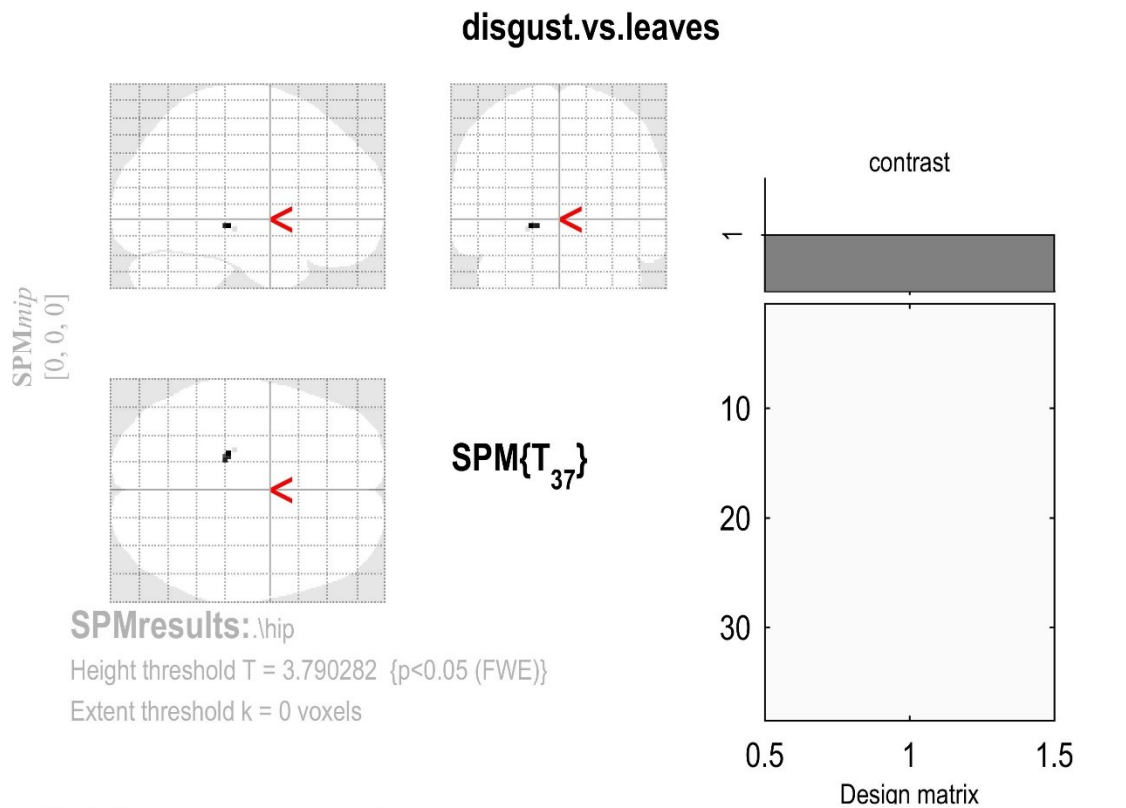
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	4	0.031	0.905	11	0.612	0.007	0.657	4.10	3.70	0.000	-30	-4	-14
		0.045	0.905	1	0.905	0.039	0.907	3.38	3.13	0.001	-30	4	-18
		0.045	0.905	1	0.905	0.043	0.907	3.33	3.10	0.001	30	2	-16
		0.045	0.905	1	0.905	0.045	0.907	3.31	3.08	0.001	-24	0	-28

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.27$ ,  $p = 0.001$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 42.401$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.265, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 15.8 14.1 14.8 mm mm mm; 7.9 7.1 7.4 {voxels}  
 Volume: 3736 = 467 voxels = 0.5 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 412.93 voxels)

**Příloha 56.** Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.036	0.872	4	0.708	0.036	0.930	3.92	3.56	0.000	-20	-28	-6
		0.044	0.872	1	0.872	0.047	0.930	3.82	3.48	0.000	-22	-24	-8

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.79$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 26.270$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.790, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 16.5 15.4 12.7 mm mm mm; 8.3 7.7 6.4 {voxels}  
 Volume: 15024 = 1878 voxels = 2.1 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 404.11 voxels)

**Příloha 57.** Analýza rozdílu v aktivaci parahipokampálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).

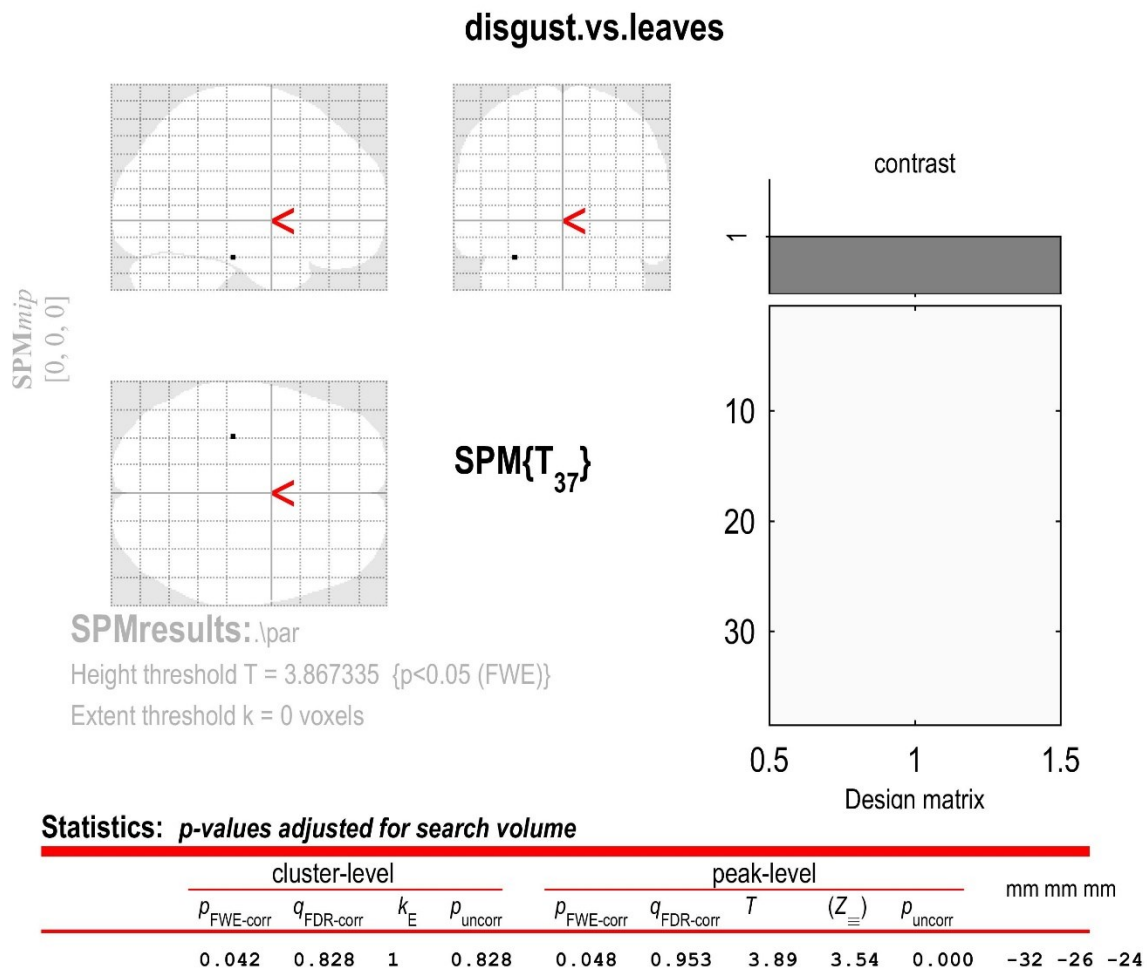
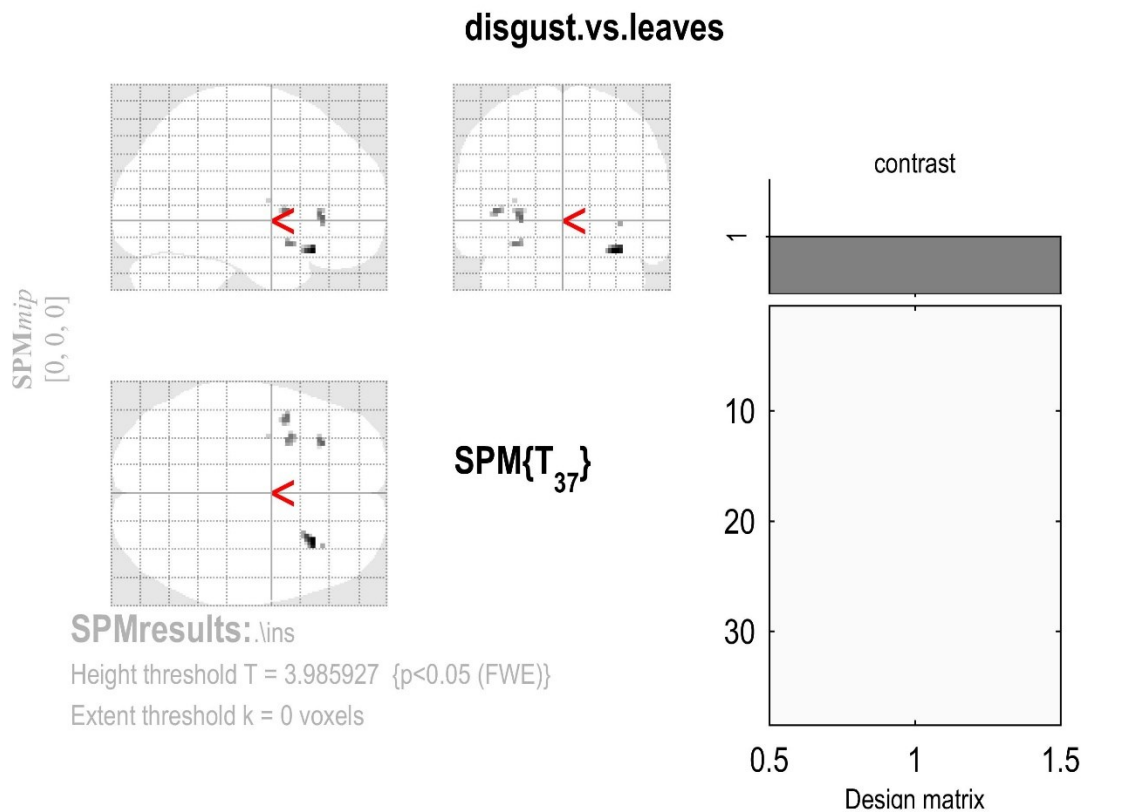


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.87, p = 0.000 (0.050)  
 Extent threshold: k = 0 voxels  
 Expected voxels per cluster, <k> = 16.204  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05  
 FWEp: 3.867, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 13.5 14.6 10.8 mm mm mm; 6.7 7.3 5.4 {voxels}  
 Volume: 11792 = 1474 voxels = 2.0 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 265.04 voxels)

**Příloha 58.** Analýza rozdílu v aktivaci insuly u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

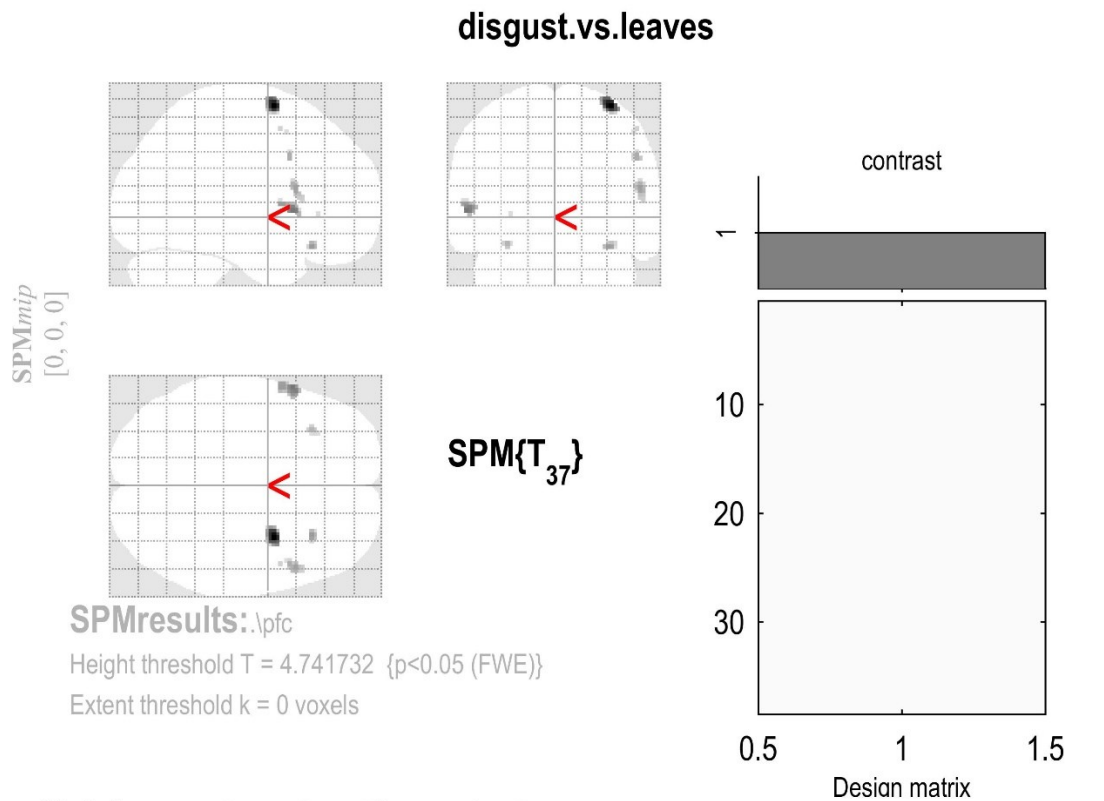
set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	6	0.018	0.820	21	0.346	0.003	0.426	5.03	4.36	0.000	32	24	-20
		0.024	0.820	12	0.481	0.012	0.426	4.55	4.03	0.000	-28	30	0
		0.025	0.820	11	0.502	0.014	0.426	4.49	3.99	0.000	-44	8	4
		0.028	0.820	9	0.547	0.015	0.426	4.46	3.96	0.000	-32	10	-16
		0.044	0.870	1	0.870	0.027	0.613	4.24	3.81	0.000	34	30	-4
		0.044	0.870	1	0.870	0.042	0.828	4.06	3.67	0.000	-32	-4	10

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.99, p = 0.000 (0.050)  
 Extent threshold: k = 0 voxels  
 Expected voxels per cluster, <k> = 25.522  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05  
 FWEp: 3.986, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 16.3 17.2 13.0 mm mm mm; 8.2 8.6 6.5 {voxels}  
 Volume: 29024 = 3628 voxels = 4.0 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 457.68 voxels)

**Příloha 59.** Analýza rozdílu v aktivaci PFC u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

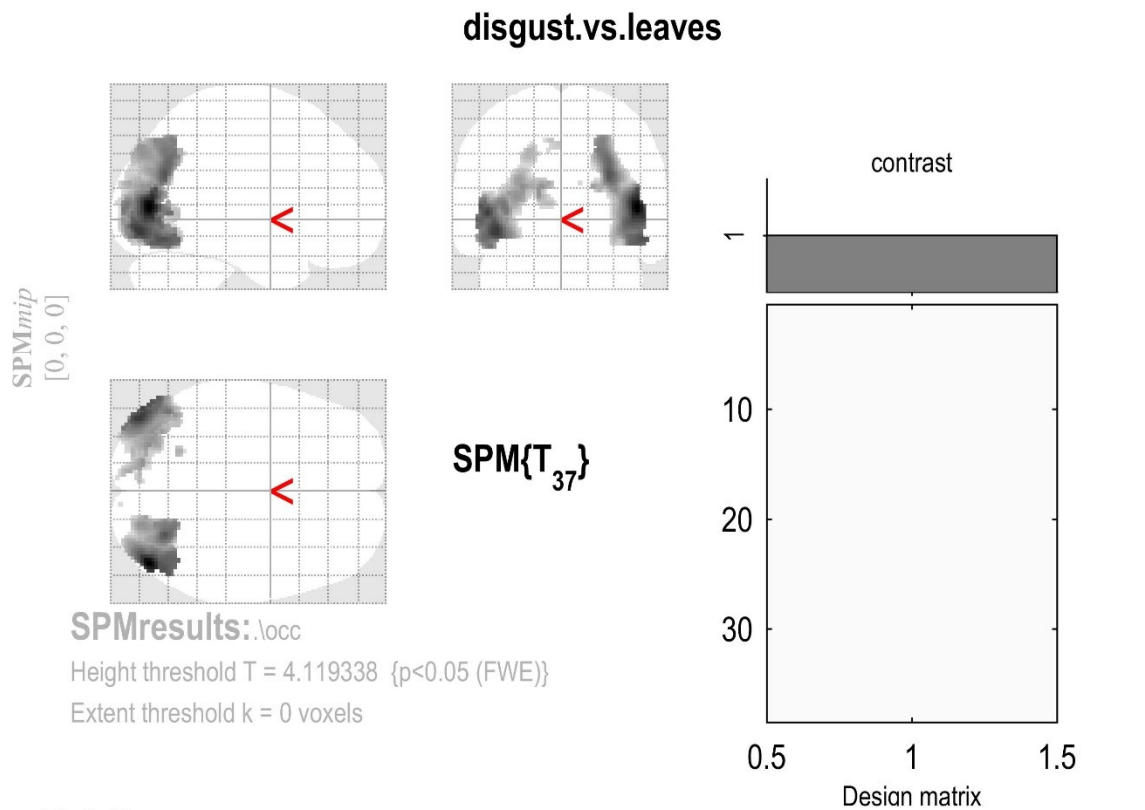
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	9	0.001	0.233	57	0.026	0.000	0.043	6.79	5.43	0.000	34	2	66
		0.003	0.306	36	0.068	0.005	0.454	5.66	4.77	0.000	-58	14	2
						0.011	0.467	5.34	4.57	0.000	-58	6	6
		0.016	0.664	10	0.318	0.011	0.467	5.32	4.56	0.000	32	26	-20
		0.008	0.487	20	0.162	0.012	0.467	5.30	4.54	0.000	52	16	16
		0.022	0.664	6	0.443	0.015	0.503	5.20	4.48	0.000	50	12	36
		0.021	0.664	7	0.406	0.019	0.542	5.12	4.42	0.000	-32	26	-18
		0.039	0.781	1	0.781	0.036	0.891	4.87	4.26	0.000	50	6	52
		0.039	0.781	1	0.781	0.048	0.987	4.76	4.18	0.000	48	10	50
		0.039	0.781	1	0.781	0.049	0.987	4.75	4.17	0.000	-30	30	0

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 4.74$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 14.5 14.4 12.6 mm mm mm; 7.3 7.2 6.3 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 10.851$	Volume: 202624 = 25328 voxels = 56.3 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 329.48 voxels)
FWEp: 4.742, FDRp: 6.786, FWEc: 1, FDRc: Inf	



**Příloha 60.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	7	0.000	0.000	2282	0.000	0.000	0.000	11.14	7.33	0.000	46	-78	6
						0.000	0.000	8.40	6.25	0.000	48	-70	-14
						0.000	0.000	8.28	6.19	0.000	28	-68	24
		0.000	0.000	1947	0.000	0.000	0.000	9.13	6.57	0.000	-42	-84	-10
						0.000	0.000	8.81	6.43	0.000	-48	-82	2
						0.000	0.000	8.27	6.18	0.000	-52	-76	6
		0.021	0.895	22	0.418	0.001	0.038	5.51	4.68	0.000	-22	-60	40
		0.029	0.895	11	0.578	0.006	0.130	4.99	4.33	0.000	-8	-84	46
		0.045	0.895	1	0.895	0.030	0.627	4.32	3.87	0.000	10	-96	20
		0.045	0.895	1	0.895	0.034	0.695	4.27	3.83	0.000	-10	-88	40
		0.045	0.895	1	0.895	0.042	0.843	4.19	3.76	0.000	-20	-76	42

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.12, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 35.971

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.119, FDRp: 5.401, FWEc: 1, FDRc: 1947

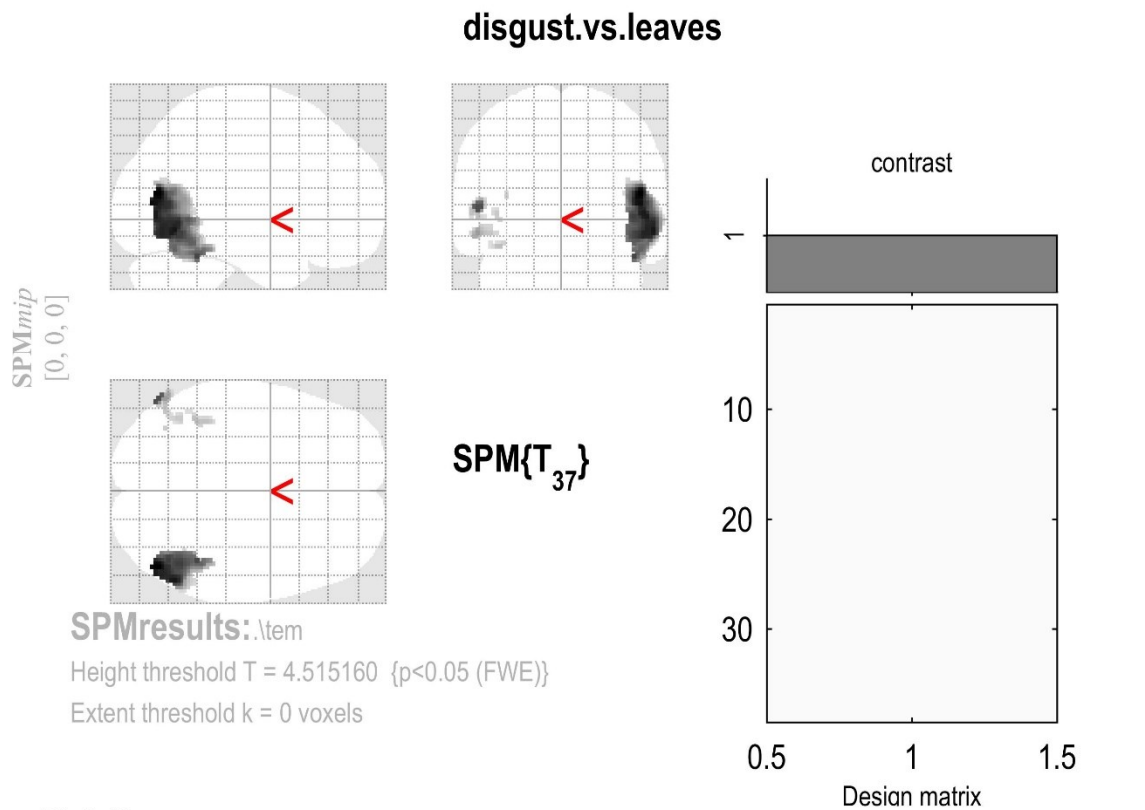
Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 17.3 18.0 18.3 mm mm mm; 8.6 9.0 9.2 {voxels}

Volume: 67080 = 8385 voxels = 7.6 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 712.97 voxels)

**Příloha 61.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	6	0.000	0.000	1437	0.000	0.000	0.000	9.91	6.88	0.000	48	-72	14
						0.000	0.000	9.16	6.58	0.000	56	-62	-8
						0.000	0.000	9.06	6.54	0.000	50	-74	2
		0.006	0.295	32	0.117	0.000	0.000	7.89	6.01	0.000	-54	-72	6
						0.009	0.198	5.21	4.48	0.000	-58	-66	2
		0.008	0.295	27	0.148	0.001	0.027	6.06	5.02	0.000	-54	-68	-10
		0.012	0.349	18	0.232	0.007	0.175	5.31	4.55	0.000	-40	-48	-18
		0.016	0.371	13	0.309	0.014	0.280	5.03	4.36	0.000	-42	-60	2
		0.036	0.714	2	0.714	0.020	0.385	4.89	4.27	0.000	-36	-68	12

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.52, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 13.572

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.515, FDRp: 6.064, FWEc: 2, FDRc: 1437

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

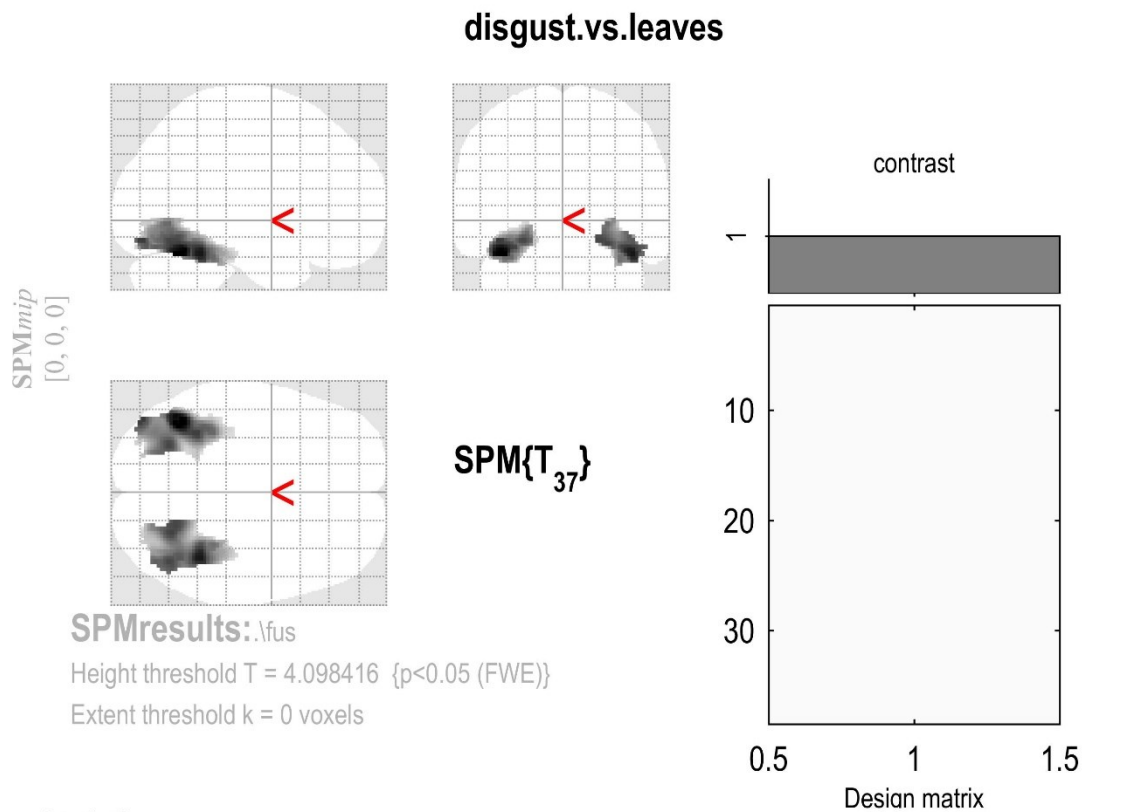
FWHM = 15.6 14.7 12.4 mm mm mm; 7.8 7.4 6.2 {voxels}

Volume: 119120 = 14890 voxels = 30.1 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 355.33 voxels)



**Příloha 62.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	1067	0.000	0.000	0.000	9.93	6.89	0.000	-40	-62	-22
						0.000	0.000	8.28	6.19	0.000	-42	-82	-14
						0.000	0.000	8.15	6.13	0.000	-34	-48	-18
		0.000	0.000	1230	0.000	0.000	0.000	9.19	6.59	0.000	42	-46	-22
						0.000	0.000	8.03	6.07	0.000	26	-64	-16
						0.000	0.000	7.88	6.00	0.000	44	-66	-18

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.10, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 15.348

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.098, FDRp: 6.433, FWEc: 1067, FDRc: 1067

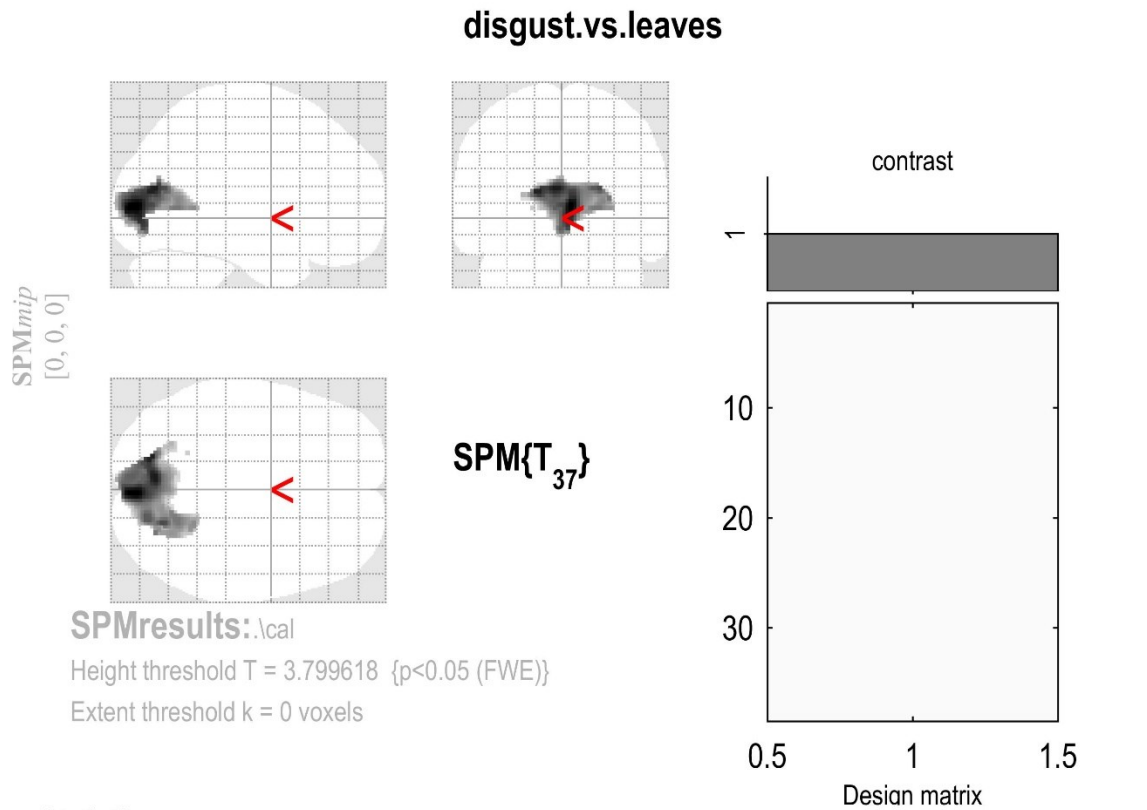
Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 14.3 14.7 11.4 mm mm mm; 7.2 7.3 5.7 {voxels}

Volume: 28448 = 3556 voxels = 6.1 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 299.54 voxels)

**Příloha 63.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

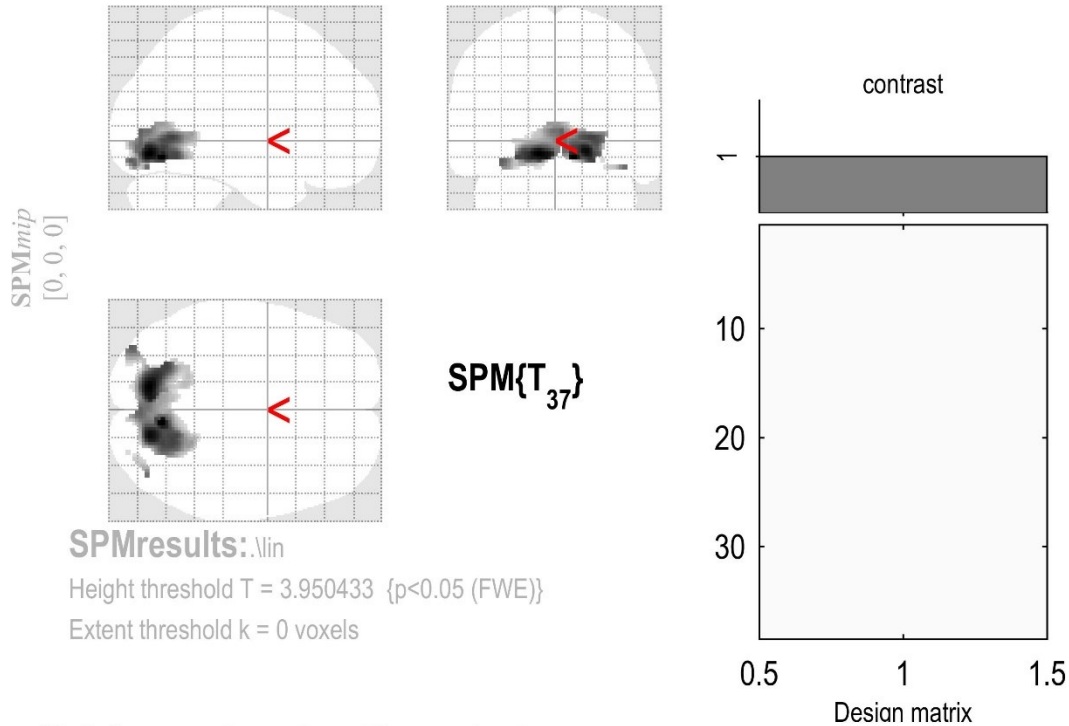
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	1945	0.000	0.000	0.001	7.73	5.93	0.000	4	-86	6
						0.000	0.001	7.13	5.62	0.000	-4	-74	16
						0.000	0.001	7.03	5.57	0.000	-18	-76	14
		0.045	0.904	1	0.904	0.023	0.447	4.13	3.72	0.000	-20	-54	4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.80, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 18.0 17.8 16.0 mm mm mm; 9.0 8.9 8.0 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 41.388	Volume: 28328 = 3541 voxels = 3.5 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 641.47 voxels)
FWEp: 3.800, FDRp: 5.140, FWEc: 1, FDRc: 1945	

**Příloha 64.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).

### disgust.vs.leaves



#### Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	4	0.000	0.000	2221	0.000	0.000	0.000	9.41	6.68	0.000	10	-68	-12
						0.000	0.000	9.23	6.61	0.000	-12	-76	-10
						0.000	0.000	9.01	6.52	0.000	18	-76	-8
		0.024	0.630	14	0.472	0.000	0.002	6.60	5.33	0.000	42	-78	-18
		0.024	0.630	14	0.472	0.019	0.414	4.35	3.88	0.000	-28	-60	-2
		0.044	0.879	1	0.879	0.033	0.658	4.12	3.71	0.000	28	-90	-14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.95, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 28.629

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 3.950, FDRp: 5.482, FWEc: 1, FDRc: 2221

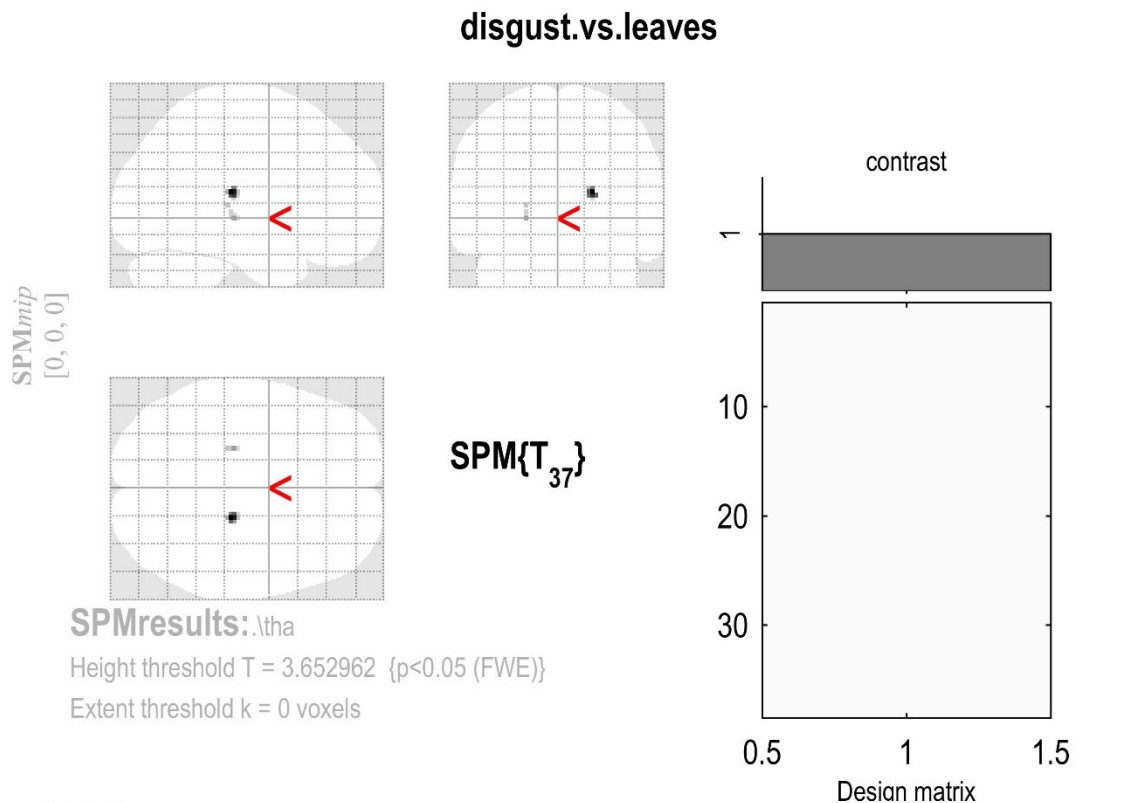
Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

FWHM = 16.7 16.9 14.1 mm mm mm; 8.3 8.5 7.1 {voxels}

Volume: 32352 = 4044 voxels = 4.9 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 499.60 voxels)

**Příloha 65.** Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

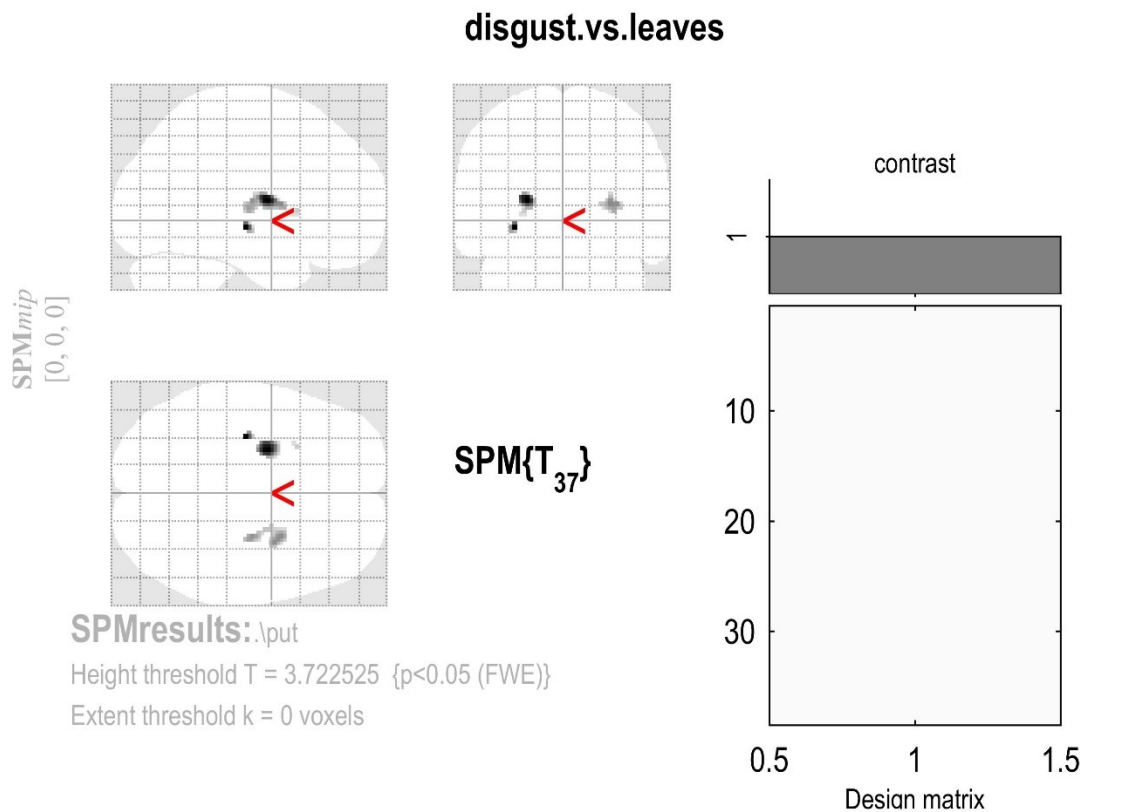
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	3	0.023	0.894	18	0.463	0.008	0.609	4.43	3.94	0.000	20	-26	14
		0.036	0.894	5	0.720	0.030	0.887	3.87	3.53	0.000	-22	-24	-2
		0.045	0.894	1	0.894	0.041	0.887	3.75	3.43	0.000	-22	-28	6

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.65$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 35.391$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.653, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 17.9 16.8 13.0 mm mm mm; 9.0 8.4 6.5 {voxels}  
 Volume: 17256 = 2157 voxels = 3.0 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 486.38 voxels)

**Příloha 66.** Analýza rozdílu v aktivaci putamen u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

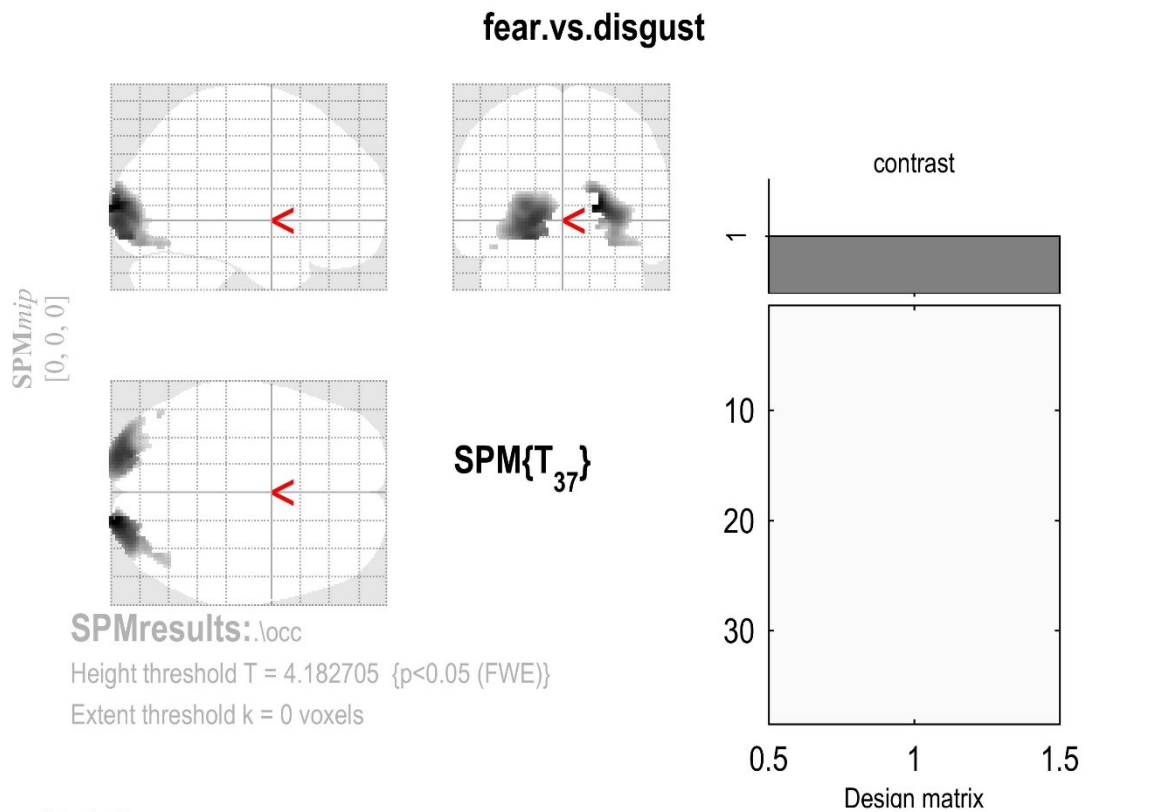
set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	4	0.031	0.781	8	0.622	0.002	0.126	5.10	4.41	0.000	-32	-18	-6
		0.005	0.276	87	0.097	0.002	0.126	5.08	4.40	0.000	-24	-4	10
		0.007	0.276	68	0.138	0.016	0.630	4.21	3.78	0.000	28	4	8
						0.017	0.630	4.17	3.75	0.000	28	-14	10
						0.034	0.869	3.88	3.53	0.000	24	-6	8
		0.039	0.781	3	0.781	0.038	0.869	3.84	3.50	0.000	-26	14	4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.72, p = 0.000 (0.050)  
 Extent threshold: k = 0 voxels  
 Expected voxels per cluster, <k> = 32.470  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05  
 FWEp: 3.723, FDRp: Inf, FWEc: 3, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]  
 FWHM = 16.1 17.5 13.5 mm mm mm; 8.0 8.7 6.7 {voxels}  
 Volume: 16584 = 2073 voxels = 2.5 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 472.72 voxels)

**Příloha 67.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	3	0.000	0.000	657	0.000	0.000	0.000	10.25	7.01	0.000	18	-98	6
						0.000	0.000	8.31	6.20	0.000	28	-92	2
						0.000	0.001	7.10	5.60	0.000	18	-100	16
		0.000	0.000	1112	0.000	0.000	0.000	8.57	6.32	0.000	-20	-98	-2
						0.000	0.000	8.53	6.30	0.000	-22	-94	-12
						0.000	0.000	7.80	5.96	0.000	-24	-94	6
		0.038	0.760	3	0.760	0.010	0.196	4.82	4.22	0.000	-44	-72	-18

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.18$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 27.684$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 4.183, FDRp: 5.413, FWEc: 3, FDRc: 657

Degrees of freedom = [1.0, 37.0]

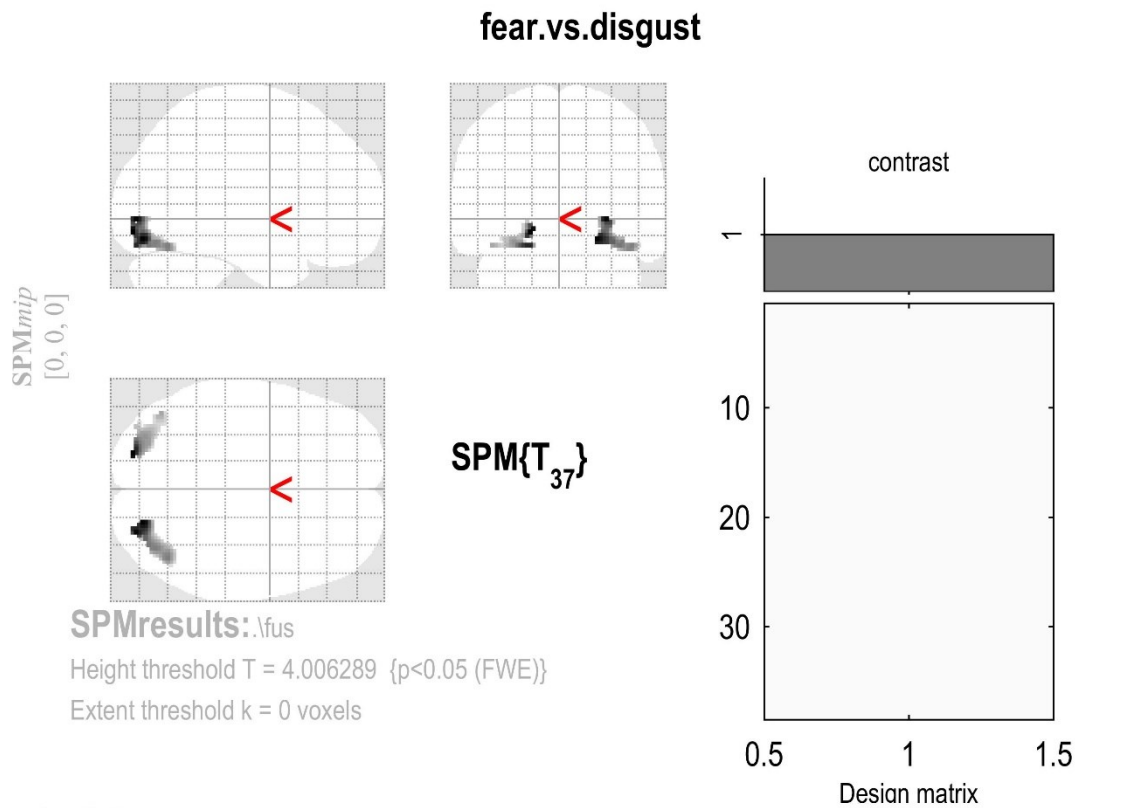
FWHM = 17.1 17.2 15.6 mm mm mm; 8.5 8.6 7.8 {voxels}

Volume: 67080 = 8385 voxels = 9.4 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 574.76 voxels)



**Příloha 68.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



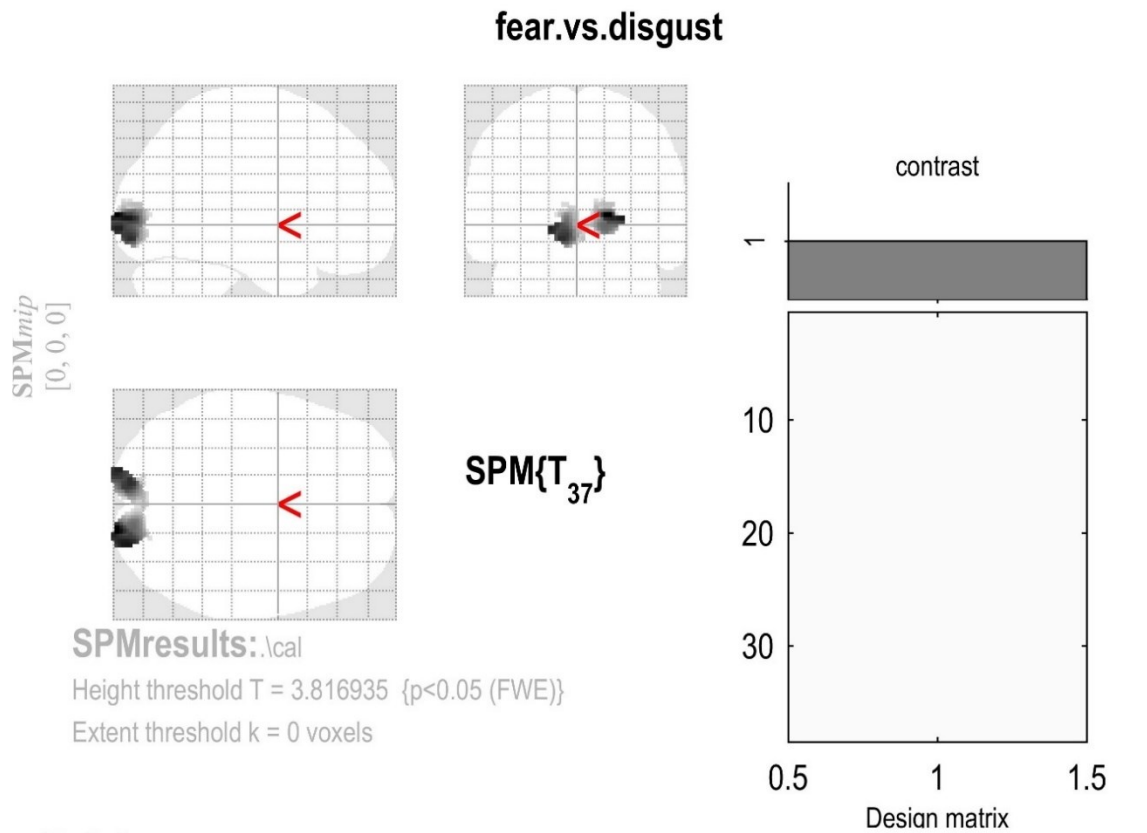
**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.001	0.020	134	0.020	0.000	0.001	7.17	5.64	0.000	-20	-88	-10
						0.000	0.003	6.54	5.30	0.000	-22	-86	-18
						0.004	0.078	5.03	4.36	0.000	-30	-80	-16
		0.000	0.009	219	0.004	0.000	0.001	7.05	5.58	0.000	22	-82	-14
		0.000	0.001	6.97	5.53	0.000	28	-86	-2				
		0.001	0.038	5.43	4.63	0.000	36	-78	-18				

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 4.01$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 16.2 16.4 12.7 mm mm mm; 8.1 8.2 6.3 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 23.121$	Volume: 28448 = 3556 voxels = 4.3 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 421.10 voxels)
FWEp: 4.006, FDRp: 5.304, FWEc: 134, FDRc: 134	

**Příloha 69.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

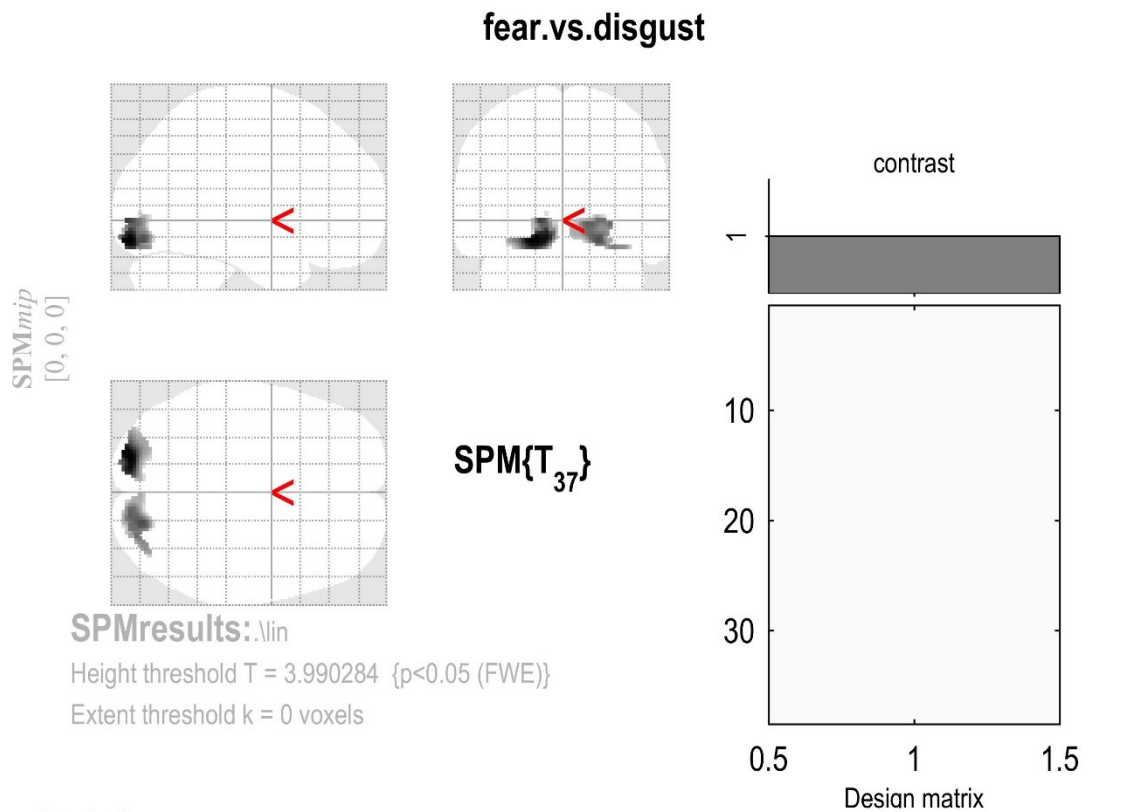
cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	0.001	587	0.001	0.000	0.000	9.08	6.54	0.000	18	-100	4
				0.000	0.000	8.41	6.25	0.000	26	-94	2
				0.000	0.000	8.15	6.13	0.000	-18	-98	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 3.82$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 17.8 17.2 15.8 mm mm mm; 8.9 8.6 7.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 38.550$	Volume: 28328 = 3541 voxels = 3.7 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 605.83 voxels)
FWEp: 3.817, FDRp: 6.497, FWEc: 587, FDRc: 587	



**Příloha 70.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u ofidiofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



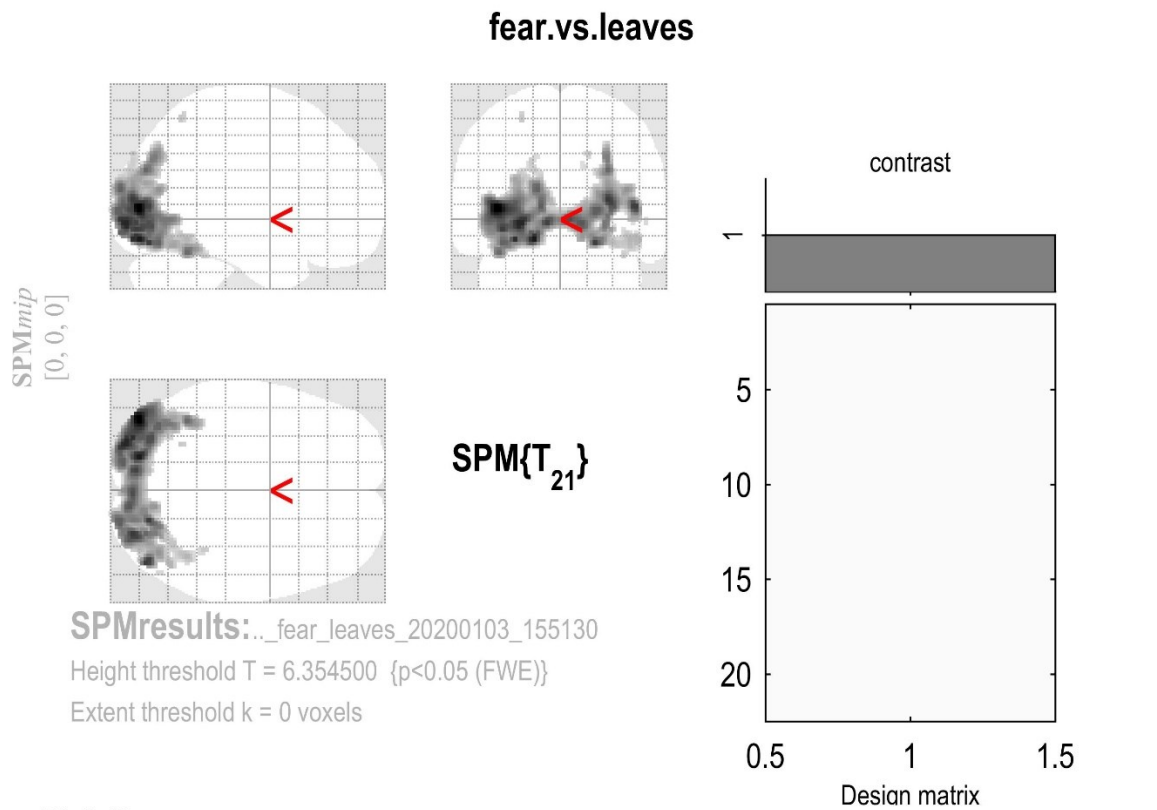
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	3	0.000	0.002	320	0.001	0.000	0.000	8.60	6.34	0.000	-22	-94	-14
						0.000	0.001	7.15	5.63	0.000	-16	-92	-2
		0.000	0.001	398	0.000	0.000	0.001	6.86	5.48	0.000	20	-84	-14
						0.000	0.003	6.55	5.30	0.000	14	-90	-4
						0.000	0.004	6.30	5.16	0.000	28	-86	-4
		0.043	0.865	1	0.865	0.050	0.993	3.99	3.62	0.000	-12	-84	2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.99, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 37.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.2 16.5 13.0 mm mm mm; 8.1 8.2 6.5 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 24.066	Volume: 32352 = 4044 voxels = 5.6 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 433.01 voxels)
FWEp: 3.990, FDRp: 5.572, FWEc: 1, FDRc: 320	

**Příloha 71.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



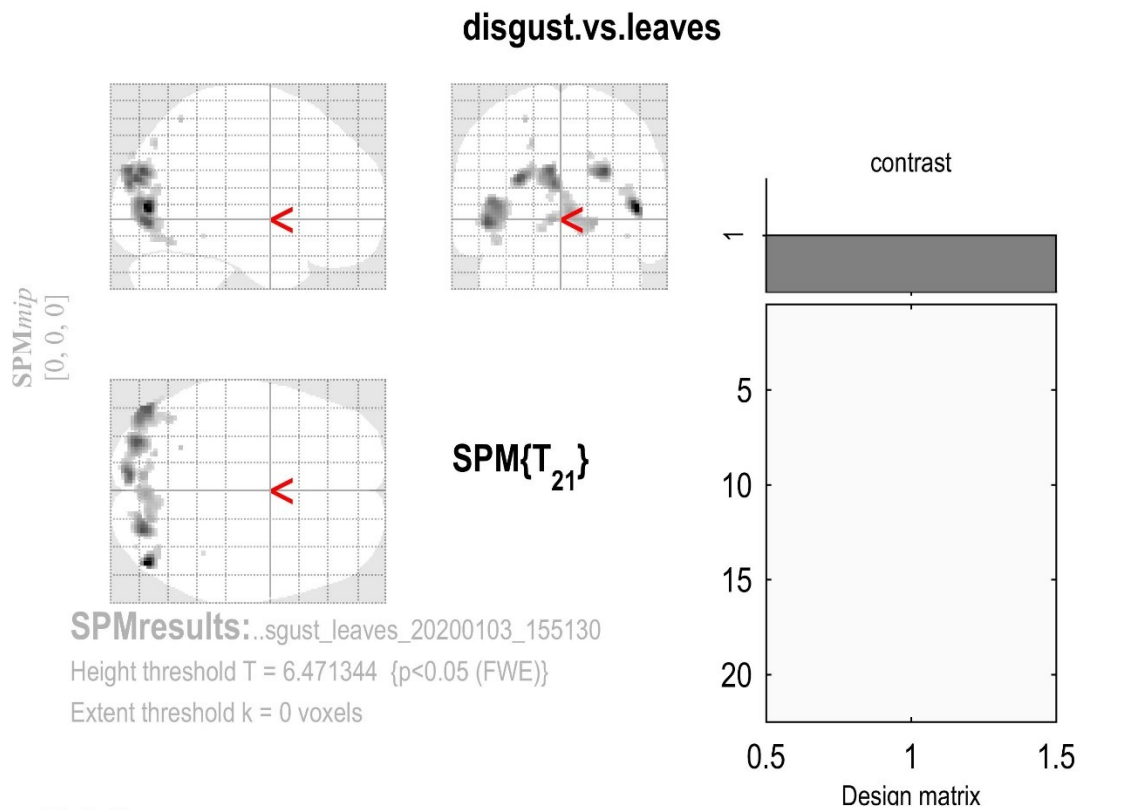
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	6	0.000	0.000	5704	0.000	0.000	0.007	12.18	6.56	0.000	-42	-84	4
						0.000	0.010	11.31	6.35	0.000	-18	-84	-14
						0.000	0.010	11.06	6.29	0.000	-28	-92	-4
		0.016	0.447	5	0.322	0.015	0.366	7.05	5.00	0.000	16	-88	38
		0.012	0.447	7	0.242	0.020	0.435	6.90	4.93	0.000	38	-44	-24
		0.016	0.447	5	0.322	0.020	0.435	6.89	4.93	0.000	-26	-58	60
		0.023	0.447	3	0.447	0.037	0.757	6.52	4.77	0.000	52	-72	-4
		0.023	0.447	3	0.447	0.038	0.757	6.51	4.77	0.000	14	-88	30

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 6.35, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 15.4 15.2 13.6 mm mm mm; 7.7 7.6 6.8 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 5.517	Volume: 1594520 = 199315 voxels = 464.3 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 398.05 voxels)
FWEp: 6.355, FDRp: 8.456, FWEc: 3, FDRc: 5704	

**Příloha 72.** Analýza rozdílu v aktivaci na úrovni celého mozku u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (strach > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	11	0.000	0.000	104	0.000	0.000	0.005	12.10	6.54	0.000	46	-80	6
						0.022	0.585	6.94	4.95	0.000	38	-72	16
		0.000	0.000	134	0.000	0.000	0.027	9.97	5.99	0.000	26	-82	28
		0.000	0.000	335	0.000	0.000	0.027	9.81	5.95	0.000	-48	-78	-4
						0.001	0.043	9.12	5.74	0.000	-44	-84	8
						0.016	0.481	7.13	5.03	0.000	-42	-64	-16
		0.000	0.000	304	0.000	0.000	0.027	9.79	5.94	0.000	-28	-86	22
						0.000	0.029	9.60	5.89	0.000	-8	-90	28
						0.000	0.038	9.29	5.79	0.000	-6	-90	20
		0.000	0.000	255	0.000	0.004	0.257	7.91	5.33	0.000	4	-80	2
						0.006	0.300	7.75	5.27	0.000	-6	-82	-2
						0.007	0.317	7.65	5.23	0.000	18	-78	-4
		0.024	0.585	2	0.479	0.014	0.481	7.22	5.06	0.000	-24	-58	58
		0.011	0.340	6	0.216	0.016	0.481	7.15	5.04	0.000	-20	-74	44
		0.016	0.427	4	0.311	0.027	0.641	6.83	4.90	0.000	16	-88	38
		0.032	0.629	1	0.629	0.037	0.828	6.65	4.83	0.000	40	-44	-12
		0.011	0.340	6	0.216	0.042	0.870	6.58	4.79	0.000	-8	-82	10
		0.032	0.629	1	0.629	0.046	0.923	6.52	4.77	0.000	36	-86	14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 6.47$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 4.211$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 6.471, FDRp: 9.118, FWEc: 1, FDRc: 104

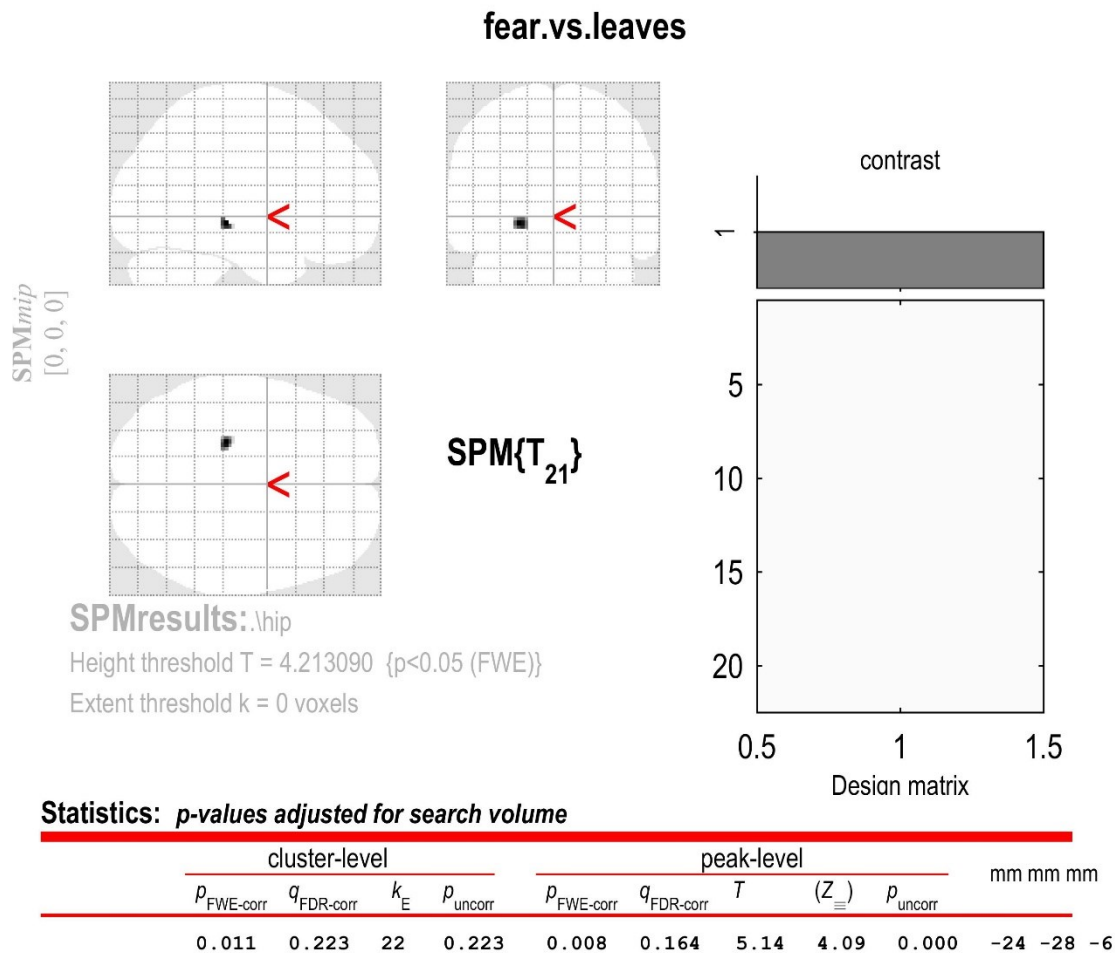
Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

FWHM = 14.3 14.2 12.6 mm mm mm; 7.1 7.1 6.3 {voxels}

Volume: 1594520 = 199315 voxels = 575.9 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 320.92 voxels)

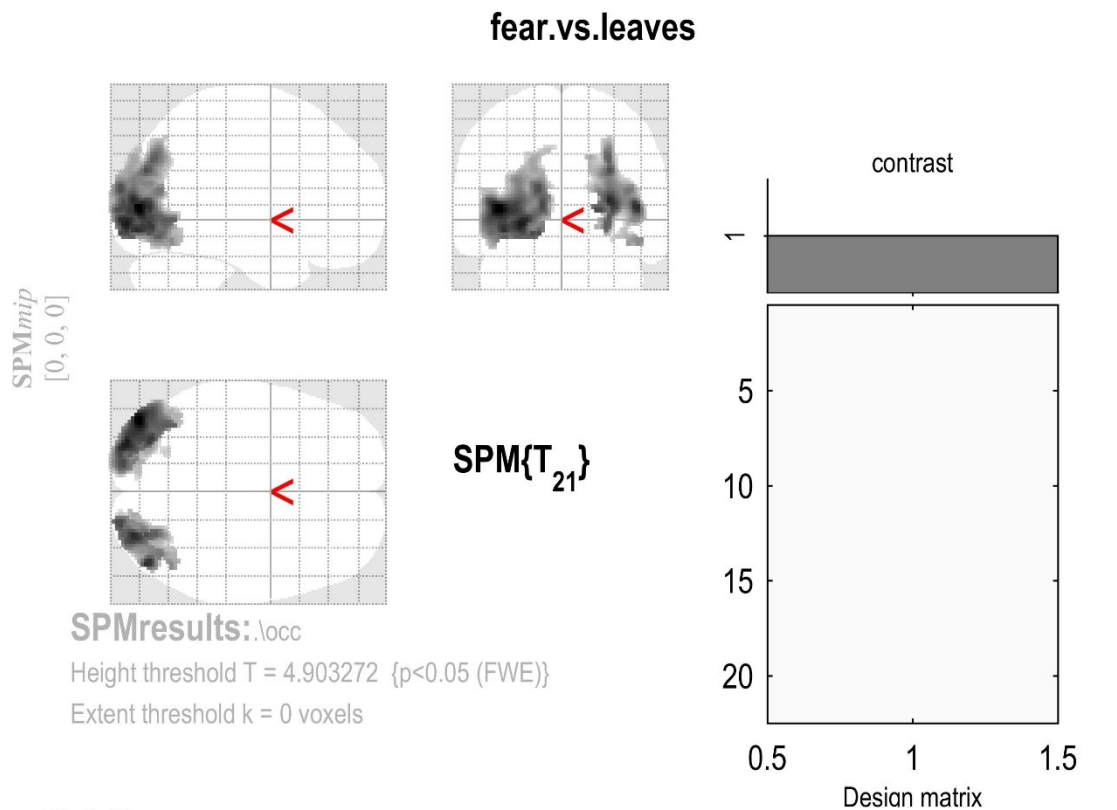
**Příloha 73.** Analýza rozdílu v aktivaci hipokampu u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



*table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart*

Height threshold: $T = 4.21$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 14.6 14.6 12.4 mm mm mm; 7.3 7.3 6.2 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 15.879$	Volume: 14952 = 1869 voxels = 2.6 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 330.63 voxels)
FWEp: 4.213, FDRp: Inf, FWEc: 22, FDRc: Inf	

**Příloha 74.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	5	0.000	0.000	3107	0.000	0.000	0.000	12.18	6.56	0.000	-42	-84	4
						0.000	0.001	11.06	6.29	0.000	-28	-92	-4
						0.000	0.001	10.43	6.12	0.000	-38	-86	-8
		0.000	0.000	1766	0.000	0.000	0.001	10.54	6.15	0.000	28	-88	10
						0.000	0.001	10.41	6.12	0.000	46	-80	6
						0.000	0.001	9.54	5.87	0.000	22	-96	4
		0.025	0.613	4	0.491	0.011	0.229	5.72	4.39	0.000	34	-78	-12
		0.009	0.299	15	0.179	0.017	0.351	5.48	4.27	0.000	-22	-68	38
		0.038	0.754	1	0.754	0.048	0.959	4.93	3.97	0.000	36	-80	-8

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.90, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 8.845

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.903, FDRp: 6.798, FWEc: 1, FDRc: 1766

Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

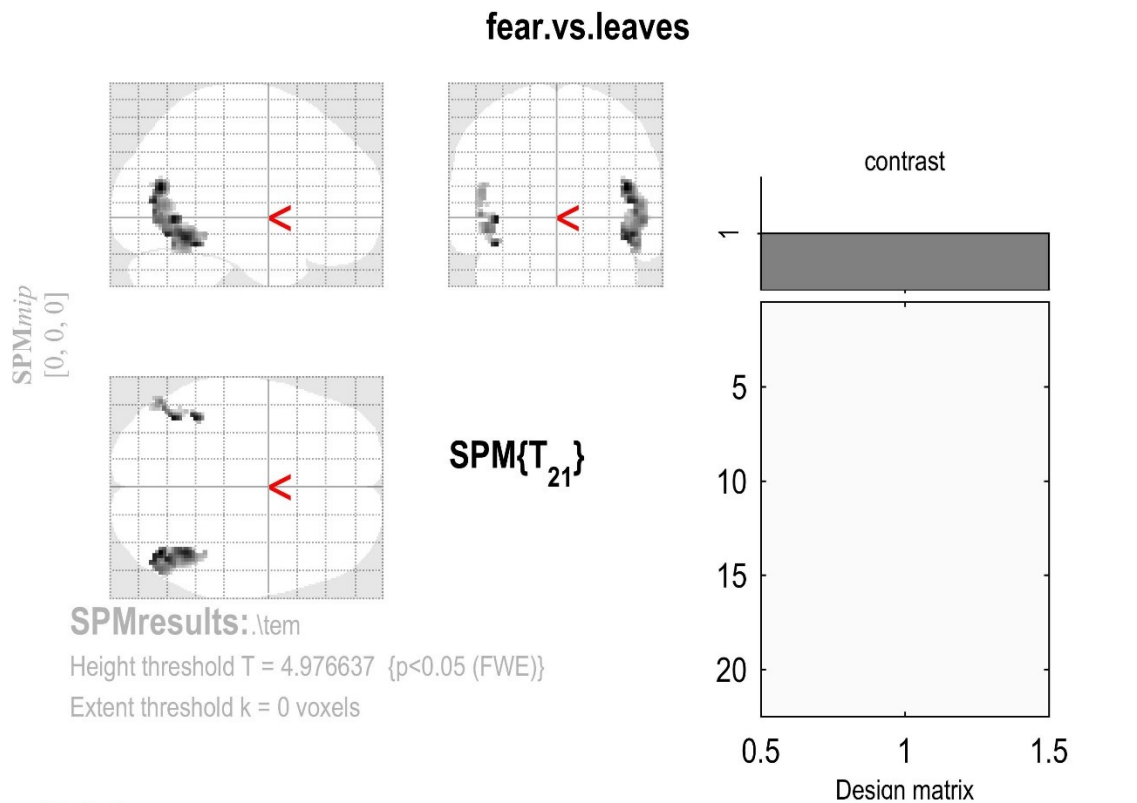
FWHM = 13.0 13.4 13.4 mm mm mm; 6.5 6.7 6.7 {voxels}

Volume: 63896 = 7987 voxels = 17.6 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 291.78 voxels)



**Příloha 75.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$k_E$	$p_{uncorr}$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{uncorr}$			
0.000	7	0.000	0.000	534	0.000	0.000	0.045	7.86	5.31	0.000	42	-70	16
						0.001	0.045	7.40	5.13	0.000	42	-54	-14
						0.001	0.045	7.36	5.12	0.000	44	-74	8
		0.002	0.123	63	0.035	0.000	0.045	7.52	5.18	0.000	-40	-62	-2
						0.004	0.147	6.41	4.72	0.000	-46	-68	-10
						0.005	0.189	6.22	4.63	0.000	-50	-70	0
		0.014	0.483	15	0.276	0.001	0.045	7.49	5.17	0.000	-40	-48	-18
		0.006	0.265	33	0.113	0.010	0.310	5.86	4.46	0.000	-48	-72	14
						0.019	0.474	5.49	4.27	0.000	-50	-72	6
		0.041	0.809	1	0.809	0.036	0.786	5.16	4.10	0.000	-46	-58	-14
		0.041	0.809	1	0.809	0.041	0.861	5.08	4.06	0.000	-46	-70	6
		0.041	0.809	1	0.809	0.047	0.932	5.01	4.02	0.000	44	-44	-18

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.98$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 13.660$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 4.977, FDRp: 7.353, FWEc: 1, FDRc: 534

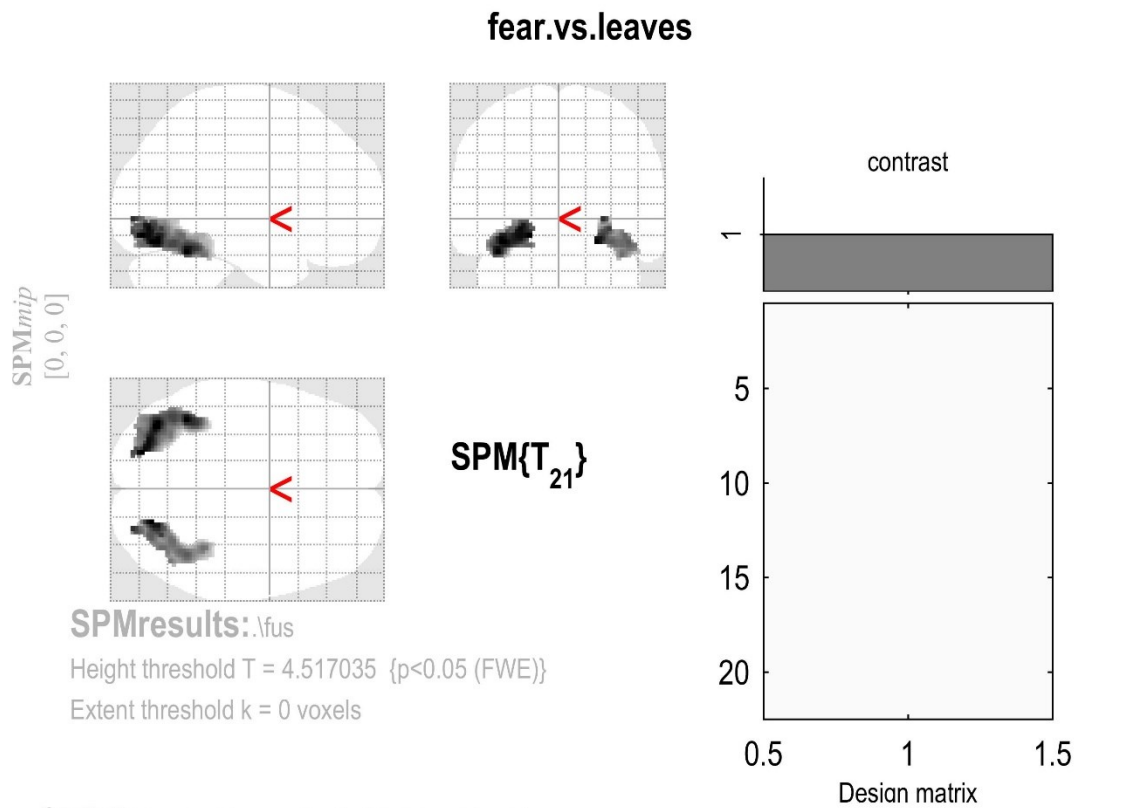
Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

FWHM = 17.0 15.9 13.9 mm mm mm; 8.5 8.0 7.0 {voxels}

Volume: 118576 = 14822 voxels = 22.8 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 471.34 voxels)

**Příloha 76.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



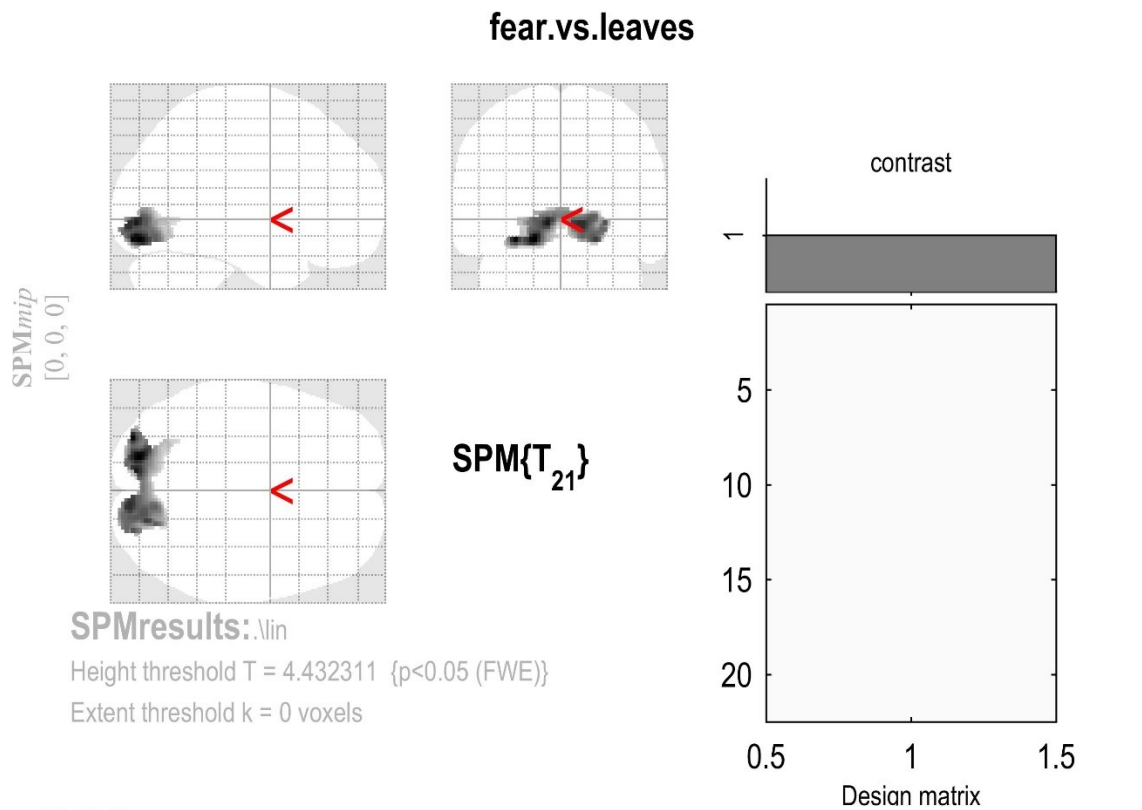
**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	632	0.000	0.000	0.001	9.48	5.85	0.000	22	-76	-16
						0.000	0.002	8.29	5.47	0.000	26	-88	-2
						0.000	0.004	7.99	5.36	0.000	30	-70	-8
		0.000	0.000	785	0.000	0.000	0.001	9.42	5.83	0.000	-38	-72	-16
						0.000	0.001	9.39	5.82	0.000	-20	-82	-12
						0.000	0.001	9.27	5.79	0.000	-40	-54	-22

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 4.52$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 13.5 14.4 12.9 mm mm mm; 6.8 7.2 6.4 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 12.212$	Volume: 27632 = 3454 voxels = 5.5 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 314.19 voxels)
FWEp: 4.517, FDRp: 6.748, FWEc: 632, FDRc: 632	

**Příloha 77.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

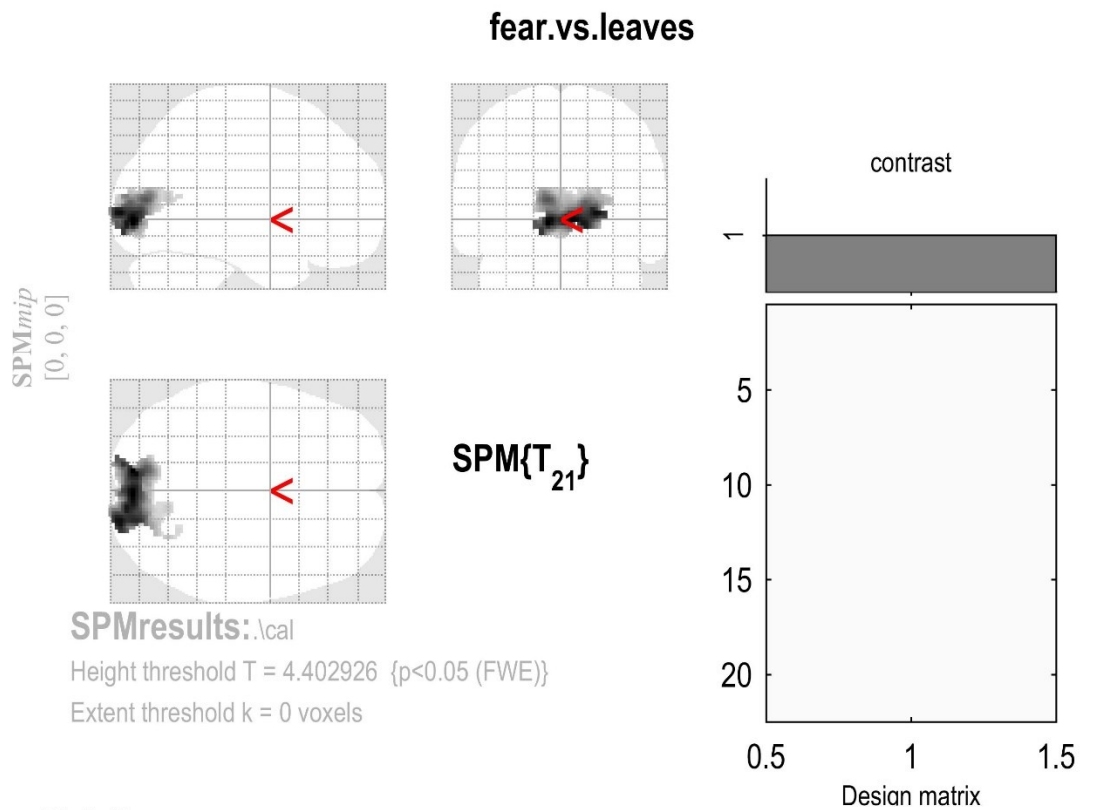
cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	T	(Z <sub>≡</sub> )	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	0.000	1428	0.000	0.000	0.000	11.31	6.35	0.000	-18	-84	-14
				0.000	0.000	10.76	6.21	0.000	-30	-88	-14
				0.000	0.000	10.25	6.07	0.000	-10	-86	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.43, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 15.4 16.1 12.7 mm mm mm; 7.7 8.0 6.3 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 16.149	Volume: 31840 = 3980 voxels = 6.2 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 392.29 voxels)
FWEp: 4.432, FDRp: 7.333, FWEc: 1428, FDRc: 1428	



**Příloha 78.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	1668	0.000	0.000	0.000	10.09	6.03	0.000	-10	-88	-4
						0.000	0.000	9.93	5.98	0.000	4	-88	-2
						0.000	0.000	9.55	5.87	0.000	20	-96	2
		0.028	0.556	5	0.556	0.035	0.693	4.60	3.78	0.000	26	-60	12

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.40, p = 0.000 (0.050)      Degrees of freedom = [1.0, 21.0]  
 Extent threshold: k = 0 voxels      FWHM = 14.6 14.1 13.6 mm mm mm; 7.3 7.1 6.8 {voxels}  
 Expected voxels per cluster, <k> = 14.752      Volume: 28896 = 3612 voxels = 6.7 resels  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05      Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 351.19 voxels)  
 FWEp: 4.403, FDRp: 6.695, FWEc: 5, FDRc: 1668

**Příloha 79.** Analýza rozdílu v aktivaci thalamu u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

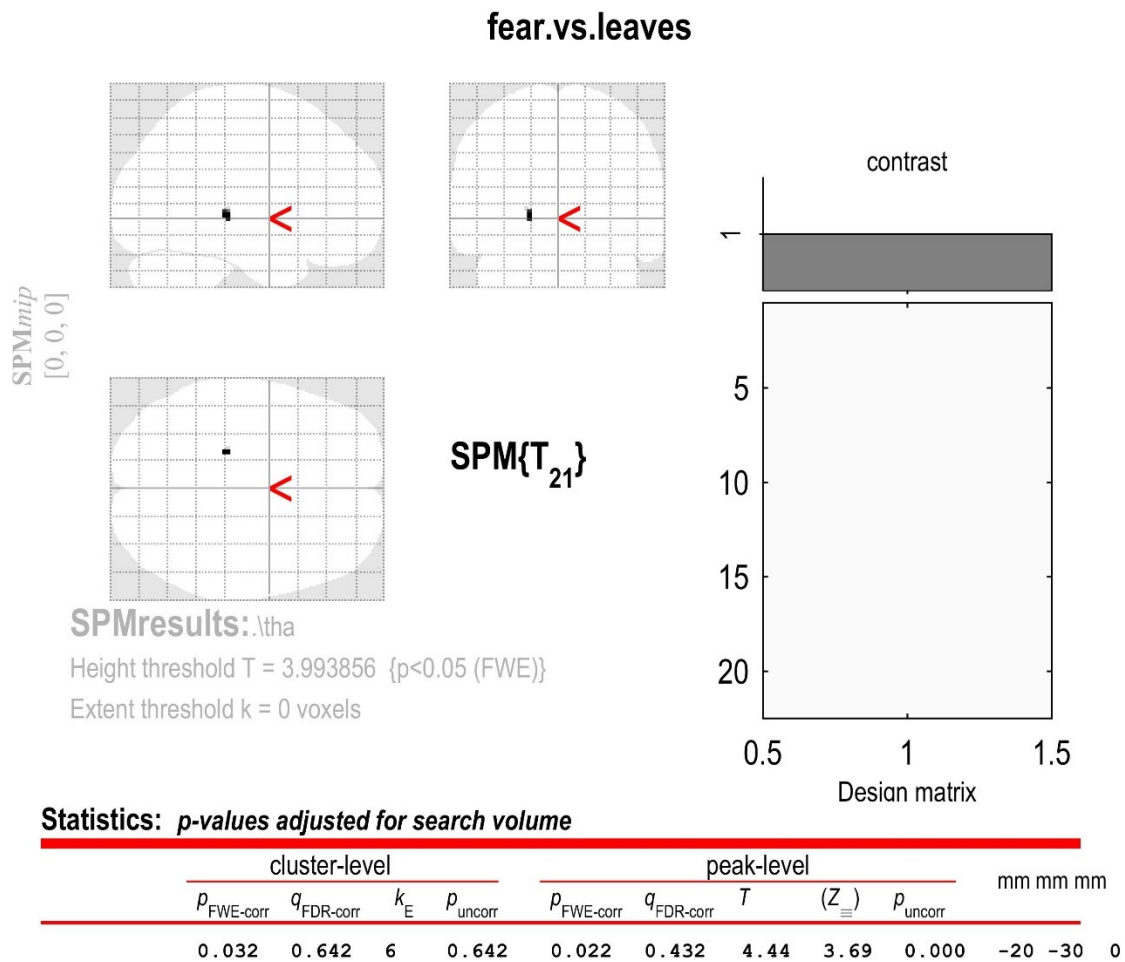
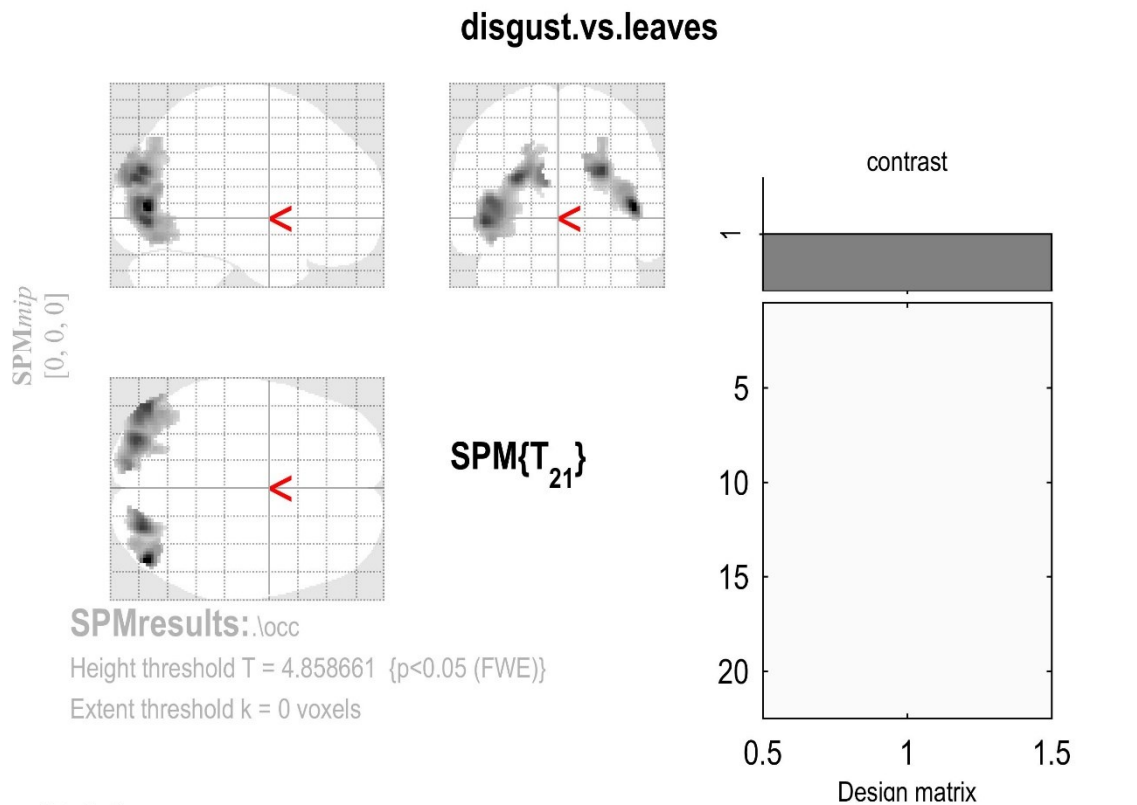


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.99$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 27.071$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 3.994, FDRp: Inf, FWEc: 6, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 21.0]  
 FWHM = 17.4 16.8 13.1 mm mm mm; 8.7 8.4 6.5 {voxels}  
 Volume: 17256 = 2157 voxels = 3.0 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 479.04 voxels)

**Příloha 80.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	4	0.000	0.000	969	0.000	0.000	0.000	12.10	6.54	0.000	46	-80	6
						0.000	0.001	9.97	5.99	0.000	26	-82	28
						0.001	0.043	6.94	4.95	0.000	38	-72	16
		0.000	0.000	1754	0.000	0.000	0.001	9.81	5.95	0.000	-48	-78	-4
						0.000	0.001	9.79	5.94	0.000	-28	-86	22
						0.000	0.002	9.12	5.74	0.000	-44	-84	8
		0.004	0.105	31	0.078	0.004	0.100	6.27	4.65	0.000	-22	-74	40
		0.039	0.773	1	0.773	0.044	0.878	4.93	3.97	0.000	-12	-90	12

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.86$ ,  $p = 0.000$  (0.050)

Extent threshold:  $k = 0$  voxels

Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 10.150$

Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$

FWEp: 4.859, FDRp: 6.885, FWEc: 1, FDRc: 969

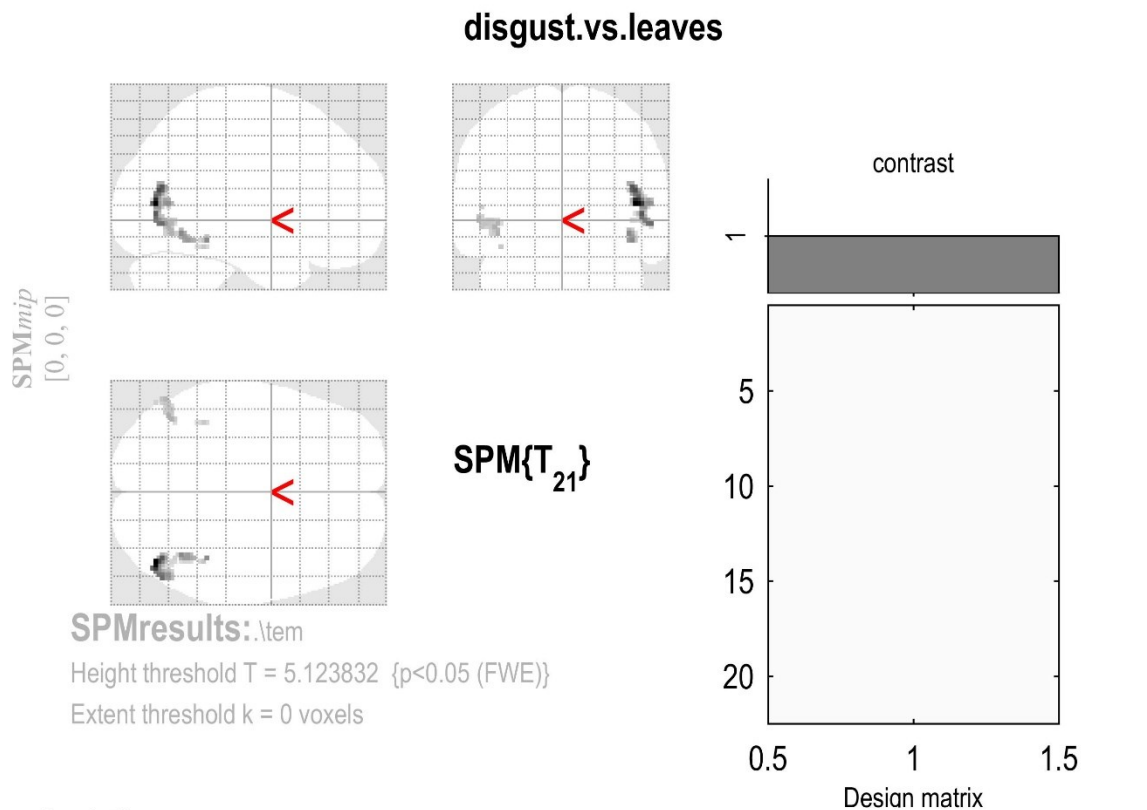
Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

FWHM = 13.4 14.1 13.7 mm mm mm; 6.7 7.1 6.9 {voxels}

Volume: 63896 = 7987 voxels = 15.8 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 325.71 voxels)

**Příloha 81.** Analýza rozdílu v aktivaci temporálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

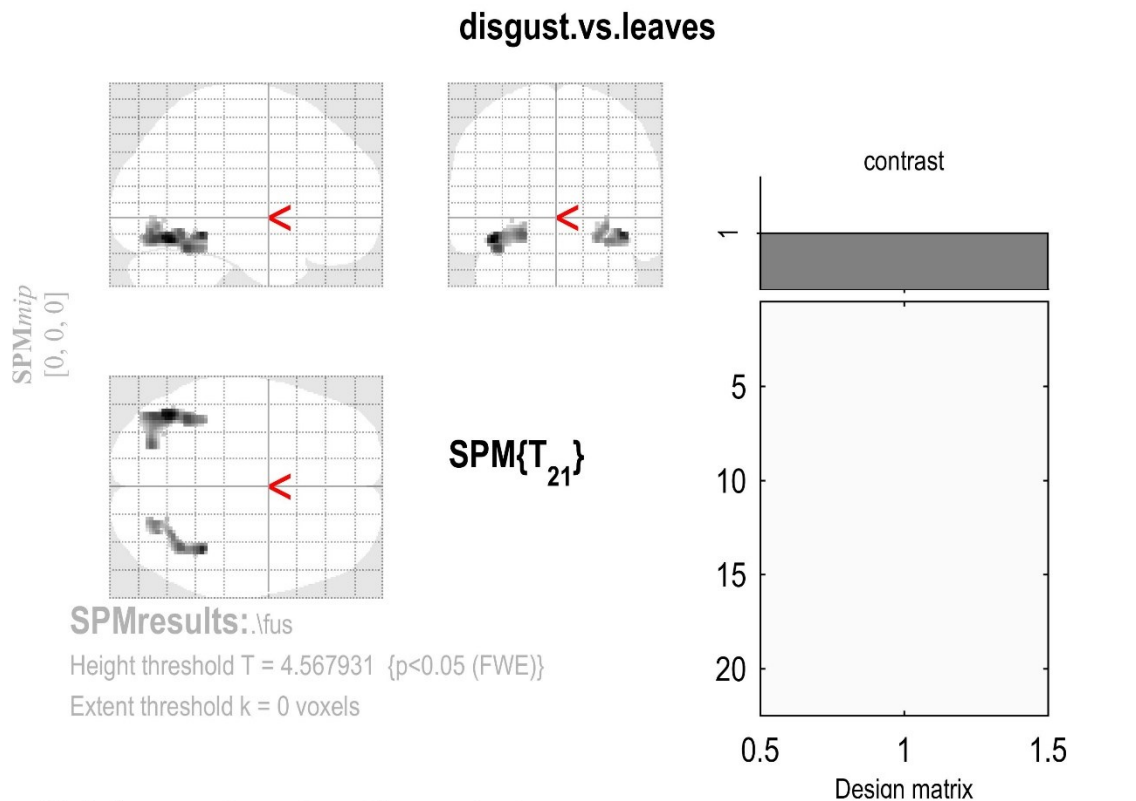
set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	6	0.000	0.007	117	0.001	0.001	0.403	7.23	5.07	0.000	44	-74	8
						0.004	0.506	6.45	4.74	0.000	44	-72	16
						0.007	0.528	6.19	4.62	0.000	54	-70	-4
		0.005	0.205	23	0.103	0.013	0.615	5.87	4.47	0.000	40	-58	-10
		0.025	0.590	4	0.492	0.013	0.615	5.87	4.47	0.000	42	-42	-14
		0.003	0.156	34	0.052	0.022	0.662	5.56	4.31	0.000	-44	-66	-6
						0.025	0.662	5.51	4.28	0.000	-54	-68	-2
		0.025	0.590	4	0.492	0.034	0.758	5.33	4.19	0.000	-40	-44	-18
		0.038	0.755	1	0.755	0.041	0.807	5.24	4.14	0.000	-52	-74	6

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 5.12, p = 0.000 (0.050)  
Extent threshold: k = 0 voxels  
Expected voxels per cluster, <k> = 8.896  
Expected number of clusters, <c> = 0.05  
FWEp: 5.124, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: 117

Degrees of freedom = [1.0, 21.0]  
FWHM = 15.1 14.5 12.2 mm mm mm; 7.6 7.2 6.1 {voxels}  
Volume: 118576 = 14822 voxels = 32.0 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 335.24 voxels)

**Příloha 82.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

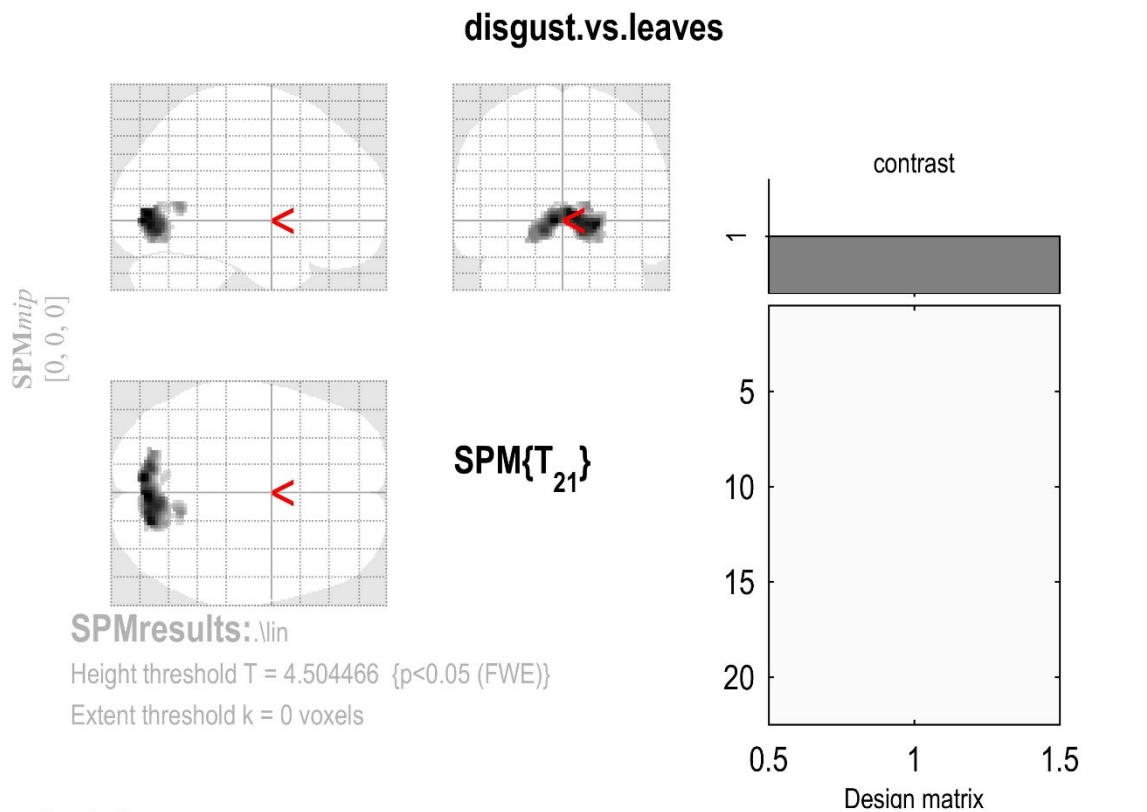
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	3	0.000	0.000	345	0.000	0.000	0.096	7.13	5.03	0.000	-42	-64	-16
						0.002	0.096	6.29	4.67	0.000	-40	-54	-20
						0.002	0.096	6.29	4.67	0.000	-40	-72	-14
		0.000	0.000	210	0.000	0.001	0.096	6.65	4.83	0.000	40	-44	-12
						0.003	0.121	6.05	4.55	0.000	40	-58	-12
						0.006	0.171	5.70	4.38	0.000	32	-62	-16
		0.039	0.774	1	0.774	0.035	0.690	4.76	3.88	0.000	-30	-68	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.57$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 10.289$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 4.568, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: 210

Degrees of freedom = [1.0, 21.0]  
 FWHM = 13.7 13.3 12.0 mm mm mm; 6.9 6.6 6.0 {voxels}  
 Volume: 27632 = 3454 voxels = 6.3 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 273.87 voxels)

**Příloha 83.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.000	3	0.000	0.000	827	0.000	0.000	0.014	7.91	5.33	0.000	4	-80	2
						0.000	0.014	7.75	5.27	0.000	-6	-82	-2
						0.000	0.014	7.65	5.23	0.000	18	-78	-4
		0.004	0.105	42	0.070	0.004	0.148	5.80	4.43	0.000	14	-58	6
		0.020	0.385	9	0.385	0.030	0.701	4.77	3.88	0.000	-6	-70	8

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.50, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 12.845

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.504, FDRp: 6.967, FWEc: 9, FDRc: 827

Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

FWHM = 14.3 14.7 12.4 mm mm mm; 7.2 7.4 6.2 {voxels}

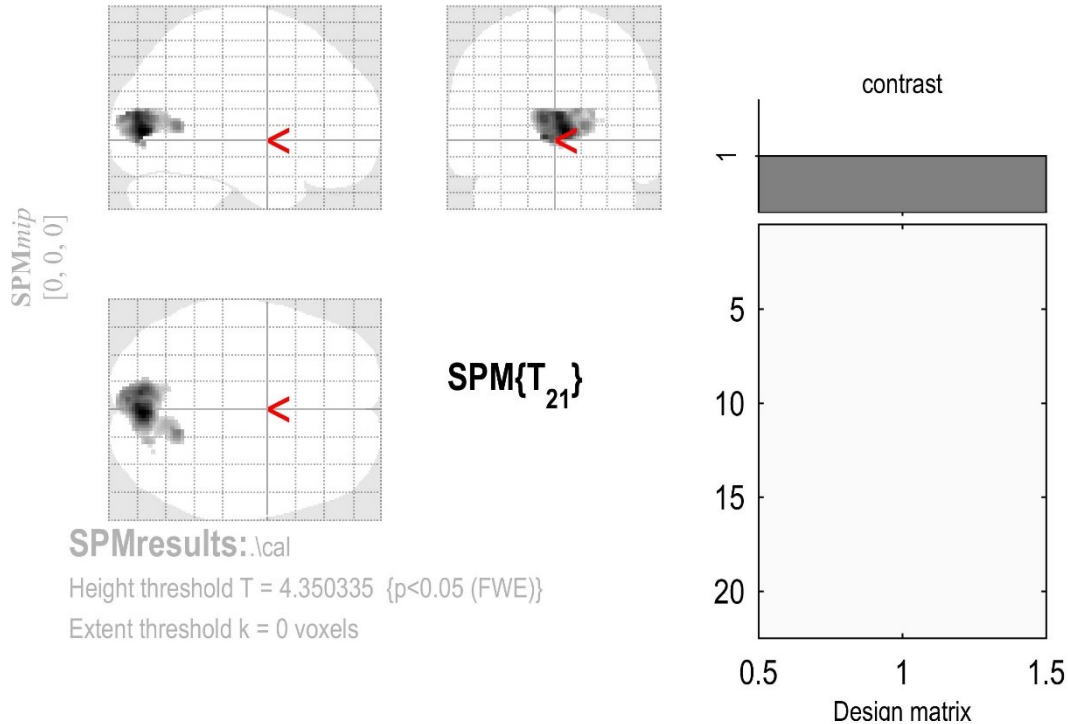
Volume: 31840 = 3980 voxels = 7.4 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 327.70 voxels)



**Příloha 84.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (odpor > listy).

### disgust.vs.leaves



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

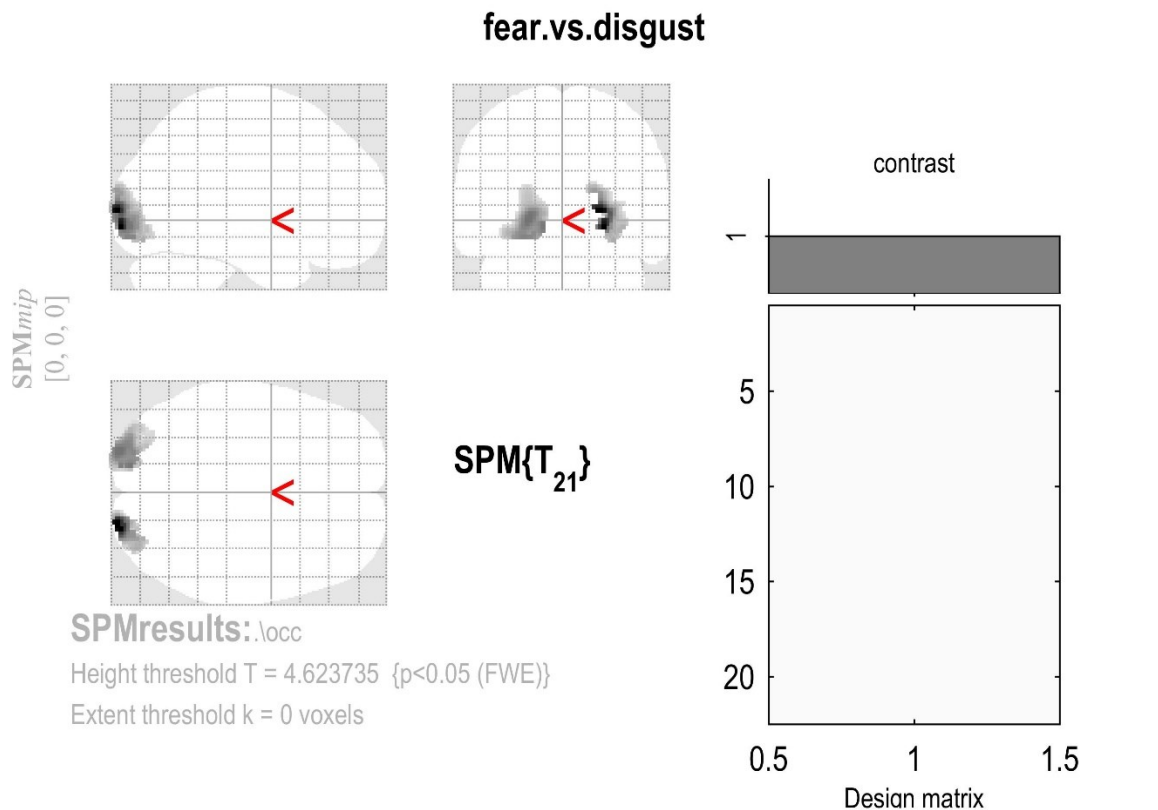
set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	1075	0.000	0.000	0.025	7.75	5.27	0.000	4	-80	4
						0.000	0.032	7.20	5.06	0.000	2	-84	12
						0.000	0.036	6.91	4.94	0.000	-8	-82	0
		0.042	0.835	1	0.835	0.047	0.930	4.39	3.66	0.000	28	-74	10

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: $T = 4.35$ , $p = 0.000$ (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: $k = 0$ voxels	FWHM = 15.2 15.3 13.7 mm mm mm; 7.6 7.6 6.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 17.357$	Volume: 28896 = 3612 voxels = 5.9 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.05$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 398.40 voxels)
FWEp: 4.350, FDRp: 6.575, FWEc: 1, FDRc: 1075	



**Příloha 85.** Analýza rozdílu v aktivaci okcipitálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level			peak-level					mm mm mm			
p	c	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	k <sub>E</sub>	p <sub>uncorr</sub>	p <sub>FWE-corr</sub>	q <sub>FDR-corr</sub>	T	(Z <sub>≡</sub> )	p <sub>uncorr</sub>			
0.001	2	0.000	0.000	395	0.000	0.000	0.000	11.73	6.45	0.000	24	-96	-6
						0.000	0.000	11.70	6.44	0.000	22	-98	4
						0.001	0.022	6.96	4.96	0.000	28	-88	0
		0.000	0.000	711	0.000	0.000	0.009	7.97	5.35	0.000	-22	-98	0
						0.000	0.009	7.78	5.28	0.000	-14	-90	-6
						0.000	0.014	7.36	5.12	0.000	-26	-92	-12

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.62, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 21.415

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.624, FDRp: 6.713, FWEc: 395, FDRc: 395

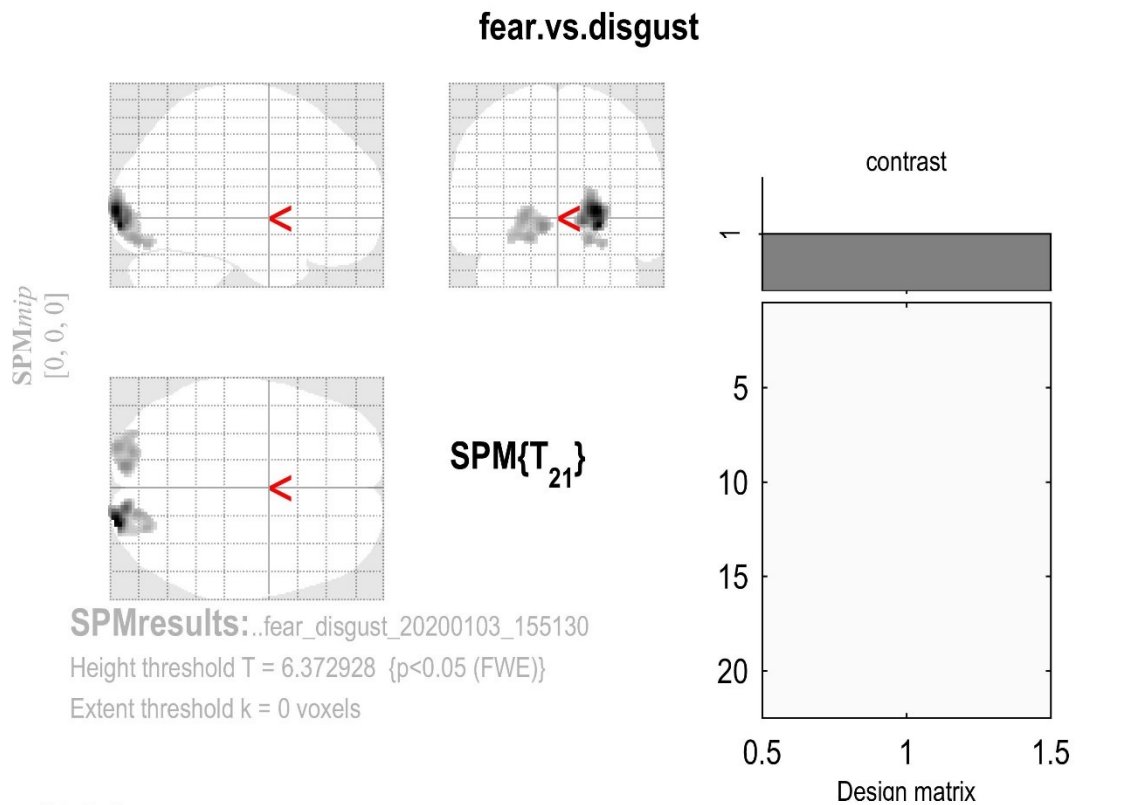
Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

FWHM = 16.4 17.1 16.8 mm mm mm; 8.2 8.6 8.4 {voxels}

Volume: 63896 = 7987 voxels = 8.7 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 591.40 voxels)

**Příloha 86.** Analýza rozdílu v aktivaci fusiformního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



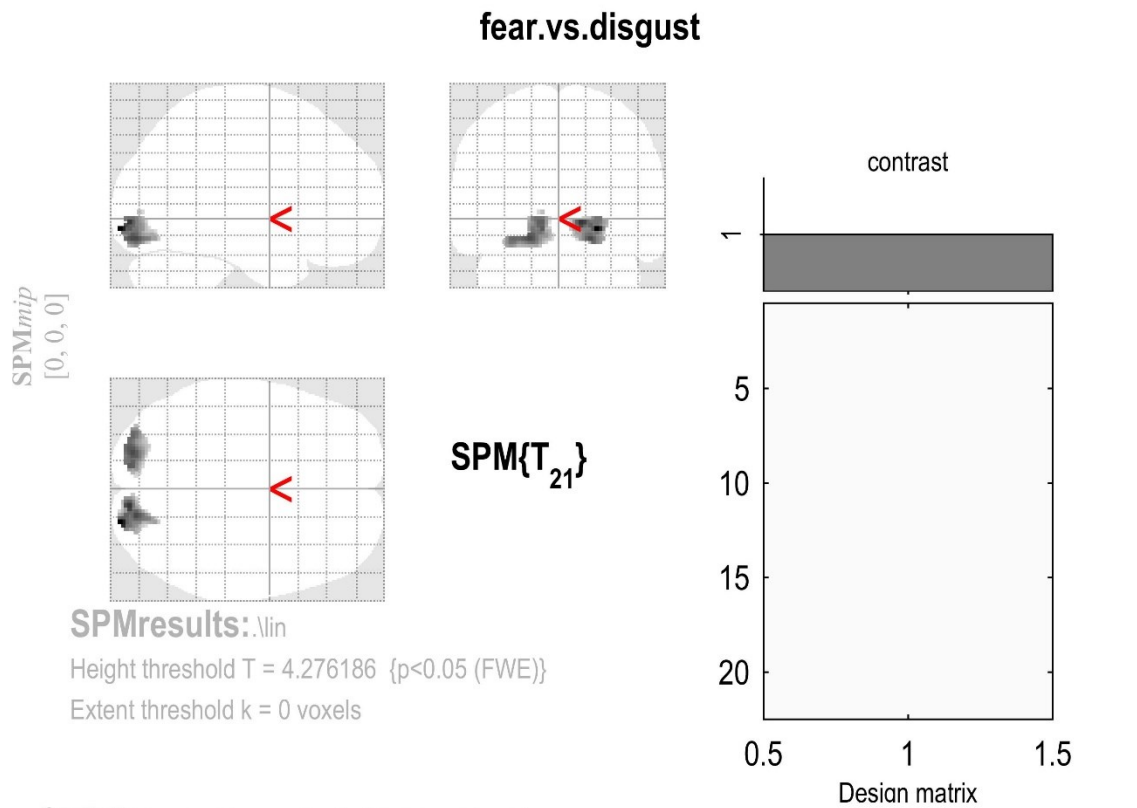
**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.001	2	0.000	0.000	465	0.000	0.000	0.002	12.06	6.53	0.000	22	-98	2
						0.000	0.002	11.73	6.45	0.000	24	-96	-6
						0.000	0.022	9.60	5.89	0.000	14	-92	-4
		0.000	0.000	372	0.000	0.002	0.103	8.41	5.51	0.000	-12	-92	-6
						0.003	0.121	7.97	5.35	0.000	-22	-98	0
						0.004	0.121	7.89	5.32	0.000	-20	-88	-14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 6.37, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 15.3 15.3 13.1 mm mm mm; 7.7 7.7 6.5 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 5.287	Volume: 1594520 = 199315 voxels = 480.4 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 384.74 voxels)
FWEp: 6.373, FDRp: 9.603, FWEc: 372, FDRc: 372	

**Příloha 87.** Analýza rozdílu v aktivaci linguálního gyru u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>≡</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	3	0.000	0.005	321	0.002	0.000	0.001	9.99	6.00	0.000	22	-96	-8
						0.000	0.003	8.39	5.50	0.000	12	-90	-4
						0.000	0.004	7.91	5.33	0.000	18	-86	-14
						0.000	0.004	7.89	5.32	0.000	-20	-88	-14
						0.000	0.006	7.48	5.17	0.000	-12	-90	-8
		0.000	0.006	7.22	5.07	0.000	-30	-88	-14				
		0.041	0.811	2	0.811	0.013	0.252	4.99	4.01	0.000	-12	-84	2

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.28, p = 0.000 (0.050)

Extent threshold: k = 0 voxels

Expected voxels per cluster, <k> = 27.610

Expected number of clusters, <c> = 0.05

FWEp: 4.276, FDRp: 6.912, FWEc: 2, FDRc: 276

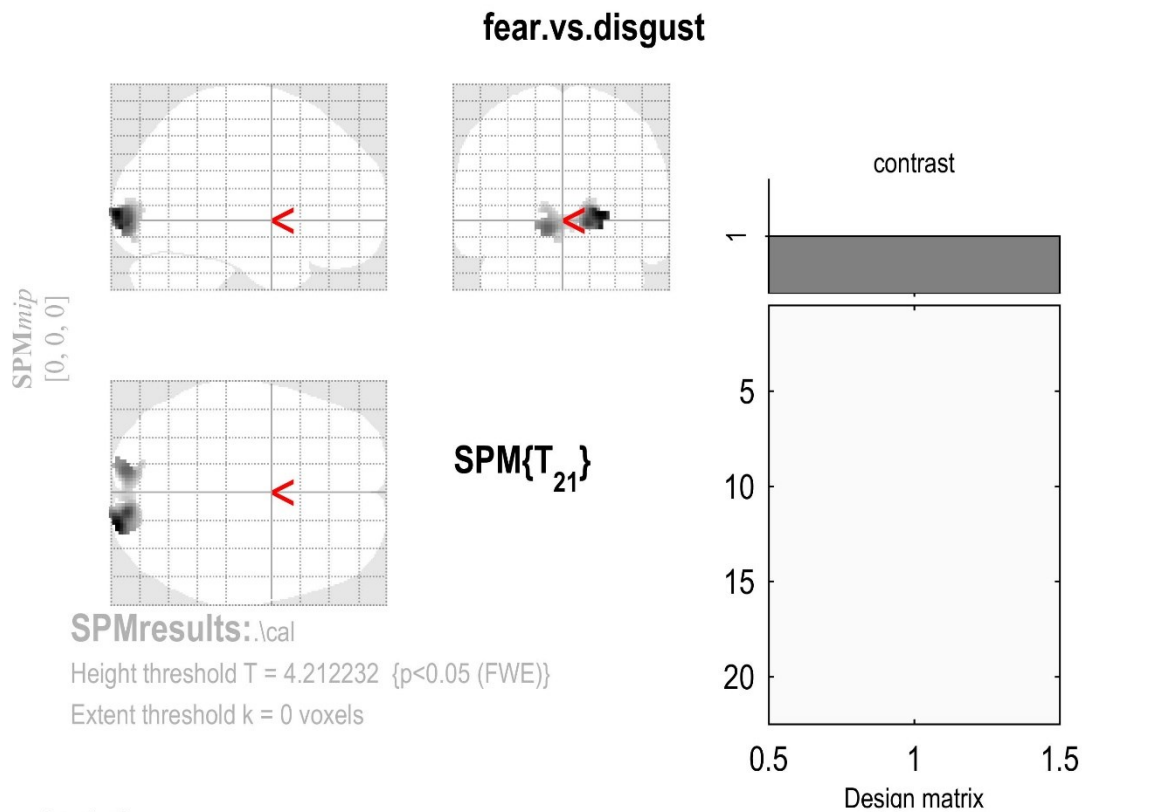
Degrees of freedom = [1.0, 21.0]

FWHM = 17.3 17.5 15.8 mm mm mm; 8.7 8.8 7.9 {voxels}

Volume: 31840 = 3980 voxels = 4.0 resels

Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 601.49 voxels)

**Příloha 88.** Analýza rozdílu v aktivaci rýhy calcarine u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).



**Statistics: p-values adjusted for search volume**

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$k_E$	$p_{uncorr}$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{uncorr}$			
0.000	0.000	525	0.000	0.000	0.000	12.06	6.53	0.000	22	-98	2
				0.000	0.000	10.74	6.20	0.000	22	-96	-6
				0.000	0.000	9.60	5.89	0.000	14	-92	-4

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.21, p = 0.000 (0.050)	Degrees of freedom = [1.0, 21.0]
Extent threshold: k = 0 voxels	FWHM = 16.6 17.0 16.2 mm mm mm; 8.3 8.5 8.1 {voxels}
Expected voxels per cluster, <k> = 27.461	Volume: 28896 = 3612 voxels = 4.1 resels
Expected number of clusters, <c> = 0.05	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 571.46 voxels)
FWEp: 4.212, FDRp: 8.413, FWEc: 525, FDRc: 525	

**Příloha 89.** Analýza rozdílu v aktivaci putamen u arachnofobiků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. odpor (strach > odpor).

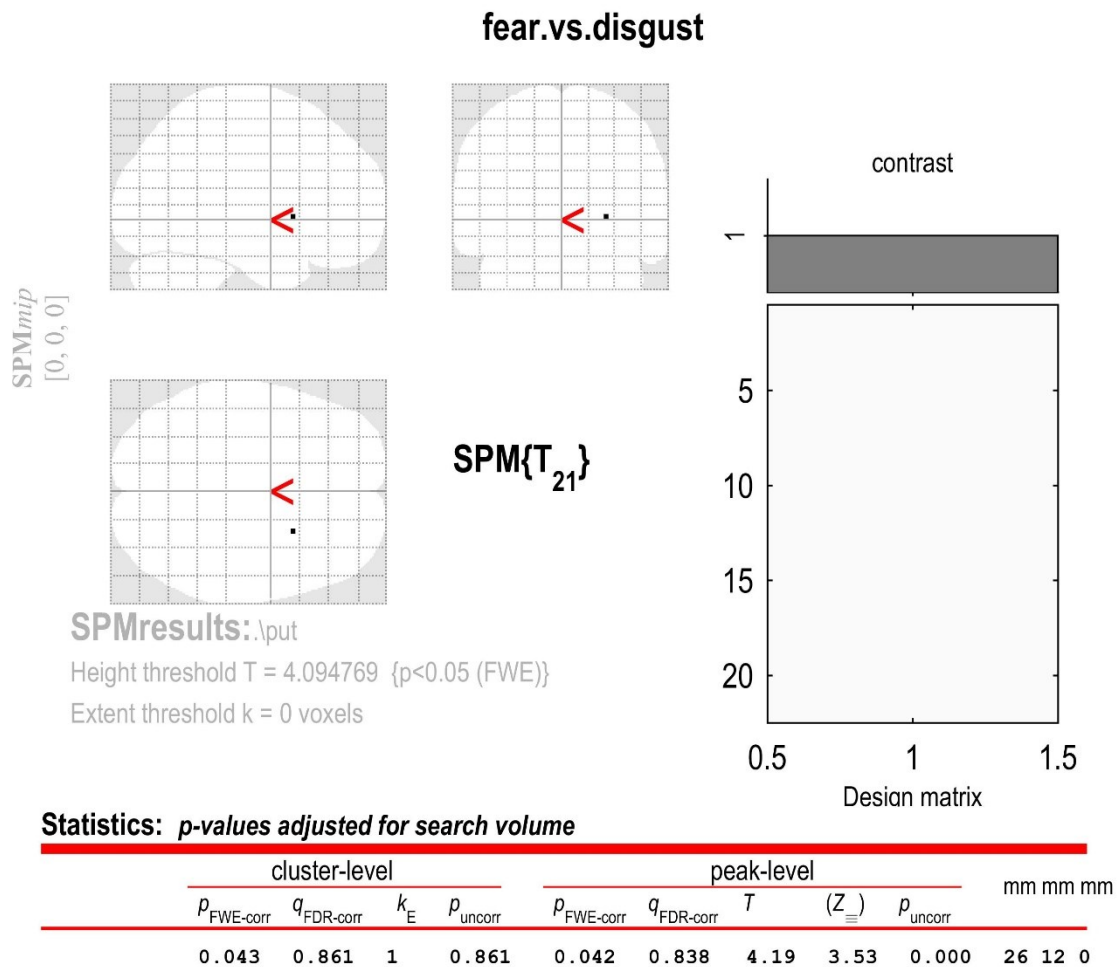


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.09, p = 0.000 (0.050)  
 Extent threshold: k = 0 voxels  
 Expected voxels per cluster, <k> = 22.839  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05  
 FWEp: 4.095, FDRp: Inf, FWEc: 1, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 21.0]  
 FWHM = 15.2 17.3 13.3 mm mm mm; 7.6 8.6 6.6 {voxels}  
 Volume: 16584 = 2073 voxels = 2.7 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 436.07 voxels)

**Příloha 90.** Korelace mozkové aktivace a skóru SNAQ u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících strach vs. listů (strach > listy).

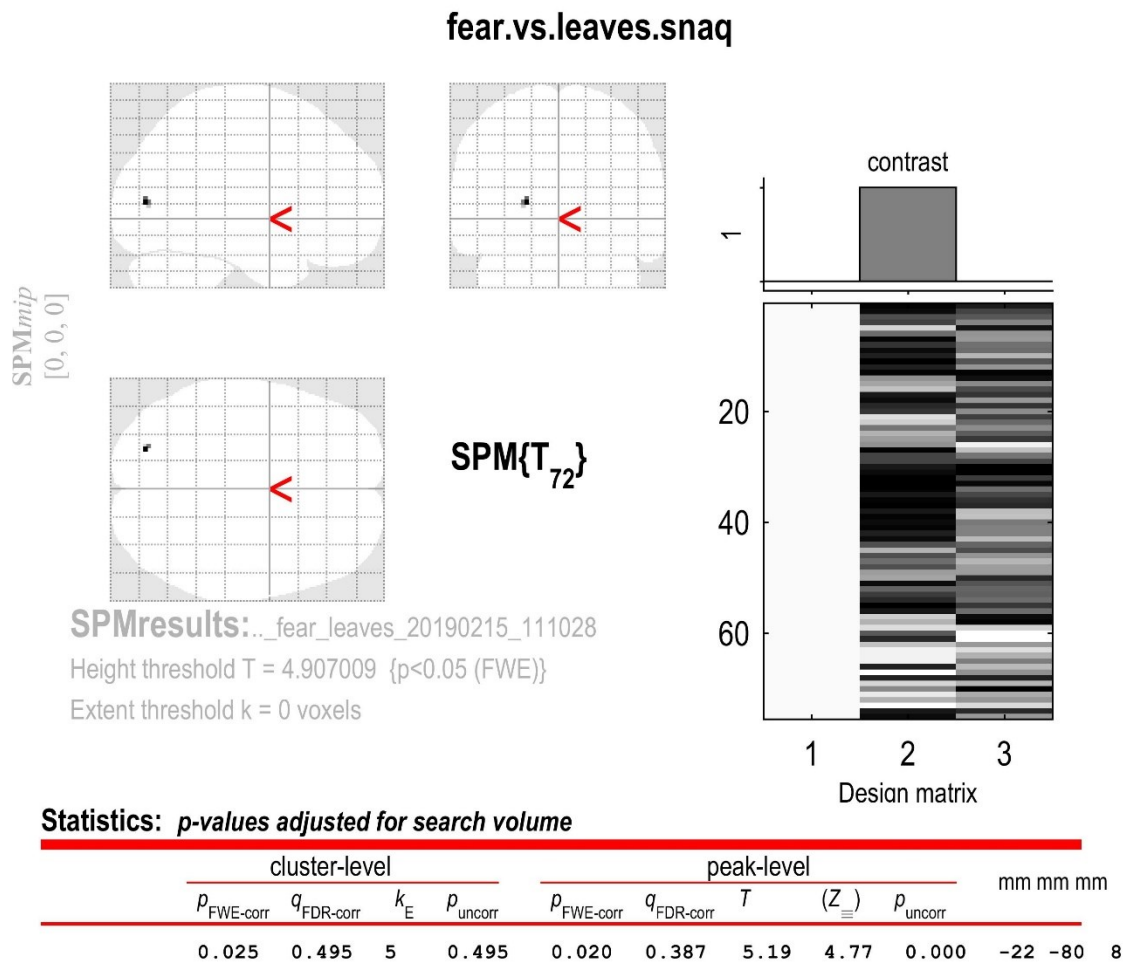


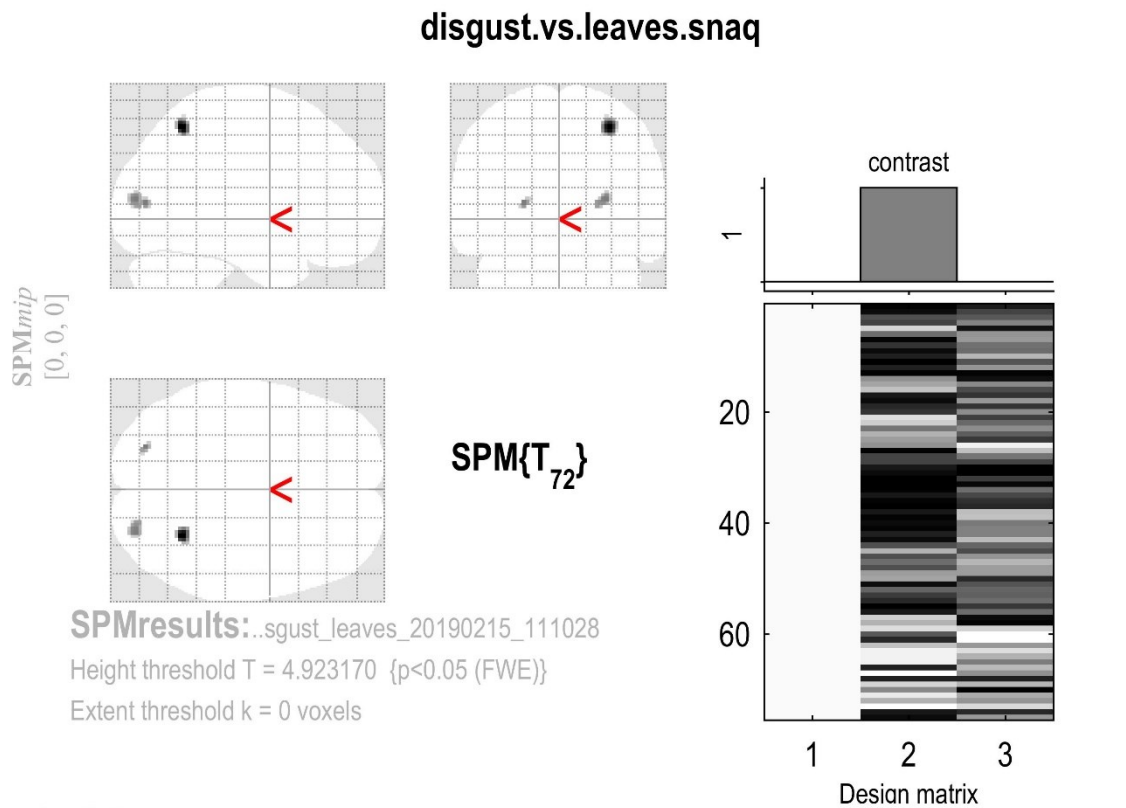
table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.91, p = 0.000 (0.050)  
 Extent threshold: k = 0 voxels  
 Expected voxels per cluster, <k> = 11.269  
 Expected number of clusters, <c> = 0.05  
 FWEp: 4.907, FDRp: Inf, FWEc: 5, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 72.0]  
 FWHM = 15.3 15.2 13.3 mm mm mm; 7.6 7.6 6.6 {voxels}  
 Volume: 1507216 = 188402 voxels = 455.0 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 383.93 voxels)



**Příloha 91.** Korelace mozkové aktivace a skóru SNAQ u zdravých dobrovolníků při sledování hadů vyvolávajících odpor vs. listů (strach > listy).



**Statistics:  $p$ -values adjusted for search volume**

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p$	$c$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\equiv})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.000	3	0.001	0.070	58	0.023	0.002	0.141	5.82	5.25	0.000	30	-58	54
		0.003	0.079	40	0.053	0.014	0.285	5.31	4.86	0.000	28	-86	10
		0.017	0.337	9	0.337	0.015	0.285	5.30	4.85	0.000	-24	-80	8

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold:  $T = 4.92$ ,  $p = 0.000$  (0.050)  
 Extent threshold:  $k = 0$  voxels  
 Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 10.556$   
 Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.05$   
 FWEp: 4.923, FDRp: Inf, FWEc: 9, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 72.0]  
 FWHM = 14.9 14.8 13.1 mm mm mm; 7.5 7.4 6.5 {voxels}  
 Volume: 1507216 = 188402 voxels = 481.0 resels  
 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 363.23 voxels)



**Příloha 92.** Landová E., Musilová V., Polák J., Sedláčková K., Frynta D. (2016): Antipredatory reaction of the leopard gecko (*Eublepharis macularius*) to snake predators. *Current Zoology*, 62: 439-450.

Article

## Antipredatory reaction of the leopard gecko *Eublepharis macularius* to snake predators

Eva LANDOVÁ<sup>a,b,\*</sup>, Veronika MUSILOVÁ<sup>a</sup>, Jakub POLÁK<sup>b</sup>, Kristýna SEDLÁČKOVÁ<sup>b</sup>, and Daniel FRYNTA<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Department of Zoology, Faculty of Science, Charles University, Viničná 7, 128 44 Prague, Czech Republic and

<sup>b</sup>National Institute of Mental Health, Topolová 748, 250 67 Klecany, Czech Republic

\*Address correspondence to Eva Landová. E-mail: evalandova@seznam.cz.

Received on 11 November 2015; accepted on 18 December 2015

### Abstract

Ability to recognize a risk of predation and react with adaptive antipredatory behavior can enhance fitness, but has some costs as well. Animals can either specifically react on the most dangerous predators (threat-sensitive avoidance) or they have safe but costly general wariness avoiding all potential predators. The level of threat may depend on the predator's foraging ecology and distribution with the prey with sympatric and specialist species being the most dangerous. We used 2 choice trials to investigate antipredatory behavior of captive born and wild-caught leopard geckos confronted with different snake predators from 2 families (Colubridae, Boidae) varying in foraging ecology and sympatric/allopatric distribution with the geckos. Predator-naïve subadult individuals have general wariness, explore both chemically and visually, and perform antipredatory postures toward a majority of snake predators regardless of their sympatry/allopatry or food specialization. The most exaggerated antipredatory postures in both subadult and adult geckos were toward 2 sympatric snake species, the spotted whip snake *Hemorrhhois ravergieri*, an active forager, and the red sand boa *Eryx johnii*, a subterranean snake with a sit-and-wait strategy. In contrast, also subterranean but allopatric the Kenyan sand boa *Eryx colubrinus* did not elicit any antipredatory reaction. We conclude that the leopard gecko possesses an innate general antipredatory reaction to different species of snake predators, while a specific reaction to 2 particular sympatric species can be observed. Moreover, adult wild caught geckos show lower reactivity compared with the captive born ones, presumably due to an experience of a real predation event that can hardly be simulated under laboratory conditions.

**Key words:** allopatric, antipredation, lizard, posture, sympatric, 2 choice trial.

Predation poses a major risk for most organisms and presents a strong selective pressure on prey to avoid dangerous predators as failure to do so can result in death or injury. Predator recognition and evaluation of potential threat is important when animals must balance between the safety and cost of defense against predators (Lima and Dill 1990) which in lizards may include reduced foraging (Cooper 2000), mating (Cooper 1999), or basking activity (Burger and Gochfeld 1990).

Overall, the predation risk varies with time and across different habitats (Sih et al. 1998; Ferrari et al. 2008) due to presence of

multiple predator types and their fluctuating population density (McCoy et al. 2012). However, if the environment is stable, specific predator recognition and a quick behavioral response may be fixed genetically. For instance, a newly hatched Atlantic salmon *Salmo salar* responds stronger to odor of a high-risk predator (the northern pike *Esox lucius*) than to a low-risk one (the minnow *Phoxinus phoxinus*) (Hawkins et al. 2007). Similarly, a naïve hatchling of the rock-dwelling velvet gecko *Oedura lesueurii* demonstrates a typical anti-snake tactic such as tail waving in presence of the broad-headed snake *Hoplocephalus bungaroides* despite absence of any prior

© The Author (2016). Published by Oxford University Press.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. For commercial re-use, please contact [journals.permissions@oup.com](mailto:journals.permissions@oup.com)

439



experience (Downes and Adams 2001). Finally, some avian species show innate avoidance to the ringed pattern of deadly coral snakes (Smith 1975).

Snakes are often among the most important predators of lizards (Downes and Shine 1998; Balderas-Valdivia and Ramírez-Bautista 2005; Webb et al. 2009), hence the recognition ability of many lizard species (e.g., *O. lesueurii*; Downes and Shine 1998; skinks *Carlia rostralis*, and *Carlia storni*; Lloyd et al. 2009). Theoretically, sympatric distribution with a particular snake should give the prey an opportunity to learn the level of threat it poses (Van Damme et al. 1995; Ferrari et al. 2005). Interestingly, only sympatric populations of the wreath tree iguana *Liolaemus lemniscatus* under heavy predation pressure showed less chemical exploration behavior (tongue flicking) and more antipredatory behavior reducing its detection when exposed to the saurophagous long-tailed snake *Philodryas chamissonis*. On the other hand, some studies reported that lizard prey might also express antipredatory behavior to chemicals of allopatric snake predators (Balderas-Valdivia and Ramírez-Bautista 2005).

Nevertheless, it is not just the sympatric distribution, but also the length of co-evolution that may influence an adaptive antipredatory response (Brock et al. 2014). For example, the wall lizard *Podarcis muralis* from a mainland population with heavy predation pressure recognizes dangerousness of saurophagous and piscivorous snakes, unless they have lived isolated for 7 million years (Durand et al. 2012, but see Amo et al. 2004b). Furthermore, sympatric predator recognition may sometimes be conditioned by the predator's diet specialization and foraging tactic (Amo et al. 2004a). The desert iguana *Dipsosaurus dorsalis* can discriminate between chemicals of saurophagous snakes and species feeding mainly on arthropods (Bealor and Krekorian 2002; Amo et al. 2004b). In contrast, some species (e.g., *O. lesueurii*) displayed a generalized antipredatory response to chemicals of 5 syntopic elapid snakes with various foraging ecology and activity pattern (diurnal and nocturnal, active or ambush foragers), thus posing a various degree of threat to them (Webb et al. 2009, 2010).

In this study, we aimed to investigate antipredatory behavior of captive born and wild caught leopard geckos *Eublepharis macularius* during a direct confrontation with a live snake predator kept in a small cage. Although we may expect, that the geckos are able to detect their predators even when chemical cues only are present, we chose to simulate a situation that is much similar to what happens in the wild, when a predator is already present in the prey's close proximity, preparing for an attack. In this case, the potential prey has complex information about the predator (visual as well as chemical cues) that allows it to assess the threat and chose an optimal antipredatory strategy (Helfman 1989).

The leopard gecko inhabits various environments from rocky semi-desert habitats to subtropical forests of Afghanistan, Pakistan, and India (Seufer et al. 2005) where it is sympatric with various snake predators adopting different foraging tactics (Khan 2002; Whitaker and Captain 2004), thus it is a suitable model for studying specificity of antipredatory reaction which still remains inconclusive.

We hypothesize that the leopard gecko will show preferential avoidance or expresses higher level of other antipredatory behaviors in response to sympatric rather than allopatric snake predators. Furthermore, we predict that the predator's foraging ecology may also influence the level of threat to its prey with saurophagous snakes being more dangerous than generalists. To determine the role of experience on risk evaluation we also compared antipredatory behavior of wild and captive born animals. We assume that wild born animals should show more specific antipredatory reaction than

individuals coming from a laboratory stock. Finally, by testing captive-born subadults we could assess the level to which the innate antipredatory reactions are predator specific.

## Materials and Methods

### Studied animals

In this study we used 585 leopard geckos during breeding seasons 2007–2012 to test their antipredatory behavior toward various snake (and control) species. Three different populations of geckos were available: 1) those originated from the wild (2 independent imports of adult individuals from western Pakistan (P), 2) their first generation born in laboratory (PAKF1), and 3) individuals from a laboratory stock (LAB) that has been kept for several generations in the Czech Republic since 1970. We compared antipredatory reactions of adult animals coming from the wild (P) with the captive born adults and subadults (PAKF1, LAB). It is noteworthy, that the wild born animals (P) only might have had a direct experience with sympatric snake predators.

The leopard gecko demonstrates a shift of antipredatory strategies, the youngsters usually vocalize, while escape is a preferred strategy of adults (Landová et al. 2013). However, 7-month-old subadults already chose an antipredatory strategy similar to that of adults. In order to avoid this developmental effect of antipredatory behavior we tested laboratory born subadult individuals ( $n=316$ ) between the age of 210 and 300 days and fully adult animals (2 years and older,  $n=269$ ). We confronted at least 28 subadults with each predator species (14–17 animals per each population PAKF1 and LAB) and at least 52 adults (20 animals per each population PAKF1 and LAB, 12–15 animals per population P). The number of animals confronted with each predator is given in Table 1; every individual was tested only once.

Furthermore, the studied species belongs to a group of lizards with temperature-induced sex determination (Viets et al. 1993). There are several studies showing that incubation temperature does not only determine the sex but may also affect behavior (Flores et al. 1994; Sakata and Crews 2003). Thus, in order to control for such variability and to ascertain that different behaviors would not be a result of different hatching conditions, all eggs were incubated under the same constant temperature. The incubator was set to  $28.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ , which is an optimal temperature for incubation preferred by females themselves (Bragg et al. 2000) and under which more female hatch. For all tested animals the natural circadian rhythm of daylight was preserved. Temperature was maintained stable around  $28^{\circ}\text{C}$ , while a heat cable was placed under each terrarium. Adults were placed individually or in couples (male-female or 2 females) in glass terrariums  $30 \times 30 \times 20$  cm. Offspring until 1 year of age were housed individually in plastic boxes measuring  $20 \times 20 \times 15$  cm. All animals were fed *ad libitum* with crickets, mealworms dusted with vitamins and minerals (Nutri Mix, AD<sub>3</sub>, and E). The geckos were confronted with 9 species of snake predators from Boidae and Colubridae family and the glass lizard *Pseudopus apodus* from Anguillidae as a control (see Table 1 summarizing their distribution with the gecko, food specialization, and foraging tactic).

### Experimental design and testing apparatus

Experiments took place in a glass terrarium  $30 \times 60 \times 30$  cm with constant temperature of  $28 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  which is preferred by the gecko in nature (Bergmann and Irschick 2006). The bottom of the testing arena was covered with white paper that was removed after each trial and the whole arena was washed with 70% ethanol and water.



**Table 1.** Information on activity pattern, distribution, and foraging ecology of the tested snake predators from 2 families (Colubridae, Boidae) and 1 control lizard species, *P. apodus*

Predator species	n	Activity	Distribution with the leopard gecko	Feeding type	Foraging strategy	Number of tested geckos					
						Subadults			Adults		
						P	PAKF1	LAB	P	PAKF1	LAB
<i>Eryx johnii</i>	3	Nocturnal	Sympatric	Generalist	Sit-and-wait, subterranean	—	17	17	15	20	20
<i>Eryx colubrinus</i>	4	Nocturnal	Allopatric	Generalist	Sit-and-wait, subterranean	—	17	17	15	20	20
<i>Hemorrhois ravergieri</i>	6	Diurnal	Sympatric	Sauropagous	Active forager	—	16	16	12	20	20
<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	2	Diurnal	Allopatric	Sauropagous	Active forager	—	15	15	—	—	—
<i>Spalerosophis atriceps</i>	2	Nocturnal	Sympatric	Generalist	Combining	—	16	16	12	20	20
<i>Spalerosophis diadema</i>	3	Nocturnal*	Allopatric	Generalist	Combining	—	16	16	—	—	—
<i>Malpolon monspessulanus</i>	2	Diurnal	Allopatric	Sauropagous	Active forager	—	16	16	—	—	—
<i>Lampropeltis californiae</i>	2	Diurnal	Allopatric	Generalist	Active forager	—	15	15	—	—	—
<i>Elaphe quatuorlineata</i>	4	Diurnal	Allopatric	Generalist	Combining	—	16	16	—	—	—
<i>Pseudopus apodus</i>	4	Diurnal	Allopatric	Generalist	Active forager	—	14	14	15	20	20

Number of geckos presented to each stimulus species is included. Subadults (210–300 days old) were confronted with 10 species of predators while adults (2 years and older) were tested with a subset of 5 species only. P: wild caught leopard geckos imported from Pakistan, PAKF1: first generation of offspring born in laboratory to wild caught animals, LAB: individuals from a laboratory stock. \**S. diadema* changes its activity period according to the season - it is diurnal during the winter, autumn, and spring, but becomes nocturnal and crepuscular during the summer.

Experiments were running in the evening hours as it is a period when the leopard gecko starts being active. We also avoided testing during a reproduction season (January and February).

The geckos were first weighed and then placed into the testing arena 2 days prior to the experiment to habituate (López et al. 2000). Paper shelters were provided in the arena during the habituation period but these were removed just before a trial started. The geckos were then put through a preferential 2-choice test with a box containing a live snake (stimulus box) on one side of the testing arena and a control empty box on the other side. The 2 boxes (both novel to the gecko) were of the same size 14 × 20 × 13 cm and made of perspex with a front wire mesh. The right/left position of each box was randomized.

A chosen predator was put in the stimulus box just before the trial and put back into its terrarium immediately after the trial ended. The box was then properly washed before being used again. Subadult geckos were confronted with all 10 species of predators while the adults were tested with a subset of 5 species only (the red sand boa *Eryx johnii*; the Kenyan sand boa *Eryx colubrinus*; the spotted whip snake *Hemorrhois ravergieri*; the blackheaded royal snake *Spalerosophis atriceps*; and the glass lizard *P. apodus*).

Each trial lasted 30 min, enabling the tested animals to express a range of antipredatory behavior. The trials were illuminated by a single blue 25 W light bulb and filmed from the side with the JVC Everio S, memory camcorder (Victor Company of Japan). The recordings were then assessed using the OBS30 software (Noldus Information Technology 1993). Selected components of antipredatory behavior were evaluated either by their frequency or time length.

#### Antipredatory behavioral variables

We modified the list of behaviors previously used by Landová et al. (2013) according to the current experimental design: (1) active exploring: the gecko is walking in the arena and visually and chemically exploring its environment (see below for explanations), especially the stimulus and control box; (2) inactivity near a box: the gecko is passive and showing no apparent interest, lying inactively in a safe area; the animal's position in regards to the predator plays a crucial role here, that is, whether the individual is lying in the part

with the predator or by the empty control box (Labra and Hoare 2015) (for this purpose, the testing arena was divided into equal quarters by the larger side (each 15 cm large) and preference for either a control or stimulus box was registered only when the head or most of the gecko's body was in the respective outer quarters where the boxes were placed; (3) tongue flicking: chemical exploration when the animal is directly licking the object of its interest or sniffing around (the head is lifted and the nostrils directed toward the snake/empty box or pressed against the mesh) to detect a potential predator (Amo et al. 2004b); and (4) an antipredatory posture that involves various types of behaviors: a) high posture: the gecko is standing on tight legs with the abdomen raised, sometimes with the arched back, and this posture is usually accompanied by tail waving (Caro 2014), that is, the tail is slowly moving from side to side (Webb et al. 2009); b) low posture: the gecko is crouched with its legs bent, keeping the back straight and pressing the abdomen against the surface, the tail is waving; c) freezing: the gecko remains motionless, the abdomen may be pressed against the arena floor; d) tail vibration: the tail is wiggled from side to side (Downes and Shine 1998); e) binocular fixation: the gecko gazes directly at the predator and keeps it in the binocular receptive fields.

#### Statistical analyses

The count variables were either treated as variables with a negative binomial distribution (postures) or square root transformed to achieve normality (tongue flicking). Duration of binocular fixation of the snake was expressed as a proportion of total time of the experiment (1,800s) and square root arcsin transformed. Similarly, preference measures (time spent close to the control box versus that close to the snake, time spent exploring the snake versus that exploring the control box) were calculated as  $A/(A + B)$ , where A and B are compared time scores; the resulting proportion was then square root arcsin transformed to improve normality and divided by arcsin (square root 0.5) to obtain intuitive values ranging from 0 (total avoidance) to 2 (total preference) with a balanced proportion corresponding to value 1. Residuals dispersion and other graphic model diagnostics were visually checked.

The response variables with a normal distribution were treated by linear models (function lm) while those exhibiting a binomial or



negative binomial distribution by generalized linear models (functions `glm` for quasibinomial model and `glm.nb` of the MASS package, respectively; for a list of models see Table 2). The stimulus species (snake), population (wild vs. laboratory), and gecko's body weight were introduced as fixed factors. The initial full models were further reduced according to the Akaike information criterion (AIC) using a step function. The log-likelihood ratio test was applied to compare the reduced models with the full ones in order to approve the model reduction. The reduced linear models (analysis of variance and coefficients) are further shown under the results. All the calculations were performed in R environment (R Core Team 2013).

**Results**

**Antipredatory behavior of subadult geckos**

The preference to stay inactive close the control box (i.e., in the safe area) was influenced only by the snake predator species ( $F_{9,306} = 2.15$ ;  $P = 0.0255$ ). Apart from experiments with *S. atriceps*, these preferences tended to be positive, that is, the geckos preferred to stay on the safe side far from the snake predator (Figure 1). Compared with a reference experiment with the lizard predator *P. apodus*, preferences for inactivity close to the control box were elevated in the case of sympatric *E. johnii* and the allopatric horseshoe whip snake, *Hemorrhhois hippocrepis* (Figure 1, for coefficients see Table 3). Preference for exploring the snake (risky behavior) was affected exclusively by the gecko's body weight, heavier individuals were more prone to perform predator inspection ( $F_{1,315} = 3.95$ ;  $P = 0.0477$ ).

Linear models revealed that time the subadult geckos spent by binocular fixation of the predator varied significantly with different species ( $F_{9,306} = 2.30$ ;  $P = 0.0166$ ). Compared with the binocular fixation of *P. apodus*, the geckos gazed longer especially on the allopatric diadem snake, *Spalerosophis diadema*, saurophagous sympatric *H. ravergeri*, and allopatric *H. hippocrepis* (Figure 2A, Table 4).

Similarly, the total number of antipredatory postures was significantly affected by the predator species ( $df = 9,306$ ;  $P = 0.0037$ ) only. In comparison to the control species *P. apodus*, the geckos performed more postures when in the presence of nearly all snake predators, but the most prominently with sympatric *H. ravergeri* and *S. atriceps*, allopatric *S. diadema* and *H. hippocrepis*, and the allopatric saurophagous California kingsnake, *Lampropeltis californiae* (Figure 3A, Tables 3 and 4). When particular antipredatory postures were analyzed separately, the only variables that could explain differences in high posture frequency was the predator species ( $df = 9,306$ ;  $P = 0.0006$ ) and gecko's body weight ( $df = 1,305$ ;  $P = 0.0095$ ). Interestingly, it was only the snake species that significantly affected the frequency of low postures ( $df = 9,306$ ;  $P < 0.0001$ ). Compared with what was recorded in the presence of *P. apodus*, the subadult geckos performed considerably more low postures when encountering sympatric *H. ravergeri*, *E. johnii*, *S. atriceps*, allopatric *S. diadema*, *Elaphe quatuorlineata*, and *L. californiae* (Figure 3A, Tables 3 and 4). Variability in frequency of freezing was explained only by the stimulus species ( $df = 9,306$ ;  $P = 0.0024$ ). The geckos used this antipredatory strategy significantly more often in the presence of *H. ravergeri* and *S. diadema* when compared with the frequency elicited by *P. apodus* (Figure 3A, Tables 3 and 4).

The geckos responded to the predator's presence by tail waving depending on the particular snake ( $df = 9,306$ ;  $P = 0.0013$ ). Most snake species (all except *E. colubrinus* and the Montpellier snake,

**Table 2.** Description of the statistic models used for data analyses

Age	Model (function)	Distribution	Link function	Response variable	Transformation	Full model predictors	Reduced model predictors	
Subadults	Lm	Normal	identity	Exploring the snake (preference)	Square root arcsin	Species, population, body weight, sympatry	Body weight	
	Lm	Normal	identity	Inactivity near the control box (preference)	Square root arcsin	Species, population, body weight, sympatry	Species	
	Lm	Normal	identity	Binocular fixation (time)	Square root arcsin	Species, population, body weight	Species	
	Lm	Normal	identity	Tongue flicking (frequency)	Square root	Species, population, body weight	Species	
	glm.nb	Negative binomial	log	All posture (frequency)	—	Species, population, body weight	Species, body weight	
	glm.nb	Negative binomial	log	High posture (frequency)	—	Species, population, body weight	Species	
	glm.nb	Negative binomial	log	Low posture (frequency)	—	Species, population, body weight	Species	
	glm.nb	Negative binomial	log	Freezing (frequency)	—	Species, population, body weight	Species	
	glm.nb	Negative binomial	log	Total tail waving (frequency)	—	Species, population, body weight	Species	
	Adults	Lm	Normal	identity	Exploring the snake (preference)	Square root arcsin	Species, population, body weight, sympatry	No predictor
		Lm	Normal	identity	Inactivity near the control box (preference)	Square root arcsin	Species, population, body weight, sympatry	No predictor
		Lm	Normal	identity	Binocular fixation (time)	Square root arcsin	Species, population, body weight	Species
Lm		Normal	identity	Tongue flicking (frequency)	Square root	Species, population, body weight	Species, body weight	
glm.nb		Negative binomial	log	All posture (frequency)	—	Species, population, body weight, sex	No predictor	
Glm		Quasibinomial	logit	Presence/absence of any posture	—	Species, population, body weight, sex	Species, population	
glm.nb		Negative binomial	log	High posture (frequency)	—	Species, body weight, sex	Sex NS	
glm.nb		Negative binomial	log	Low posture (frequency)	—	Species, population, body weight, sex	Population NS	
glm.nb		Negative binomial	log	Freezing posture (frequency)	—	Species, population, body weight, sex	Species, population NS	
glm.nb		Negative binomial	log	Total tail waving (frequency)	—	Species, population, body weight, sex	No predictor	

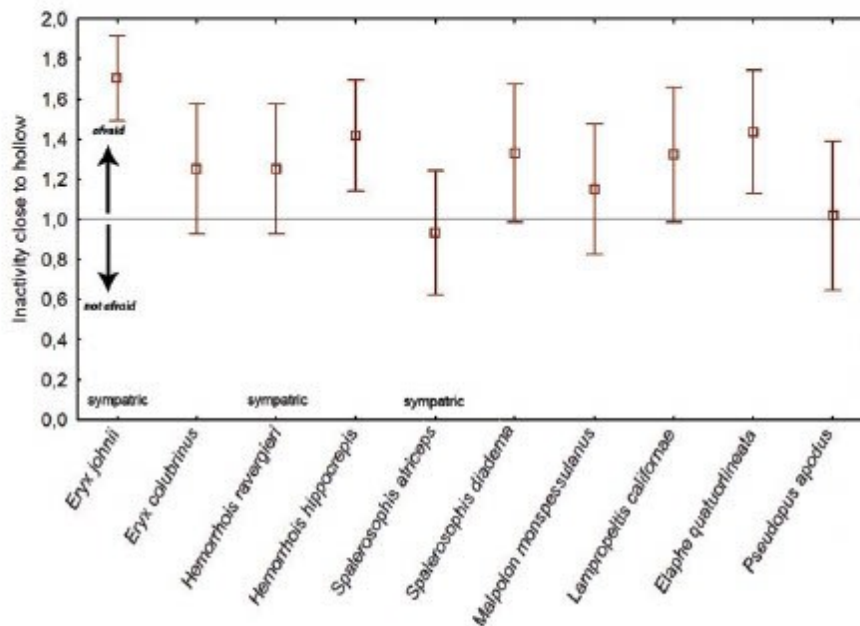


Figure 1. Preference scores of inactivity close to the control box ("hollow"; square root arcsin transformed to improve normality and divided by arcsin (square root 0.5) to obtain intuitive values ranging from 0 (total avoidance) to 2 (total preference) with a balanced proportion corresponding to value 1—straight line) for subadult leopard geckos confronted with different types of predators. Sympatric distribution to the leopard gecko is noted, other snake species are allopatric.

*Malpolon monspessulanus*) elicited this behavior more frequently than the control lizard species *P. apodus*, especially sympatric *H. ravergerii* and *S. atriceps* (Figure 3A, Tables 3 and 4). Linear models revealed that the frequency of tongue flicking was significantly affected exclusively by the stimulus species ( $F_{9,306}=2.30$ ,  $P<0.0001$ ). Except *E. johnii* and the 4-lined snake, *E. quatuorlineata*, all other snake species elevated tongue flicking frequency in geckos when compared with behaviors elicited by the control species *P. apodus* (Tables 3 and 4).

#### Antipredatory behavior of adult geckos

Duration of binocular fixation of the predator was significantly affected by the stimulus species ( $F_{4,264}=5.05$ ,  $P=0.0006$ ). Compared to the control species, this was higher for *E. johnii* and lower for *S. atriceps*.

Presence of postures was significantly affected mainly by the predator species ( $F_{4,264}=3.41$ ,  $P=0.0096$ ), and also the gecko's origin (laboratory vs. wild;  $F_{2,262}=5.58$ ,  $P=0.0042$ ). Animals from the wild (Pakistan) were slightly less prone to perform postures than their descendants bred in laboratory (Table 3). Compared with the control stimulus (*P. apodus*), the proportion of adults responding by antipredatory postures was elevated in the presence of *H. ravergerii* (Tables 3 and 4). Variability in frequency of freezing was explained by the predator species ( $df=4,264$ ;  $P=0.0006$ ). Freezing occurred less frequently in the presence of allopatric *E. colubrinus* than in the control experiments (Tables 3 and 4).

As for the subadults, linear models revealed that the frequency of tongue flicking in adult geckos was significantly affected by the stimulus species ( $F_{4,263}=8.32$ ,  $P<0.0001$ ); the gecko's body weight was also included in the reduced model, but its effect was non-significant ( $F_{1,263}=2.42$ ,  $P=0.1211$ ). We found out that *H. ravergerii* and *S. atriceps* elevated the tongue flicking frequency compared with that elicited by *P. apodus*. Contrary to that, *E. johnii* and *E.*

*colubrinus* reduced the tongue flicking frequency in geckos compared with what was observed in the presence of *P. apodus* (Tables 3 and 4).

#### Discussion

The leopard geckos tested in our experiments exhibited various antipredatory behaviors to all stimulus species and none of these behaviors was confined to a specific species. Compared with responses to the control lizard species, the occurrence of at least one element of antipredatory behavior was significantly elevated in the presence of 7 out of 9 snake species (i.e., except *M. monspessulanus* and *E. colubrinus*, see Table 5 summarizing these results). Responses to the colubrid genera *Hemorrhhis* and partially also *Spalerosophis* were among the most pronounced ones and especially included elements of active defense, for example, low and high postures (with or without tail waving), binocular fixation, and exploration of other predator. This may be related to the fact that the majority of other colubrid snakes are agile, fast predators that can actively chase their prey. As reported in another eye-lid geckos of a related North American genus *Coleonyx*, distant chemical detection and active defense exhibited in direct confrontation with a snake is beneficial (Dial and Schwenk 1996). It is noteworthy that in our experiments some of the heavier individuals explored carefully the box with a predator from close proximity, often staying just in front of the wire mesh, sometimes escaping after a while. This behavior which is similar to the "predator inspection" occurs in the case of uncertainty in risk assessment (cf. Dugatkin and Godin 1992). In contrast to this, responses to *E. johnii* included particularly staying motionless in the safer part of the arena sometimes accompanied by binocular fixation and tongue flicking, which can graduate into low postures (see the discussion below).

When multiple predators occur in the prey's habitat, an optimal antipredator response may be determined by the attack



**Table 3.** Parameters of the full and reduced linear models examining the effects of predator species (intercept = *P. apodus*), gecko's population (P, PAKF1, LAB), and its body weight on response variables: exploring the snake, inactivity near the control box, and binocular fixation (preference score (time), square root arcsin transformation); total number of postures, high and low posture, freezing, tail waving, and tongue flicking (frequency, square root transformation)

Age	Response	Parameters	Estimate	Std. error	z-value	Pr(> z )
Subadults	Exploring the snake	(Intercept) <sup>a</sup>	0.705374	0.103429	6.820	4.8e-11***
		Weight	0.007185	0.003614	1.988	0.0477*
	Inactivity near the control box	(Intercept)	1.287038	0.234270	5.494	8.75e-08***
		<i>Eryx jobnii</i>	0.686509	0.219661	3.125	0.00196**
		<i>Elaphe quatuorlineata</i>	0.323312	0.237232	1.363	0.17401
		<i>Eryx colubrinus</i>	0.234626	0.219661	1.068	0.28637
		<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	0.523081	0.238475	2.193	0.02909*
		<i>Hemorrhois ravergieri</i>	0.377232	0.240039	1.572	0.11717
		<i>Lampropeltis californiae</i>	0.438139	0.242582	1.806	0.07195
		<i>Malpolon monspessulanus</i>	0.136766	0.222712	0.614	0.53965
		<i>Spalerosophis atriceps</i>	0.047422	0.237369	0.200	0.84180
		<i>Spalerosophis diadema</i>	0.224782	0.236129	0.952	0.34193
		Weight	-0.011408	0.007051	-1.618	0.10682
	Binocular fixation (time) <sup>b</sup>	(Intercept) <sup>a</sup>	0.193172	0.036198	5.337	1.85e-07***
		<i>Eryx jobnii</i>	0.061201	0.048881	1.252	0.21151
		<i>Elaphe quatuorlineata</i>	0.080694	0.049566	1.628	0.10455
		<i>Eryx colubrinus</i>	0.038522	0.048881	0.788	0.43126
		<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	0.099331	0.050331	1.974	0.04933*
		<i>Hemorrhois ravergieri</i>	0.115863	0.049566	2.338	0.02005*
		<i>Lampropeltis californiae</i>	0.062078	0.050331	1.233	0.21837
		<i>Malpolon monspessulanus</i>	-0.001836	0.049566	-0.037	0.97048
		<i>Spalerosophis atriceps</i>	0.023955	0.049566	0.483	0.62924
		<i>Spalerosophis diadema</i>	0.160702	0.049566	3.242	0.00132
		Total number of postures	(Intercept) <sup>a</sup>	-0.1967	0.3897	-0.505
	<i>Eryx jobnii</i>		1.2755	0.5011	2.546	0.01091*
	<i>Elaphe quatuorlineata</i>		1.1130	0.5091	2.186	0.02879*
	<i>Eryx colubrinus</i>		0.6593	0.5095	1.294	0.19563
	<i>Hemorrhois hippocrepis</i>		1.3805	0.5130	2.691	0.00712**
	<i>Hemorrhois ravergieri</i>		2.1291	0.5012	4.248	2.15e-05***
	<i>Lampropeltis californiae</i>		1.4205	0.5126	2.771	0.00559**
	<i>Malpolon monspessulanus</i>		0.8085	0.5134	1.575	0.11530
	<i>Spalerosophis atriceps</i>		1.5350	0.5048	3.041	0.00236**
	<i>Spalerosophis diadema</i>		1.4405	0.5056	2.849	0.00439**
	High posture		(Intercept) <sup>a</sup>	-19.30	1781.46	-0.011
		<i>Eryx jobnii</i>	16.47	1781.46	0.009	0.993
		<i>Elaphe quatuorlineata</i>	18.54	1781.46	0.010	0.992
		<i>Eryx colubrinus</i>	16.47	1781.46	0.009	0.993
		<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	18.54	1781.46	0.010	0.992
		<i>Hemorrhois ravergieri</i>	18.61	1781.46	0.010	0.992
		<i>Lampropeltis californiae</i>	18.61	1781.46	0.010	0.992
		<i>Malpolon monspessulanus</i>	17.92	1781.46	0.010	0.992
		<i>Spalerosophis atriceps</i>	18.93	1781.46	0.011	0.992
		<i>Spalerosophis diadema</i>	19.06	1781.46	0.011	0.991
		Low posture	(Intercept) <sup>a</sup>	-2.51020	0.72182	-3.478
	<i>Eryx jobnii</i>		2.22833	0.66490	3.351	0.000804***
	<i>Elaphe quatuorlineata</i>		1.91767	0.69597	2.755	0.005862**
	<i>Eryx colubrinus</i>		0.67404	0.72741	0.927	0.354119
<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	1.54797		0.70361	2.200	0.027804*	
<i>Hemorrhois ravergieri</i>	2.55876		0.68691	3.725	0.000195***	
<i>Lampropeltis californiae</i>	1.84927		0.69852	2.647	0.008111**	
<i>Malpolon monspessulanus</i>	1.25269		0.69893	1.792	0.073084	
<i>Spalerosophis atriceps</i>	1.97088		0.69266	2.845	0.004436**	
<i>Spalerosophis diadema</i>	1.99132		0.069127	2.881	0.003968**	
Population	0.23854		0.22217	1.074	0.282955	
Freezing	Weight	0.01651	0.01625	1.016	0.309620	
	(Intercept) <sup>a</sup>	-1.3863	0.4867	-2.848	0.00440**	
	<i>Eryx jobnii</i>	1.0788	0.5952	1.812	0.06993	
	<i>Elaphe quatuorlineata</i>	0.8650	0.6097	1.149	0.15601	
	<i>Eryx colubrinus</i>	1.0788	0.5952	1.812	0.06993	

(continued)



Table 3. Continued

Age	Response	Parameters	Estimate	Std. error	z-value	Pr(> z )
Adults	Total number of tail-waving	<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	0.9295	0.6142	1.513	0.13019
		<i>Hemorrhois ravergieri</i>	2.2900	0.5760	3.975	7.02e-05***
		<i>Lampropeltis californiae</i>	1.0296	0.6101	1.688	0.09150
		<i>Malpolon monspessulanus</i>	0.9651	0.6056	1.594	0.11104
		<i>Spalerosophis atriceps</i>	0.8650	0.6097	1.419	0.15601
		<i>Spalerosophis diadema</i>	1.3863	0.5920	2.342	0.01919*
		(Intercept) <sup>a</sup>	-0.5596	0.4007	-1.397	0.16254
		<i>Eryx jobnii</i>	0.3373	0.5048	2.649	0.00807**
		<i>Elaphe quatuorlineata</i>	1.0451	0.5154	2.028	0.04257*
		<i>Eryx colubrinus</i>	0.4006	0.5252	0.763	0.44564
		<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	1.3779	0.5165	2.668	0.00764**
		<i>Hemorrhois ravergieri</i>	2.0065	0.5037	3.983	6.79e-05***
		<i>Lampropeltis californiae</i>	1.4489	0.5156	2.810	0.00495**
		<i>Malpolon monspessulanus</i>	0.5904	0.5260	1.122	0.26169
	Tongue flicking	<i>Spalerosophis atriceps</i>	1.5937	0.5074	3.141	0.00169**
		<i>Spalerosophis diadema</i>	1.2370	0.5121	2.416	0.01571*
		(Intercept) <sup>a</sup>	6.6104	0.8516	7.763	1.26e-13***
		<i>Eryx jobnii</i>	0.5462	1.1500	0.475	0.635147
		<i>Elaphe quatuorlineata</i>	0.6334	1.1661	0.543	0.587377
		<i>Eryx colubrinus</i>	2.7600	1.1500	2.400	0.016989*
		<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	4.5378	1.1841	3.832	0.000154***
		<i>Hemorrhois ravergieri</i>	3.7223	1.1661	3.192	0.001559**
		<i>Lampropeltis californiae</i>	3.7569	1.1841	3.173	0.001663**
		<i>Malpolon monspessulanus</i>	2.5774	1.1661	2.210	0.027821*
		<i>Spalerosophis atriceps</i>	5.1716	1.1661	4.435	1.29e-05***
		<i>Spalerosophis diadema</i>	4.4595	1.1661	3.824	0.000159***
		(Intercept) <sup>a</sup>	0.30181	0.03178	9.496	<2e-16***
		Binocular fixation (time) <sup>b</sup>	<i>Eryx jobnii</i>	0.09611	0.04495	2.138
	<i>Eryx colubrinus</i>		-0.01062	0.04495	-0.236	0.8134
	<i>Hemorrhois ravergieri</i>		-0.05371	0.04559	-1.178	0.2398
	<i>Spalerosophis atriceps</i>		-0.09768	0.04559	-2.149	0.0331*
	(Intercept) <sup>a</sup>		-8.321e-01	3.443e-01	-2.417	0.01635*
	<i>Eryx jobnii</i>		4.161e-01	4.134e-01	1.007	0.31506
	<i>Eryx colubrinus</i>		-2.664e-16	4.245e-01	-6.28e-16	1.00000
	<i>Hemorrhois ravergieri</i>		1.295e+00	4.209e-01	3.076	0.00232**
	<i>Spalerosophis atriceps</i>		5.604e-01	4.159e-01	1.347	0.17904
	Type P		-6.697e-01	3.533e-01	-1.896	0.05912
	Type PAK F1		4.688e-01	2.960e-01	1.584	0.11448
	(Intercept) <sup>a</sup>		-0.4613	0.2989	-1.543	0.12273
	<i>Eryx jobnii</i>		0.1067	0.3534	0.302	0.76277
	<i>Eryx colubrinus</i>		-1.5628	0.4807	-3.251	0.00115**
	Freezing	<i>Hemorrhois ravergieri</i>	0.3099	0.3509	0.883	0.37717
<i>Spalerosophis atriceps</i>		-0.1351	0.3674	-0.368	0.71301	
Type P		-0.3864	0.3315	-1.166	0.24373	
Type PAK F1		0.3473	0.2709	1.282	0.19996	
(Intercept) <sup>a</sup>		6.92052	1.18220	5.854	1.43e-08***	
<i>Eryx jobnii</i>		-0.12449	0.88230	-0.141	0.887901	
<i>Eryx colubrinus</i>		-1.27742	0.88007	-1.451	0.147835	
<i>Hemorrhois ravergieri</i>		1.71318	0.90519	1.893	0.059505	
<i>Spalerosophis atriceps</i>		3.20962	0.89652	3.580	0.000409***	
Weight		0.03077	0.01978	1.555	0.121053	

Subadult geckos (210–300 days old) were confronted with 10 species of predators while adults (2 years and older) were tested with a subset of 5 species only. Results of linear models in R package, the coefficients of the models, and their significance are provided. Significance codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 '.' 1.

<sup>a</sup>Intercept is a reaction to the control species *P. apodus*. Responses to all other stimuli species were compared with it.

<sup>b</sup>All the variables are expressed as frequencies apart from the binocular fixation that was recorded as time spent staring at the predator (in this case *t*-values and Pr(>|*t*|) are reported in the last 2 columns instead of *z*-values and Pr(>|*z*|) which are applicable for all the remaining variables).

probability. This can be more expected from a specialist rather than generalist predator. Furthermore, if predator-prey arm races have taken a place for some evolutionary time we can assume that the prey is adapted to react more specifically to the most

dangerous sympatric predators (Webb et al. 2009). Many studies have already mentioned that apart from sympatry or allopatry it is diet preferences that are crucial in the predator detection (Cooper 1990; Dial and Schwenk 1996; Van Damme and Quick

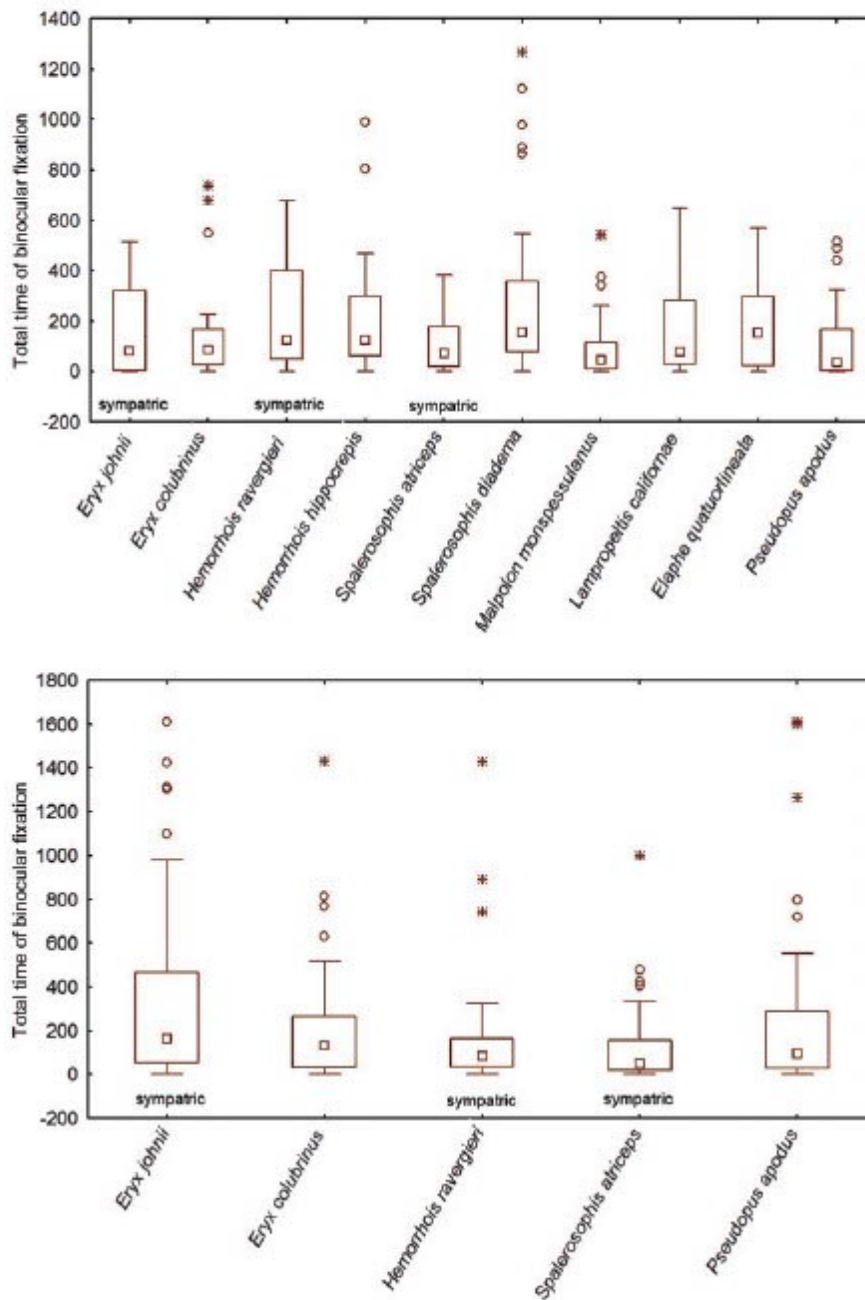


Figure 2. Total time of binocular fixation (square root arcsin transformed) depending on the type of predator. Outliers are depicted as circles, extreme values as stars. Sympatric distribution to the leopard gecko is noted, other snake species are allopatric. A) subadults and B) adults.

2001). Such a trend may also be seen in our results as the geckos (both adults and subadults) performed more antipredatory postures when confronted with saurophagous actively foraging *H. ravergieri*. However, this was not a general trend apparent with other saurophagous predators used in our study. The geckos explored by visual and chemical senses 7 snake and 1 lizard predator species from distance as well as in closer proximity, showing no clear systematic difference regardless of the predator's sympatry/allopatry or food specialization (Figure 2A, B; Table 4). Such a result is in contrast to findings of other studies (Dial et al. 1989; Van Damme and Quick 2001) that considered

the level of saurophagous specialization as a key factor when anticipating snake predator dangerousness.

We may hypothesize that the effect of food specialization is not conclusive because the studied geckos might have identified chemically, that the snake predators had not been feeding on their conspecifics. It is well known, for example, that the northern damselfly larvae *Enallagma* spp. can chemically detect from diet cues, whether their predator *E. lucius* fed on other damselflies or another (hetero-specific) prey (Chivers et al. 1996). Similarly, naïve individuals of the fathead minnow *Pimephales promelas* reacted to diet cues (and subsequently capture-released alarm cues) of *E. lucius* only when it



Table 4. Frequency and preference scores of particular antipredatory behaviors expressed by the leopard gecko face to predators with sympatric and allopatric occurrence and various foraging ecology

Age	Species	Sympatric/allopatric	Preference score (time)		Frequency									
			Exploring the snake Mean (SE)	Binocular fixation Mean (min, max)	Total postures Mean (min, max)	High posture Mean (min, max)	Low posture Mean (min, max)	Freezing Mean (min, max)	Total waving Mean (min, max)	Tongue flicking Mean (min, max)				
Subadults	<i>Eryx johnii</i>	S	0.36 (±0.061)	2.8 (0, 11)	2.94 (0, 16)	0.11 (0, 1)	2.37 (1, 7)	1.32 (0, 8)	3.89 (1, 14)	67.24 (5, 362)				
	<i>Eryx colubrinus</i>	A	0.43 (±0.057)	3.71 (0, 10)	1.59 (0, 13)	0.2 (0, 1)	0.9 (0, 3)	2.5 (1, 8)	2.9 (1, 10)	108.82 (7, 363)				
	<i>Hemorboidis navergeri</i>	S	0.44 (±0.064)	2.97 (0, 9)	6.9 (0, 54)	0.67 (0, 5)	2.83 (0, 8)	3.29 (0, 51)	5.67 (1, 21)	123.97 (18, 357)				
	<i>Hemorboidis hippocrepis</i>	A	0.44 (±0.052)	4.1 (0, 9)	3.27 (0, 12)	0.82 (0, 6)	1.44 (0, 6)	1.12 (0, 3)	4.53 (1, 9)	143.4 (8, 554)				
	<i>Spaleroscopis atriceps</i>	S	0.54 (±0.058)	3.38 (0, 14)	3.81 (0, 20)	1.38 (0, 13)	2.13 (0, 12)	1.19 (0, 3)	5.62 (1, 15)	167.19 (5, 525)				
	<i>Spaleroscopis diademata</i>	A	0.39 (±0.068)	3.66 (0, 14)	3.47 (0, 16)	1.47 (0, 13)	1.71 (0, 6)	1.88 (0, 7)	3.94 (1, 8)	145.63 (9, 473)				
	<i>Malpolon monspessulanus</i>	A	0.55 (±0.061)	4.03 (0, 10)	1.84 (0, 11)	0.73 (0, 3)	1.45 (0, 5)	1.91 (1, 6)	3.3 (1, 9)	100.03 (7, 304)				
	<i>Lamprolepis californiae</i>	A	0.41 (±0.061)	3.00 (0, 10)	3.4 (0, 16)	0.94 (0, 6)	1.94 (0, 11)	1.31 (0, 4)	4.87 (1, 16)	126.77 (6, 392)				
	<i>Elophoe quatuorlineata</i>	A	0.36 (±0.068)	2.52 (0, 11)	2.5 (0, 16)	0.94 (0, 7)	1.69 (0, 8)	1.19 (0, 6)	3.25 (0, 15)	70.72 (0, 276)				
	<i>Paradropus apodus</i>	A	0.52 (±0.079)	2.18 (0, 7)	0.82 (0, 7)	0 (0, 0)	0.8 (0, 2)	1.4 (0, 2)	3.2 (1, 5)	62.32 (0, 471)				
	<i>Eryx johnii</i>	S	0.53 (±0.048)	4.58 (0, 16)	2.31 (0, 13)	0.02 (0, 1)	0.76 (0, 7)	0.73 (0, 7)	1.56 (0, 8)	92.42 (0, 359)				
	<i>Eryx colubrinus</i>	A	0.46 (±0.049)	3.2 (0, 13)	1.76 (0, 13)	0.02 (0, 1)	1.02 (0, 8)	0.15 (0, 2)	1.67 (0, 16)	74.05 (0, 321)				
<i>Hemorboidis navergeri</i>	S	0.44 (±0.048)	3.12 (0, 9)	3.31 (0, 12)	0.04 (0, 2)	1.81 (0, 9)	0.6 (0, 4)	2.42 (0, 11)	128.21 (2, 414)					
<i>Spaleroscopis atriceps</i>	S	0.44 (±0.044)	3.38 (0, 11)	2.85 (0, 18)	0.02 (0, 1)	1.17 (0, 10)	0.92 (0, 8)	2.38 (0, 16)	158.35 (8, 456)					
<i>Paradropus apodus</i>	A	0.44 (±0.049)	3.36 (0, 9)	2.58 (0, 34)	0 (0, 0)	1.02 (0, 10)	0.67 (0, 7)	1.96 (0, 29)	96.15 (0, 407)					
Adults	<i>Eryx johnii</i>	S	0.36 (±0.061)	2.8 (0, 11)	2.94 (0, 16)	0.11 (0, 1)	2.37 (1, 7)	1.32 (0, 8)	3.89 (1, 14)	67.24 (5, 362)				
	<i>Eryx colubrinus</i>	A	0.43 (±0.057)	3.71 (0, 10)	1.59 (0, 13)	0.2 (0, 1)	0.9 (0, 3)	2.5 (1, 8)	2.9 (1, 10)	108.82 (7, 363)				
	<i>Hemorboidis navergeri</i>	S	0.44 (±0.064)	2.97 (0, 9)	6.9 (0, 54)	0.67 (0, 5)	2.83 (0, 8)	3.29 (0, 51)	5.67 (1, 21)	123.97 (18, 357)				
	<i>Hemorboidis hippocrepis</i>	A	0.44 (±0.052)	4.1 (0, 9)	3.27 (0, 12)	0.82 (0, 6)	1.44 (0, 6)	1.12 (0, 3)	4.53 (1, 9)	143.4 (8, 554)				
	<i>Spaleroscopis atriceps</i>	S	0.54 (±0.058)	3.38 (0, 14)	3.81 (0, 20)	1.38 (0, 13)	2.13 (0, 12)	1.19 (0, 3)	5.62 (1, 15)	167.19 (5, 525)				
	<i>Spaleroscopis diademata</i>	A	0.39 (±0.068)	3.66 (0, 14)	3.47 (0, 16)	1.47 (0, 13)	1.71 (0, 6)	1.88 (0, 7)	3.94 (1, 8)	145.63 (9, 473)				
	<i>Malpolon monspessulanus</i>	A	0.55 (±0.061)	4.03 (0, 10)	1.84 (0, 11)	0.73 (0, 3)	1.45 (0, 5)	1.91 (1, 6)	3.3 (1, 9)	100.03 (7, 304)				
	<i>Lamprolepis californiae</i>	A	0.41 (±0.061)	3.00 (0, 10)	3.4 (0, 16)	0.94 (0, 6)	1.94 (0, 11)	1.31 (0, 4)	4.87 (1, 16)	126.77 (6, 392)				
	<i>Elophoe quatuorlineata</i>	A	0.36 (±0.068)	2.52 (0, 11)	2.5 (0, 16)	0.94 (0, 7)	1.69 (0, 8)	1.19 (0, 6)	3.25 (0, 15)	70.72 (0, 276)				
	<i>Paradropus apodus</i>	A	0.52 (±0.079)	2.18 (0, 7)	0.82 (0, 7)	0 (0, 0)	0.8 (0, 2)	1.4 (0, 2)	3.2 (1, 5)	62.32 (0, 471)				
	<i>Eryx johnii</i>	S	0.53 (±0.048)	4.58 (0, 16)	2.31 (0, 13)	0.02 (0, 1)	0.76 (0, 7)	0.73 (0, 7)	1.56 (0, 8)	92.42 (0, 359)				
	<i>Eryx colubrinus</i>	A	0.46 (±0.049)	3.2 (0, 13)	1.76 (0, 13)	0.02 (0, 1)	1.02 (0, 8)	0.15 (0, 2)	1.67 (0, 16)	74.05 (0, 321)				
<i>Hemorboidis navergeri</i>	S	0.44 (±0.048)	3.12 (0, 9)	3.31 (0, 12)	0.04 (0, 2)	1.81 (0, 9)	0.6 (0, 4)	2.42 (0, 11)	128.21 (2, 414)					
<i>Spaleroscopis atriceps</i>	S	0.44 (±0.044)	3.38 (0, 11)	2.85 (0, 18)	0.02 (0, 1)	1.17 (0, 10)	0.92 (0, 8)	2.38 (0, 16)	158.35 (8, 456)					
<i>Paradropus apodus</i>	A	0.44 (±0.049)	3.36 (0, 9)	2.58 (0, 34)	0 (0, 0)	1.02 (0, 10)	0.67 (0, 7)	1.96 (0, 29)	96.15 (0, 407)					

fed on their conspecifics (Ferrari et al. 2007). Therefore, the predator's diet may influence antipredatory behavior of its prey. Whether this is also applicable for the leopard gecko would need to be further assessed in a separate experiment. The other possible explanation for the negative results is that we do not have the accurate information on food biology of the predator species in the wild or the prey identifies its predator based on other cues (e.g., the type of predator locomotion, etc.).

In our study, we tested pairs of predator species with similar food specialization and foraging tactic, differing only in their distribution, that is, one living in sympatry with the gecko, while the other one in allopatry. Surprisingly, we found striking differences in antipredatory behavior only in response to 2 generalist snake species with subterranean ecology, sympatric *E. johnii* and allopatric *E. colubrinus*. In the presence of *E. johnii* the geckos remained for most of the time in the safe area avoiding any closer exploration. If any postures were exhibited at all, these were made near the control box. Contrary to that, *E. colubrinus* sometimes elicited even weaker reaction than the lizard control *P. apodus*. Therefore, it seems that the subterranean life cannot be the only explanatory factor. *E. johnii* is a generalist snake species commonly found in Pakistan, where it overlaps with the leopard gecko's distribution. It is a strong constrictor adopting a sit-and-wait strategy ambushing its prey with a fast attack from very close proximity. The gecko lives in small mammals' burrows or rocky interstices which makes it a difficult habitat to escape when encountering the snake. However, if they meet in the open field, the gecko can flee (D. Frynta, personal communication). We may speculate that a visual detection (adults) as well as tongue flicking (subadults) of this dangerous predator was crucial in our experiments and took over any direct exploration.

In contrast to the predator inspection many lizard species reduce their activity in the presence of a dangerous predator or its chemicals, for example, *P. muralis* (Amo et al. 2006), the Chilean tree lizard (*Liolaemus chiliensis*; Labra and Hoare 2015), or *O. lesueurii* (Webb et al. 2009, 2010). This corresponds to inactivity near the control box observed in our experiments. Distance the geckos kept from the threat was reflecting the level of avoidance of a particular species. Compared with inactivity associated with the lizard control, subadult geckos reduced their exploratory behavior and preferentially stayed inactive close to the control box when a generalist snake *E. johnii*, as well as a saurophagous actively foraging predator *H. hippocrepis* were used as a stimulus (Figure 1). Thus, we may suppose that these predators were evaluated as dangerous and were avoided as much as possible in the current experimental conditions when no shelters were available. This further corroborates the results of Webb et al. (2010) who found that *O. lesueurii* avoids crevices scented by snake chemicals.

It has also been shown previously that antipredatory behavior may change ontogenetically (Head et al. 2002; Landová et al. 2013). Generally, the adults were less reactive than the subadult geckos, but their antipredatory reaction was much more threat specific reacting only to sympatric species. However, this tendency was further masked by behavioral pattern of wild caught individuals that were less reactive than the captive born ones. We may hypothesize that the wild animals might have been experienced with a predator event from their early life and evaluated the snake's dangerousness in our experimentally set up differently than the captive born individuals. Thus, antipredatory behavior of the wild animals is probably more state dependent as they can better assess the potential threat of a direct predator attack, a situation that can be hardly simulated in laboratory conditions.

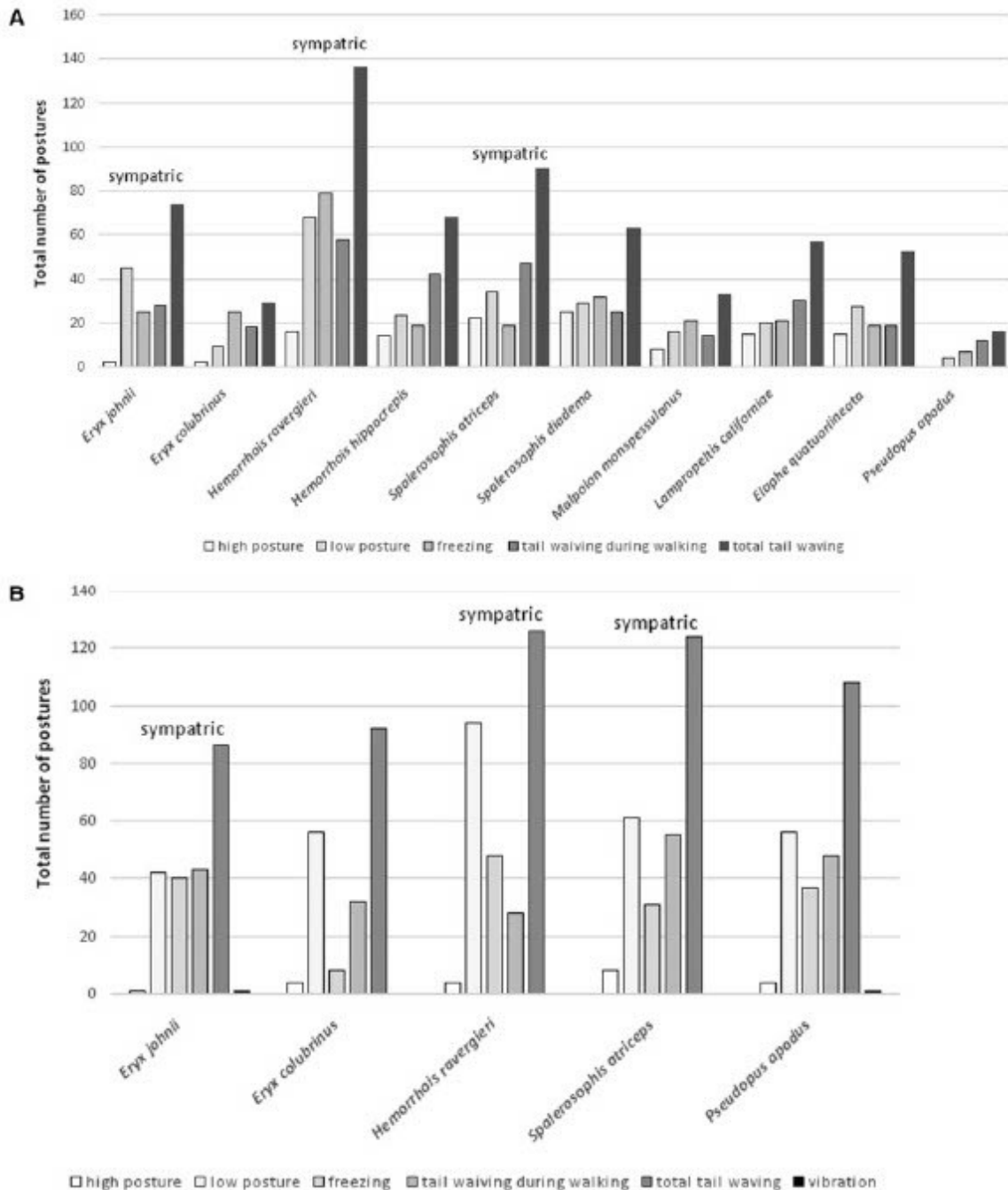


Figure 3. Total frequency of selected antipredatory postures in response to different types of predators. Sympatric distribution to the leopard gecko is noted, other snake species are allopatric. A) subadults and B) adults.

We conclude that the leopard gecko possesses generalized anti-predatory reaction to snake predators of different species. They explore them both chemically and visually and use the same variety of other behavioral strategies in response to snakes posing a different level of threat. However, intensity of these reactions varies according to different species and reaches the extreme levels only with some of colubrid and boid snakes (especially *E. johnii* and *H. ravergieri*). This reaction pattern is innate which could be advantageous when novel predators are met (Cisterne et al. 2014). As the animal

gets more experienced with its predators in the wild, this general concept of threat may become more specific and the reaction less intensive and targeted only to the real danger. That could explain why the wild caught animals which were probably more experienced with real predator events were less reactive in response to a predator inside the cage in our study. Interestingly, in the absence of any experience, as in the case of laboratory animals, the antipredatory reaction can still be modulated and mature with aging. Compared with the subadults, the adult captive born geckos reacted only to the



**Table 5.** Summary table showing which response variables in confrontation with individual predator species where significantly different compared with the control experiments with *P. apodus*

Age	Species	Distribution	Food specialization	Close to the control box	Exploring snake	Binocular fixation	Postures	High posture	Low posture	Freezing	Tail waving	Tongue flicking
Subadults	<i>E. johni</i>	S	Generalist	Yes	—	—	—	—	Yes	—	Yes	Yes
	<i>E. colubrinus</i>	A	Generalist	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>H. ravigieri</i>	S	Saurophagous	—	—	Yes	Yes	—	Yes	Yes	Yes	—
	<i>H. hippocræpis</i>	A	Saurophagous	Yes	—	Yes	Yes	—	—	—	Yes	—
	<i>S. atriceps</i>	S	Generalist	—	—	—	Yes	—	Yes	—	Yes	—
	<i>S. diadema</i>	A	Generalist	—	—	Yes	Yes	—	Yes	Yes	Yes	—
	<i>M. monspessulanus</i>	A	Saurophagous	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>L. californica</i>	A	Saurophagous	—	—	—	Yes	—	Yes	—	Yes	Yes
	<i>E. quatuorlineata</i>	A	Generalist	—	—	—	—	—	Yes	—	—	Yes
	Adults	<i>E. johni</i>	S	Generalist	—	—	Yes	—	—	—	—	—
<i>E. colubrinus</i>		A	Generalist	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>H. ravigieri</i>		S	Saurophagous	—	—	—	Yes	—	—	—	—	—
<i>S. atriceps</i>		S	Generalist	—	—	Yes	—	—	—	—	—	—

sympatric, most dangerous predators either by expressing postures or by binocular fixation.

## Acknowledgments

The research was supported by the CU Grant Agency Project No. 1310414 and by the project National Institute of Mental Health (NIMH-CZ), grant number ED2.1.00/03.0078 and the European Regional Development Fund.

## References

Amo L, López P, Martín J, 2004a. Multiple predators and conflicting refuge use in the wall lizard *Podarcis muralis*. *Ann Zool Fenn* 41:671–679.

Amo L, López P, Martín J, Fox SF, 2004b. Chemosensory recognition and behavioral responses of wall lizards *Podarcis muralis* to scents of snakes that pose different risks of predation. *Copeia* 2004(3):691–696.

Amo L, López P, Martín J, 2006. Can wall lizards combine chemical and visual cues to discriminate predatory from non-predatory snakes inside refuges? *Ethology* 112:478–484.

Balderas-Vakliová CJ, Ramírez-Bautista A, 2005. Aversive behavior of beaded lizard *Heloderma horridum* to sympatric and allopatric predator snakes. *Southwest Nat* 50:24–31.

Bealor MT, Kjekshus OC, 2002. Chemosensory identification of lizard-eating snakes in the desert iguana *Dipsosaurus dorsalis* (Squamata: Iguanidae). *J Herpetol* 36:9–15.

Bergmann P, Irschick DJ, 2006. Effects of temperature on maximum acceleration, deceleration and power output during vertical running in geckos. *J Exp Biol* 209:1404–1412.

Bragg WK, Fawcett JD, Bragg TB, Viets BE, 2000. Nest-site selection in two eublepharid gecko species with temperature-dependent sex determination and one with genotypic sex determination. *Biol J Linn Soc* 69:319–332.

Brock KM, Bednekoff PA, Pafilis P, Foutopoulos J, 2014. Evolution of antipredator behavior in an island lizard species *Podarcis erhardii* (Reptilia: Lacertidae): the sum of all fears? *Evolution* 69:216–231.

Burger J, Gochfeld M, 1990. Risk discrimination of direct versus tangential approach by basking black iguanas *Ctenosaura similis*: variation as a function of human exposure. *J Comp Psychol* 104:388–394.

Caro T, 2014. Antipredator deception in terrestrial vertebrates. *Curr Zool* 60:16–25.

Chivers DP, Wisenden BD, Smith RJF, 1996. Damsel larvae learn to recognize predators from chemical cues in the predator's diet. *Anim Behav* 52:315–320.

Cisterna A, Vanderduys EP, Pike DA, Schwarzkopf L, 2014. Wary invaders and clever natives: sympatric house geckos show disparate responses to predator scent. *Behav Ecol* 25:604–611.

Cooper WE, 1990. Chemical detection of predators by a lizard, the broad-headed skink *Eumeces laticeps*. *J Exp Zool* 256:162–167.

Cooper WE, 1999. Tradeoffs between courtship, fighting and antipredatory behavior by a lizard *Eumeces laticeps*. *Behav Ecol Sociobiol* 47:54–59.

Cooper WE, 2000. An adaptive difference in the relationship between foraging mode and response to prey chemicals by two congeneric scincid lizards. *Ethology* 106:193–206.

Dial BE, Schwenk K, 1996. Olfaction and predator detection in *Coleonyx brevis* (Squamata: Eublepharidae), with comments on the functional significance of buccal pulsing in geckos. *J Exp Zool* 276:415–424.

Dial BE, Weldon PJ, Curtis B, 1989. Chemosensory identification of snake predators *Phyllorhynchus decurtatus* by banded geckos *Coleonyx variegatus*. *J Herpetol* 23:224–229.

Downes SJ, Adams M, 2001. Geographic variation in antsnake tactics: the evolution of scent-mediated behavior in a lizard. *Evolution* 55:605–615.

Downes S, Shine R, 1998. Sedentary snakes and gullible geckos: predator-prey coevolution in nocturnal rock-dwelling reptiles. *Anim Behav* 55:1373–1385.

Dugatkin LA, Godin JGJ, 1992. Prey approaching predators: a cost-benefit perspective. *Ann Zool Fenn* 29:233–252.

Durand J, Legrand A, Tort M, Thiney A, Michniewicz RJ et al., 2012. Effects of geographic isolation on anti-snake responses in the wall lizard *Podarcis muralis*. *Amphibia-Reptilia* 33:199–206.

Ferrari MCO, Brown MR, Pollock MS, Chivers DP, 2007. The paradox of risk assessment: comparing responses of fathead minnows to capture-released and diet-released alarm cues from two different predators. *Chemoecology* 17:157–161.

Ferrari MCO, Messier F, Chivers DP, 2008. Larval amphibians learn to match antipredator response intensity to temporal patterns of risk. *Behav Ecol* 19:980–983.

Ferrari MCO, Trowell JJ, Brown GE, Chivers DP, 2005. The role of learning in the development of threat-sensitive predator avoidance by fathead minnows. *Anim Behav* 70:777–784.

Flores D, Tousignant A, Crews D, 1994. Incubation temperature affects the behavior of adult leopard geckos *Eublepharis macularius*. *Physiol Behav* 55:1067–1072.

Hawkins LA, Magurran AE, Armstrong JD, 2007. Innate abilities to distinguish between predator species and cue concentration in Atlantic salmon. *Anim Behav* 73:1051–1057.

Head ML, Keogh JS, Doughty P, 2002. Experimental evidence of an age-specific shift in chemical detection of predators in a lizard. *J Chem Ecol* 28:541–554.

Helfman GS, 1989. Threat-sensitive predator avoidance in damselfish-trumpetfish interactions. *Behav Ecol Sociobiol* 24:47–58.

- Khan MS, 2002. *A Guide to the Snakes of Pakistan*. Frankfurt am Main: Chimaira Editions, 280.
- Labra A, Hoare M, 2015. Chemical recognition in a snake–lizard predator–prey system. *Acta Ethol* 18:173–179.
- Landová E, Jancuchova-Laskova J, Musilova V, Kadochova S, Frynta D, 2013. Ontogenetic switch between alternative antipredatory strategies in the leopard gecko *Eublepharis macularius*: defensive threat versus escape. *Behav Ecol Sociobiol* 67:1113–1122.
- Lima SL, Dill LM, 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can J Zool* 68:619–640.
- Lloyd R, Alford RA, Schwarzkopf L, 2009. Chemical discrimination among predators by lizards: responses of three skink species to the odours of high- and low-threat varanid predators. *Aust Ecol* 34:50–54.
- López P, Martín J, Barbosa A, 2000. Site familiarity affects antipredator behavior of the amphibaenian *Blanus cinereus*. *Can J Zool* 78:2142–2146.
- McCoy MW, Stier AC, Osenberg CV, 2012. Emergent effects of multiple predators on prey survival: the importance of depletion and the functional response. *Ecol Lett* 15:1449–1456.
- Noldus Information Technology, 1993. *Observer 3.0*. Noldus, Wageningen [cited 2016 April 28]. Available from: <http://www.noldus.com>.
- R Core Team, 2013. *R: A language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing [cited 2016 April 28]. Available from: <http://www.R-project.org>.
- Sakata J, Crews D, 2003. Embryonic temperature shapes behavioral change following social experience in male leopard geckos *Eublepharis macularius*. *Anim Behav* 66:839–846.
- Seufer H, Kaverkin Y, Kirschner A, 2005. *The Eyelash Geckos: Care, Breeding and Natural History*. Germany: Kirschner & Seufer.
- Sih A, Englund G, Wooster D, 1998. Emergent impacts of multiple predators on prey. *Trends Ecol Evol* 13:350–355.
- Smith SM, 1975. Innate recognition of coral snake pattern by a possible avian predator. *Science* 187:759–760.
- Van Damme R, Quick K, 2001. Use of predator chemical cues by three species of lacertid lizards (*Lacerta bedriagae*, *Podarcis tiliguerta*, and *Podarcis sicula*). *J Herpetol* 35:27–36.
- Van Damme R, Bauwens D, Thoen C, Vanderstighelen D, Verheyen RF, 1995. Responses of naive lizards to predator chemical cues. *J Herpetol* 29:38–43.
- Viets BE, Tousignant A, Ewert MA, Nelson CE, Crews D, 1993. Temperature-dependent sex determination in the leopard gecko *Eublepharis macularius*. *J Exp Biol* 265:679–683.
- Webb JK, Du WG, Pike DA, Shine R, 2009. Chemical cues from both dangerous and nondangerous snakes elicit antipredator behaviors from a nocturnal lizard. *Anim Behav* 77:1471–1478.
- Webb JK, Pike DA, Shine R, 2010. Olfactory recognition of predators by nocturnal lizards: safety outweighs thermal benefits. *Behav Ecol* 21:72–77.
- Whitaker R, Captain A, 2004. *Snakes of India: the field guide*. Chennai, India: Draco Books, 481.



**Příloha 93.** Landová L., Rádlová S., Polák J., Frynta D. (2016). Evoluční původ fobií ze zvířat. In J. Horáček, L. Kesner, C. Höschl, F. Španiel (eds.), *Mozek a jeho člověk, mysl a její nemoc* (pp. 235-245). Praha: Galén.

## 22

EVOLUČNÍ PŮVOD FOBÍ  
ZE ZVÍŘAT

Eva Landová, Silvie Rádlová, Jakub Polák, Daniel Frynta

Organismy se ve svém okolí setkávají s množstvím podnětů, z nichž pouze některé jsou skutečně významné z hlediska přežití. Na mnohé z nich, např. na nebezpečné predátory či jiná ohrožení, je třeba zareagovat ihned napoprvé, ať již na základě vrozené reakce či velmi krátkého a efektivního učení; druhá šance už totiž většinou nepříjde. Na setkání s takovým podnětem tedy potřebuje být organismus předem připraven, nejlépe v důsledku předchozí evoluční »zkušenosti«. Z tohoto důvodu má mnoho zvířat vrozenou schopnost okamžitě rozpoznat nebezpečí ve formě predátora a vyhnout se tak potenciálně smrtelnému setkání. Například o gekonech je známé, že dokáží velmi rychle rozpoznat pach hada a reagovat na něj strnulostí či útekem, čímž si mohou zachránit život. Myši se vyhýbají kočičímu pachu, ptáci zase primárně využívají zrak k rozpoznání krahujce a včas uletí. To vše je zprostředkováno jednou ze základních emocí – strachem. Je snadné si představit, že zvířata, která se nebála, dlouho v přírodě nepřežila a nepředala tak své geny budoucím generacím. Přitom strach z predátora a následná rychlá behaviorální odpověď je pouze jedním příkladem emocí, tj. specifických stavů mysli ovlivňujících motivaci k chování, které měly přímý vliv na přežití druhů a jejichž vznik lze datovat hluboko do dávné minulosti před miliony až desítkami milionů let, dávno před vznik současných druhů.

Chceme-li tedy studovat emoce a chování dnešního člověka, musíme se podívat hluboko do naší evoluční minulosti, a to dokonce mnohem dál, než na období vzniku druhu *Homo sapiens*. V té době totiž byla většina našich neurálních funkčních okruhů, a tedy i základních vzorců chování již zformovaná, a proto je původ lidské mysli třeba hledat u dávných předků dnešních savců či dokonce u prvních suchozemských obratlovců. Mentální vzorce vznikající v těchto dobách nám sice pomáhaly v přežití, avšak v současném světě, diametrálně odlišném od období úsvitu savců, mohou mít pro moderního člověka závažné důsledky, včetně patologických duševních stavů. Současná evoluční biologie a zoologie tak mají překvapivě co říci k otázkám, které v rámci svého oboru řeší psychologie či psychiatrie.

Trend v myšlení prosazující evoluční argumentaci pro vysvětlení současných znaků a procesů tedy postupně pronikl i do psychologie, která se podobným tlakům dlouho bránila. Podle konceptu evoluční psychologie, která se dokázala naplno prosadit až v 90. letech 20. století a dnes představuje uznávanou vědní disciplínu, je lidská mysl vybavena specifickými moduly k řešení konkrétních situací, které byly v minulosti podstatné z hlediska přežití. Je tak výsledkem adaptace na původní prostředí, ve kterém lidé žili od svého vzniku až po neolit. Ačkoliv jde o veliký krok kupředu oproti standardnímu modelu sociálních věd zdůrazňujícímu individuální učení, je stále potřeba mít na paměti, že ani paleolitický člověk nevznikl »z ničeho«, ale že si s sebou již přinesl genetickou výbavu od svých zvířecích předků.

Tématem tohoto příspěvku je nahlédnutí na problematiku specifických fobií ze zvířat, z nichž některé, jak si ukážeme, mají svůj původ v minulosti, ale dodnes trápí velké procento lidí na celém světě. Chceme-li však porozumět tomu, jak fobie fungují, proč vznikají, proč je některá zvířata vyvolávají snáze než jiná, a v konečném důsledku také zjistit, jakým způsobem lze fobie léčit, je nutné při jejich studiu uplatnit poznatky ze všech výše zmiňovaných biologických i psychologických oborů, které se vzájemně doplňují.

## PŮVOD STRACHU

Člověk se po dlouhé miliony let vyvíjel v přítomnosti nespočetného množství druhů zvířat, z nichž některá mu sloužila jako zdroj potravy či ošacení, mnoho dalších však pro něj představovalo značnou hrozbu. V prostředí plném velkých šelem, krokodýlů, hmyzu, jedovatých hadů či pavouků šlo prehistorickému člověku doslova na každém kroku o život. Nebezpečné však pro něj byly i druhy přenášející smrtelné choroby (hlavně různé druhy hlodavců) anebo ty, které byly asociovány s nemocí a smrtí nebo byly spojeny s rozkladem tkání (červi). Není tedy divu, že mnoho zvířat od pradávna



vyvolávalo v lidech v prvním případě strach, ve druhém odpor. Tyto základní emoce způsobené zvířaty přečkaly veškeré změny spojené s vývojem lidského druhu a v takřka nezměněné formě se dodnes vyskytují i u moderních lidí napříč společnostmi a stupni kulturního vývoje. Ačkoliv se pravděpodobnost být kousnut jedovatým pavoukem či spolknut krajtou u značné části populace výrazně snížila, tato zvířata u mnohých z nás stále vyvolávají hrůzu.

Přestože existuje řada teorií snažících se vysvětlit původ výše zmíněných emočních okruhů strachu a znechucení u člověka, jedním z nejvíce přijímaných je v současnosti právě názor evoluční psychologie. Tato v posledních dvou dekadách dynamicky se rozvíjející psychologická disciplína staví na předpokladu, že rychlá emoční reakce a adekvátní behaviorální odpověď na život ohrožující stimuly byla natolik klíčová pro přežití dávných předků člověka, že ji přírodní selekce geneticky napevno zabudovala do mozku primátů.<sup>(1)</sup> Podle evoluční hypotézy je tedy strach zcela přirozenou, adaptivní a vrozenou reakcí na nebezpečné stimuly. Modul strachu, kterým se označuje vzájemně provázaný systém neurální, fyziologické, psychologické a behaviorální odpovědi na život ohrožující stimuly (např. jedovaté hady), se vyvinul již před desítkami milionů let u fylogeneticky původnějších druhů primátů či ještě dříve a my jsme ho pouze zdědili po našich společných předcích. Předpoklad o vrozeném charakteru strachu dokazují např. zjištění, že některé druhy primátů (makak vepří a maki trpasličí) projevují strach při setkání s atrapou, resp. pachem hada, ačkoliv se skutečným hadem se v zajetí chovaní jedinci nikdy nesetkali.<sup>(2)</sup> Podporou jsou i výsledky mezietnických srovnání, kdy bez ohledu na geografické rozšíření, styl života a stupeň kulturního vývoje reagují příslušníci odlišných lidských etnik na mnoho zvířecích druhů emočně velmi podobně.<sup>(3,4)</sup>

V rámci celé živočišné říše existuje jedna specifická skupina, která pro ostatní tvory nese zvlášť silný emoční náboj, a to jsou hadi, kteří dokazují univerzalitu vyvolaných emocí u člověka i zvířat na různém stupni fylogenetického vývoje. Hadi jsou totiž zdrojem strachu nejen pro naprostou většinu lidí, ale vzbuzují odpovídající reakci i u zvířat, od plazů po savce. Důvod je jasný, od chvíle, kdy se před zhruba 60 miliony let na Zemi objevili hadi s účinným jedovým aparátem, dostala se všechna ostatní zvířata žijící v jejich blízkosti do velkého nebezpečí.<sup>(5)</sup> Jedovatí hadi byli často smrtelnou hrozbou pro řadu primátů včetně nejbližších lidských příbuzných. Členové dávných společenství lovců a sběračů však nebyli ohroženi pouze náhodným uštknutím, ale mohli se stát i plánovanou kořistí. Řada odborníků se totiž domnívá, že velcí hroznýšovití hadi byli až do neolitu jedni z nejvýznamnějších predátorů prehistorických lidí. Ačkoliv pro to neexistují žádné fosilní doklady (hadi polykají svou kořist vcelku a díky velice

účinnému trávení si dokáží poradit i s kostmi a zuby obětí), máme k dispozici nepřímé důkazy ze současnosti. Antropolog Thomas Headland a herpetolog Harry Greene studovali od poloviny 20. století po řadu let původní etnikum lidí Agta Negritos, kteří na Filipínách dosud žijí životem původních lovců-sběračů. V nedávno publikované studii ukazují, že více než čtvrtina dospělých mužů (26%) tohoto etnika byla v průběhu 40 let napadena velkou krajtou mřížkovanou, šest lidí útok hada nepřežilo. Většina vyvázla jen díky tomu, že Agta Negritos mají podomácku vyráběné nože a střelné zbraně, kterými dokáží krajtou zabít. Autoři proto spekulují, že v minulosti se lidé stávali kořistí velkých hadů mnohem častěji.<sup>(6)</sup>

Zdaleka nejodvážnější je potom hypotéza americké antropoložky Lynne Isbellové,<sup>(5)</sup> podle níž vědčíme právě jedovatým hadům za své vysoce rozvinuté kognitivní schopnosti. Domnívá se totiž, že hadi byli v evoluci primátů tak silným selekčním tlakem, že jejich společný výskyt přispíval u předků dnešních primátů a člověka k postupnému zdokonalování zrakového smyslu, zvětšování mozku a specializaci některých funkčních neurálních okruhů, které jsme po nich zdědili.

## PŘEDNOSTNÍ ZPRACOVÁNÍ EMOČNĚ LADĚNÝCH STIMULŮ

Každý okamžik našeho života jsme obklopeni obrovským množstvím informací, které se nám dostávají do mozku skrze širokou škálu smyslových vjemů. Abychom se v tomto spleťtém souboru podnětů dokázali orientovat a volit správná rozhodnutí na základě podnětů, které v danou chvíli mají význam, mozek tyto informace přebírá a filtruje bez našeho vědomí. Do vědomí se nám pak dostává pouze část relevantní informace; tomuto fenoménu se tradičně říká selektivní pozornost. Jsou-li však tyto informace emočně významné, vedou k neurofyziologickým a behaviorálním změnám dříve, než se dostanou do našeho vědomí. To se děje pomocí tzv. podkorové vizuální cesty, která informuje amygdalu, v níž se daný stimul přednostně zpracovává. Střední část amygdaly má vzájemné propojení s dalšími jádry účastnicími se emoční odpovědi (s nucleus accumbens) a také odtud vedou sestupné dráhy do hypothalamu a mozkového kmene (periaqueductální šedá hmota, PAG, a locus coeruleus, LC), které člověka emocionálně připravují na nebezpečnou situaci a umožňují mu okamžitě reagovat. Amygdala má navíc i propojení s dalšími korovými oblastmi (prefrontální kůra, vizuální kůra) a dovoluje tak vědomou kontrolu těchto emočně zabarvených stimulů, na které již organismus reagoval automaticky.<sup>(7,8)</sup> Ačkoliv lze tento efekt pozorovat i u stimulů vyvolávajících štěstí, smutek či odpor, nejčastěji jsou v tomto ohledu studovány reakce na strachové podněty, které bývají zároveň nejsilnější – např. na ob-



rázky či videa útočníků, zbraní, rozzloubených lidských obličejů či nebezpečných zvířat, jako jsou velké šelmy, žraloci, krokodýli nebo právě hadi.

Öhman se spolupracovníky<sup>(9)</sup> zjistili, že respondenti dovedou rychleji nalézt obrázek hada nebo pavouka v matici devíti rovnoměrně uspořádaných obrázků na obrazovce, pokud distraktory (tedy obrázky na pozadí, které měly odpoutat pozornost od hledaných obrázků) byly neutrální objekty – houby a květiny. V opačném případě, kdy měli respondenti hledat obrázek houby či květiny na pozadí hadích či pavoučích obrázků, neuspěli, a hledání těchto emočně neutrálně zabarvených obrázků bylo zřetelně pomalejší v přítomnosti prioritně vnímaných distraktorů (hadů v pozadí). Obdobných experimentů, kdy měli respondenti vyhledávat určité emočně významné objekty na pozadí nevýznamných (a naopak – pro kontrolu), proběhlo mnoho, vždy s různými obměnami, a výsledky vždy ukázaly rychlejší reakci na strachové podněty. Například Penkunas a Coss<sup>(10)</sup> ukázali, že respondenti dovedli rychleji najít obrázky nebezpečných lvů a hadů, i když distraktory byly obrázky podobných, avšak neškodných antilop a ještěřů. Tento efekt se objevuje nejen u dospělých lidí, ale též u dětí, a to dokonce i v případě, je-li dostupná informace o strachových stimulech určitým způsobem percepčně ztížena.<sup>(11)</sup> Hayakawa se spolupracovníky<sup>(12)</sup> ve svém experimentu předvedli, že čtyř- až šestileté děti dovedou rozpoznat hady na pozadí květin rychleji než opačně, a to i když se jim odebere informace o barvách a obrázky jsou prezentovány pouze v odstínech šedi. Tento výsledek potvrdily i LoBueová a DeLoacheová,<sup>(11)</sup> které však ve své práci zašly ještě dál a redukovaly informaci o přítomnosti hada v trávě na pouhou zatočenou spirálu ve formě drátu. Předškolní děti i dospělí respondenti dokázali rychleji reagovat na obrázky zatočených drátů v trávě než na květiny, z čehož autorky usuzují, že k rychlé, podvědomé detekci hada stačí jejich charakteristický zatočený tvar!

Je tedy zřejmé, že o schopnosti člověka detekovat emočně nabitě zvířecí podněty rychleji a zároveň na ně rychleji reagovat již přestávají být spory. Navíc se zdá, že reakční rychlost ovlivňuje i míra emoce, jež daný stimulus vyvolává. Obrázky hadů v útočných pózách jsou detekovány rychleji než obrázky hadů odpočívajících.<sup>(13)</sup> Dovednost bleskově se rozhodovat v přítomnosti stimulů, které nás přímo ohrožují na životě, je, a v historii byla, důležitá nejen pro člověka, ale pro naprostou většinu živočišných druhů. Schopnost mozku přednostně a nevědomě reagovat na emočně laděné stimuly je tedy podstatou zdravě fungující lidské mysli. Je za ni zodpovědné tzv. subkortikální jádro amygdaly, tedy struktura, která je evolučně starší nežli struktury zodpovědné za vědomou percepci.<sup>(7)</sup> Vizualní informace putuje ze sítnice do amygdaly přes strop středního mozku, tzv. tectum (konkrétně jeho část nazývaná colliculus superior), které je jednou ze struktur zodpověd-

ných za přepojování zrakové informace. Konkrétně se podílí i na řízení různých pohybů spojených s prostorem, např. nasměrování pohledu na objekt nebo odklonění ruky ve snaze se objektu vyhnout. Amygdala je pak propojena s hypothalamickými jádry, středním mozkem a mozkovým kmenem, což jsou struktury řídící psychofyziologické změny organismu (např. změnu srdečního tepu) a také behaviorální reakce, které jsou často spojeny se strachem a úzkostí, např. útek.<sup>(14)</sup>

Strach, který v nás vzbuzují hadi, se tedy v našem mozku okamžitě a bez našeho vědomí zpracovává tak, abychom stačili rychle a adekvátně zareagovat. Tuto schopnost sdílíme s mnoha příbuznými primáty, vrozený strach z hadů byl již popsán např. u šimpanzů, makaků, nártounů nebo některých drápkatých opiček (kosmanů; shrnutí udělala Weissová se spolupracovníky<sup>(2)</sup>). V současnosti je známo celkem 3495 druhů hadů, přičemž mezi nimi existuje relativně vysoká morfologická i barevná variabilita. Je tedy otázkou, zda lidé vnímají všechny druhy hadů jako jeden obecně ohrožující stimulus, nebo jen ty skutečně nebezpečné vnímají specificky a adekvátně na ně reagují. Naše předchozí studie strachu z hadů ukázaly, že subjektivně hodnocený strach z hadů se liší druh od druhu: nejvíce se respondenti báli jednobarevných černých nebo červených hadů, naopak matně vzorovaní hadi s nevýrazným zbarvením byli vnímáni jako zcela neškodní.<sup>(15,16)</sup>

Bojíme se však nejen hadů, ale i zvířat, která sice nejsou nebezpečná sama o sobě, ale mohou přenášet nebezpečné nemoci či parazity. Často si je spojujeme s pocitem hnusu («štítíme» se jich), špinou či slizem, a proto se vyčleňují do samostatné kategorie tzv. zvířat vzbuzujících odpor. Sem patří například pavouci, žížaly, žáby, myši a krysy, šneci a slimáci, švábi či ploši i oblí červi. Tato kategorizace je velmi podobná napříč různými kulturami,<sup>(3)</sup> tedy u lidí s velice různými zkušenostmi. Samostatné vyčleňování má však svůj význam i z jiného hlediska. Pocit odporu, který v nás tato zvířata vzbuzují, je totiž odlišný i na neurální úrovni. Prožíváme-li strach z hada (tedy aktuální strach z kousnutí/ublížení), aktivuje se nám v mozku amygdala, zatímco při prožívaném pocitu odporu (neboli strachu z kontaminace) se velmi často aktivuje především insula. Tato struktura je součástí mozkové kůry a je uložena hluboko v rýze oddělující temporální lalok od parietálního a čelního laloku. Insula je více závislá na vědomí, a proto, na rozdíl od amygdaly, nebývá aktivována v experimentech zahrnujících primárně nevědomou percepci stimulů.<sup>(17)</sup>

## KDYŽ SE STRACH VYMKNE KONTROLE

Přestože je primárně strach vrozený, může být regulován zkušeností, učením a kognicí. Velká část lidí se bude bát při setkání s medvědem, hadem, či pavoukem, tato re-



akce však většinou brzy odezní, jakmile pomine akutní hrozba a dané zvíře se vzdálí. Pro strach je také typické, že je specificky vázán na konkrétní podnět. Znamená to, že lidé bojící se velkých psů nijak nezervózní při sledování psa ve filmu nebo že strach z hadů není u zdravých lidí vyvolán jiným zvířetem hada připomínajícím (např. slepýšem či žížalou), je-li včas rozpoznáno jako neškodné. Na zmírnění až úplném odeznění strachu se přitom podílí celá řada složitých, vzájemně propojených regulačních (inhibičních) mechanismů sídlících v mozkové kůře, které zmírňují fyziologické nabuzení organismu, navozují celkové zklidnění a adaptují budoucí reaktivitu jedince na základě zkušenosti. Vlivem dosud málo známých psychopatologických procesů však mohou kdykoliv během života tyto mechanismy u některých jedinců selhat, což se ve svém důsledku projeví celkovou dezintegrací jejich duševní rovnováhy.

Deregulovaný, tedy velmi intenzivní a přitom neadekvátní, iracionální strach z určité osoby, objektu, situace, pocitu či myšlenky, který není sdílen většinou populace, a je proto mimo jakékoliv proporce ke skutečnému nebezpečí a omezuje fungování člověka v běžném životě, se označuje jako fobie.<sup>(18)</sup> Na rozdíl od strachu, který je reakcí na reálně existující nebezpečí, a je tedy naprosto racionální a přirozený, nedokáže jedinec prožívající fobii vysvětlit či porozumět své reakci. Nad tou nemá žádnou volní kontrolu a nedokáže ji ovládat, ačkoliv třeba rozumem chápe, že mu nehrozí žádné skutečné riziko. Fobie je postiženými prožívána jako trvalá, zcela ochromující hrůza v souvislosti s daným stimulem, kterému se snaží za každou cenu vyhnout. Při setkání s obávaným podnětem pacienti s fobií často popisují paralyzující hrůzu, neschopnost jakéhokoliv pohybu, bolesti hlavy, nevolnost apod. Navíc v některých případech ani není fyzická přítomnost podnětu nutnou podmínkou pro spuštění fobické reakce. Již pouhý obrázek či mentální reprezentace obávaného podnětu totiž stačí u fobických jedinců k navození silné emoční odpovědi. Kromě zahlcujícího psychického prožitku, kterým je fobická reakce typická, bývá doprovázena i velmi silnou fyziologickou odpovědí organismu, jako je zvýšený srdeční tep, vysoký krevní tlak, zrychlené dýchání, pocení, svalové napětí či třes. Od strachu se fobie dále liší nejen intenzitou, ale i časovým průběhem a chronicitou. Kvůli nedostatečným regulačním mechanismům prožívají lidé s fobií akutní strachovou odpověď mnohem déle a podobná reakce se může vyskytnout v průběhu celého jejich života. Fobie má tak zcela zásadní negativní dopad nejen na duševní pohodu postižených lidí, ale významně omezuje i jejich běžné, každodenní fungování.

Diagnostický a statistický manuál duševních poruch (DSM-IV) řadí fobie mezi úzkostné poruchy. Celkem se rozeznávají čtyři hlavní kategorie fobií: agorafobie bez panické poruchy, agorafobie s panickou poruchou, sociální fobie a specifická fobie. V populaci naprosto

nejrozšířenější úzkostnou poruchou jsou specifické fobie, které jsou charakteristické svým omezením pouze na jednu konkrétní situaci či předmět (např. tma, blesk, výšky, krev, ostré předměty, zvířata, uzavřené či široce otevřené prostory). V literatuře se vyskytují odhady, že jen v USA prožije alespoň jednu specifickou fobickou reakci za život 19,2 milionu dospělých, což odpovídá zhruba 9% populace. Ještě vyšší prevalence specifických fobií byla zjištěna v jedné epidemiologické studii, při které bylo dotázáno 20 000 Američanů. Osobní zkušenost s touto duševní poruchou potvrdilo průměrně 11,8% respondentů, přičemž nejvyšší počet postižených pocházel z Baltimoru, kde specifickou fobií trpělo až 16,8% dospělých.<sup>(19)</sup> Tyto výsledky nakonec potvrzuje ve své přehledové práci i Andrews,<sup>(19)</sup> který uvádí průměrnou prevalenci specifických fobií 8%.

Tato čísla tedy svědčí o poměrně častém duševním onemocnění, při kterém každý dvanáctý člověk v populaci trpí nadměrným, iracionálním strachem z určitého podnětu. Specifické fobie jsou tak přibližně dvacetkrát častější než schizofrenie a mají podobné rozšíření jako afektivní poruchy. Navíc, jak se zdá, i tato čísla budou pravděpodobně značně podhodnocená. Pouze 31% lidí trpících specifickou fobií totiž vyhledá odbornou pomoc, např. kvůli strachu ze stigmatizace, a tak naprostá většina případů zůstává neodhalena.

Epidemiologické studie probíhající v různých částech světa, kde se zaměřují na distribuci duševních onemocnění v populaci a jejich zdravotní a socioekonomické dopady, poskytují konzistentní doklady o tom, že specifické fobie představují významný zdravotní problém. V životě postižených jedinců často zcela dominuje intenzivní strach, který je nutí se za každou cenu vyhýbat obávanému podnětu. To často vyžaduje značné úsilí, a pokud je navíc fobický stimulus rozšířený a jeho výskyt současně obtížně predikovatelný, může fobie učinit život pacienta i jeho rodiny nesmírně náročným. Je jasné, že v takovém případě fobie zásadně snižuje nejen psychickou vyrovnanost všech zúčastněných, ale i celkovou kvalitu života. Dalším ztěžujícím faktorem je brzký počátek (často už v dětství) a chronický průběh onemocnění. Neléčený chorobný strach se může stát i doživotní poruchou, která člověka sužuje i sedm měsíců v roce, a to po mnoho let. Pokud kvantitativně vyjádříme celkové postižení způsobené fobií (při zohlednění průměrné chronicity a prevalence) a porovnáme je s některými závažnými duševními onemocněními, zjistíme, že je dvoutřetinové ve srovnání s poruchami nálad (bipolární porucha, deprese, atd.), ale až čtyřnásobné ve srovnání se schizofrenií.<sup>(20)</sup>

Pokud se fobie u člověka rozvine v období dospívání, k čemuž dochází velmi často, je jeho následný úspěch ve vzdělání, kariéře i partnerském životě výrazně snížen. Postižený jedinec navíc často trpí chorobným strachem z více než jednoho podnětu, což popisuje fenomén »šifíci se fobie«. Jeho autoři, Aaron Beck a Gary



Emery,<sup>(21)</sup> tak označují situaci, kdy počáteční iracionální strach z určitého stimulu se rozšíří i na jiné, vzdálené objekty, které jsou s původní fobií propojené na základě určitého kritéria. Například u jednoho dělníka, sraženého nákladním autem při opravě vozovky, se nejprve objevila fobie z práce na silnici, která se následně rozšířila i na fobii z jízdy na kole či motocyklu. Konečně existuje množství dokladů o tom, že fobie nemusí vést pouze ke vzniku dalších fobií, ale často jsou i předstupněm dalších, mnohem vážnějších duševních onemocnění, jako je návykové chování, drogová závislost či deprese.

## FOBIE ZE ZVÍŘAT

Různé druhy podnětů byly u našich předchůdců fixované jako nebezpečné a mohou u moderního člověka nastartovat fobickou reakci bez ohledu na svou současnou faktickou nebezpečnost. Proto byly do dnešního dne popsány stovky různých druhů fobií se svým vlastním odborným označením. Velké množství z nich je však natolik vzácných a bizarních (jen namátkou např. hippopotomonstrosesquipedaliophobia, což je fobie z dlouhých slov), že Americká psychiatrická asociace oficiálně uznává pouze něco málo přes sto typů specifických fobií. Poměrně často lidé trpí klaustrofobií (strach z uzavřených prostor) či akrofobií (strach z výšek), nijak vzácný není ani strach z létání (aerofobie), hromů a blesků (astrafobie) nebo mluvení na veřejnosti (glossofobie). Téměř nekonečnému seznamu fobických stimulů však dominuje jediná kategorie podnětů, a tou jsou právě zvířata. Zoofobie je vůbec nejčastější a nejurputnější specifickou fobií s průměrnou prevalencí v obecné populaci 3,3–5,7 %, <sup>(22)</sup> což představuje zhruba polovinu všech specifických fobií. Z hlediska mezipohlavních rozdílů mnohem častěji postihuje ženy než muže. Ačkoliv přesný podíl není znám a bude záležet na konkrétním zvířecím stimulu, nejčastěji se uvádí dvou- až čtyřnásobný počet pacientek trpících zoofobií.

I v případě fobií ze zvířat platí, že škála podnětů spouštějících fobickou reakci může být velmi pestrá. Lidé se bojí všeho možného od červů přes hmyz (mravenci, včely, vosy, ale dokonce i motýli), ryby, žáby, kuřata, koně až po psy a kočky. O prvenství na pomyslném žebříčku strach vzbuzujících zvířat se však dělí hadi a pavouci. Například Graham Davey, britský psycholog působící na University of Sussex, odhaduje, že třetina všech žen a čtvrtina mužů se bojí pavouků. Ještě čtenější je však podle mnoha autorů strach z hadů. Hadi vyvolávali v jedné Daveyho studii <sup>(23)</sup> ze všech zvířat nejvíce úzkostných reakcí (u více než 53 % respondentů) a předpokládá se, že patologický strach z hadů (ofidiofobie) připadá na celou polovinu všech zvířecích fobií s prevalencí 2–3 %. <sup>(24)</sup>

Zoofobie se většinou rozvíjí v raném dětství, již okolo 4–6 let, a svou intenzitou vrcholí před dosažením

10 let. Od tohoto věku jejich výskyt postupně klesá, i přesto je však odhadováno, že 40 % dětských fobií přetrvává do dospělosti. Původ mnoha chorobných strachů přitom zůstává nejasný, předpokládá se však, že pro rozvinutí fobické reakce u konkrétního jedince je často nutný nějaký traumatický zážitek (např. pokousání psem, bodnutí vosou, spadnutí z koně). Ten se poté zafixuje pomocí operantního podmiňování, což je druh učení založený na pokusech a omylech, které jsou následně odměňovány (neboli podněty přinášející kladné emoce stále častěji vyhledáváme, těm nepříjemným se naopak vyhýbáme). Existují však na druhou stranu i zoofobie, které se vyskytnou i při absenci jakékoliv negativní zkušenosti. Například je známo, že více než 90 % lidí s ofidiofobií nikdy žádného živého hada nevidělo, přesto je pro ně i jen samotná představa tohoto plaza noční můrou. Ani arachnofobie (strach z pavouků) není většinou vázána na špatnou zkušenost, počet lidí kousnutých jedovatým pavoukem je celosvětově zanedbatelný. Je proto možné předpokládat, že existují dvě hlavní kategorie fobií: ty, které jsou vyvolány evolučně relevantními podněty (hadi, pavouci, červi), jež nepotřebují žádnou negativní zkušenost, aby se u daného jedince rozvinuly, a pak fobie, které jsou spouštěny traumatickým zážitkem.

Celá situace ohledně kategorizace fobií ze zvířat je dále komplikovaná tím, že některá zvířata mohou vzbuzovat více emocí; jde tedy o dysregulaci různých funkčních okruhů. Tak například mnoho prací využívajících funkční magnetické rezonance (fMRI) ke studiu neurálních změn v mozku u respondentů s arachnofobií popisují během zobrazování fobických stimulů (pavouků) aktivaci jak amygdaly (typické pro strachově vnímané zvířecí stimuly), tak insuly (typické pro stimuly vzbuzující odpor). Podobně i v pokusu Goossenové a spolupracovníků <sup>(25)</sup> byla u arachnofobiků aktivována insula i amygdala během sledování fobických stimulů, ale pouze amygdala při sledování obecně strach vzbuzujících stimulů (v tomto případě obrázků hadů). Autoři přisuzují tento efekt fobií, může však být interpretován též jako reakce na samotné hady. Naproti tomu práce zabývající se výhradně strachem z hadů téměř nikdy aktivaci insuly nepotvrdily. Je ovšem možné, že různí hadi vzbuzují odlišné emoce, a mohou tedy aktivovat různé mozkové oblasti. Role insuly a amygdaly v ofidiofobii tedy zatím není plně vyjasněná a je potřeba dalších studií, které by se tomuto tématu věnovaly.

## ZVÍŘECÍ ZABIJÁCI

V létě roku 2009 obletěla svět zpráva nápadně připomínající hororovou scénu z některého filmu o zabíjácích zvířatech, tentokrát však bohužel šlo o skutečnost. Jaren Hareová (21 let) neměla zrovna idylický rodinný život. Se svou dvouletou dcerkou Shaiannou a přítelem



Charlesem Darnellem (32 let) obývali malý, špinavý domek v Oxfordu na Floridě. Oba partneři byli v té době nezaměstnaní a společně holdovali nejrůznějším drogám, včetně metadonu, extáze a kokainu. Charles byl navíc násilník s kriminální minulostí. V domku s nimi žila i Gypsy, přes dva a půl metru dlouhá samice albína krajty tmavé, jednoho z pěti největších hadů světa, který může v dospělosti dorůst až osmimetrové délky. Jaren si hada pořídila ve svých 14 letech na bleším trhu a od té doby to byl její domácí mazlíček. V noci 1. července, tak jako vždy, zavřel Charles Gypsy do jejího terária v obývacím pokoji a šel spát. Když se ráno okolo 10. hodiny probudil, našel terárium prázdné. Šel se tedy hned podívat do dětského pokoje, kde v postýlce uviděl krajtu pevně obtočenou kolem bezvládného Shaianna na těla, zakousnutou do její hlavy. Charles se nejdříve snažil hada z dívky sundat, to se mu ale vůbec nedařilo. Vzal tedy kuchyňský nůž a krajtu několikrát bodnul. Až poté had povolil své sevření a krvácející se odplazil pod šatní skříň. Malou Shaiannu se ale zachránit nepodařilo, had ji uskrtil. Když ji našli, její tělo už bylo studené, kromě hlavy měla další hadí kousance i na hrudníku a rukou.<sup>(26)</sup>

Pozdější policejní vyšetřování odhalilo, že majitelé neměli na chov krajty potřebná povolení, navíc si nemohli dovolit ji krmit, takže Gypsy předtím, než dívku uskrtila, nejméně měsíc nežrala. Podle veterináře byla s necelými šesti kily velmi podvyživená, protože zdravá krajta podobné délky by měla vážit nejméně dvakrát tolik. Navíc se zjistilo, že jen v posledním měsíci ze svého terária, které bylo shora »zabezpečené« pouze přehozenou dekou, již několikrát utekla a plazila se po domě. Prezident Americké asociace chovatelů plazů prohlásil, že Jaren a Charles si říkali o velké problémy, když se rozhodli nechat si v domě s malým dítětem velkého škrtilce, kterého řádně nezabezpečili a navíc ani nekrmili. Způsob škrcení a kousnutí na hlavě napovídá, že vyhladovělý had si dívku spletl s kořistí.

K podobným případům sice dochází velmi zřídka, nejsou však zcela nepravděpodobné. Podle Humánní společnosti Spojených států, největší americké organizace na ochranu zvířat, bylo jen v USA od roku 1980 nejméně 12 lidí, včetně pěti dětí, zabito velkými škrtilci.<sup>(27)</sup> Ještě tragičtější konec než neštěstí na Floridě mělo přespání dvou bratrů ve věku čtyř a šesti let u kamaráda v Novém Brunswicku v Kanadě. Jeho otcí patřil obchod s exotickými zvířaty o patro níž a ve vedlejší místnosti bytu choval ve speciální kleci veliký exemplář krajty písmenkové, která měla úctyhodných 4,3 metru a vážila kolem 45 kg. V noci se had dokázal z klece dostat ven, vlezl dírou ve stropě do větracího systému a stropem se poté propadl do obývacího pokoje, kde chlapi spali. Postupně je oba uskrtil, ráno už je našli mrtvé na podlaze.

Pokud skutečně platí výše uvedená hypotéza, že fobie odráží evoluční zkušenost dávných předků člově-



Obr. 22.1. Ukázka korálovců rodu *Micrurus*, které jsme počítačově upravili tak, aby se lišili pouze vzorem a nikoliv tvarem. Respondenti pod touto úpravou však nevidí »skutečné hady« a jejich hodnocení krásy i strachu se liší od hodnocení obrázků realistických fotek hadů, na kterých je každé zvíře zatočeno jiným způsobem. Zleva: korálovec obecný (*M. corallinus*), korálovec *M. mertensi* a korálovec *M. (Leptomicrurus) narduccii*

ka s ohrožením vyskytujícím se v tehdejší prostředí, můžeme na základě vysoké prevalence zoofobií předpokládat, že zvířata představovala pro prehistorické lidi největší nebezpečí a způsobila nejvíce úmrtí. Ačkoliv existují jednotlivé fosilní doklady o tom, že lidé se stávali kořistí mnoha zvířat (např. dvě nalezené kostry patřící druhu *Homo habilis* v žaludku krokodýla), z pochopitelných důvodů nejsme schopni míru této mortality přesně vyčíslit. Především z posledních několika desítek let však máme k dispozici statistická data o úmrtích způsobených zvířaty po celém světě. A přestože se současné podmínky zásadně liší od původního prostředí, ve kterém se zmíněné funkční neurální okruhy utvářely, alespoň nám následující čísla dají představu o tom, zda jsou tyto zděděné strachy stále opodstatněné.

Když se někoho zeptáte, kterých zvířat se nejvíce bojí, pravděpodobně velmi často uslyšíte odpovědi jako tygr, lev, medvěd, žralok či krokodýl. I když je bezesporu důvod mít se před nimi na pozoru, pravděpodobnost, že vás tato zvířata usmrtí, je ze statistického hlediska naprosto nevýznamná. Podle databáze Světového zdravotnické organizace (obr. 22.1.) zabije každý rok medvěd, vlk i žralok na celém světě po 10 lidech. Slon způsobí ročně 100–500 úmrtí, stejně je na tom i lev nebo africký buvol. Nejvíce lidí z velkých afrických savců zabije hroch, který má ročně na svědomí 500 obětí (jiné zdroje tvrdí, že zabitých může být průměrně až 2900). Mnohem horší než obávání žraloci jsou krokodýli, u kterých statistiky uvádějí 1000, někdy však až 2500 zabitých.

V pomyslném žebříčku zvířecích zabijáků následují vnitřní parazitičtí »červi«, kdy na devátém místě jsou tasemnice (2000 mrtvých) a na osmém škrkavky (2500 mrtvých). O další příčky se dělí malí bezobratlí přenašejíci smrtelné parazitické prvoky. Konkrétně jde



o jisté druhy vodních plžů přenášejících motolice, které u člověka způsobují schistosomózu, moucha tse-tse je přenašečem trypanosomy způsobující spavou nemoc a konečně ploštice z rodu zákeřnic je mezihostitelem jiného druhu trypanosomy vyvolávající tzv. Chagasovu nemoc. Každé této chorobě podlehnou ročně v průměru 10 000 lidí. Na čtvrtém místě se pak nachází nejlepší přítel člověka. Ačkoliv se to zdá neuvěřitelné, 25 000 lidí ročně je zabito psem, bohužel často jde o malé děti majitelů zvířete.<sup>(28)</sup>

Dostáváme se ke třetímu místu, které potvrzuje adaptivní charakter ofidiofobie. Jedovatí hadi mají v celosvětovém měřítku každým rokem na svědomí desítky tisíc životů. Nejnížší odhady uvádějí 20 000 obětí, to však řada odborníků považuje za značně podhodnocené. Za daleko reálnější se považuje číslo uvádějící 94 000 mrtvých.<sup>(29)</sup> Nejhůře je na tom Indie, kde je hadí uštknutí příčinou smrti až 46 000 lidí ročně. Světová zdravotnická organizace v této souvislosti mluví o velmi podceňovaném a přítomném vážném zdravotním riziku, vzhledem k tomu, že Indie zdaleka nemá největší počet jedovatých druhů hadů (ten je v Austrálii), ani netrpí nedostatkem hadího séra. Problém je tedy v dostupnosti zdravotnických center, která jsou ve venkovských oblastech od sebe vzdálena i desítky kilometrů, a pomoc se postiženému dostává až po několika hodinách. To už je většinou pozdě, protože v případě hadího uštknutí platí, že první hodina je rozhodující.

Na druhém místě oficiální databáze největších zabijáků je člověk, průměrný počet vražd a sebevražd je 475 000 ročně. Zcela největší hrozbu pro lidstvo však představuje komár, který má každým rokem nepřímo na svědomí 750 000 lidí, některé odhady hovoří až o 1 000 000 obětí. Komáři jsou totiž přenašeči množství parazitárních onemocnění, hlavně však malárie a horečky dengue, což jsou jedny z nejrozšířenějších nemocí na světě s vysokou úmrtností. Pokud však uvážíme, že smrt nezpůsobuje samotný komár, ale neviditelný prvok, zůstávají jedovatí hadi stále nejnebezpečnějším zvířetem zabíjejícím člověka. A to i ve světě, kde většina lidské populace už žije ve městech, řada druhů hadů byla člověkem vytlačena ze svého původního areálu a je v ohrožení a navíc je v mnoha zemích dostupná efektivní lékařská péče.

Je však zajímavé, že hadi, způsobující jednu z nejčastějších specifických fobií v obecné populaci, zdaleka nedosahují nebezpečnosti, jakou pro současného člověka představují auta. Auta totiž ročně zabijí neuvěřitelných 1 250 000 lidí. Přesto je četnost fobie z aut v porovnání s ofidiofobií zanedbatelná (mnohem více lidí se bojí létání než jízdy autem, ačkoliv průměrný počet obětí leteckých nehod je »pouze« cca 1500 každým rokem). Vysvětlení se přímo nabízí, jde totiž o zcela nový podnět. Auta se na Zemi vyskytují posledních zhruba 130 let, což je z evolučního hlediska naprostý zlomek. Na rozdíl od hadů auta neobklopovala prehistorického člověka,

proto nebyl žádný důvod pro vznik strachu z nich. Je to jeden z typických příkladů, kdy určité moduly lidské mysli, adaptované na předneolitické podmínky života lovců a sběračů, v současném světě selhávají. Stejně bude platit i pro střelné zbraně či elektřinu.

Nakonec je potřeba zmínit ještě jedno zvíře, které sice dnes už není takovou hrozbou, ale v nedávné historii nepřímo způsobilo stovky miliónů mrtvých. Řada lidí se bojí nejrůznějších hlodavců, především myši, krysy a potkanů. A mají k tomu dobrý důvod. Tato zvířata totiž mohou přenášet množství chorob: kryptosporidózu (silné průjemy), leptospirózu (tzv. krysi horečka), toxoplazmózu, salmonelózu, pseudotuberkulózu, hantaviry (hemoragická horečka), rickettsiázy (různé druhy tyfu). Obzvláště v minulosti však byly krysy (resp. blechy na nich žijící) také důležitým přenašečem morové nákazy. »Černá smrt«, jedna z nejvíce devastujících pandemií moru v lidské historii vrcholící v Evropě v letech 1346–1353, zabila podle odhadů 75 až 200 miliónů lidí, a tím zredukovala evropskou populaci o 30–60 %.

## ROLE PREFRONTÁLNÍ MOZKOVÉ KŮRY A DALŠÍCH OBLASTÍ PŘI REGULACI STRACHU Z HADŮ A PŘI VZNIKU SPECIFICKÝCH FOBÍÍ

Významnou roli má ve fobických reakcích na pavouky či hady aktivace nebo naopak utlumení konkrétních oblastí prefrontální mozkové kůry. Paquette se spolupracovníky<sup>(30)</sup> popisují vyšší počáteční aktivaci některých oblastí během sledování fobických stimulů u arachnofobických respondentů, přičemž tato aktivace poklesne, prodělají-li pacienti speciální kognitivně-behaviorální terapii. Ta sestává z jednoho či několika sezení, při kterých jsou účastníci poučeni o fobických stimulech a postupně navykáni na jejich přítomnost. V poslední fázi jsou pacienti dokonce schopni dotknout se fobického stimulu holými rukama, k čemuž jsou instruováni a motivováni, a hlavní příznaky fobické reakce mizí. V daném případě došlo ke snížení aktivace prefrontální kůry díky tomu, že si pacienti během terapie mohli na vlastní kůži vyzkoušet, že setkání s pavouky nemá žádné katastrofické následky. Naučili se tak ovládat svůj strach a potlačit negativní, děsivé myšlenky týkající se fobických objektů. Opačný trend se projevil u fobických respondentů v experimentu, který provedli Hauner se spolupracovníky<sup>(31)</sup> oproti zdravým subjektům docházelo u fobiků ke snížení aktivace v oblasti prefrontální kůry, ta se však po prodělání kognitivně-behaviorální terapie opět zvýšila. Zdánilivě kontrastní výsledek je však možné vysvětlit tím, že se pacienti naučili během terapie lépe kontrolovat reakci na fobické stimuly. V obou případech tedy terapie zapůsobila na prefrontální kůru a pomohla pacientům uvědomit si a násled-



ně ovládnout své myšlenky – v prvním případě potlačit myšlenky negativní, ve druhém případě naopak posílit kontrolu nad fobickou reakcí. Prefrontální kůra a její jednotlivé části jsou tak součástí složitějšího zpětnovazebného systému prožívání a zvládání strachu vyvolaného nebezpečnými zvířecími stimuly, který je zvláště důležitý »rozvinout« u pacientů trpících fobií.

Podobné výsledky prezentovali Johanson se spolupracovníky,<sup>(32)</sup> kteří sledovali aktivitu prefrontální kůry u arachnofobických respondentů pomocí měření regionálního průtoku krve mozkem (rCBF). Aktivace byla nižší u poloviny respondentů, kteří během prezentace stimulů zpanikařili, přičemž u těchto respondentů došlo po terapii ke zvýšení aktivity. Naopak u druhé poloviny respondentů, kteří během prezentace stimulů dokázali svůj strach ovládat, se projevila počáteční aktivace v dané oblasti, jež se po prodělání terapie snížila. Autoři vysvětlují zvýšenou lokální aktivitu v prefrontální kůře lepší schopností kognitivní kontroly nad strachovou reakcí z fobického stimulu. V souladu s tímto pozorováním je i další studie,<sup>(33)</sup> ve které se projevila zvýšená aktivace oblasti prefrontální mozkové kůry u fobických pacientů při sledování obecně strach vzbuzujících stimulů, ale nikoliv při sledování fobických stimulů (pavouků). Po terapii se zvýšila aktivita i při sledování pavouků. Jak se zdá, zpočátku respondenti dokázali ovládat svůj strach pouze při sledování nebezpečných stimulů, ale terapie je naučila zvládat i strach ze stimulů fobických, což se projevilo zvýšenou aktivací v oblasti prefrontální kůry. Přestože je tedy reakce na strachové stimuly zpracovávána zpočátku velmi rychle a bez našeho vědomí, můžeme se naučit neadekvátní strach z daného stimulu ovládat (jakmile signál dojde do korové oblasti a my si jej uvědomíme), a to dokonce dlouhodobě. Některé práce totiž ukazují, že pozitivní účinek kognitivně-behaviorální terapie je poměrně trvalý a přetrvává i po šesti měsících.

## KRÁSA, STRACH A ODPOR

Ačkoliv strach z hadů nebyl zkoumán u všech světových populací, lze se domnívat, že je všem lidem společný, neboť je vrozený i ostatním primátům. Je přitom zajímavé, že strach z hadů není jedinou emocí, kterou vůči těmto zvířatům pocítujeme a sdílíme nezávisle na rase, geografické lokalitě či kultuře. Jak ukazují naše práce,<sup>(15)</sup> i krása neboli subjektivně vnímaná vizuální atraktivita hadů je sdílena tak odlišnými etniky, jako jsou vysokoškolská studenta České republiky a vesničané z Papuy-Nové Guiney. Ačkoliv obě tyto skupiny mají zcela jiný postoj k hadům i zkušenosti s nimi, v estetických preferencích se velmi úzce shodují – z celkem 32 druhů se preference mírně lišila jen u šesti. Podobně úctyhodná mezikulturní shoda se projevila i v dalších experimentech, kdy hodnotili krásu hadů obyvatelé tří různých kontinentů: vesničané

z Bolívie (Jižní Amerika), Filipín (jihovýchodní Asie), Rajastánu a Delhi v Indii (jižní Asie), Malawi (subsaharská Afrika) a Maroka (severní Afrika).<sup>(4)</sup> Shoda mezi těmito respondenty byla vysoká, ačkoliv zkušenosti s prezentovanými druhy hadů byly u každého z etnik různé. Lokální hadí fauna je totiž v jednotlivých geografických oblastech odlišná, lidé se s různými druhy setkávají s jinou frekvencí a navíc je jistě ovlivňuje i rozdílný přístup k médiím (televize, internet), kde se teoreticky mohou s cizokrajnými hady seznámit. Jak je ale možné, že se mohou lidé z tak odlišných kultur shodnout na tom, kteří hadi jsou krásní?

Evoluční psychologie nabízí jako možné vysvětlení teorii,<sup>(34)</sup> že se jistý adaptivní smysl pro »zvířecí atraktivitu« a preferenci jednotlivých zvířecích druhů vyvinul již u našich předků a stal se součástí lidské mysli dávno předtím, než došlo ke geografickému a kulturnímu rozrůznění našeho druhu. Dalším možným vysvětlením může být existence určitých »objektivně krásných« vlastností, které preferujeme kvůli biologicky vysvětlitelným »percepčním prerekvizitám«. Příkladem může být preference silného kontrastu, který můžeme vnímat jako krásný čistě proto, že sítnicové buňky, primární zrakové centrum a vizuální kůra reagují především na ostré změny v luminanci (světelném kontrastu) a nikoliv na homogenně zbarvené povrchy. Chromatický a pohybový kontrast je též vnímán pozitivně, neboť buňky tyto oblasti rozpoznávají jako zajímavé, odešlou tuto informaci dál a následně mohou zajímat celý organismus.<sup>(35)</sup>

Dalším příkladem je preference pro symetrii (symetrický obličej může vypovídat o zdravotním stavu svého nositele, přičemž schopnost správně odhadnout zdraví potenciačního partnera je evolučně velmi výhodná) anebo princip »bayesiánské logiky vnímání«, kdy preferujeme obrázky zobrazující scény, které jsou pravděpodobnější – odpovídají více realitě (tedy naší představě o tom, co se může stát ve skutečnosti). Budeme proto více preferovat scénu s vlaštovkami na drátě, které jsou asymetricky rozmístěné, než kdyby byly přesně symetricky vzdálené jedna od druhé, protože to se ve skutečnosti nestává. Všechny tyto principy se uplatňují při hodnocení krásy hadů: respondenti preferují hady s kontrastním zbarvením a symetrickým vzorováním, zároveň ale musejí být asymetricky zatočení vůči sobě navzájem. Pokud dáme respondentům ke zhodnocení stylizované, počítačem upravené obrázky, kdy jsou všichni hadi ve stejné pozici a liší se jen vzorem (což je ve skutečnosti silně nepravděpodobné), lidé je přestávají vnímat jako hady a hodnocení se začne zcela měnit. Je tedy možné, že ačkoliv se tyto »percepční prerekvizity« mohou v jisté míře při hodnocení krásy hadů uplatňovat, určité preference pro hady jako takové jsou asi vrozené, protože přestaneme-li vnímat zvíře jako hada, preference (a její shoda mezi respondenty) se mění (obr. 22.2., 22.3.).

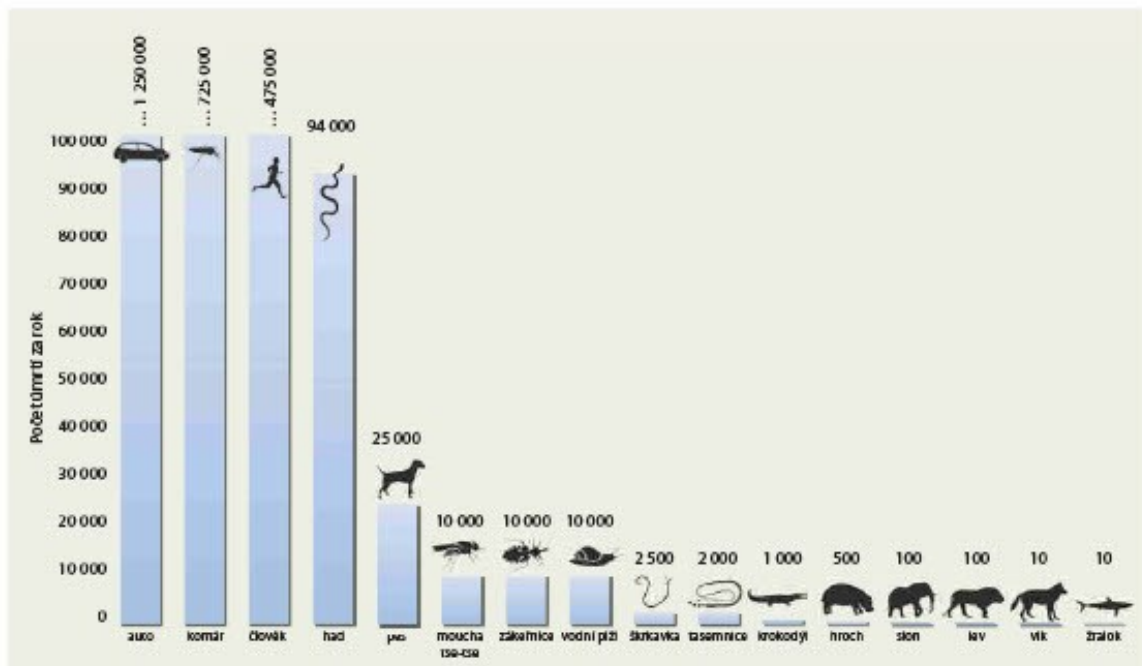


**Obr. 22.2. Korálovky rodu *Lampropeltis*.** Zleva seshora: korálovka Ruthvenova (*L. ruthveni*) – příklad typicky zbarvené třibarevné korálovky; korálovka šedá (*L. alterna*) – atypická korálovka považovaná za krásnou, nikoliv nebezpečnou; korálovka pruhovaná tmavá (*L. getula nigrita*) – černá korálovka, která je respondenty naopak považována za nebezpečnou, ale nikoliv za krásnou

Estetické vnímání krásy v nás vzbuzuje emoce, jejichž neurální koreláty je možné studovat podobnými metodami jako strach nebo odpor. Podle recentních metaanalýz neuroestetických studií to vypadá, že za prvotní zpracování estetických preferencí je zodpovědná amygdala a insula.<sup>(26)</sup> Brown se spolupracovníky<sup>(27)</sup> na-

vrhli model, ve kterém je rozhodování o tom, zda daný objekt hodnotíme jako krásný či ošklivý, zprostředkováno vzájemným propojením insuly a částí prefrontální kůry zvanou orbitofrontální kůra. Jakmile máme jasno v tom, zda se nám objekt líbí, nebo ne, dochází k aktivaci odlišných oblastí – pro krásu jsou to zejména některé oblasti v prefrontální kůře, cingulární kůra a thalamus, zatímco pro »ošklivost« jsou to levý gyrus precentralis a pravý gyrus frontalis inferior.<sup>(28)</sup> Je však důležité si uvědomit, že většina studií, ze kterých pochází tyto výsledky, zkoumala estetickou krásu uměleckých obrazů, obličejů, krajin, abstraktních obrazců apod., a každá z daných kategorií může vyvolat aktivaci odlišných mozkových oblastí.<sup>(29)</sup> Žádná z prací se však nezaměřovala přímo na výzkum estetické krásy zvířat. Ta se může lišit právě kvůli tomu, že jsme se zvířaty prožili dlouhou koevoluční historií. Přesto je velmi snadné si představit, že amygdala a insula, které se aktivují při vjemu různých emocí a především zpracovávají emoce vztažující se ke zvířatům (strach a odpor), budou figurovat též v rozhodování o jejich krásě. Jaký je však skutečný vztah mezi krásou, strachem a odporem?

Mluvíme-li v naší práci o subjektivně vnímané krásě hadů a o strachu z nich, často se ze strany respondentů nebo čtenářů setkáváme s intuitivním předpokladem, že tyto dvě emoce jsou navzájem protikladné – tedy zvíře hodnocené člověkem jako nebezpečné není zároveň krásné. Opak je však pravdou, tyto dvě emoce spolu



**Obr. 22.3. Počet úmrtí způsobených zvířaty za rok.** Na obrázku, který vychází ze statistik Světové zdravotnické organizace, je vyneseno průměrný počet lidí na světě usmrcených konkrétním zvířetem za rok (ať již přímo, anebo přenosem vážných infekčních chorob: vodní plí – schistosomóza, zákeřnice – Chagasova nemoc, moucha tse-tse – spavá nemoc, komár – malárie, horečka dengue)



do určité míry souvisejí a u některých skupin hadů respondenti hodnotí jako krásné právě ty hady, kteří jsou rovněž vnímáni jako nebezpeční či strach vzbuzující. Obdobný trend je možné sledovat také u charismatické savčí fauny: lidem se líbí např. velké kočkovité šelmy,<sup>(40)</sup> přestože z nich jde strach. Kontrastní zbarvení (oproti zbarvení málo kontrastnímu, šedohnědému) působí jistým způsobem na obě emoce. U korálovek, skupiny nejedovatých hadů, jsou výstražně zbarvené, trojbarevně pruhované druhy (černá, červená, bílá/žlutá) vnímány zároveň jako krásné i nebezpečné. Pokud však hodnotící sada obsahuje navíc jednobarevné, sytě černé hady, kteří jsou hodnoceni jako velmi nebezpeční, ale nikoliv jako »krásní«, korelace se rozchází. Neobvykle barevné druhy (např. korálovka šedá, *Lampropeltis alterna*, která má místo žluté barvy na sobě šedou barvu) jsou naopak vnímány jako krásné, ale nikoliv jako nebezpečné. Je tedy možné, že se respondenti při hodnocení vnímaného strachu a krásy řídí znaky, které se u obou emocí vzájemně překrývají, ale nejsou zcela totožné. Strach spolu s pozitivně vnímanou estetickou hodnotou konkrétních druhů tedy ve skutečnosti principiálně nesouvisí a nebezpečnost samotnou či pouze domnělou posuzujeme do jisté míry odděleně.<sup>(16)</sup>

Při testování respondentů, které probíhalo seřazením vytištěných obrázků zvířat, jsme se vždy ptali na krásu (hodnocení od »nejkrásnějších« po »nejméně krásné«). V případě, že respondenti hodnotili zvířata, která jsou obecně považována za krásná (např. ptáky), neměli s tímto hodnocením dle vlastních slov problémy a hodnocení skutečně probíhalo od pozitivní valence k neutrální. Pokud jsme však respondentům předložili ke srovnání obrázky hadů, instrukce »po nejmeně krásné« jim nestačila a automaticky začali srovnávat obrázky od pozitivní valence nikoliv k neutrální, ale k negativní. Když jsme stejné respondenty po delší odmlce nechali seřadit stejné obrázky znovu, tentokrát podle míry vzbuzovaného odporu, ukázalo se, že právě emoce odporu velmi úzce negativně koreluje s vnímanou

krásou. »Opakem« krásy tedy není strach, ale odpor. Za nejkrásnější pak byli považováni výrazně šupinatí a kontrastní, domněle nebezpeční hadi, zatímco hadi, kteří vzbuzovali v respondentech nejvíce odporu, byli nevýrazní, povětšinou podzemní hadi s hlavou těžko odlišitelnou od ocasu, kteří připomínali spíše červy.

Naše výsledky tak ukazují, že ve skutečnosti není »had jako had«. Každý jednotlivý druh může v člověku vyvolávat různé emoce, a proto do studia problematiky specifických fobií vstupuje nejen nutnost znát neurofiziologii a psychologii člověka, ale také zoologii. Musíme tedy lépe poznat samotné fobické objekty, abychom od sebe dokázali odlišit různé emoční reakce, které se často vyskytují společně a ztěžují tak naše porozumění patologickým procesům lidské mysli. Je třeba se zaměřit na morfologickou diverzitu hadů, protože míra, v jaké se jednotlivé druhy liší ve zbarvení, vzoru, ale v určitém smyslu i tvaru, se liší, a každá z těchto charakteristik může mít na naše vnímání odlišné účinky. Při snaze vysvětlit příčiny těchto odlišností je pak potřeba se podívat hluboko do minulosti, do období, které jsme prožívali v těsné blízkosti hadů, což napomohlo k dotváření základů našeho chování vůči těmto zvířatům. Je-li správná obecně uznávaná teorie, podle které pochází člověk z africké linie primátů, můžeme se hodně naučit právě studiem afrických hadů. Tam ale nesmíme skončit, protože předci těchto primátů pocházeli z jižní Asie a dalších oblastí. Základní emoce, jako jsou strach, odpor či potěšení, vznikaly v evoluci již velmi dávno, protože sloužily a nadále slouží u většiny živočišných druhů jako hlavní vodítko ke správnému a rychlému rozhodování v rozmanitém a často nebezpečném prostředí. A tak teprve kompletní integrací všech poznatků z navzájem zdánlivě vzdálených oborů, jako jsou neurologie, fyziologie, evoluční biologie, psychologie, psychiatrie a zoologie, můžeme dospět k poznání, které posune naše znalosti dál a umožní vyvinout efektivní a přítom dostupné metody, jak úzkostem a fobiím ze zvířat předcházet či jak se jich co nejmeně stresujícími způsoby kompletně zbavit.

#### LITERATURA

- Öhman A, Mineka S. Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychol Rev* 2001; 108: 483.
- Weiss L, Brandl P, Frynta D. Fear reactions to snakes in naïve mouse lemurs and pig-tailed macaques. *Primates* 2015; 56: 279–284.
- Davey G, et al. A cross-cultural study of animal fears. *Behav Res Ther* 1998; 36: 735–750.
- Frynta D, et al. Cross-cultural agreement in perception of animal beauty: Bold snakes viewed by people from five continents. *Hum Ecol* 2011; 39: 829–834.
- Isbell LA. Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *J Hum Evol* 2006; 51: 1–35.
- Headland TN, Greene HW. Hunter-gatherers and other primates as prey, predators, and competitors of snakes. *Proc Natl Acad Sci USA* 2011; 108: E1470–E1474.
- Tamietto M, De Gelder B. Neural bases of the non-conscious perception of emotional signals. *Nat Rev Neurosci* 2010; 11: 697–709.
- Vuilleumier P. How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends Cognit Sci* 2005; 9(12): 585–594.
- Öhman A, Flykt A, Esteves F. Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *J Exp Psychol Gen* 2001; 130: 466.
- Penkunas MJ, Coss RG. Dangerous animals capture and maintain attention in humans. *Evol Psychol* 2014; 12: 534–548.
- LoBue V, DeLoache JS. Superior detection of threat-relevant stimuli in infancy. *Develop Sci* 2010; 13: 221–228.
- Hayakawa S, Kawal N, Masataka N. The influence of color on snake detection in visual search in human children. *Sci Rep* 2011; 1: 80.
- Masataka N, Hayakawa S, Kawal N. Human young children as well as adults demonstrate superior/rapid snake detection when typical striking posture is displayed by the snake. *PLoS ONE* 2010; 5: e15122.



14. Öhman A, Carlsson K, Lundqvist D, Ingvar M. On the unconscious subcortical origin of human fear. *Physiol Behav* 2007; 180–185.
15. Marešová J, Landová E, Frynta D. What makes some species of milk snakes more attractive to humans than others? *Theor Biosci* 2009; 128: 227–235.
16. Landová E, Marešová J, Šimková O, et al. Human responses to live snakes and their photographs: evaluation of beauty and fear of the king snakes. *J Environ Psychol* 2012; 32: 69–77.
17. Craig AD. How do you feel now? The anterior insula and human awareness. *Nat Rev Neurosci* 2009; 10: 59–70.
18. Doctor RM, Kahn AP, Adamec CA. The encyclopedia of phobias, fears, and anxieties. New York: Infobase Publishing 2009.
19. Robins LN, Regier DA. Psychiatric disorders in America: the epidemiologic catchment area study. New York: Free Press 1991.
20. Andrews G. Epidemiology of phobias: a review. *Phobias* 2004;7: 61–115.
21. Beck AT, Emery G, Greenberg RL. Anxiety disorders and phobias: a cognitive perspective. New York: Basic Books 2005.
22. LeBeau RT, et al. Specific phobia: a review of DSM-IV specific phobia and preliminary recommendations for DSM-V. *Depress Anxiety* 2010;27: 148–167.
23. Davey GCL. Self-reported fears to common indigenous animals in an adult UK population: the role of disgust sensitivity. *Brit J Psychol* 1994; 85: 541–554.
24. Klorman R, Weerts TC, Hastings JE, et al. Psychometric description of some specific-fear questionnaires. *Behav Ther* 1974; 5: 401–409.
25. Goossens L, Schruers K, Peeters R, et al. Visual presentation of phobic stimuli: amygdala activation via an extrageniculostriate pathway? *Psych Res Neuroim* 2007; 155: 113–120.
26. [www.dailymail.co.uk/news/article-1196975/Horror-year-old-girl-strangled-death-pet-python-middle-night.html](http://www.dailymail.co.uk/news/article-1196975/Horror-year-old-girl-strangled-death-pet-python-middle-night.html)
27. [www.humanesociety.org/issues/exotic\\_pets/facts/dangerous-exotic-pets-constrictor-snakes.html](http://www.humanesociety.org/issues/exotic_pets/facts/dangerous-exotic-pets-constrictor-snakes.html)
28. [www.telegraph.co.uk/news/worldnews/11644785/Which-animal-kills-the-most-humans.html](http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/11644785/Which-animal-kills-the-most-humans.html)
29. Kasturiratne A, Wickremasinghe AR, de Silva N, et al. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Med* 2008; 5(11): e218.
30. Paquette V, et al. Change the mind and you change the brain<sup>2</sup>: effects of cognitive-behavioral therapy on the neural correlates of spider phobia. *NeuroImage* 2009; 18: 401–409.
31. Hauner KK, Milneka S, Voss JL, Paller KA. Exposure therapy triggers lasting reorganization of neural fear processing. *Proc Natl Acad Sci USA* 2012; 109: 9203–9208.
32. Johanson A, Rissberg J, Tucker DM, Gustafson L. Changes in frontal lobe activity with cognitive therapy for spider phobia. *Appl Neuropsychol* 2006; 13: 34–41.
33. Schlenke A, Schäfer A, Hermann A, et al. Symptom provocation and reduction in patients suffering from spider phobia. *Eur Arch Psy Clin N* 2007; 257: 486–493.
34. Barkow JH, Cosmides L, Tooby J. The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture. Oxford: Oxford University Press 1992.
35. Ramachandran VS, Hirstein W. The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. *J Consciousness Stud* 1999; 6: 6–7.
36. Cizda DD, Vittorio G. Neuroaesthetics: a review. *Curr Opin Neurobiol* 2009; 19: 682–687.
37. Brown S, Gao X, Tisdelle L, et al. Naturalizing aesthetics: brain areas for aesthetic appraisal across sensory modalities. *NeuroImage* 2011; 58: 250–258.
38. Kühn S, Gallinat J. The neural correlates of subjective pleasantness. *NeuroImage* 2012; 61: 289–294.
39. Kawabata H, Zeki S. Neural correlates of beauty. *J Neurophysiol* 2004; 91: 1699–1705.
40. Frynta D, Šimková O, Lišková S, Landová E. Mammalian collection on Noah's ark: the effects of beauty, brain and body size. *PLoS ONE* 2013; 8: e63110.

**Příloha 94.** Rádlová S., Janovcová M., Polák J., Landová E., Frynta D. (2018). Emoce vyvolané zvířaty I: krása a estetické preference. *E-psychologie*, 12(3): 35-50.

## EMOCE VYVOLANÉ ZVÍŘATY I: KRÁSA A ESTETICKÉ PREFERENCE

*Silvie Rádlová, Markéta Janovcová, Jakub Polák, Eva Landová, Daniel Frynta*

### Abstrakt

Zvířata vždy představovala důležitou součást života člověka, a proto v něm mohou vyvolávat nejrůznější emoce. V této práci jsme se zaměřili na pozitivní emoce, které v nás zvířata vzbuzují, a to zejména na krásu viděnou lidskýma očima. Jelikož na světě existuje velké množství druhů patřících do různých taxonomických skupin, je důležité se podívat, jak lidé zvířata kognitivně kategorizují a jaké charakteristiky ovlivňují hodnocení krásy v každé skupině zvířat zvlášť. Zajímalo nás, zda krásu ovlivňuje velikost a tvar těla nebo barevnost či vzor jednotlivých druhů. V předchozích pracích byla úspěšně využita testovací metoda předkládání stimulů v podobě fotografií zvířat, které respondenti hodnotí podle vnímané krásy. Na základě této metody vzniklo mnoho prací zkoumající vztah ke zvířatům (jak pozitivní, tak negativní) a umožnilo provádět výzkumy i v jiných zemích. Mezikulturní srovnání vnímání krásy je důležitou součástí výzkumu krásy zvířat, neboť umožňuje porovnat názory lidí na zvířata z odlišných kulturních prostředí, včetně domorodých obyvatel žijících dodnes v lovecko-sběračském uspořádání. Pokud by totiž byly znaky určující, co je na zvířatech krásné, mezikulturně shodné, dá se předpokládat, že pozitivní vnímání zvířat se vyvinulo v evoluci dříve, než lidé osídlili celý svět, a tudíž není závislé na současném prostředí. Vnímání krásy zvířat není zajímavé jen z hlediska evoluce, ale dává nám možnost využít tyto poznatky v cílených kampaních na pomoc ohroženým druhům zvířat. Tato práce je shrnutím výsledků studií zabývajících se pozitivním vnímáním zvířat na různé úrovni a v různých souvislostech a přináší ucelený pohled na vnímání krásy zvířat u lidí.

**Klíčová slova:** pozitivní emoce, krása zvířat, mezikulturní shoda

## *EMOTION AWARED ANIMALS I: BEAUTY AND AESTHETIC PREFERENCES*

### Abstract

Animals have always represented an important part of life and thus they can evoke a wide range of emotions. This work has focused on the positive emotions evoked by animals in humans, specifically beauty as seen by human eyes. Since there is a multitude of species in the world that belong to various taxonomic groups, it is important to examine, how humans cognitively categorize them and what characteristics influence the perception of beauty in individual groups. The question was whether the size and shape of the animals' bodies or their colour and markings influence their beauty. Previous research has successfully employed the testing method of presenting stimuli in form of photographed animals, which were then rated by respondents according to perceived beauty. Numerous works based on this method originated, studying both positive and negative attitude towards animals, which enabled further research to be carried out in other countries. Cross-cultural comparison of the perception of beauty is an important part of the research of animal beauty, because it allows a comparison of opinions on animals of people from different cultural backgrounds, including native groups still living in hunter-gatherer hierarchy to this day. Identical features of what is seen as beautiful across cultures would imply that the positive perception of animals evolved before the humans settled the whole world and is thus independent of the current environment. The perception of animal beauty is an interesting subject not merely from an evolutionary standpoint, but also since it opens a possibility to use the findings in campaigns targeted to help endangered species. This work is a summary of results of studies focused on positive perception of animals on different levels and in different contexts, and it offers a concise overview of the perception of beauty by humans.

**Keywords:** positive emotions, animal beauty, cross-cultural agreement

*Došlo: 3. 4. 2018*

*Schváleno: 20. 11. 2018*



## Úvod

Ekman & Cordaro (2011) popisují základní emoce jako diskretní fyziologické odpovědi na důležité životní situace, které nám v minulosti pomáhaly přežít. Rozlišují nejméně sedm základních emocí, jež jsou sdíleny mezi rozdílnými kulturami všude na světě, konkrétně vztek, strach, překvapení, smutek, odpor, opovržení a štěstí. Někteří autoři tvrdí, že určitá zvířata budí v člověku konkrétní emoční odpovědi snáze než jiná a že mohou též častěji představovat předmět fobii ze zvířat (Polák, Sedláčková, Nácár, Landová a Frynta, 2016). Vysvětlením může být, že tato zvířata v minulosti představovala pro naše předky buďto skutečné nebezpečí v podobě fyzického napadení a zranění (Seligman, 1971), nebo že byla spojována s nemocí a zamořením (Matchett & Davey, 1991). Podobně je možné si představit, že budou mít některá zvířata na člověka univerzálně pozitivní vliv. Lidé se nejen zvířat bojí či se jim snaží vyhnout, ale také je přirozeně vyhledávají (což popisuje tzv. teorie „biofilie“, Wilson, 1984) a vytváří si k nim pozitivní postoj a estetické hodnocení (Thornhill, 2003).

Cílem tohoto článku je přinést souhrnný přehled o tom, které kognitivní a emoční aspekty člověka jsou ovlivněny zvířaty a které konkrétní znaky a vlastnosti těchto zvířat na člověka působí pozitivně. Zaměříme se na znaky, které působí na hodnocení estetické krásy vnímané lidskýma očima, vyvolávající pocit radosti. Ukážeme si, jaký důraz klade člověk na velikost těla, tvar, vzor, barevnost a další faktory při hodnocení krásy zvířat. Seznámíme se s metodologickými možnostmi, jak testovat pozitivní emoce vyvolené zvířaty u lidí a jak se na tomto hodnocení shodnou lidé z různých kultur. Na závěr si ukážeme, že studium toho, jak na člověka působí zvířata, je samo o sobě nejen velice zajímavé, ale i důležité, neboť lidský pohled na ostatní živočišné druhy může mít přímý dopad jak na každodenní život člověka, tak na samotné přežívání či vymření živočišných druhů v přírodě.

## Vnímání zvířat člověkem, jejich kategorizace a výběr vhodných stimulů

Pojem „zvíře“ je velice široký. Dle databáze IUCN je dnes popsáno celkem 1 889 587 živočišných druhů (IUCN 2017) a tento počet se neustále zvyšuje s popisy dalších a dalších druhů. Většinu z těchto druhů tvoří bezobratlí živočichové, přičemž mezi ty nejpočetnější patří zejména hmyz (1 000 000), pavoukovci (102 248), měkkýši (85 000), koryši (47 000) a koráli (2175). Ale i pokud nasměrujeme náš pohled pouze na obratlovce, stále nám zbývá 64 788 druhů, což je mnohem více, než je člověk schopen pojmenovat nebo si zapamatovat. Antropologové a etnobiologové na základě studií kmenových populací lovců a sběračů popisují, že počet základních pojmů pro pojmenování jednotlivých druhů zvířat (resp. konceptu každého jednoho zvířete) většinou nepřesahuje 500 jednotek (viz souhrn v Berlin, 1992). Naše mentální kapacita, jež se věnuje poznání zvířat, je tedy velmi malá ve srovnání s existující diverzitou všech obratlovců. Proto chceme-li se respondentů ptát, jak moc se jim dané zvíře líbí nebo jaké v nich vyvolává pocity, je třeba vybrat smysluplný a zároveň reprezentativní soubor druhů (Landová, Lišková & Frynta, 2014), které jsou si příbuzné a zároveň do jisté míry sdílí podobné morfologické znaky. Zde je potřeba skloubit lidskou schopnost kategorizace s dnes standardním vědeckým taxonomickým rozdělením.

Zatímco taxonomické rozdělení se řídí především stupněm příbuznosti jednotlivých linií zvířecích druhů, lidské percepční a kategorizační procesy fungují na bázi porovnání vzhledové variability (Landová et al., 2014). Dle Berlina (1978) je základní úroveň klasifikace taková, která obsahuje maximální počet společných vlastností a zároveň se nejvíce liší mezi jednotlivými třídami. Tím se ovšem může lišit základní úroveň vědecké kategorizace od kategorizace běžné veřejnosti. Například člověk bude jinak vnímat velice příbuzné druhy, jakými jsou např. lev, tygr a jaguár (vědecky rod *Panthera*, čeleď kočkovití, řád šelmy), protože jsou na první pohled vysoce variabilní, a snáze z nich učiní základní klasifikační jednotku než například z jednotlivých netopýrů, kteří si jsou



vzájemně velmi podobní. Podčeleď Vespertilioninae (praví netopýři) obsahuje 51 různých rodů a celkem asi 439 druhů (Burgin, Colella, Kahn, & Upham, 2018), přičemž všichni nesou jednotný český název „netopýr“ (pokud nějaký název vůbec mají). Odlišnou úroveň kategorizace jednotlivých skupin zvířat přitom mohou ovlivňovat i další faktory, než je vzhledová podobnost – např. nápadnost (často dána tělesnou velikostí) nebo podobnost člověku. Příkladem posledního jmenovaného faktoru by mohli být kalmaři (což jsou bezobratlí mořští živočichové z několika různých čeledí podřádu Oegopsida), kteří nejsou nijak blíže rozlišováni a kategorizováni přes to, že některé druhy mohou dorůstat až 2,5 metru (Rodhouse, Griffiths, & Xavier, 2014) a jednotlivé čeledi jsou přitom relativně morfologicky odlišitelné.

Pokud tedy člověk hodnotí zvíře, dívá se sice na konkrétní druh, ale ve skutečnosti u něj probíhá podvědomá kategorizace (Pothos & Chater, 2002; Pothos & Close, 2008). Zdá se, že samotné hodnocení je kontextově specifické – závisí na tom, do které kategorie druh spadá, a vlastnosti, které činí krásným hada (např. červená barva), nemusí nutně zároveň činit krásným ptáka (Lišková & Frynta, 2013; Marešová, Landová & Frynta, 2009b). Stejná vlastnost navíc může ovlivnit konkrétní hodnocení, například strachu, a na jiná hodnocení (podle krásy, podle znechucení) nemusí mít vliv (Peléšková, 2016). Také v rámci různých širších kognitivních kategorií (např. ptáci, plazi, savci) může mít stejná vlastnost i vliv opačný, např. při porovnávání krásy je zelená barva hodnocená pozitivně u ptáků z čeledi pitoviti (Lišková, Landová & Frynta, 2015a), ale vezmeme-li skupinu papoušků, zelená barva jim na kráse ubírá (Frynta, Lišková, Bültmann & Burda, 2010). Při studiích emocí vyvolaných zvířaty a pohledu člověka na zvířata obecně je tedy potřeba velmi dobře vybrat sadu druhů, které budou respondenti hodnotit (Landová et al., 2014).

### Testování pozitivních emocí vyvolaných zvířaty

Metodickou výhodou zkoumání emocí vyvolaných zvířaty je fakt, že člověk dokáže hodnotit fotografie stejně, jako kdyby hodnotil skutečná zvířata (Landová, Marešová, Šimková, Cikánová & Frynta, 2012), a to nejen lidé moderního světa; tento jev lze pozorovat například i u afrického kmene Baka z Kamerunu, který dodnes žije tradičním způsobem lovců a sběračů (Yasuoka, 2006) a v podstatě nemá kontakt s televizí a s internetem. Přesto je třeba dbát na přísnou standardizaci stimulů (viz obr. 1), protože zejména různý světelný kontrast (Lišková et al. 2015a) nebo přítomnost modrých či zelených odlesků (Poláková, 2016; Ptáčková, Landová, Lišková, Kuběna & Frynta, 2017) mohou ovlivnit preference samotných obrázků, nezávisle na skutečném vzhledu zobrazovaného zvířete. Vliv může mít i pozadí nebo pozice objektů na obrázku. Při důkladné kontrole těchto stimulů však představuje předkládání obrázků zvířat ideální a běžně akceptovanou metodu (Gunnthorsdottir, 2001), která se hodí zvláště v podmínkách, kde nelze využít pokročilejší přístroje, jakými jsou např. oční kamera nebo měření fyziologie (pro souhrn metod testování lidských preferencí viz Landová et al. 2014, Lišková, 2013), např. právě při terénních výzkumech nativních populací v Africe či Indonésii.



Obr. 1: Původní fotografie skákavky (*Phidippus regius*) a standardizovaná podoba stimulu pro testování (autor původní fotografie David Hill, @ Flickr, CC BY 2.0)



Ve všech pracích Frynty a kol., které se zabývají lidským pohledem na zvířata, se vždy ptáme na tzv. vizuální krásu, „krásu viděnou“. Je velmi důležité uvědomit si, jakým způsobem se vymezuje tento pojem oproti pojmům souvisejícím, jako jsou atraktivita, líbivost (angl. like, „mít rád“), nebo příjemnost (pleasantness). Často zaměňovaným termínem je též estetická krása. Konkrétní znění úkolu, jež zadáváme respondentům, může totiž významně ovlivnit výsledky, a je proto nutné vždy vědět, co konkrétního nám odpovědi sdělují o tom, jaký je vztah lidí k daným stimulům. Jedno mají výše zmiňované pojmy společné – popisují pozitivní působení na člověka, které vzbuzuje, nebo může vzbuzovat (i když ne výlučně), pozitivní emoci radosti. Kühn & Gallinat (2012) provedli meta-analýzu studií, jež se zabývají hodnocením (self-report) stimulů na pozitivní škále. Do své analýzy zařadili práce, které využívaly různé pojmy, jako jsou právě krása, atraktivita, líbivost a příjemnost, a zjistili, že ve většině případech stimuly, jež byly tímto způsobem hodnoceny, vyvolávaly neurální aktivitu v oblasti mediální orbito-frontální kůry (mOFC) a ventrálního striata, tj. struktur, jež jsou součástí tzv. okruhu odměňování (reward circuit, viz např. Burgdorf & Panksepp, 2006; Liu, Hairston, Schrier, & Fan, 2011).

Některé pojmy však mohou zahrnovat i negativní působení či emoce. Pojem „estetika“ je nejčastěji spojován se slovy krása a ošklivost (Jacobsen, Buchta, Köhler & Schröger, 2004) a rovněž pojem „atraktivní“ může být ambivalentní. Atraktivní objekty přitahují zájem, ale tento zájem může být i negativní. Např. Woods (2000) zkoumala preference australských respondentů vůči zvířatům. V daném případě měli respondenti naprostou volnost při výběru a jejich úkolem bylo sepsat pět svých nejoblíbenějších zvířat, přičemž ptakopysk se zde umístil výše (preferovala ho 4,2 % všech respondentů) než panda (není specifikováno jaká; preferována 3,2 % respondentů).

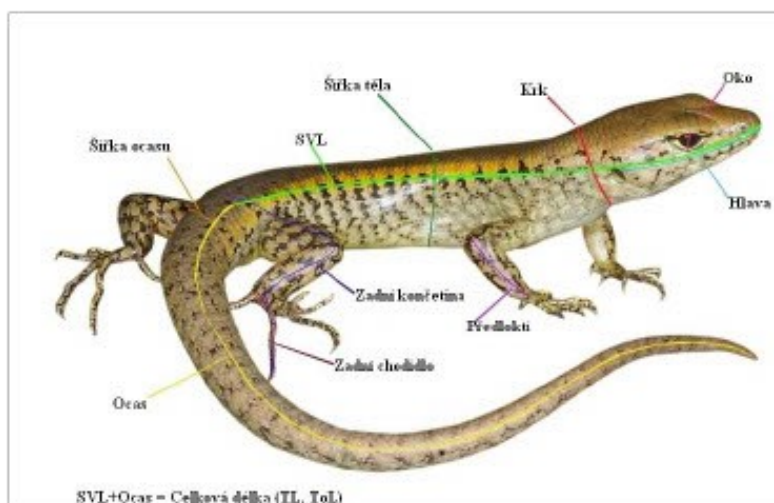
Pro srovnání při hodnocení vizuální krásy podle tištěných fotografií se ptakopysk umístil na posledním místě, tj. jako nejméně krásný („ošklivý“), ze všech tzv. „bazálních savců“ a naopak panda červená byla hodnocena jako nejkrásnější zvíře ze skupiny Laurasiatheria (tj. skupina placentálních savců, Frynta et al. 2009). Panda červená se jakožto nejkrásnější umístila první i v rámci studie všech savčích čeledí (Frynta, Šimková, Lišková & Landová, 2013) a předčila ji pouze panda velká. Oproti pandám jsou však ptakopyskové velmi bizarní zvířata, a tak není divu, že se v práci Woods (2000) objevili jako jedni z nejoblíbenějších zvířat. Sami respondenti při udávání důvodů, proč preferují právě zvířata, která zvolili, udávali mimo jiné vlastnosti jako je „unikátní“ a „zajímavý“. Samotné negativní vizuální či emocionální hodnocení zvířat proto nutně neznamená, že k danému zvířeti bude mít člověk i negativní postoj (Almeida, Vasconcelos & Strecht-Ribeiro, 2014; Torkar, Kubiato & Bajd, 2012). Ve většině našich prací se pozitivní hodnocení zvířat podle vizuálně vnímané krásy často pojí s kladnými emocemi, i když to neznamená, že by současně nemohly být prožívány i jiné emoce (Landová et al., 2012; Myers, Saunders & Birjulin, 2004).

## Co je na zvířatech krásné?

### *Analýza znaků*

Důležité je znovu si připomenout, že konkrétní znaky ovlivňující vnímání krásy se mohou lišit v různých taxonomických skupinách zvířat. Proto je nutné pečlivě analyzovat jednotlivé znaky na každém stimulu předkládaného druhu v testované sadě obrázků. Jedná se o morfologické charakteristiky (tj. rozměry těla zvířete), které se měří na konkrétním standardizovaném stimulu. Výběr rozměrů měřených na druzích zahrnutých v jedné testovací sadě musí být stejný, aby bylo možné určit, které znaky v tomto konkrétním případě nejvíce krásu ovlivňují. Také musí odpovídajícím způsobem reprezentovat tvarové charakteristiky vybrané skupiny (Obr. 2); například pokud zkoumáme skupinu hadů, nemohou být zahrnuty údaje o končetinách, ale budou zde důležité rozměry hlavy, očí a tvar těla (celková délka a jeho mohutnost). Do konečné analýzy je možné

zahrnout i reálné rozměry zvířete, ve většině případů reprezentované délkou/výškou těla či jeho hmotností (Frynta et al., 2013; Janovcová, 2015; Poláková, 2016).



**Obr. 2:** Příklad měřených morfologických charakteristik v souboru ještěřů - zde ukázáno na scinkovi *Eulamprus tigrinus* (autor původní fotografie Stewart Mcdonald, @ Flickr, použito se svolením autora; grafická úprava obrázku Markéta Janovcová)

Dalšími zkoumanými znaky je přítomnost barev, jejich odstín, sytost, světllost a složitost vzoru zvířete. K analýze těchto charakteristik vyvinuli Lišková a Frynta (2013) speciální program Barvocuc (použití programu a další informace viz Lišková a Frynta 2013; Rádlová, Viktorin a Frynta, 2016 a Landová et al., 2018; Obr. 3).



**Obr. 3:** Ukázka grafického výstupu ze speciálního programu Barvocuc. Vlevo původní obrázek, uprostřed barvy detekované programem, vpravo analýza složitosti vzoru zvířete; zde korálovec *Micrurus surinamensis* (autor původní fotografie Jacob Scott, @ Flickr, použito se svolením autora)

### Velikost těla

Obecně v mnoha člancích zabývajících se danou tematikou vychází, že nejdůležitějším faktorem je velikost a tvar těla zvířete. Tyto se objevují průkazně a s mnohem větším efektem, než např. barevnost nebo vzorování. Tělesná velikost přitom přímo souvisí s tvarem, který se s větší velikostí zvířete alometricky mění. Přesto, že respondentům ukazujeme zvířata na obrázcích, kde jsou vůči sobě velikostně ve stejném poměru, právě díky alometrii si lidé (především kvůli různému poměru hlavy a očí k poměru zbytku těla) dovedou domyslet skutečnou velikost zvířete, včetně jeho stáří



(v rozlišení mládě/dospělec; Pittenger, 1990). Tuto proměnnou tedy nelze nikdy plně odfiltrout a v podobě tvaru těla se vždy bude v podobných testovaných souborech vyskytovat. Např. u savců je větší tělesná velikost hodnocena kladně (Frynta et al., 2009). Velcí savci jsou preferováni a krásní a mnohdy tvoří také tzv. „charismatickou megafaunu“, což je pojem označující zvířata, jež mají vysoký potenciál pro zaujetí široké veřejnosti, a tudíž pro využití jakožto „vlajkových druhů“ v ochraně životního prostředí. Jsou jimi např. panda velká, velké kočkovité šelmy, sloni, nosorožci a velcí primáti (Leader-Williams & Dublin, 2000; Poláková, 2016). Velcí savci jsou populární v zoologických zahradách (Ward, Mosberger, Kistler & Fischer, 1998), ve kterých se také častěji vyskytují (Frynta et al., 2013). Ale i pokud je člověk hodnotí čistě podle vzhledu z obrázků, je ochoten více chránit velké savce než malé (Poláková, 2016). Lze si přitom odvodit, že i zde se velikost odráží v kráse, protože tito respondenti zároveň jeví vyšší ochotu chránit druhy hodnocené jako krásné než ty, jež vzbuzují odpor.

Oproti tomu jiným druhům zvířat může tělesná velikost naopak na kráse ubírat. To se projevuje např. na hadech: při hodnocení živých korálovek respondenti preferují drobnější, štíhlá zvířata (Landová et al., 2012). V případě hroznýšovitých hadů a krait se podobný efekt projevuje u dětí, které preferují štíhlejší a menší hady než dospělí respondenti (Ptáčková et al., 2017). Pokud vybereme jednoho zástupce z každé podčeledi, nemá naopak tělesná velikost na hodnocení vliv, a to ani u hadů, ani u ostatních plazů. Vliv velikosti se neprojevuje ani u želv, protože celkem pozitivně je vnímána celá skupina želv a želvy jako skupina jsou preferované oproti jiným plazům, ať už jsou velké, nebo malé (Janovcová, 2015).

Podobně jako u hadů, i u ptáků má tělesná velikost na hodnocení krásy vliv, který je závislý na tom, jakou skupinu zrovna hodnotíme. U papoušků (Frynta et al., 2010) a puštkovitých sov (Landová et al., 2014) platí, že větší druhy jsou hodnocené jako krásnější. U některých jiných skupin tělesná velikost roli nehraje, pravděpodobně proto, že daná skupina obsahuje příliš málo variability ve velikosti, než aby na ni při hodnocení krásy mohl být brát zřetel. Ze studovaných skupin to lze pozorovat u volavek, tukanů, vousáků a zoborožců (Landová et al., 2014). Naopak vezmeme-li dva zástupce z každé čeledi (v dané studii byly zahrnuté jen nepěvčí čeledi, doplněné o pět čeledí pěvců), lidem jako krásnější přijdou ptáci, kteří jsou menší (Lišková & Frynta, 2013). Důvodů může být několik. Je známo, že lidé preferují infantilní rysy (tzv. Lorenzovo dětské schema, Lorenz, 1942), tj. především velké oči a velkou hlavu v poměru ke zbytku těla, což jsou přesně rysy, které mají menší živočichové, včetně malých ptáků (viz Obr. 4). Na druhou stranu by zde mohla hrát roli i představa určitého prototypu „ptáka“, protože vedle menší tělesné velikosti se lidem líbili i ptáci s krátkým krkem a dlouhým ocáskem, což odpovídá většině pěvců, a pěvců je více než polovina všech existujících druhů ptáků (Landová et al., 2014).



**Obr. 4:** Ukázka některých druhů ptáků, kteří byli v rámci své čeledi hodnoceni jako nejkrásnější (nahore) a nejméně krásní („nejošklivější“, dole; Landová, Lišková, & Frynta, 2014). Puštíkovi (Strigidae): **a)** výreček bělolící (*Otus leucotis*; autor fotografie Jason Thompson @ Flickr, CC BY 2.0), **b)** puštík vousatý (*Strix nebulosa*); volavkovití (Ardeidae): **c)** volavka popelavá (*Ardea cinerea*), **d)** bukáček černý (*Ixobrychus flavicollis*; autor fotografie Greg Miles @ Flickr, CC BY 2.0); tukanovití (Ramphastidae): **e)** tukan bělolící (*Ramphastos vitellinus*), **f)** vousák senegalský (*Lybius dubius*; autor fotografie Postdlf @ Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0); zoborožcovití (Bucerotidae): **g)** zoborožec přílbový (*Rhyticeros cassidix*; autor fotografie Mashku @ Flickr, CC BY-NC-SA 2.0), **h)** zoborožec černobilý (*Bycanistes subcylindricus*; autor fotografie Bernard DUPONT @ Flickr, CC BY-SA 2.0).

#### Tvar zvířete

Jak již bylo řečeno, s velikostí zvířete úzce souvisí jeho tvar, který má také velmi významný vliv na to, zda bude lidskými respondenty zvíře rozpoznáno jako krásné. V práci Frynty a kol. (2009) byli jako nejoblíbenější savci z různých souborů hodnoceni pišťucha horská (*Ochotona alpina*, Ochotonidae), komba rondska (*Galago rondoensis*, Galagidae) a panda červená (*Ailurus fulgens*, Ailuridae). Ačkoliv podrobnější analýza konkrétních faktorů ovlivňujících hodnocení respondentů nebyla dělána, lze pozorovat, že oblíbené jsou druhy vykazující dětské schema, tj. savci s velkýma očima, vysokým čelem a velkou hlavou. Oblíbené jsou druhy hodně chlupaté a zavalité připomínající plyšové medvídky a výsledky z práce Frynty a kol. (2013) to potvrzují, neboť i zde byly jako nejoblíbenější čeledi savců hodnocené panda červená, kočkovité šelmy a koaly.

U jiných skupin zvířat již byly dělány podrobnější analýzy konkrétních morfologických faktorů, které ovlivňují hodnocení krásy. U plazů například člověk rozlišuje dva morfotypy – typ „ještěrka“ (ještěrky, želvy, krokodýli) a typ „had“ (hadi a beznozí ještěři). V každé z obou skupin jsou přítom



druhy jak oblíbené, tak neoblíbené, nejvíce ke kráse přispívá délka hlavy, šířka krku, velikost očí a celková délka těla. U ještěřů pak má vliv přítomnost končetin (ještěři s končetinami jsou hodnoceni jako krásnější), u hadů má vliv celkový tvar těla (Janovcová, 2015). Zajímavé je, že v daném případě nezáleží příliš na kontextu, ve kterém lidé plazy hodnotí – například u hadů vyšly výsledky stejné, ať už byli hodnoceni v rámci celkového setu plazů, nebo pouze v samostatné sadě. Podobného rozdělení jako u plazů jsou respondenti schopni i při porovnávání krásy obojživelníků, kde se skupiny jasně dělí na nejoblíbenější žáby, nejméně krásné červory a na ocasaté obojživelníky, kde najdeme druhy krásnější i méně krásné. V rámci žab byla dělána i analýza konkrétních vlastností, které ovlivňují hodnocení krásy. Ukazuje se, že lidem se nejvíce líbí žáby se štíhlejším tělem, dlouhými končetinami a velkýma očima (Peléšková, 2016).

### Barvy

V porovnání s tělesnou velikostí a tvarem hrají barvy v hodnocení krásy zvířat mnohem menší roli, a to i u druhů, jež jsou výrazně pestrobarevné (Lišková et al., 2015a). Barvy jsou důležitější achromatické, tj. černá, bílá a šedá, a často také hraje roli celkový světelný kontrast a kontrastní vzorování. Ze savců se například často vyskytují jako oblíbené druhy, které jsou černobílé: zebry (*Equus grevyi* a *E. zebra*) a panda (*Ailuropoda melanoleuca*; Frynta et al. 2013), nebo vari černobílý (*Varecia variegata*), lemur kata (*Lemur catta*) a gibbon tmavoruký (*Hylobates agilis*; Lišková, Landová & Frynta, 2014). Velmi oblíbené je také vzorování kočkovitých šelem, přičemž jde ve skutečnosti spíše o větší kontrastní plochy než komplexní texturu. V práci Polákové (2016) byl vzor v analýze zahrnutý dvěma způsoby, jednak jako kategorická proměnná (0,1,2 podle míry typického vzorování, jako má např. tygr) a jednak jako míra kontrastu mezi jednotlivými pixely na obrázku (měřeno jako světelnost obrázku po aplikaci filtru zvýrazňujícího hrany, spočítaného pomocí Sobelova operátoru, Sobel, 1978; v programu Barvocuc, Rádlová et al., 2016). První ze jmenovaných proměnných byla jedním z faktorů, jež predikoval krásu savců nejvíce, zatímco druhá proměnná neměla na hodnocení respondentů žádný vliv. Tento typ vzorování se v daném setu projevoval hlavně jako drobná textura tzv. zbarvení aguti nebo jako bodliny ježury, ježka a osináka. Podobné výsledky lze pozorovat u hodnocení primátů, kde také aguti zbarvení nemělo žádný vliv na krásu a druhy takto zbarvené byly hodnoceny spíše jako méně oblíbené – např. kočkodan bělonosý (*Cercopithecus nictitans*) nebo kosman zakrslý (*Cebuella pygmaea*; Lišková, Landová & Frynta, 2015b).

I u ptáků a plazů je černobílý kontrast a vzorování jedním z nejdůležitějších faktorů, podle kterého respondenti určují krásu hodnocených druhů. U ptáků je to názorně možné pozorovat na skupině pěvců z čeledi pitovití (Pittidae), kteří jsou si tvarově velmi podobní, ale liší se pestrými barvami i mírou vzorování v podobě malých vlnek. Zde respondenti měli za úkol seřadit podle krásy jednak barevný set obrázků a jednak achromatický set (oba sety byly hodnoceny různými respondenty). Ukázalo se, že lidé hodnotí krásu těchto pěvců převážně na základě jejich achromatického kontrastu a vzorování a význam barev že se sice projevuje, ale v mnohem menší míře (Lišková et al., 2015a). Vzorování se lidem líbí i u hadů. Dospělí respondenti i děti předškolního věku se shodují na tom, že nejkrásnější jsou vzorování hroznější a krajty (Ptáčková et al., 2016), a podobně i výrazné vzorování černé barvy v kombinaci s červenou, které tvoří aposematické zbarvení mnoha korálovek, je vnímané jako krásné (Marešová et al., 2009b, Landová et al., 2012). Vzorování korálovek je navíc oblíbené i v případě, že se nachází na zjednodušených stimulech ve formě proužků, kruhů nebo zjednodušených ilustrací hadů, uniformně zatočených podobně jako hadi skuteční (Průšová, 2013).

Role chromatických barev v hodnocení krásy zvířat je oproti achromatickým faktorům mizivá. Je to zvláště, neboť vliv barev na člověka je velmi dobře studován a znám: barvy vyvolávají v člověku emoce (Gao et al., 2007), napomáhají k lepšímu rozeznávání objektů (Liebe, Fischer, Logothetis & Rainer, 2009; Yip & Sinha, 2002), hrají roli v selektivní pozornosti (Buechner, Maier, Lichtenfeld &



Schwarz, 2014) a mají i vliv na pozornost (Ioan et al., 2007) a vzrušení (Elliot & Maier, 2007; Wilson, 1966). Přesto se příliš neuplatňují v kráse zvířat, a to ani u druhů, které jsou výrazně zbarvené (Lišková & Frynta, 2013). Výjimku tvoří modrá barva, která je preferovaná velmi často u všech možných skupin zvířat. Modrá má vliv na krásu ptáků, a to i v rámci jednotlivých skupin, pokud se u nich modrá barva vyskytuje: ze studovaných skupin se kladný efekt projevil u papoušků (Frynta et al., 2010), pit (Lišková et al., 2015a), tukanů a zoborožců (Landová et al., 2014) a v práci Frynty a kol. (2010) sice nebyl efekt barev analyzován, nicméně jako nejkrásnější ptáci se umístili ti modře zbarvení, např. mezi pěvci to byli jmenovitě motýlek angolský (*Uraeginthus angolensis*, Estrildinae), sýkora modřinka (*Parus caeruleus*, Parinae) a lejsk modrobílý (*Cyanoptila cyanomelana*, Muscicapini). Modří plazi bývají také často hodnoceni jako nejkrásnější. Protože modré druhy jsou vzácné, nebývá možné efekt modré barvy analyzovat statisticky, ale modré nebo i jen mírně namodralé druhy jsou velmi oblíbené: např. korálovka šedá (*Lampropeltis alterna*), která měla jako jediná modrý nádech (Landová et al. 2012), nebo sytě tyrkysový leguán Dickersonův (*Crotaphytus dickersonae*; Janovcová, 2015) byli hodnoceni v daných setech jako ti nejkrásnější. Efekt modré barvy vyšel průkazně u australských hadů (Průšová, Janovcová, Peléšková, Landová & Frynta, 2017) a v sadě hroznýchů a krajt se tento efekt projevil průkazně i přesto, že někteří vyobrazení hadi nebyli přímo modří, ale měli na sobě mírný modrý odlesk světla na šupinách (Ptáčková et al., 2016). Podobně se projevil i efekt čistě jen namodralého odlesku na fotografiích při hodnocení krásy obličejů primátů (Lišková et al., 2015b). Ve všech zmiňovaných případech působila modrá barva pozitivně na vnímání krásy zvířat. Modrá barva navíc byla preferovaná i při hodnocení krásy květin (Hůla & Flegr, 2016).

Další barvy, které se ve větší či menší míře uplatňují při hodnocení krásy zvířat, jsou zelená a žlutá. Žlutá vychází jako krásná u ptáků (Lišková & Frynta, 2013) a skupin papoušků (Frynta et al., 2010) a zoborožců (Landová et al., 2014), zelená u pitovitých pěvců (Lišková et al., 2015a) a pozitivně působí také u některých ještěřů (Janovcová, 2015) a hadů (Ptáčková et al., 2016). Zelená barva však může mít i negativní efekt: v případě papoušků, u nichž je většina z 367 studovaných druhů zelená, tato barva na hodnocení krásy působila negativně (Frynta et al., 2010), a podobně působila i v případě savců, kde byla přítomna pouze jako odlesk trávy, který se v sadě vyskytoval kvůli charakteru použitých stimulů (Poláková, 2016).

Ze všech základních barev je nejvíce ambivalentní červená. Člověk může na červenou barvu podle kontextu reagovat jak pozitivně, tak negativně (Meier, D'agostino, Elliot, Maier & Wilkowski, 2012). Kupříkladu v pohlavním kontextu červená barva způsobuje, že se dotýčný stává v pohledu hodnotitele atraktivnějším (viz např. Elliot & Niesta, 2008; Lin, 2014; Roberts, Owen & Havlíček, 2010), a tento efekt se zdá být univerzální (Elliot, Tracy, Pazda & Beall, 2013). Na druhou stranu může ale červená barva signalizovat nebezpečí a hrozbu a např. v kontextu soutěže se člověk může snažit této barvě spíše vyhýbat (Meier et al., 2012). Buechner a kol. (2014) ukázali, že červená barva zvyšuje pozornost vůči relevantním stimulům, resp. že signalizuje, že daný stimulus je důležitý a zasluhuje naši pozornost. V tomto kontextu nabízejí výsledky studie krásy zvířat zajímavou interpretaci. Ukázalo se totiž, že červená barva nehraje téměř nikdy roli v hodnocení krásy ptáků (Frynta et al., 2010; Lišková & Frynta, 2013; Lišková et al., 2015a). Výjimku tvoří tukani, na nichž červená barva působí na hodnocení krásy negativně (Landová et al., 2014). Také načervenalí savci jsou hodnoceni celkově spíše negativně (Poláková, 2016). Pozitivně však červená barva přispívá k hodnocení krásy u hadů (Landová et al., 2012; Marešová et al., 2009b; Průšová, 2013) a také u obojživelníků (Peléšková, 2016), což jsou zvířata prioritizovaná z hlediska přežití (hadi i žáby, které také bývají často jedovaté, mohou člověka přímo ohrožovat na životě). Zároveň u nich aposematické červené zbarvení často signalizuje právě jedovatost a nebezpečnost (Toledo & Haddad, 2009). Je tedy možné, že se lidem červená barva líbí proto, že upoutala jejich pozornost,



a radost z toho, že člověk spatřil nebezpečné zvíře včas, se následně promítá i do „estetického prožitku“ při hodnocení krásy zvířete (Lišková et al., 2015a). Na druhou stranu se červená barva na studovaných korálovcích a korálovkách téměř vždy vyskytuje vedle kontrastních černých nebo černobílých pruhů, a je tedy možné, že ve skutečnosti efekt červené barvy vychází jen díky kontrastnímu vzorování. Na rozlišení těchto dvou hypotéz bude zapotřebí dalších studií.

### Mezikulturní shoda v pohledu na zvířata

Jednou z hypotéz evoluční psychologie je, že si naši předkové vyvinuli adaptivní smysl vnímat jakousi „atraktivitu zvířat“ a preference určitých druhů dříve, než se člověk geograficky rozšířil a kulturně rozčlenil (Barkow, Cosmides & Tooby, 1992). Proto na základě této hypotézy Frynta a kolektiv prováděli experimenty, které by ukázaly, zda existuje mezikulturní shoda v estetickém vnímání zvířat, a to pomocí předkládání obrázků druhů, které představují pro člověka evolučně důležité stimuly. Nejprve porovnávali estetické preference Evropanů (českých studentů) s vesničany z Papuy Nové Guiney a nechali je dle subjektivně zhodnocené krásy seřadit obrázky hroznýšovitých hadů (Marešová, Krása & Frynta, 2009a). Papuánci pochází oproti Evropanům z velmi odlišného kulturního prostředí, a navíc žijí v těsném kontaktu s divokými zvířaty a především hady. V zoogeografické oblasti Austrálie (kam patří i Papua Nová Guinea) se vyskytuje mnoho silně jedovatých druhů hadů z čeledi korálovcovití (Elapidae; O'Shea, Warrell & Lalloo, 1996). Rozumné by tedy bylo předpokládat, že se budou estetické preference hadů mezi Čechy a Papuánci lišit. Překvapivě však preference těchto dvou odlišných kultur silně korelovaly, s tím, že drobný rozdíl se projevil pouze v hodnocení šesti druhů z celkových dvaatřiceti (Marešová et al., 2009a). Rozdíly navíc nešlo vysvětlit osobní zkušeností ani významem daného druhu v lokální kultuře, neboť čtyři testované druhy, které se běžně vyskytují v Nové Guineji, neměly na etnické odlišnosti v hodnocení vliv. V dalším kroku rozšířili Frynta a kolektiv (2011) studii o data získaná z pěti opět velmi kulturně odlišných částí světa: získali hodnocení lidských preferencí hroznýšovitých hadů z Bolívie (Jižní Amerika), Filipín (jihovýchodní Asie), Dillí a Rádžasthánú v Indii (jižní Asie), Maroka (severní Afrika) a Malawi (sub-saharská Afrika). Shoda mezi těmito kulturami a Papuánci byla ještě užší než mezi Papuánci a Čechy, a to i přesto, že se zkušenosti s prezentovanými druhy v každé ze studovaných lokalit liší: je rozdílná místní fauna jednotlivých druhů, lidé se s nimi setkávají různou měrou a také se velmi liší postoj místních lidí k médiím, jako je třeba televize.

V další srovnávací studii předkládali Landová a kolektiv (2018) obrázky 36 druhů hadů z oblasti Evropy, severní Afriky a Středního východu respondentům z Ázerbájdžánu (jihozápadní Asie), jejichž hodnocení pak srovnávali opět s českými studenty. Tentokrát měli respondenti za úkol řadit obrázky dvakrát, jednou podle krásy a podruhé podle strachu. Ukázalo se, že ani v jedné škále se hodnocení těchto dvou kultur výrazně neliší, a navíc že znaky, podle kterých respondenti určovali, zda jsou hadi krásní, či zda vypadají nebezpečně, se též mezi oběma skupinami shodovaly. Konkrétně se Češi a Ázerbájdžánci bojí hadů se širokou hlavou a ocasem, velkýma očima a tmavší barvou, naopak druhy s dlouhým tělem a narůžovělou barvou hodnotí jako neškodné. Za krásné považují obě skupiny hady s komplexním vzorováním a nelíbí se jim růžové druhy s bílým odleskem, který pravděpodobně evokuje „slizkost“.

Výše zmiňovaná shoda mezi různými národy neplatí čistě pro hodnocení hadů, ale též pro zvířata, jakými jsou ještěři, želvy, ptáci a savci, což bylo testováno v Evropě a východní Indonésii (vlastní nepublikované výsledky). Dané výsledky lze vysvětlit buďto tím, že jsou lidské preference určeny primordiálními smyslovými mechanismy sdílenými všemi lidmi (a pravděpodobně i příbuznými primáty; shoda v estetických preferencích totiž do jisté míry platí i na některé neživé předměty



a umělecká díla, viz např. Child & Siroto, 1965; Ford, Prothro & Child, 1966; nebo Iwao, Child & García, 1969), nebo tím, že se neurální mechanismy zaměřené na zpracovávání živých objektů (zvířat) vyvinuly v odpovědi na selekční tlak, který ovlivňoval předky člověka v minulosti. Obě hypotézy se navíc vzájemně nevylučují. Tak či onak, sdílený pohled na zvířecí krásu mezi odlišnými kulturami představuje nesmírně důležitý fenomén. Mohl by být také příkladem jedné z tzv. lidských univerzálií, tedy vlastností, jež jsou sdíleny mezi všemi populacemi a kulturami na celém světě (Brown, 2004).

### Závěr

Zvířata vždy představovala pro člověka důležitou součást jeho života, a to nejen z hlediska možného ohrožení či jako zdroj potravy, ale představují i významné objekty, které v něm mohou vyvolat pozitivní emoce. Pokud lidé hodnotí zvířata z hlediska „viděné“ krásy, je pro ně důležitá zejména velikost, tvar těla zvířete a achromatické zbarvení. Na druhou stranu, barvy kupodivu, snad kromě modré, nemají již tak významný efekt. Důležité ovšem je, jakou konkrétní skupinu zvířat lidé hodnotí, od toho se odvíjí i to, které znaky budou ke kráse přispívat a které je budou činit spíše „ošklivými“. Pozitivní vztah lidí ke zvířatům se podle evolučních hypotéz formoval již v období vzniku moderního člověka, tedy před tím, než se rozšířil po celém světě. Tuto myšlenku podporují i výsledky mnoha studií porovnávající vnímání krásy zvířat lidmi z různých částí světa. Ačkoliv lidé žijí v různém kulturním prostředí, mají odlišné zkušenosti s místní faunou a různý vztah ke zvířatům jako takovým, v hodnocení, která zvířata jsou krásná a jaké znaky to ovlivňují, se významně shodují. Výzkum pozitivního vztahu lidí ke zvířatům a zjištění, co ho ovlivňuje, je zároveň nesmírně důležitý pro ochranu ohrožených druhů. Ukazuje se, že krásná, charismatická a preferovaná zvířata jsou častěji předmětem záchranných programů a celkově je jim věnováno více pozornosti (Metrick & Weitzman, 1996; Seddon, Soorae & Launay, 2005; Small, 2011). Ovšem nalezneme velké množství druhů, které jsou kriticky ohrožené, ale z estetického hlediska nejsou pro lidi atraktivní. Proto je důležité vědět, zda konkrétní druh dokáže zaujmout pozornost lidí sám o sobě (a tím přimět širokou veřejnost k podpoře jeho záchranného programu) nebo je nutné pro jeho záchranu zvolit jinou strategii. Pro příklad nemusíme chodit daleko. Například velemlok čínský (*Andrias davidianus*) patří mezi kriticky ohrožené obojživelníky, nicméně při hodnocení respondenty vychází jako spíše „ošklivý“ druh (Peléšková, 2016). Zoologická zahrada v Praze však pro tento druh vybuodovala moderní pavilon s interaktivními prvky, které přitahují pozornost návštěvníků. Tedy ač je velemlok z hlediska krásy nepreferovaný, vhodně cílená „reklama“ učinila z tohoto druhu atraktivní zvíře a doufejme, že pomůže i k jeho budoucí záchraně ve volné přírodě.

### Poděkování

Tato studie je výsledkem badatelské činnosti podporované projektem číslo LO1611 za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I.

### Literatura

- Almeida, A., Vasconcelos, C., & Strecht-Ribeiro, O. (2014). Attitudes toward animals: A study of Portuguese children. *Anthrozoös*, 27(2), 173-190.
- Barkow, J. H., Cosmides, L. E., & Tooby, J. E. (1992). *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. Oxford University Press.
- Berlin, B. (1992). *Ethnobiological classification: Principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princeton: Princeton University Press.

- Berlin, B. (1978). Ethnobiological classification. In E. Rosch, B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and Categorization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Brown, D. E. (2004). Human universals, human nature & human culture. *Daedalus*, 133(4), 47-54.
- Buechner, V. L., Maier, M. A., Lichtenfeld, S., & Schwarz, S. (2014). Red-take a closer look. *PLoS One*, 9(9), e108111.
- Burgdorf, J., & Panksepp, J. (2006). The neurobiology of positive emotions. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(2), 173-187.
- Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L., & Upham, N. S. 2018. How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy* 99, 1-11.
- Child, I. L., & Siroto, L. (1965). Bakwile and American esthetic evaluations compared. *Ethnology*, 4(4), 349-360.
- Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. *Emotion Review*, 3(4), 364-370.
- Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2007). Color and psychological functioning. *Current Directions in Psychological Science*, 16(5), 250-254.
- Elliot, A. J., & Niesta, D. (2008). Romantic red: red enhances men's attraction to women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(5), 1150.
- Elliot, A. J., Tracy, J. L., Pazda, A. D., & Beall, A. T. (2013). Red enhances women's attractiveness to men: First evidence suggesting universality. *Journal of Experimental Social Psychology*, 49(1), 165-168.
- Ford, C. S., Prothro, E. T., & Child, I. L. (1966). Some transcultural comparisons of esthetic judgment. *The Journal of Social Psychology*, 68(1), 19-26.
- Frynta, D., Landová, E., & Lišková, S. (2014): Animal Beauty, Cross-Cultural Perceptions. In A. C Michalos (Ed.), *Encyclopedia of quality of life and well-being research*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Frynta, D., Lišková, S., Bültmann, S., & Burda, H. (2010). Being attractive brings advantages: the case of parrot species in captivity. *PloS one*, 5(9), e12568.
- Frynta, D., Marešová, J., Landová, E., Lišková, S., Šimková, O., Tichá, I., . . . Fuchs, R. (2009). Are animals in zoos rather conspicuous than endangered? In A. M. Columbus and L. Kuznetsov (Eds.), *Endangered species: New research* (pp. 299-341). New York: Nova Science Publishers.
- Frynta, D., Marešová, J., Řeháková-Petrů, M., Šklíba, J., Šumbera, R., & Krása, A. (2011). Cross-cultural agreement in perception of animal beauty: Boid snakes viewed by people from five continents. *Human Ecology*, 39(6), 829-834.
- Frynta, D., Šimková, O., Lišková, S., & Landová, E. (2013). Mammalian collection on Noah's Ark: the effects of beauty, brain and body size. *PLoS One*, 8(5), e63110.
- Gao, X. P., Xin, J. H., Sato, T., Hansuebsai, A., Scalzo, M., Kajiwara, K., ... & Billger, M. (2007). Analysis of cross-cultural color emotion. *Color Research & Application*, 32(3), 223-229.
- Gunnthorsdottir, A. (2001). Physical attractiveness of an animal species as a decision factor for its preservation. *Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals*, 14, 204-215.
- Hůla, M., & Flegr, J. (2016). What flowers do we like? The influence of shape and color on the rating of flower beauty. *PeerJ*, 4, e2106. <https://doi.org/10.7717/peerj.2106>
- Ioan, S., Sandulache, M., Avramescu, S., Ilie, A., Neacsu, A., Zagrean, L., & Moldovan, M. (2007). Red is a distractor for men in competition. *Evolution and Human Behavior*, 28(4), 285-293.
- IUCN (2017). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3*. <http://www.iucnredlist.org>



- Iwao, S., Child, I. L., & García, M. (1969). Further evidence of agreement between Japanese and American esthetic evaluations. *The Journal of Social Psychology*, 78(1), 11-15.
- Jacobsen, T., Buchta, K., Köhler, M., & Schröger, E. (2004). The primacy of beauty in judging the aesthetics of objects. *Psychological Reports*, 94, 1253-1260.
- Janovcová, M. (2015). *Faktory ovlivňující velikost zoo populací u ještěřů, hadů, želv a krokodýlů: efekt stupně ohrožení, velikosti a atraktivity pro člověka*. Nepublikovaná diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie, Praha.
- Kühn, S., & Gallinat, J. (2012). The neural correlates of subjective pleasantness. *Neuroimage*, 61(1), 289-294.
- Landová, E., Bakhshaliyeva, N., Janovcová, M., Pelěšková, Š., Suleymanova, M., Polák, J., ... & Frynta, D. (2018). Association between fear and beauty evaluation of snakes: Cross-cultural findings. *Frontiers in Psychology*, 9, 333.
- Landová, E., Lišková, S., & Frynta, D. (2014). Je krása zvířat vstupenkou na archu Noemovu? In O. Dadejčík, F. Jaroš, M. Kaplický (Eds.), *Krása a zvíře. Studie o vztahu estetických a etických hodnot zvířat*. 33-102. Praha: Dokořán.
- Landová, E., Marešová, J., Šimková, O., Cikánová, V., & Frynta, D. (2012). Human responses to live snakes and their photographs: evaluation of beauty and fear of the king snakes. *Journal of Environmental Psychology*, 32(1), 69-77.
- Leader-Williams, N., & Dublin, H. T. (2000). Charismatic megafauna as 'flagship species'. In A. Entwistle, & N. Dunstone (Eds.), *Priorities for the conservation of mammalian diversity. Has the panda had its day?* 53-81. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Liebe, S., Fischer, E., Logothetis, N. K., & Rainer, G. (2009). Color and shape interactions in the recognition of natural scenes by human and monkey observers. *Journal of Vision*, 9(5), 14-14.
- Lišková, S. (2013). *Analysis of factors affecting human preferences and thus effort given to the conservation of animal species*. Unpublished doctoral dissertation. Prague: Charles University.  
<https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/83343/?lang=en>
- Lišková, S., & Frynta, D. (2013). What determines bird beauty in human eyes? *Anthrozoös*, 26(1), 27-41.
- Lišková, S., Landová, E., & Frynta, D. (2014). *The beauty of primates: do we perceive our closest relatives as attractive?* Poster session presented at the European Conference on Behavioural Biology, Prague, Czech Republic, July 17-20, 2014.
- Lišková, S., Landová, E., & Frynta, D. (2015a). Human preferences for colorful birds: Vivid colors or pattern? *Evolutionary Psychology*, 13(2). <https://doi.org/10.1177/147470491501300203>.
- Lišková, S., Landová, E., & Frynta, D. (2015b). Podle sebe soudím tebe: krása primátů očima člověka. Příspěvek na 42. etologické konferenci, České Budějovice, 4. – 7.11. 2015.
- Lin, H. (2014). Red-colored products enhance the attractiveness of women. *Displays*, 35(4), 202-205.
- Liu, X., Hairston, J., Schrier, M., & Fan, J. (2011). Common and distinct networks underlying reward valence and processing stages: a meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(5), 1219-1236.
- Lorenz, K. (1942). *Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung*. Zeitschrift für Tierpsychologie.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1943.tb00655.x>
- Marešová, J., Krása, A. & Frynta, D. (2009a). We all appreciate the same animals: Cross-cultural comparison of human aesthetic preferences for snake species in Papua New Guinea and Europe. *Ethology*, 115 (4), 297-300.

- Marešová, J., Landová, E., & Frynta, D. (2009b). What makes some species of milk snakes more attractive to humans than others? *Theory in Biosciences*, 128(4), 227.
- Matchett, G., & Davey, G. C. (1991). A test of a disease-avoidance model of animal phobias. *Behaviour Research and Therapy*, 29(1), 91-94.
- Meier, B. P., D'agostino, P. R., Elliot, A. J., Maier, M. A., & Wilkowski, B. M. (2012). Color in context: Psychological context moderates the influence of red on approach-and avoidance-motivated behavior. *PloS one*, 7(7), e40333.
- Metrick, A., & Weitzman, M. L. (1996). Patterns of behavior in endangered species preservation. *Land Economics*, 1-16.
- Myers, O. E., Saunders, C. D., & Birjulin, A. A. (2004). Emotional dimensions of watching zoo animals: An experience sampling study building on insights from psychology. *Curator: The Museum Journal*, 47(3), 299-321.
- O'Shea, M., Warrell, D. A., & Laloo, D. G. (1996). *A guide to the snakes of Papua New Guinea (No. 147)*. Independent Publishing House.
- Pelěšková, Š. (2016). *Pozitivní a negativní vztah ke zvířatům*. Nepublikovaná diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie, Praha.
- Pittenger, J. B. (1990). Body proportions as information for age and cuteness: Animals in illustrated children's books. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 48(2), 124-130.
- Polák, J., Sedláčková, K., Nácar, D., Landová, E., & Frynta, D. (2016). Fear the serpent: A psychometric study of snake phobia. *Psychiatry Research*, 242, 163-168.
- Poláková, P. (2016). *Vnímání krásy savců v ZOO Praha: vliv věku a vzdělání respondentů*. Nepublikovaná diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie, Praha.
- Pothos, E. M., & Chater, N. (2002). A simplicity principle in unsupervised human categorization. *Cognitive Science*, 26(3), 303-343.
- Pothos, E. M., & Close, J. (2008). One or two dimensions in spontaneous classification: A simplicity approach. *Cognition*, 107(2), 581-602.
- Průšová, L. (2013). *Experimentální výzkum specifity strachu z hadů u lidí: korálovcovitý vzor*. Nepublikovaná diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie, Praha.
- Průšová, L., Janovcová, M., Pelěšková, Š., Landová, E., & Frynta, D. (2017). Had jako evolučně relevantní stimul strachu. *Sborník abstraktů z konference „Zoo je věda“, Praha, 11. března 2017*.
- Ptáčková, J., Landová, E., Lišková, S., Kuběna, A., & Frynta, D. (2017). Are the aesthetic preferences towards snake species already formed in pre-school aged children?. *European Journal of Developmental Psychology*, 14(1), 16-31.
- Rádlová, S., Viktorin, P., & Frynta, D. (2016). Barvocuc 2.0, Software for Color Image Analysis. Available for download at: [http://www.nudz.cz/en/w\\_group/wg-on-emotions-and-phobias-triggered-by-animals/](http://www.nudz.cz/en/w_group/wg-on-emotions-and-phobias-triggered-by-animals/)
- Roberts, S. C., Owen, R. C., & Havlíček, J. (2010). Distinguishing between perceiver and wearer effects in clothing color-associated attributions. *Evolutionary Psychology*, 8(3), <http://dx.doi.org/10.1177/147470491000800304>.
- Rodhouse, P. G., Griffiths, H. J., & Xavier, J. C. (2014). Southern Ocean squid. In C. De Broyer P. Koubbi, H. J. Griffiths, B. Raymond, C. d' Udekem d'Acoz, et al. (Eds.). *Biogeographic Atlas of the Southern Ocean*. 284-289. Cambridge: Scientific Committee on Antarctic Research.
- Seddon, P. J., Soorae, P. S., & Launay, F. (2005). Taxonomic bias in reintroduction projects. *Animal Conservation Forum*, 8(1), 51-58.
- Seligman, M. E. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2(3), 307-320.



- Small, E. (2011). The new Noah's Ark: beautiful and useful species only. Part 1. Biodiversity conservation issues and priorities. *Biodiversity*, 12(4), 232-247.
- Sobel, I. (1978). Neighborhood coding of binary images for fast contour following and general binary array processing. *Computer Graphics and Image Processing*, 8, 127-135.
- Thornhill, R. (2003). Darwinian aesthetics informs traditional aesthetics. In *Evolutionary Aesthetics*. 9-35. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Toledo, L. F., & Haddad, C. F. (2009). Colors and some morphological traits as defensive mechanisms in anurans. *International Journal of Zoology*, Article ID 910892, 1-12.
- Torkar, G., Kubiato, M., & Bajd, B. (2012). Assessing pre-service teachers (dis)liking of some animal species. *Journal of Baltic Science Education*, 11(4).
- Ward, P. I., Mosberger, N., Kistler, C., & Fischer, O. (1998). The relationship between popularity and body size in zoo animals. *Conservation Biology*, 12(6), 1408-1411.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. London: Harvard University Press.
- Wilson, G. D. (1966). Arousal properties of red versus green. *Perceptual and Motor Skills*, 23, 947-949.
- Woods, B. (2000). Beauty and the beast: Preferences for animals in Australia. *Journal of Tourism Studies*, 11(2), 25.
- Yasuoka, H. (2006). Long-term foraging expeditions (Molongo) among the Baka hunter-gatherers in the Northwestern Congo Basin, with special reference to the "wild yam question". *Human Ecology*, 34(2), 275-296.
- Yip, A. W., & Sinha, P. (2002). Contribution of color to face recognition. *Perception*, 31(8), 995-1003.

## Údaje o autorech

**RNDr. Silvie Rádlová, Ph.D.** (roz. Lišková) pracuje v Národním ústavu duševního zdraví (NUDZ) v Klecanech ve skupině zkoumající fobie vyvolané zvířaty. Je absolventkou Přírodovědecké fakulty UK a v minulosti pracovala pro Zoologickou zahradu v Praze. Zabývá se vizuálním vnímáním zvířat lidmi a grafickými pracemi při přípravě testovacích stimulů.

**Adresa:** Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** silvie.radlova@nudz.cz

**Mgr. Markéta Janovcová** studuje obor Zoologie na Přírodovědecké fakultě UK v Praze a pracuje na disertační práci týkající se emocí vyvolaných zvířaty u lidí. Současně pracuje v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech. V roce 2015 se stala spoluředitelkou grantového projektu UK (č. 346315) a v roce 2018 spoluředitelkou grantového projektu UK (č. 1636218).

**Adresa:** Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Viničná 7, 128 43 Praha 2

Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** Marketa.Janovcova@nudz.cz

**Mgr. et Mgr. Jakub Polák, Ph.D.** pracuje v Národním ústavu duševního zdraví (NUDZ) v Klecanech ve skupině zkoumající fobie vyvolané zvířaty. Je absolventem Přírodovědecké fakulty UK a současně absolventem oboru Psychologie na Filozofické fakultě UK. V současnosti je spoluředitelem projektu GAČR (č. 17-15991S).

**Adresa:** Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** Jakub.Polak@nudz.cz

**RNDr. Eva Landová, Ph.D.** pracuje na katedře zoologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze a současně v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech ve skupině zkoumající fobie vyvolané zvířaty. V současnosti je hlavní řešitelkou projektu GAČR (č. 17-15991S), vedoucí grantových projektů UK č. 1310414 a 346315.

**Adresa:** Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** Eva.Landova@nudz.cz

**doc. RNDr. Daniel Frynta, Ph.D.** pracuje na katedře zoologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze a současně v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech, kde vede skupinu zkoumající fobie vyvolané zvířaty. V současnosti je spolořešitelem projektu GAČR (č. 17-15991S) a vedoucím grantového projektu UK č. 900217.

**Adresa:** Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** Daniel.Frynta@nudz.cz

---

Rádlová, S., Janovcová, M., Polák, J., Landová, Eva, & Frynta, D. (2018). Emoce vyvolané zvířaty I: Krása a estetické preference. *E-psychoogie*, 12(3), 35-50. <https://doi.org/10.29364/epsy.324>.



**Příloha 95.** Rádlová S., Peléšková Š., Polák J., Landová E., Frynta D. (2019). Emoce vyvolané zvířaty II: strach a odpor. *E-psychologie*, 12(4): 61-77.

## EMOCE VYVOLANÉ ZVÍŘATY II: STRACH A ODPOR

*Silvie Rádlová, Šárka Peléšková, Jakub Polák, Eva Landová, Daniel Frynta*

### Abstrakt

Zvířata představují pro člověka prioritizované stimuly, je jim věnována větší pozornost než neživým objektům a tento zájem je doprovázen nejen pozitivními, ale také negativními emocemi, jako je strach a odpor. Obě emoce mají významnou adaptivní roli v situacích, které mohou být pro člověka potenciálně nebezpečné. Strach reaguje na přítomnost predátora či jiného strachového stimulu, který jej bezprostředně ohrožuje, zatímco odpor se vyvinul jako ochrana před chorobami a infekcemi. Tyto emoce však byly důležité nejen v evoluční minulosti člověka, do značné míry nás ovlivňují i dnes, přestože se se zvířaty ve volné přírodě setkáváme stále méně. Strach a odpor hrají zásadní roli také ve fobiích ze zvířat.

Tato práce tedy shrnuje naše dosavadní poznatky o negativních emocích, které v lidech vzbuzují zvířata. Zabývá se rozdíly mezi fungováním strachu a odporu, jejich vzájemným vztahem a také psychopatologiemi. V neposlední řadě se pak věnuje tomu, které konkrétní znaky zvířat ovlivňují nejen jejich přednostní vnímání, ale také pociťování specifických emocí, strachu a odporu, u různých skupin zvířat.

**Klíčová slova:** vztah ke zvířatům, strach, odpor, zoofobie

### *EMOTIONS TRIGGERED BY ANIMALS II: FEAR AND DISGUST*

#### Abstract

*Animals represent prioritised stimuli for humans, they are given more attention than inanimate objects, and this attention is accompanied by not only positive emotions, but also negative ones, such as fear and disgust. Both of these emotions play an important adaptive role in potentially dangerous situations. Fear represents human reaction to the presence of a predator or another fear-inducing stimulus posing an immediate threat, while disgust has evolved as a protection against diseases and infections. These emotions were significant during human evolutionary history, but they continue to influence us to this day, despite humans coming into contact with animals in the wild with increasing rarity. Fear and disgust are also a substantial part of animal phobias.*

*This work summarises our findings so far regarding negative emotions caused by animals. It deals with differences between the function of fear and disgust, their relation to each other, and their psychopathologies. Last but not least, it also discusses which specific features of animals influence their prioritized perception and experiencing of fear and disgust evoked by distinct animal groups.*

**Keywords:** attitudes towards animals, fear, disgust, animal phobia

Došlo: 3. 4. 2018

Schváleno: 29. 1. 2019

## Úvod

Zvířata představovala v celé evoluční historii člověka jedny z nejdůležitějších stimulů. Lidé se je museli naučit v rychlosti rozeznávat, kategorizovat a adekvátně na ně reagovat: lovit drobná i větší zvířata pro potravu, a naopak se vyhýbat nebezpečným predátorům (Barkow, Cosmides & Tooby, 1992; New, Cosmides & Tooby, 2007; Shipman, 2010). Správné reakce byly zajištěné emocemi, které v člověku zvířata vyvolávala (a dodnes do značné míry vyvolávají), mimo jiné především strachem či odporem, anebo naopak pozitivní emoci, radostí, které se věnoval předchozí článek Rádlové a kolektivu (Rádlová, Janovcová, Polák, Landová & Frynta, 2018). Evoluční psychologie předpokládá, že lidské smysly i neurální dráhy se v dlouhé koevoluci se zvířaty přizpůsobily všem tehdejšími potřebám a v jen málo pozměněné podobě tak fungují v některých případech dodnes: naše nervová soustava dovede selektivně směřovat pozornost vůči těmto stimulům důležitým pro přežití, a činí z nich tzv. prioritizované stimuly, které jsou zpracovávány přednostně a hlavně okamžitě (Compton, 2003; New et al. 2007; Altman, Khislavsky, Coverdale & Gilger, 2016; Calvillo & Hawkins, 2016; nicméně viz Fox, Griggs & Mouchlianitis, 2007). Dovedeme tak např. zpozorovat hada a ucuknout mnohem dříve, než nám tato informace dorazí do vědomí (LoBue & DeLoache, 2008).

Je tedy důležité si uvědomit, že velmi podobné priority (strach z predátorů, lov potravy či snahu adekvátně reagovat na konkurenty) měli už předci člověka, kteří též nevznikli z „ničeho“ a veškerou genetickou výbavu si přinesli zase od svých předků. Některé z nejdůležitějších reakcí a kognitivních schopností si tak možná neseme již od vzniku prvních savců, ne-li dokonce suchozemských obratlovců (Landová, Rádlová, Polák & Frynta, 2016; Panksepp, 1998). Tito předci se však nenaucili reagovat na konkrétní druhy – to by v tak dlouhém evolučním měřítku ani nebylo možné, neboť živočišné druhy se neustále proměňují. Reagovali tedy spíše na kategorie, které rozpoznávali a formovali pomocí jednotlivých znaků a vlastností, jejich kombinací či přítomnosti v konkrétním kontextu (Rosch, 1999; Thorpe & Fabre-Thorpe, 2001). A přestože tyto schopnosti vznikly hluboko v minulosti, dodnes člověka v obrovské míře ovlivňují (Frynta, Landová & Lišková, 2014). Ačkoliv se s nimi setkáváme ve volné přírodě mnohem méně, v televizi nebo v zoologických zahradách obdivujeme krásná zvířata, která v nás vyvolávají radost a obdiv (Landová et al., 2018a); třeseme se strachy nad hady, krokodýly a žraloky, kteří se pohybují bezpečně za sklem terária či akvária, nebo se bavíme nad bizarností zvláštních druhů, jež bychom často nazvali ošklivými. Které znaky a vlastnosti daných zvířat však mohou za to, že je hodnotíme jako krásná, ošklivá, odporná či nebezpečná?

## Strach a odpor jako základní emoce

Zvířata vedle pozitivních prožitků spojených s vnímáním krásy či roztomilosti evokují i negativní emoce, jako je strach nebo odpor (Davey, 1994). Podle pojetí Paula Ekmana, amerického psychologa a přesvědčeného darwinisty, se jedná o základní lidské emoce (Ekman, 1992). Ty jsou charakteristické tím, že jsou univerzálně rozšířené napříč lidskými etniky, mají jasně mezikulturně rozpoznatelný výraz tváře, specifický neurální substrát, jsou vyvolány automaticky a vznikly jako adaptivní reakce na situace spojené s přežitím jedince. V případě strachu i odporu se tak jedná o komplexní systém psychologické, fyziologické a behaviorální odpovědi na potenciální ohrožení biologické integrity.

Ačkoliv z funkčního hlediska jsou obě emoce podobné, tedy na základě negativního prožitku vyvolávají v nebezpečné situaci takovou reakci, která zvýší šance na přežití, v principu se strach od odporu v mnohém liší, a to na všech zmíněných úrovních.



Zatímco strach vzniká v případě akutního, bezprostředního ohrožení organismu, které se objeví náhle a jedince vystavuje přímému riziku zranění či smrti, odpor je součástí behaviorálního imunitního systému, jehož hlavním cílem je vyhnout se zdrojům nákazy (Davey, 2011). Odpor je tedy emoční odpovědí na stimuly, které by mohly být potenciálními přenašeči patogenů a zdrojem kontaminace (Curtis, 2011). Takové stimuly jsou vnímány jako nechutné, odporné, vyvolávající nevolnost. Ohrožení není v tomto případě okamžité, ale může se projevit až po delší době, pokud dojde k přenosu nákazy či otravě. Navzdory některým společným vlastnostem můžeme vidět hlavní koncepční rozdíl mezi strachem a odporem v charakteru působícího nebezpečí a dynamice ohrožení organismu.

Stejně tak existují i určité rozdíly ve fyziologických korelátech strachu a odporu. Strach vyvolává skrze aktivaci sympatické větve rychlou kaskádu tělesných reakcí, mezi které patří zrychlená srdeční činnost, frekvence dýchání, vyšší krevní tlak, rozšířené zorničky, svalová kontrakce a pocení, které vede ke zvýšení kožní vodivosti (Barrett, Lewis & Haviland-Jones, 2016). U odporu není vzorec fyziologické reakce tak jednoznačný, existují např. studie s protichůdnými výsledky týkajícími se změny (zvýšení vs. snížení) kožní vodivosti či krevního tlaku (Stark, Walter, Schienle & Vaitl, 2005). Vysvětlení můžeme hledat v mnohem větší variabilitě emoce odporu ve srovnání se strachem. Vzniklá preadaptace této emocionální odpovědi, která byla původně zaměřena na stimuly představující zdroje nákazy, se následně rozšířila do celé řady dalších funkčních okruhů. Postupně se tak okruh spouštěčů emoce odporu přenesl i na takové podněty, jako je porušování morálních norem, politická přesvědčení, sexuální orientace, jedinci z odlišné sociální skupiny atd. (Rozin, Haidt & McCauley, 2016). Liší se pravděpodobně i neurální substrát zpracovávající obě emoce. Řada studií využívajících moderní zobrazovací metody potvrzuje vyšší aktivaci amygdaly při prožívání strachu, zatímco insula je hlavní strukturou pro zpracování odporu (Schienle, 2009).

Stejně jako je tomu u jiných psychologických vlastností, existují samozřejmě individuální rozdíly i v prožívání strachu a odporu. Přitom není důležité pouze to, s jakou frekvencí lidé reagují příslušnou emoci na různé stimuly (tzv. propensita), ale i do jaké míry subjektivně vnímají emoci strachu či odporu jako negativní prožitek (tzv. senzitivita; van Overveld, de Jong, Peters & Schouten, 2011). Pravděpodobně nejužívanějším nástrojem pro měření individuálních rozdílů v tendenci reagovat strachem či odporem jsou jedno- či více-dimenzionální psychologické dotazníky, ve kterých jedinec posuzuje řadu tvrzení na číselné Likertově škále (Likert, 1932). Obecně rozšířeným psychometrickým nástrojem pro měření strachu z celé řady objektů či situací je Fear Survey Schedule II (Geer, 1965). Dále existují dotazníky zaměřené na specifický strach z konkrétních zvířat, nejčastěji např. hadů (Snake Questionnaire, SNAQ: Klorman, Weerts, Hastings, Melamed & Lang, 1974) či pavouků (Spider Fear Questionnaire, SPQ: Klorman et al., 1974). V jedné naší studii jsme standardně převedli SNAQ do českého jazyka a vytvořili pro něj české normy. Z našich dat sesbíraných od více než 450 respondentů např. vyplývá, že klinicky zvýšený strach z hadů na hranici fobie vykazují 2-3 % populace. Dále jsme potvrdili předchozí zjištění, že ženy mají v průměru vyšší strach z hadů než muži, stejně tak ale i lidé s nebiologickým vzděláním skórují signifikantně výše než biologové (Polák, Sedláčková, Nácar, Landová & Frynta, 2016). Je zajímavé, že porovnatelné výsledky, co se týče dosaženého průměrného skóre a celkového rozložení dat, odpovídají závěrům podobných studií z USA, kde žije neporovnatelně více druhů hadů, včetně těch smrtelně jedovatých. Zdá se tedy, že specifický strach z hadů je nezávislý na prostředí, ve kterém člověk vyrůstá a není tak příliš ovlivněn zkušeností (viz také Doctor, Kahn & Adamec, 2010; Landová et al., 2018b).



V současnosti nejrozšířenějším nástrojem pro měření individuálních tendencí reagovat odporem na různé objekty či situace je dotazník Disgust Scale – Revised (DS-R; Haidt, McCauley & Rozin, 1994; modifikován kolektivem autorů Olatunji et al., 2007). Koncepčně vychází DS-R z tří-faktorového modelu, který rozlišuje mezi základním (prapůvodním) odporem z možných vektorů nemocí, odporem z věcí připomínajících animální původ člověka a strachem z kontaminace. I tento dotazník, který se často využívá při výzkumech vztahu člověka ke zvířatům, jsme převedli do českého jazyka a standardizovali ho na české populaci. Stejně jako u strachu, i zde platí, že ženy a lidé s jiným než biologickým vzděláním mají obecně větší sklon k prožívání odporu, v dotazníku skórují signifikantně výše než muži, respektive biologové (Polák, Landová & Frynta, 2018).

Strach a odpor jsou tedy dvě různé emoce s rozdílnou biologickou funkcí a rozlišitelné fyziologicky (Comtesse & Stemmler, 2017) i na neurální úrovni (Schienle, 2009). Která zvířata však vyvolávají strach a která odpor? A jsou tyto emoce vzájemně se vylučující? Hadi jsou ve většině případů považováni za zvířata vyvolávající strach a poměrně málo prací se zabývalo tím, zda mohou vzbuzovat i odpor. Pavouci jsou v tomto ohledu studováni mnohem více. Co se týče výsledků dotazníků (subjektivních výpovědí), respondenti většinou uvádějí, že v nich pavouci vzbuzují ve srovnatelné míře strach i odpor (Olatunji et al., 2009; Olatunji, Huijding, de Jong & Smits, 2011; Polák et al., *subm*; Thorpe & Salkovskis, 1998). Lorenz se svým kolektivem (Lorenz, Libarkin & Ording, 2014) se navíc do větší hloubky podívali, který typ odporu pavouci vzbuzují, a (opět na základě dotazníků) zjistili, že odpovídá odporu z patogenů. Otázkou je, do jaké míry jsou respondenti při zodpovídání dotazníků schopni mezi sebou rozlišit odpor a strach a jestli správně chápou jejich význam. Odpor lze někdy chápat i jako „strach z kontaminace“, a v případě dotazníků je proto lepší pokládat spíše nepřímé otázky, které s danými emocemi souvisí, než se na konkrétní emoci ptát přímo (Olatunji, 2006; Sawchuk, Lohr, Westendorf, Meunier & Tolin, 2002). V takovém případě se ukazuje, že respondenti v případě pavouků opravdu pociťují jak „strach z pokousání“ (fyzické újmy na zdraví), tak „strach z kontaminace“ (Tolin, Lohr, Sawchuk & Lee, 1997). Navíc jsou lidé s vysokým strachem z pavouků méně ochotni sníst sušenku nebo oblíbené jídlo, kterého se předtím dotkl pavouk (de Jong & Muris, 2002; Woody, McLean & Klassen, 2005), což svědčí o tom, že minimálně z části se odpor na „strachu z pavouků“ určitě podílí.

Míra pociťovaného strachu a odporu tedy někdy může korelovat (zejména u pavouků, Polák et al., *subm*), rozhodně to však není pravidlem a tyto dvě emoce mohou fungovat i zcela nezávisle na sobě (Landová, Marešová, Šimková, Cikánová & Frynta, 2012). Zajímavé je také podívat se, jak se k těmto emocím váže „krása“. V mnoha pracích, kde jsme dobrovolníky nechali seřadit obrázky zvířat jednak podle „subjektivně vnímané krásy“ a jednak podle pociťovaného odporu, se mezi nimi projevila velmi úzká negativní korelace (Janovcová, 2015; Pelěšková, 2016; Frynta, Pelěšková, Rádlová, Janovcová & Landová, *subm*). Takže se zdá, že alespoň u některých skupin zvířat by odpor a „vnímaná krása“ mohly být dvě opačné škály jedné jediné osy. V případě srovnání strachu a „krásy“ je situace podobně jako u vztahu strachu s odporem poněkud složitější. Přestože pozitivní korelace byla v některých případech statisticky průkazná (hadi; Janovcová, 2015), zdaleka to však není pravidlem. Spíše se ukazuje, že některé znaky se mohou podílet na hodnocení strachu i „krásy“ zároveň. Tak je tomu například u korálovek rodu *Lampropeltis*, kde hraje roli kontrastní aposematické zbarvení (Landová et al., 2012), či u některých savců (Landová et al. 2018a), kde je důležitým faktorem tělesná velikost (Pelěšková, 2016). Přestože zmíněné znaky nebyly ani v jednom případě jediným faktorem určujícím hodnocení, zvířata vzbuzující strach mohou být zároveň vnímána jako krásná.



**Obr. 1:** Korálovka *Lampropeltis triangulum colubrinae*, jejíž aposematické zbarvení vzbuzuje strach a které je současně vnímáno jako krásné (podle Landové et al., 2012; standardizovaná fotografie, autor původní fotografie Olga Šimková, publikováno s osobním svolením autorky).

### **Když se negativní emoce vymknou kontrole: fobie**

V předchozí kapitole jsme si ukázali podstatu rozdílu mezi strachem a odporem, a také že tyto emoce nemusí rozhodně být pociťovány u konkrétních stimulů výlučně. Nyní si ukažme, co se stane, když se tyto negativní emoce vymknou kontrole. Ačkoliv se jedná o zcela přirozené reakce v adekvátních situacích ohrožení, mají strach i odpor díky své dynamice potenciál ochromit fungování jedince (LeBeau et al., 2010). Proto vznikla během evoluce organismů celá řada regulačních mechanismů, které mají za úkol pomocí řady zpětnovazebných systémů utlumit tyto negativní emoce v případě, kdy potenciální hrozba odezní nebo je vyhodnocena jako bezpředmětná (Landová et al., 2016). Na neurální úrovni se jedná o nejrůznější korové oblasti, především prefrontální, okcipitální a cingulární mozkovou kůru, které jsou řadou inhibičních drah propojeny s dalšími oblastmi mozku, včetně amygdaly a insuly (Ward, 2012). Po kognitivním vyhodnocení stimulu působícího strach či odpor tak díky působení těchto regulačních drah dochází ke zmírnění fyziologického nabuzení organismu a celkovému zklidnění. Zároveň je zkušenost s daným podnětem uložena do paměti, což napomáhá rychlejší a adekvátnější odpovědi, pokud se s ním jedinec znovu setká někdy v budoucnu.

Celý tento zpětnovazebný systém je natolik komplexní, že jeho rovnováha je náchylná k narušení. Vlivem dosud málo známých psychopatologických procesů, které jsou pravděpodobně podmíněné geneticky i situačně, tak mohou kdykoliv během života jedince tyto inhibiční mechanismy selhat, což se ve svém důsledku projeví desintegrací jeho duševní rovnováhy. Deregulovaný, tedy velmi intenzivní a přitom neadekvátní, iracionální strach



z určité osoby, objektu, situace, pocitu či myšlenky, který není sdílen většinou populace, a je proto mimo jakékoli proporce ke skutečnému nebezpečí, se označuje jako fobie (Doctor et al., 2010). Při setkání s obávaným podnětem pacienti s fobií často popisují paralyzující hrůzu, neschopnost jakéhokoliv pohybu, bolesti hlavy, nevolnost apod. Kromě zahlcujícího psychického prožitku, kterým je fobická reakce typická, je doprovázena i velmi silnou fyziologickou odpovědí organismu, jako je zvýšený srdeční tep, vysoký krevní tlak, zrychlené dýchání, pocení, svalové napětí či třes. Fobie má tak zcela zásadní negativní dopad nejen na duševní pohodu postižených lidí, ale významně omezuje i jejich běžné, každodenní fungování.

Mezi strachem a fobií existuje několik zásadních rozdílů, kterých si všiml a poprvé je ve své hypotéze o biologické předpřipravenosti shrnuje Seligman (1971). Za prvé, strach je reakcí na reálně existující nebezpečí, a je tedy naprosto přirozený, zatímco jedinec prožívající fobii si nedokáže svou reakci racionálně vysvětlit. Ačkoliv rozumí neadekvátnosti svého prožívání, nemá nad ním žádnou volní kontrolu. Fobie na některé objekty, především ty evolučně relevantní, jsou tak vysoce rezistentní, v podstatě neovlivnitelné podmiňováním a mohou být navozené velmi rychle, často během jedné expozice či dokonce bez jakékoli negativní osobní zkušenosti (např. v případě hadů či pavouků). Za druhé, zatímco strach aktivuje organismus a připravuje ho na rychlou reakci, panický fobický záchvat je pro organismus spíše paralyzující. Strach je také specificky vázaný na konkrétní objekt či situaci, zatímco fobie má tendenci generalizovat, a vztahuje se tak i na podobné podněty. Od strachu se fobie navíc liší nejen intenzitou, ale i časovým průběhem a chronicitou. Kvůli nedostatečným regulačním mechanismům prožívají lidé s fobií akutní úzkostnou odpověď mnohem déle než v případě přirozeného strachu, který většinou rychle odezní, a podobná reakce se může vyskytnout v průběhu celého jejich života.

Existuje celá řada podnětů, které byly u předků člověka fixované jako nebezpečné, a mohou tak nastartovat fobickou reakci bez ohledu na svou současnou faktickou nebezpečnost. Téměř nekonečnému seznamu fobických stimulů však dominuje jediná kategorie podnětů, a tou jsou právě zvířata. Zoofobie je vůbec nejčastější a nejurputnější specifickou fobií s průměrnou prevalencí v obecné populaci 3,3 - 5,7 % (LeBeau et al., 2010), což představuje zhruba polovinu všech specifických fobií. Panické hrůze vyvolané zvířaty pak dominují především dvě skupiny živočichů, hadi a pavouci. Předpokládá se, že patologický strach z hadů (ofidiofobie) připadá na celou polovinu všech zvířecích fobií s prevalencí 2 - 3 %, což odpovídá i našim závěrům (Polák et al., 2016). Pravděpodobně ještě vyšší prevalenci má v běžné populaci arachnofobie, tedy extrémní strach z pavouků, přičemž v rozšíření zoofobií obecně existují značné mezipohlavní rozdíly (Fredrikson, Annas, Fischer & Wik, 1996).

Kromě hadů a pavouků je několik dalších typů zvířat, které v člověku vyvolávají fobickou reakci častěji než jiné – např. myši, tuři, netopýři, žáby, vosy, červi nebo vši (Doctor et al., 2010). Proč právě tyto podněty? Čím jsou specifické a čím se naopak liší podněty, na které člověk emocionálně reaguje?

### **Zvířata představující prioritizované stimuly**

Nebezpečí bylo potřeba umět velmi rychle detekovat, protože i malé zpoždění mohlo pro naše předky představovat rozdíl mezi životem a smrtí. Proto se vyvinul velmi komplexní neurální systém pro rozeznání stimulů, které byly pro naše přežití důležitější, a dodnes tyto tzv. „prioritizované stimuly“ přitahují přednostně naši pozornost a dovedeme je detekovat ve zlomcích sekundy (Öhman & Mineka, 2001; Compton, 2003). Jejich zpracování probíhá



v mozku mnohem dříve, než se nám informace o jejich přítomnosti dostane do vědomí (Öhman & Soares, 1994; Williams, Morris, McGlone, Abbott, & Mattingley, 2004), a zrovna tak na zhodnocené nebezpečí dovedeme urychleně reflexně reagovat. Které stimuly ale patří mezi ty prioritizované? A podle kterých znaků je rozeznáváme? Máme vrozenou představu konkrétních znaků, na které reagujeme rychleji, a/nebo pouze vrozený mechanismus, který je modifikován učním?

Mnoho prací se shoduje na tom, že nebezpečná zvířata (tzv. „predatory animals“, Yorzinski, Penkunas, Platt & Coss, 2014) představují prioritizované stimuly, a nejčastěji jsou v tomto ohledu studováni právě hadi. Hadi jsou rychleji detekováni mezi ostatními stimuly (LoBue & DeLoache, 2011), fungují jako silné distraktory pro jinak neprioritizované stimuly (Soares, Esteves & Flykt, 2009) a EEG studie ukazují, že jsou v mozku zpracovávány přednostně ve srovnání s jinými stimuly, jako jsou pavouci nebo ptáci (Van Strien, Eijlers, Franken & Huijding, 2014). Na druhou stranu, jiné studie ukazují, že rychlejší reakce je na zvířecí stimuly obecně, pokud jsou vyhledávány mezi nepohyblivými stimuly, jako jsou květiny a houby (Lipp, Derakshan, Waters & Logies, 2004; ale viz LoBue, 2010a), popř. na zvířata, která jsou považována za krásná (Tipples, Young, Quinlan, Broks & Ellis, 2002). Obecně se zdá, že tento efekt není binární, ale spíše kontinuální, a jestli je jeden stimulus upřednostňován před jiným záleží na kontextu (Van Strien, Christiaans, Franken & Huijding, 2016; Van Strien, Franken & Huijding, 2014). Např. hadi jsou rychleji zpracovávány než jiní plazi, a ti rychleji než ptáci (Van Strien & Isbell, 2017). Novodobé nebezpečné stimuly, jako jsou nože a zbraně, bývají také často detekovány přednostně, a to na stejné úrovni, jako hadi, někdy i rychleji (Blanchette, 2006; Fox et al., 2007). Nejvyššího efektu lze pak dosáhnout, pokud je had v útočné pozici vůči respondentovi (Landová et al., 2018b) či zbraň namířená přímo na repondenta (Carlson, Fee & Reinke, 2009). Z toho vyplývá, že i naučené stimuly mohou být předmětem prioritizované detekce (LoBue, 2010b).

Jaké vlastnosti ale musí mít stimulus, abychom na něj přednostně reagovali? Estetika se již dlouhou dobu zabývá fenoménem ostrých a oblých hran (Gómez-Puerto, Munar & Nadal, 2016). Předměty s oblými hranami bývají často preferované (Silvia & Barona, 2009). Wolfe, Yee & Friedman-Hill (1992) se domnívají, že oblý tvar je jedním ze základních vodítek při vizuálním vyhledávání, neboť předměty s oblými hranami jsou i rychleji detekovány mezi ostatními předměty s ostrými tvary. Na druhou stranu, obrazy s ostrými hranami jsou rychleji rozeznávány, pokud se promítají zamaskované pod nebo na hranici rozeznatelnosti (Guthrie & Wiener, 1966). Je možné, že je to kvůli tomu, že ostré hrany evokují nebezpečí (Bar & Neta, 2006) a jsou celkově vnímány negativně (Üher, 1991), což se projevuje i na neurální úrovni vyšší aktivací amygdaly při sledování ostrých předmětů (Bar & Neta, 2007). Vrátime-li se do světa zvířat, respondenti jsou schopni rychleji detekovat nejen hady, kteří mají sami o sobě zaoblený tvar, ale také zatočené dráty (LoBue & DeLoache, 2011). Je tedy otázkou, jestli je rychlejší detekce těchto zvířat způsobena skutečně tím, že jsou to zvířata nebezpečná a vyvolávající strach, nebo jestli je to díky nějakému obecnějšímu principu rychlé detekce určitých struktur, mezi něž patří oblost hran. Souchet & Aubret (2016) se domnívají, že nebezpeční a jedovatí hadi naopak využívají toho, že ostré hrany jsou považované za nebezpečné, a přizpůsobili tomu svůj tvar – např. zmijovití hadi mají trojúhelníkovitý tvar hlavy, ostré viditelné šupiny a někdy využívají i kontrastní „cik-cak“ vzorování, jež je samo o sobě také vnímáno negativně a v mnoha kulturách používáno v agresivním či defensivním kontextu (Uher, 1991). Kontrastní textura šupin zmijí nebo korálovců může navíc využívat toho, že jsou lidé schopni zpracovávat rychleji výraznější světelný kontrast (Näsänen, Ojanpää



& Kojo, 2001). Textura hadích šupin je sama o sobě pro detekci velmi důležitá. Lidský mozek reaguje rychleji na obrázky detailu hadí kůže než na podobně zbarvený, ale jinak texturovaný detail ptačího peří (Van Strien & Isbell, 2017). Schopnost rozeznat hada (nebezpečí) jen z úseku textury hadí kůže byla pozorována i u kočkodanů červenozelených (Isbell & Etting, 2017) a malpy kapucínské, které jsou na základě vzoru schopné rozeznat, jedná-li se o hada nebezpečného, či neškodného (Meno, Coss & Perry, 2013). Barva naopak příliš důležitá není, protože detekce hadů je velmi efektivní i v černobílém provedení (LoBue & DeLoache, 2011; u dětí nicméně barva k rozeznání pomáhá, viz Hayakawa, Kawai & Masataka, 2011).

Van Le et al. (2013) ve svém experimentu promítali makakům červenolicím obrázky hadů, obličejů makaků, rukou a jednoduchých geometrických tvarů. Ukázalo se, že neurony v mediálním a dorsolaterálním pulvinaru selektivně aktivují při zobrazování hadích stimulů, což autoři považují za neurobiologický důkaz toho, že v minulosti existovala selekce na rychlou detekci hadů. Pokud byl v minulosti selekční tlak ze strany hadů tak výrazný, že zformoval lidské smysly a schopnost detekovat nebezpečí (Isbell, 2006), je možné, že rychlejší detekce některých obecných vlastností, jako je např. oblast tvarů, vznikla právě na základě naší dlouhodobé koevoluce s těmito nebezpečnými zvířaty.

### Děsivé a odporné znaky

I pokud je zvíře vyobrazené jen na obrázku a nepředstavuje tedy reálnou hrozbu, dovedou respondenti určit, který druh v nich vyvolává větší či menší emoci strachu (hodnocení podle strachu bylo shodné jak u živých zvířat, tak u jejich fotografií; Landová et. al., 2012) a/nebo odporu (Polák et al., subm.). Pak se můžeme ptát, které konkrétní znaky mohou za to, že lidé danou emoci pociťují. Matthews, Naran & Kirkby (2015) manipulovali obrázky pavouků tak, aby vytvořili „superstimuly“ – pavouky, ze kterých půjde větší strach než z realisticky zobrazených druhů. Následně nechali všechny pavouky (včetně nemanipulovaných) zhodnotit podle míry strachu, který v člověku vzbuzují. Nakonec vybrali dvojice, u kterých manipulovaná verze vyšla jako ta děsivější, a s danými dvojicemi dále pracovali. Podle míry vyvolaného strachu bylo pořadí manipulovaných stimulů následující (sestupně): 1) deset extra pavouků, 2) klepítka s kapkou krve, 3) dvě extra hlavy, 4) jeden extra pavouk, 5) šest extra nohou a 6) tři extra pavouci. Praktičtější metodou je nechat zhodnotit skutečné druhy zvířat a následně pomocí analýzy zjistit, které znaky lidem přijdou jako ty nejděsivější nebo nejodpornější. Tuto metodu jsme využili v mnoha pracích zabývajících se emocemi vyvolanými zvířaty, a to zejména u hadů (Landová et. al., 2012; Landová et. al., 2018b), ale i u jiných skupin zvířat, jako jsou obojživelníci (Pelěšková 2016; Frynta et al., subm.), ptáci (Lišková & Frynta, 2013) nebo savci (Landová et. al., 2018a). V práci Landová et al. (2012) jsme zjistili, že na hodnocení strachu z korálovek mají vliv především velikost hada a přítomnost černé barvy: velcí černí hadi vyšli jako nejděsivější. Korálovky jsou sytě pestrobarevné a kontrastní hadi snažící se napodobit smrtelně jedovaté aposematické korálovce, a analýza toho, jak moc děsivé tyto vzory na člověka působí, je proto extrémně zajímavá. Mímezi korálovek lze považovat za zdařilou, neboť se ukázalo, že člověk ve skutečnosti nedovede tyto dvě skupiny hadů od sebe rozlišit a strach v něm obě skupiny vyvolávají ve stejné míře (Landová et al., 2016). Podobně jako u krásy, i zde hrají roli hlavně znaky, jako jsou černá a červená barva a celková složitost vzoru (Průšová, 2013). V případě, že lidé nehodnotí obrázky hadů, ale jen redukované tvary – tyčinky nebo kolečka se vzorováním, které odpovídá skutečným hadům, znaky považované za děsivé se nemění, jen k nim přibývají i



žlutooranžová barva, sytost barev a celková světelnost. U jiného souboru hadů z oblasti Evropy, severní Afriky a Středního východu vnímání strachu nejvíce ovlivňuje šířka hlavy, očí a ocasu a bílá barva. Jako nejnebezpečnější jsou vnímáni hadi se zmiřovitým tvarem těla (trojúhelníkovitá hlava, odlišený krk a zavalitější tělo), naopak delší tělo a růžová barva jsou znaky, které člověk nepovažuje za nebezpečné (Landová et al., 2018b).

Hadi a pavouci jsou nejčastějším předmětem zoofobií, nicméně i jiná zvířata mohou v člověku vzbuzovat negativní emoce. Hodně častý je například odpor z obojživelníků jako jsou žáby, zejména ropuchy (Doctor et al., 2010; Ipser, Singh & Stein, 2013). Při detailnějším prozkoumání obojživelníků ze všech čeledí nebo podčeledí z celé taxonomické škály této skupiny můžeme vidět, že jako nejodpornější se respondentům jeví skupina červorů (Peléšková, 2016). Žáby jako takové jsou hodnoceny jako nejméně odporné, nicméně v rámci celé skupiny žab se najdou i odporné druhy, jako jsou *Nasikabatrachus sahyadrensis*, paropucha křížová (*Notaden bennettii*) a drápatka vodní (*Xenopus laevis*). Celkový tělesný tvar je tedy nejvýznamnějším faktorem, který přispívá k pocíťovanému odporu, částečně přispívá ale také černá barva s bílým odleskem, která činí zvíře „slizkým“. Dále respondentům přijdou odporní hnědí obojživelníci a celkově zvířata s nízkou sytostí barev. Následně jsme se podívali, které znaky jsou považované za odporné v rámci jednoho tělesného plánu, a podrobněji jsme zanalyzovali skupinu žáby. I v rámci této tvarově relativně uniformní skupiny vyšel tvar jakožto nejdůležitější faktor, zejména délka končetin, těla a velikost očí: odporné se zdají být žáby s krátkými končetinami, zavalitým tělem a malými očima. Velmi negativně také působí přítomnost bradavic a mírně přispívají také růžová a šedá barva. Zelená barva naopak lidem přijde krásná, a tedy nikoliv odporná (Peléšková, 2016; Frynta et al., subm.).

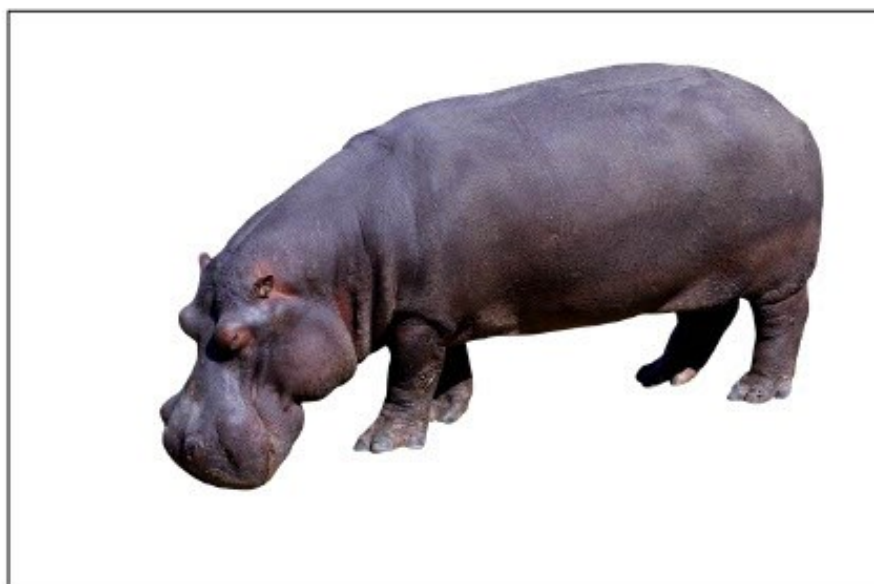


**Obr. 2:** *Nasikabatrachus sahyadrensis*, druh vnímáný jako nejvíce odporný v rámci žab a jako druhý nejodpornější v rámci všech obojživelníků (podle Peléškové, 2016; standardizovaná fotografie; autor originální fotografie Karthick Bala, publikováno pod licencí CC BY-SA 3.0 umožňující využití v této práci).

Savci a ptáci jsou obecně oblíbené skupiny (Seddon, Soorae & Launay, 2005), přesto i v nich lze nalézt druhy, či dokonce celé skupiny druhů, které mohou člověku připadat odporné a nebezpečné (Peléšková, 2016). Ze savců jsou hodnocené jako nejodpornější čeledi rypošovití (Bathyergidae, zejména rypoš lysý), vakokrtoviti (Notoryctidae) a krtkoviti (Talpidae), tedy skupiny zahrnující podzemní zavalité druhy s redukovanými očima. Nejobávanějšími savci,

kterí naopak v respondentech vyvolávají strach, jsou nosorožec, hroch a mrož, přičemž tuto volbu lze vysvětlit tělesnou velikostí hodnocených zvířat.

V případě ptáků se druhy považované za odporné a nebezpečné částečně překrývají. V obou případech lze volbu vysvětlit hlavně tělesnou velikostí. Vliv má také relativní velikost zobáku a tmavé barvy s nízkou sytostí. Mezi nejodpornější druhy ptáků patří kondor menší (*Cathartes burrovianus*), perlička černá (*Agelastes niger*) a kasuár přílbový (*Casuarius casuarius*), mezi nejobávanější pštros dvouprstý (*Struthio camelus*), člunozobec africký (*Balaeniceps rex*) a již zmiňovaný kondor menší. Často jsou to tedy druhy s malou hlavou ve srovnání s tělem, které mají zároveň lysé části nebo kožovité výběžky (Pelěšková, 2016).



**Obr. 3:** Hroši (čeleď Hippopotamidae) byli hodnoceni jako druzí nejobávanější savci v diplomové práci Pelěškové (2016; standardizovaná fotografie; autor původní fotografie Ross Robinson, publikováno pod licencí CC0 umožňující využití v této práci).

### Závěr

Zvířata v člověku vyvolávají nejen pozitivní, ale také negativní emoce významné z hlediska přežití, především strach a odpor. Během dlouhé evoluční historie, ve které pro nás zvířata představovala smrtelně nebezpečné predátory, konkurenty i cenné zdroje, jsme se naučili na ně přednostně reagovat a naše smysly i neurální procesy se díky nim zformovaly do dnešní podoby. A přesto že se náš přístup ke zvířatům v dnešní moderní době liší, stále pro nás představují podstatné stimuly a významnou součást našeho každodenního života, a je velmi důležité chápat náš pohled na ně i emoce, které v nás zvířata vyvolávají.

Tento článek shrnuje výsledky našich dosavadních prací, které se zabývaly konkrétními morfologickými a barevnými vlastnostmi zvířat a jejich působením na vnímání zvířat člověkem z hlediska vzbuzovaného strachu a odporu. Podobně jako v případě krásy se ukazuje, že také



na hodnocení zvířat z hlediska negativních emocí má vliv především celkový tvar těla a obecné barevné atributy jako sytost či jas. Konkrétní barvy mají spíše vedlejší roli a jejich působení se u různých skupin liší. Jak již bylo detailněji rozebráno v článku Rádlová et al. (2018), znalosti toho, které vlastnosti zvířat působí na člověka pozitivně a které negativně, mohou být využity také v dalších oblastech, jako je umění či reklama a v neposlední řadě také ochrana přírody, neboť se ukazuje, že „ošklivým“ zvířatům věnujeme pozornost mnohem méně ochotně.

Studium negativních emocí vyvolaných zvířaty může mít zásadní opodstatnění také v oblasti psychologie. Pochopíme-li, které konkrétní emoce se účastní fobií z daných zvířat, a kam až člověk dokáže zobecnit vlastnosti, které považuje za nebezpečné či odporné, můžeme vyvinout nebo zefektivnit stávající terapie na míru jednotlivým fobickým pacientům. Zároveň můžeme lépe pochopit, proč některá zvířata vyvolávají fobii snáze než jiná, a to přesto, že nejsou skutečně nebezpečná, např. švábi.

### Poděkování

Tato práce je výsledkem badatelské činnosti podporované projektem LO1611 za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I (osobní náklady).

### Literatura

- Altman, M. N., Khislavsky, A. L., Coverdale, M. E., & Gilger, J. W. (2016). Adaptive attention: how preference for animacy impacts change detection. *Evolution and Human Behavior*, 37(4), 303-314. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2016.01.006>
- Bar, M., & Neta, M. (2006). Humans prefer curved visual objects. *Psychological Science*, 17(8), 645-648. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01759.x>
- Bar, M., & Neta, M. (2007). Visual elements of subjective preference modulate amygdala activation. *Neuropsychologia*, 45(10), 2191-2200. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.008>
- Barkow, J. H., Cosmides, L. & Tooby, J. 1992. *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture* (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Barrett, L. F., Lewis, M., & Haviland-Jones, J. M. (Eds.). (2016). *Handbook of Emotions*. Guilford Publications.
- Blanchette, I. (2006). Snakes, spiders, guns, and syringes: How specific are evolutionary constraints on the detection of threatening stimuli? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(8), 1484-1504. <https://doi.org/10.1080/02724980543000204>
- Carlson, J. M., Fee, A. L., & Reinke, K. S. (2009). Backward masked snakes and guns modulate spatial attention. *Evolutionary Psychology*, 7(4), <https://doi.org/10.1177/147470490900700404>
- Calvillo, D. P., & Hawkins, W. C. (2016). Animate objects are detected more frequently than inanimate objects in inattention blindness tasks independently of threat. *The Journal of General Psychology*, 143(2), 101-115. <https://doi.org/10.1080/00221309.2016.1163249>
- Compton, R. J. (2003). The interface between emotion and attention: A review of evidence from psychology and neuroscience. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 2(2), 115-129. <https://doi.org/10.1177/1534582303002002003>
- Comtesse, H., & Stemmler, G. (2017). Fear and disgust in women: Differentiation of cardiovascular regulation patterns. *Biological Psychology*, 123, 166-176. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.12.002>



- Curtis, V. (2011). Why disgust matters. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366(1583), 3478-3490. Dostupné na:  
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2011.0165>
- Davey, G. C. (1994). Self-reported fears to common indigenous animals in an adult UK population: the role of disgust sensitivity. *British Journal of Psychology*, 85(4), 541-554.  
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1994.tb02540.x>
- Davey, G. C. (2011). Disgust: the disease-avoidance emotion and its dysfunctions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366(1583), 3453-3465. Dostupné na <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2011.0039>
- Doctor, R. M., Kahn, A. P., & Adamec, C. (2010). *The encyclopedia of Phobias, Fears, and Anxieties*. Infobase Publishing.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition & emotion*, 6(3-4), 169-200. Dostupné na <http://www.paulekman.com/wp-content/uploads/2013/07/An-Argument-For-Basic-Emotions.pdf>
- Fox, E., Griggs, L., & Mouchlianitis, E. (2007). The detection of fear-relevant stimuli: Are guns noticed as quickly as snakes? *Emotion*, 7(4), 691. <http://dx.doi.org/10.1037/1528-3542.7.4.691>
- Fredrikson, M., Annas, P., Fischer, H., & Wik, G. (1996). Gender and age differences in the prevalence of specific fears and phobias. *Behaviour Research and Therapy*, 34(1), 33-39.  
[https://doi.org/10.1016/0005-7967\(95\)00048-3](https://doi.org/10.1016/0005-7967(95)00048-3)
- Frynta, D., Landová, E., & Lišková, S. (2014). Animal Beauty, Cross-Cultural Perceptions. In A. C. Michalos (Ed.), *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Frynta, D., Peléšková, Š., Rádlová, S., Janovcová, M. & Landová, E.: Human evaluation of amphibian species: a comparison of disgust and beauty. Manuscript submitted for publication.
- Geer, J. H. (1965). The development of a scale to measure fear. *Behaviour Research and Therapy*, 3(1), 45-53. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(65\)90040-9](https://doi.org/10.1016/0005-7967(65)90040-9)
- Gómez-Puerto, G., Munar, E., & Nadal, M. (2016). Preference for curvature: A historical and conceptual framework. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 712. Dostupné na <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00712/full>
- Guthrie, G., & Wiener, M. (1966). Subliminal perception or perception of partial cue with pictorial stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 3(6), 619-628.  
<http://dx.doi.org/10.1037/h0023197>
- Haidt, J., McCauley, C., & Rozin, P. (1994). Individual differences in sensitivity to disgust: A scale sampling seven domains of disgust elicitors. *Personality and Individual Differences*, 16(5), 701-713. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(94\)90212-7](https://doi.org/10.1016/0191-8869(94)90212-7)
- Hayakawa, S., Kawai, N., & Masataka, N. (2011). The influence of color on snake detection in visual search in human children. *Scientific Reports*, 1, 80. Dostupné na <https://www.nature.com/articles/srep00080>
- Ipsier, J.C., Singh, L., & Stein, D.J. (2013). Meta-analysis of functional brain imaging in specific phobia. *Psychiatry and Clinical Neurosciences* 67(5): 311-322. <https://doi.org/10.1111/pcn.12055>
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of Human Evolution*, 51(1), 1-35. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.12.012>
- Isbell, L. A., & Etting, S. F. (2017). Scales drive detection, attention, and memory of snakes in wild vervet monkeys (*Chlorocebus pygerythrus*). *Primates*, 58(1), 121-129.  
<https://doi.org/10.1007/s10329-016-0562-y>

- Janovcová, M. (2017). *Faktory ovlivňující velikost zoo populací u ještěřů, hadů, želv a krokodýlů: efekt stupně ohrožení, velikosti a atraktivity pro člověka*. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova.
- de Jong, P. J., & Muris, P. (2002). Spider phobia: Interaction of disgust and perceived likelihood of involuntary physical contact. *Journal of Anxiety Disorders, 16*(1), 51-65.  
[https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(01\)00089-5](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(01)00089-5)
- Klorman, R., Weerts, T. C., Hastings, J. E., Melamed, B. G., & Lang, P. J. (1974). Psychometric description of some specific-fear questionnaires. *Behavior Therapy, 5*(3), 401-409.  
[https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(74\)80008-0](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(74)80008-0)
- Landová, E., Bakhshaliyeva, N., Janovcová, M., Peléšková, Š., Suleymanova, M., Polák, J., Guliev, A., & Frynta, D. (2018b). Association between fear and beauty evaluation of snakes: Cross-cultural findings. *Frontiers in Psychology, 9*, 333. Dostupné na  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00333/full>
- Landová, E., Marešová, J., Šimková, O., Cikánová, V., & Frynta, D. (2012). Human responses to live snakes and their photographs: evaluation of beauty and fear of the king snakes. *Journal of Environmental Psychology, 32*(1), 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.10.005>
- Landová, E., Poláková, P., Rádlová, S., Janovcová, M., Bobek, M., & Frynta, D. (2018a). Beauty ranking of mammalian species kept in the Prague Zoo: does beauty of animals increase the respondents' willingness to protect them? *The Science of Nature, 105*(11-12), 69.  
<https://doi.org/10.1007/s00114-018-1596-3>
- Landová, E., Průšová, D., Nácar, D., Lišková, S., Marhounová, L., & Frynta, D. (2016). *Who sticks out: coral snakes vs. king snakes beauty vs. fear*. Poster session presented at the European Conference on Behavioural Biology. Vídeň, Rakousko. 12.07.2016 - 15.07.2016.
- Landová, E., Rádlová, S., Polák, J., & Frynta, D. (2016). Evoluční původ fobií ze zvířat. In J. Horáček, L. Kesner, C. Höschl, F. Španiel (Eds.), *Mozek a jeho člověk, mysl a její nemoc*, (pp. 237-247). Praha: Galén.
- LeBeau, R. T., Glenn, D., Liao, B., Wittchen, H. U., Beesdo-Baum, K., Ollendick, T., & Craske, M. G. (2010). Specific phobia: a review of DSM-IV specific phobia and preliminary recommendations for DSM-V. *Depression and Anxiety, 27*(2), 148-167.  
<https://doi.org/10.1002/da.20655>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology, 22* 140, 55.
- Lipp, O. V., Derakshan, N., Waters, A. M., & Logies, S. (2004). Snakes and cats in the flower bed: fast detection is not specific to pictures of fear-relevant animals. *Emotion, 4*(3), 233.  
<http://dx.doi.org/10.1037/1528-3542.4.3.233>
- Lišková, S., & Frynta, D. (2013). What determines bird beauty in human eyes? *Anthrozoös, 26*(1), 27-41. <https://doi.org/10.2752/175303713X13534238631399>
- LoBue, V. (2010a). And along came a spider: An attentional bias for the detection of spiders in young children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology, 107*(1), 59-66.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.04.005>
- LoBue, V. (2010b). What's so scary about needles and knives? Examining the role of experience in threat detection. *Cognition and Emotion, 24*(1), 180-187.  
<https://doi.org/10.1080/02699930802542308>
- LoBue, V., & DeLoache, J. S. (2008). Detecting the snake in the grass: Attention to fear-relevant stimuli by adults and young children. *Psychological Science, 19*(3), 284-289.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02081.x>



- LoBue, V., & DeLoache, J. S. (2011). What's so special about slithering serpents? Children and adults rapidly detect snakes based on their simple features. *Visual Cognition, 19*(1), 129-143. <https://doi.org/10.1080/13506285.2010.522216>
- Lorenz, A. R., Libarkin, J. C., & Ording, G. J. (2014). Disgust in response to some arthropods aligns with disgust provoked by pathogens. *Global Ecology and Conservation, 2*, 248-254. Dostupné na <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989414000481>
- Matthews, A., Naran, N., & Kirkby, K. C. (2015). Symbolic online exposure for spider fear: habituation of fear, disgust and physiological arousal and predictors of symptom improvement. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 47*, 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2014.12.003>
- Meno, W., Coss, R. G., & Perry, S. (2013). Development of snake-directed antipredator behavior by wild white-faced capuchin monkeys: I. Snake-species discrimination. *American Journal of Primatology, 75*(3), 281-291. <https://doi.org/10.1002/ajp.22106>
- Näsänen, R., Ojanpää, H., & Kojo, I. (2001). Effect of stimulus contrast on performance and eye movements in visual search. *Vision Research, 41*(14), 1817-1824. Dostupné na <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698901000566>
- New, J., Cosmides, L., & Tooby, J. (2007). Category-specific attention for animals reflects ancestral priorities, not expertise. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(42), 16598-16603. Dostupné na <https://www.pnas.org/content/pnas/104/42/16598.full.pdf>
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review, 108*(3), 483. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.108.3.483>
- Öhman, A., & Soares, J. J. (1994). "Unconscious anxiety": phobic responses to masked stimuli. *Journal of Abnormal Psychology, 103*(2), 231. <http://dx.doi.org/10.1037/0021-843X.103.2.231>
- Olatunji, B. O. (2006). Evaluative learning and emotional responding to fearful and disgusting stimuli in spider phobia. *Journal of Anxiety Disorders, 20*(7), 858-876. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2006.01.005>
- Olatunji, B. O., Huijding, J., de Jong, P. J., & Smits, J. A. (2011). The relative contributions of fear and disgust reductions to improvements in spider phobia following exposure-based treatment. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 42*(1), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2010.07.007>
- Olatunji, B. O., Williams, N. L., Tolin, D. F., Abramowitz, J. S., Sawchuk, C. N., Lohr, J. M., & Elwood, L. S. (2007). The Disgust Scale: item analysis, factor structure, and suggestions for refinement. *Psychological Assessment, 19*(3), 281. <http://dx.doi.org/10.1037/1040-3590.19.3.281>
- Olatunji, B. O., Wolitzky-Taylor, K. B., Ciesielski, B. G., Armstrong, T., Etzel, E. N., & David, B. (2009). Fear and disgust processing during repeated exposure to threat-relevant stimuli in spider phobia. *Behaviour Research and Therapy, 47*(8), 671-679. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2009.04.012>
- van Overveld, M., de Jong, P. J., Peters, M. L., & Schouten, E. (2011). The Disgust Scale-R: A valid and reliable index to investigate separate disgust domains? *Personality and Individual Differences, 51*, 325-330. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.03.023>
- Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford: Oxford University Press.
- Pelěšková, Š. (2016). *Pozitivní a negativní vztah ke zvířatům*. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova.
- Polák, J., Landová, E., & Frynta, D. (2018). Undisguised disgust: a psychometric evaluation of a disgust propensity measure. *Current Psychology, 1-10*. <https://doi.org/10.1007/s12144-018-9925-4>



- Polák, J., Rádlová, S., Janovcová, M., Flegr, J., Landová, E., Frynta, D. Scary and nasty beasts: a factor analysis and the role of fear and disgust in the perception of common phobic animals. Manuscript submitted for publication.
- Polák, J., Sedláčková, K., Nácar, D., Landová, E., & Frynta, D. (2016). Fear the serpent: A psychometric study of snake phobia. *Psychiatry Research, 242*, 163-168. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.05.024>
- Průšová, L. (2013). *Experimentální výzkum specifický strachu z hadů u lidí: korálovcovitý vzor*. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova
- Rádlová, S., Janovcová, M., Polák, J., Landová, E., & Frynta, D. (2018). Emoce vyvolané zvířaty I: krása a pozitivní emoce. *E-psychologie, 12*(3), 35-50. <https://doi.org/10.29364/epsy.324>
- Rosch, E. (1999). *Principles of categorization*. In E. Rosch, & B. B. Lloyd (eds.), *Concepts: core readings*. 27-48. Hillsdale: Lawrence Erlbaum. Dostupné na [http://tamaraberg.com/teaching/Fall\\_13/papers/Cognition&Categorization.pdf](http://tamaraberg.com/teaching/Fall_13/papers/Cognition&Categorization.pdf)
- Rozin, P., Haidt, J., & McCauley, C. (2016). Disgust. In L. F. Barrett, M. Lewis, & M. Haviland-Jones (Eds.) (2016). *Handbook of Emotions*. 815-834. New York, NY: The Guilford Press.
- Sawchuk, C. N., Lohr, J. M., Westendorf, D. H., Meunier, S. A., & Tolin, D. F. (2002). Emotional responding to fearful and disgusting stimuli in specific phobics. *Behaviour Research and Therapy, 40*(9), 1031-1046. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(01\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(01)00093-6)
- Shipman, P. (2010). The animal connection and human evolution. *Current Anthropology, 51*(4), 519-538. <https://doi.org/10.1086/653816>
- Schienle, A. (2009). The functional neuroanatomy of disgust. In B. O. Olatunji, & D. McKay, (Eds.), *Disgust and Its Disorders: Theory, Assessment, and Treatment Implications*. 145-165. Washington, DC: American Psychological Association.
- Seddon, P. J., Soorae, P. S., & Launay, F. (2005). Taxonomic bias in reintroduction projects. *Animal Conservation forum, 8*(1), 51-58. Dostupné na <https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1017/S1367943004001799>
- Seligman, M. E. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy, 2*(3), 307-320. [https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(71\)80064-3](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(71)80064-3)
- Silvia, P. J., & Barona, C. M. (2009). Do people prefer curved objects? Angularity, expertise, and aesthetic preference. *Empirical Studies of the Arts, 27*(1), 25-42. <https://doi.org/10.2190/EM.27.1.b>
- Soares, S. C., Esteves, F., & Flykt, A. (2009). Fear, but not fear-relevance, modulates reaction times in visual search with animal distractors. *Journal of Anxiety Disorders, 23*(1), 136-144. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2008.05.002>
- Souchet, J., & Aubret, F. (2016). Revisiting the fear of snakes in children: the role of aposematic signalling. *Scientific Reports, 6*(37619). Dostupné na <https://www.nature.com/articles/srep37619>
- Stark, R., Walter, B., Schienle, A., & Vaitl, D. (2005). Psychophysiological correlates of disgust and disgust sensitivity. *Journal of Psychophysiology, 19*, 50-60. <https://doi.org/10.1027/0269-8803.19.1.50>
- Thorpe, S. J., & Fabre-Thorpe, M. (2001). Seeking categories in the brain. *Science, 291*(5502), 260-263. <https://doi.org/10.1126/science.1058249>
- Thorpe, S. J., & Salkovskis, P. M. (1998). Studies on the role of disgust in the acquisition and maintenance of specific phobias. *Behaviour Research and Therapy, 36*(9), 877-893. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(98\)00066-7](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(98)00066-7)
- Tipples, J., Young, A. W., Quinlan, P., Broks, P., & Ellis, A. W. (2002). Searching for threat. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A, 55*(3), 1007-1026. Dostupné na <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1080/02724980143000659>



- Tolin, D. F., Lohr, J. M., Sawchuk, C. N., & Lee, T. C. (1997). Disgust and disgust sensitivity in blood-injection-injury and spider phobia. *Behaviour Research and Therapy*, 35(10), 949-953. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(97\)00048-X](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(97)00048-X)
- Uher, J. (1991). On zigzag desings: three levels of meaning. *Current Anthropology*, 32, 437-439. <https://doi.org/10.1086/203979>
- Van Le, Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., ... & Nishijo, H. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(47), 19000-19005. Dostupné na <https://www.pnas.org/content/pnas/110/47/19000.full.pdf>
- Van Strien, J. W., Christiaans, G., Franken, I. H., & Huijding, J. (2016). Curvilinear shapes and the snake detection hypothesis: an ERP study. *Psychophysiology*, 53(2), 252-257. <https://doi.org/10.1111/psyp.12564>
- Van Strien, J. W., Eijlers, R., Franken, I. H. A., & Huijding, J. (2014). Snake pictures draw more early attention than spider pictures in non-phobic women: evidence from event-related brain potentials. *Biological Psychology*, 96, 150-157. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.12.014>
- Van Strien, J. W., Franken, I. H., & Huijding, J. (2014). Testing the snake-detection hypothesis: larger early posterior negativity in humans to pictures of snakes than to pictures of other reptiles, spiders and slugs. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. Dostupné na <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2014.00691/full>
- Van Strien, J. W., & Isbell, L. A. (2017). Snake scales, partial exposure, and the Snake Detection Theory: A human event-related potentials study. *Scientific Reports*, 7. Dostupné na <https://www.nature.com/articles/srep46331>
- Ward, J. (2012). *The student's guide to social neuroscience*. Psychology Press.
- Williams, M. A., Morris, A. P., McGlone, F., Abbott, D. F., & Mattingley, J. B. (2004). Amygdala responses to fearful and happy facial expressions under conditions of binocular suppression. *Journal of Neuroscience*, 24(12), 2898-2904. Dostupné na <http://www.jneurosci.org/content/jneuro/24/12/2898.full.pdf>
- Wolfe, J. M., Yee, A., & Friedman-Hill, S. R. (1992). Curvature is a basic feature for visual search tasks. *Perception*, 21(4), 465-480. <https://doi.org/10.1068/p210465>
- Woody, S. R., McLean, C., & Klassen, T. (2005). Disgust as a motivator of avoidance of spiders. *Journal of Anxiety Disorders*, 19(4), 461-475. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2004.04.002>
- Yorzinski, J. L., Penkunas, M. J., Platt, M. L., & Coss, R. G. (2014). Dangerous animals capture and maintain attention in humans. *Evolutionary Psychology*, 12(3), 534-548. Dostupné na <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/147470491401200304>

### Údaje o autorech

**RNDr. Silvie Rádlová, Ph.D.** (roz. Lišková) pracuje v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech ve skupině zkoumající fobie vyvolané zvířaty. Je absolventkou Přírodovědecké fakulty UK a v minulosti pracovala pro Zoologickou zahradu v Praze. Zabývá se vizuálním vnímáním zvířat lidmi a grafickými pracemi při přípravě experimentálních stimulů.

**Adresa:** Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** Silvie.Radlova@nudz.cz

**Mgr. Šárka Peléšková** je studentkou doktorského studia oboru Zoologie na Přírodovědecké fakultě UK v Praze a již od bakalářského studia se věnuje lidským emocím vyvolaným zvířaty, především odporu. Současně pracuje v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech.

**Adresa:** Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Viničná 7, 128 43 Praha 2

**E-mail:** Sarka.Peleskova@nudz.cz

**Mgr. et Mgr. Jakub Polák, Ph.D.** pracuje v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech ve skupině zkoumající fobie vyvolané zvířaty. Je absolventem Přírodovědecké fakulty UK a současně absolventem oboru Psychologie na Filozofické fakultě UK.

**Adresa:** Národní ústav duševního zdraví, Topolová 748, 250 67 Klecany

**E-mail:** Jakub.Polak@nudz.cz

**RNDr. Eva Landová, Ph.D.** pracuje na katedře Zoologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze a současně v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech ve skupině zkoumající fobie vyvolané zvířaty.

**Adresa:** Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Viničná 7, 128 43 Praha 2

**E-mail:** Evalandova@seznam.cz

**doc. RNDr. Daniel Frynta, Ph.D.** pracuje na katedře Zoologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze a současně v Národním ústavu duševního zdraví v Klecanech, kde vede skupinu zkoumající fobie vyvolané zvířaty.

**Adresa:** Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Viničná 7, 128 43 Praha 2

**E-mail:** Frynta@centrum.cz

---

Rádlová, S., Peléšková, Š., Polák, J., Landová, Eva, & Frynta, D. (2018). Emoce vyvolané zvířaty II: Strach a odpor. *E-psychologie*, 12(4), 61-77. <https://doi.org/10.29364/epsy.332>

**Příloha 96.** Vobrubová B., Sedláčková K., Janovcová M., Rádlová S., Polák J., Peléšková Š., Frynta D., Landová E. (2021). Eye movement patterns in response to fear- and disgust-eliciting reptiles. *Evolution and Human Behavior*, under review.

### **Eye movement patterns in response to fear- and disgust-eliciting reptiles**

Peléšková Šárka<sup>1,2</sup>, Vobrubová Barbora<sup>1,2</sup>, Sedláčková Kristýna<sup>1,2</sup>, Janovcová Markéta<sup>1,2</sup>, Polák Jakub<sup>1,3</sup>, Marhounová Lucie<sup>2</sup>, Frynta Daniel<sup>1,2</sup>, Landová Eva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Mental Health, Topolová 748, Klecany, Czechia

<sup>2</sup> Department of Zoology, Faculty of Science, Charles University, Viničná 7, Prague, Czechia

<sup>3</sup> Department of Psychology, Faculty of Arts, Charles University, Celetná 20, Prague, Czechia

#### **Abstract**

Human relationship to snakes is specific and so is our reaction to them compared with other animals, even other reptiles. We decided to test this hypothesis using eyetracking while showing 24 images of reptiles (12 snakes and 12 non-snakes) to 61 respondents. The images were selected from a wider set as those eliciting the strongest emotional response, either fear, disgust, or joy (in a form of aesthetic preference), with reptiles eliciting no emotional response (neutral) serving as controls. The respondents were categorized according to their self-reported fear of snakes (Snake Questionnaire) and disgust propensity (Disgust Scale-Revised) into high-fear and high-disgust groups. We found that although the time spent by watching snakes and non-snakes was the same, the subjects' eyes were more fixed on snakes. This effect remained significant even after we controlled for presence or absence of visible legs. The emotion elicited by the stimulus also proved to be an important factor in eye movement patterns. While with fear-eliciting stimuli most of the attention was directed toward the animal's head, people focused on both the head and tail when watching disgust-eliciting stimuli. We explain this pattern by the worm-like body shape of disgust-eliciting reptiles (blind fossorial snakes, worm lizards) without an easily recognizable head. These results suggest that the head is the key part of the animal body for our attention that might play an important role in determining what emotion the animal will elicit. The inter-individual differences in disgust propensity were significant only for the total dwell time on the animal, where high-disgust respondents tended to avoid their gaze. Differences in fear of snakes caused differences in

the fixation count, but not the dwell time. High-fear participants had less fixations, but the same dwell time, meaning they watched the stimuli more intently. We also observed less fixations for the same dwell time in fear-eliciting stimuli, which suggests that fear in general focuses our attention, but does not lead to gaze avoidance in spontaneous eye movement.

## **Introduction**

Animals can attract our attention more than inanimate objects (New et al., 2007; Yang et al., 2012). This phenomenon can be explained from the evolutionary perspective. Threat detection of fear-relevant stimuli is associated with activation of the fear module (proposed by Seligman, 1971 and tested by Ohman et al., 2001; 2003). Humans and other hominids have evolved specific attention criteria, which enabled them to distinguish animals from other objects and to react preferentially to animal stimuli (Ohman, 2007). Specific predator recognition bears an evolutionary advantage, as it allows a fast behavioural response. These traits may be fixed genetically in some animals including primates (Smith, 1975; Weiss et al., 2015) and may also be enhanced by learning (Mineka et al., 1980; Cook et al., 1985; Cook et al., 1989). Reptiles, especially snakes, represented constant threat during primate evolution (Isbell, 2006; Landová et al., 2018). Attentional bias to snakes associated with emotional activation and control involves specific circuits in the brain of humans and other primates most likely due to a long co-evolutionary history of snakes and human ancestors (Isbell, 2006; Ohman et al., 2012; Van Le et al., 2013), which helps process better these specific stimuli and results in a quick and appropriate solution of the approach/avoidance task in front of snakes. Reptiles, and especially snakes, represent emotionally salient stimuli that evoke fear and disgust in humans (Janovcová et al., 2019; Rádlová et al., 2019). Both fear and disgust are considered to be basic emotions, with a universal distinctive facial expression and physiological response in humans and non-human primates (Ekman, 1992). From a biological perspective, the two emotions are similar as their purpose is to induce an adaptive reaction to life-threatening stimuli, increasing the chances of survival (Rádlová et al., 2020). However, fear allows quick decision-making in danger of a predation attempt, while disgust may help avoid disease-transmitting agents (e.g., some parasites or poisonous food; Curtis, 2011). Moreover, some species of reptiles are preferred on the basis of aesthetic criteria and are considered beautiful (Frynta et al., 2009, Frynta et al., 2011, Janovcová, 2015; Marešová et al., 2009; Frynta et al., 2010; Landová et al., 2012; Landová et al., 2018). Beauty and positive affect



may attract attention to animals in general (i.e. including the ones that are neither fear- nor disgust-relevant) in attentional visual detection tasks (Tipples et al., 2002; Lipp et al., 2004).

Taxonomically, Reptilia comprises two major clades: Testudines (tortoises and turtles) and Diapsida (various lizards, tuataras, snakes, crocodiles, and also birds). Diapsida further splits into Lepidosauria (comprising Squamata and Rhynchocephalia) and Archosauria (comprising Crocodylia and Aves). The precise position of Testudines within Diapsida is uncertain (Rieppel, 1996). They may be a sister group of either lepidosaurs (Lyson et al., 2011) or archosaurs (Chiari et al., 2012). In human perception, reptiles form a separate, clearly defined cognitive and ethnozoological category. For the purpose of this study, we follow Janovcová et al. (2019) and use reptiles in the traditional sense, therefore excluding birds, which present a separate category in research of human relationship to animals (Berlin, 2014). More precisely, we will further use the term “reptiles” as a paraphyletic group of Reptilia excluding birds and extinct species. However, humans do not perceive reptiles as a homologous group either and the most distinctive and separate category are snakes (Janovcová et al., 2019).

Janovcová et al. 2019 showed that the most feared non-snake reptiles were those with legs (lizards, turtles, and crocodiles); on the other hand, legless animals tended to be perceived as more disgusting. Moreover, there was a negative correlation between perceived beauty and disgust. Reptile species perceived as the least beautiful were the same as those rated as the most disgusting. The correlation between fear and disgust was negative in all reptiles, the most fear-eliciting species at the same time evoked only little disgust. Interestingly, positive correlation between fear and beauty of snakes was revealed, i.e. the most feared species also tend to be perceived as beautiful. This tight correlation between fear and beauty was found only in snakes (Landová et al., 2018), but not the non-snake reptiles (Janovcová et al., 2019). However, there are many animals with a similar body shape (e.g., legless lizards) who pose no real threat to humans, and there are also many snake species that do not resemble the general representation of snake, e.g., fossorial snakes resembling worms (Rádlová et al., 2019). The question remains how specific snakes really are within the scope of other reptiles and whether a certain feature for identifying an animal as a snake can be determined.

Snakes (sensu Ophidia) have been dangerous for human ancestors (Isbell, 2006; Isbell, 2009) and still represent a serious risk for humans (review in Valenta, 2008; Chippaux, 1998). Every year, 4.5–5.4 million people are bitten by snakes worldwide and the estimated death toll ranges from 81,000 to 138,000 (World Health Organization, 2019). Another 400,000 victims

suffer major disabilities such as amputations (World Health Organization, 2019). Therefore, snakebites have been recently claimed the world's biggest and grossly underestimated hidden health crisis (Fry, 2018). This lays foundation for a specific human relationship to snakes.

The specificity of snake stimuli is a well-studied fact, with numerous research papers about the human response to snakes (McNally, 1987; Ohman et al., 2001; DeLoache et al., 2009; Ohman et al., 2014; Grassini et al., 2016; Penkunas et al., 2013). There is an extensive line of evidence showing how the specific fear response increases chances of early visual detection and appropriate avoidance. First, snakes are detected faster than neutral stimuli in visual search tasks (Lobue et al., 2011; Fox et al., 2007). The snakes capture our visuo-spatial attention and are detected faster than other neutral stimuli like flowers or mushrooms, but not faster than other (ontogenetic) threats such as guns (Lobue et al., 2011; Fox et al., 2007). This privileged attentional processing of snake stimuli works, especially compared with spiders, in peripheral vision or when the stimuli are presented for a very short time (less than 300ms) or appear unexpectedly (reviewed in Ohman 2009; Ohman et al., 2012; Soares et al., 2014). Second, both videos and pictures of snakes elicit a measurable psychophysiological response in humans (Ohman et al., 1994; Dimberg et al., 1998; Flykt et al., 2006; Courtney et al., 2009; Dawson et al., 2010; Flykt et al., 2017); e.g., Schaefer et al. (2014) found that videos of snakes, especially those in an attacking posture, elicit a higher skin conductance fear response than fish. Deweese et al. (2014) found intense hypervigilance to snake pictures when compared to other unpleasant stimuli as demonstrated using electrophysiological measurements of steady-state visual evoked potentials (ssVEPs). In their study, compared with other unpleasant stimuli, snake distractors elicited a sustained attenuation of task-evoked ssVEPs amplitude, showing a higher involvement of early visual cortex when snakes were presented. Van Strien et al. (2014) recorded event related potentials and they found that snake pictures captured more early attention than spiders or birds (there was larger amplitude of early posterior negativity, EPN). Moreover, in another experiment, these authors showed that EPN was significantly larger for snake pictures than for crocodiles and turtles (Van Strien et al., 2014). Third, startle reactions to snakes described by many herpetologists may present an evolutionary advantage for avoiding snakebites (Penkunas et al., 2013) and appear in other primates as well (Ramakrishnan et al., 2005; Zamma, 2011).

Visual attention is frequently tested using various experimental settings, either using an eyetracking device (e.g., LoBue et al., 2014; Haberkamp et al., 2018) or measuring the reaction

time, which is usually done by pressing a button (Waters et al., 2008) or touching a touchscreen (Zsido et al., 2019) as quickly as possible whenever the correct stimulus is detected (LoBue et al., 2014). Another frequently used method is the flicker task, during which the respondents detect a minor change that occurs within two consecutively presented images, interspaced with an empty-screen stimulus (McGlynn et al., 2008; see also Mayer et al., 2006). However, visual attention is affected by many stimulus traits that are usually not the focus of the experiment, e.g., color (Frey et al., 2008; Frey et al., 2011), shape (Turatto et al., 2000), complexity (Pilelienè et al., 2016), or pattern and luminance contrast (Einhäuser et al., 2003). Whenever there are more than one stimulus presented at once, other factors influencing visual attention need to be considered, including (but not limited to) eccentricity (Bindemann, 2010), lateralization (Hairol et al., 2010; Kovic et al., 2009), or visual similarity/dissimilarity (Arun, 2012) with other presented objects. Even the given task or context within which the stimuli are presented may influence the overt attention. For example, Flowe et al. (2013) found that guns did not attract more attention than other unexpected objects and argue that the reason why guns were found as preferentially attended in other studies may be simply because they were unexpected within the given context. Thus, it is very important to heed a large number of factors that may influence the results when designing an experiment measuring visual attention.

In our eye-tracking experiment, we chose to measure a simple spontaneous visual reaction to individually presented reptile (snake/non-snake) stimuli. This simple method is exempt from a majority of the pitfalls mentioned above, excluding the low-level visual features, which were controlled for in our study, and provides relatively consistent results regardless of the given task (Kovic et al., 2009); but simultaneously allows for a comparison of the total looking time (dwell time) and number of fixations to the animals of defined categories (fear-, disgust-, joy-evoking snakes/non-snakes). The dwell time has been already found to be correlated with preference (Glaholt et al., 2009) and, in our study, it can reveal whether the respondents dodge their gaze away from the unpreferred, feared, or disgusting animals. Moreover, this method allows for the measurement of overt attention allocated to specific body parts of the depicted animals (e.g., are the respondents focusing their gaze more to the head or tail of the animal?).

### ***Aims***

This study aims to analyze differences in eye movement patterns from two points of view, resulting in three main goals. We hypothesize that snakes represent a separate category and are perceived differently from other reptiles, therefore our first aim is to test whether eye movement patterns differ between snakes and non-snake reptiles. The second goal focuses on characteristics of the emotionally salient stimuli and its aim is to determine whether there are differences in eye movement patterns in response to snakes or other reptiles eliciting different emotions. The third goal is focused on variability among respondents and whether there are differences in reactions between respondents with different levels of snake fear and general disgust propensity (as measured by standardized scales).

## **Material and methods**

### ***Respondents***

Each respondent completed the Snake Questionnaire (SNAQ: Klorman et al., 1974; Czech translation: Polák et al., 2016) and Disgust Scale-Revised (DS-R: Haidt et al., 1994; modified by Olatunji et al., 2007; Czech translation: Polák et al., 2019). Consistently with our previous studies (Polák et al., 2016; Polák et al., 2019), those who scored at the 75th percentile (score 8) or higher on the SNAQ were classified as “high-fear” respondents ( $n = 25$ ). Similarly, those scoring at the 75th percentile (score 52) or above on the DS- R were classified as “high-disgust” respondents ( $n = 23$ ). The rest of the participants were classified as “low-fear” ( $n = 36$ ) and/or “low-disgust” ( $n = 38$ ) respondents, respectively. 14 respondents qualified as both high-fear and high-disgust. By choosing the upper quartile, we could balance between an individual fear level significant enough to discover its potential effect and a statistically sufficient number of subjects within the high- fear category. Mean age was 27.36, age range was 18 - 63 years.

### ***Stimuli***

We used the same stimuli in both experiments – 24 standardized photographs of reptiles (for a list, see Table 1). We chose three snakes and three non-snake reptiles from the following four categories: reptiles eliciting 1) fear, 2) disgust, 3) neutral emotions, and 4) reptiles perceived as beautiful. The stimuli were chosen from the sets used in Janovcová et al. (2019). These are two sets, each consisting of 127 standardized pictures corresponding to 127 currently recognized clades (families/subfamilies) of reptiles. The depicted species were randomly selected from extant species belonging to each particular clade. We asked 70 respondents to pick five stimuli they would be afraid of, then five stimuli they find disgusting,



and finally five stimuli they find beautiful. Fear- and disgust-eliciting stimuli for this experiment were chosen as follows: from the top 10 % of stimuli most often picked as eliciting the respective emotion, we chose three snakes and three non-snakes. We chose species that the respondents had not reported as strongly eliciting the other emotion (had not been picked more than five times according to fear for disgust-eliciting stimuli, or disgust for fear-eliciting). Especially in snakes, beauty can be associated with fear (Janovcová et al., 2019), therefore to best represent aesthetically preferred animals, we selected those stimuli that did not elicit fear and were only perceived as beautiful. Beautiful stimuli were those that had not been among 10 % of the most often picked as fear- and disgust-eliciting. From these, we chose 10 % of the most often picked as beautiful and selected three snakes and three non-snakes for this experiment. Neutral stimuli were those that had never been picked for either of the three emotions. In all cases, we aimed to choose those species that also represented well the taxonomical variability within the category specified by the above mentioned criteria. In another study, Janovcová et al. (2019) provided rating of each stimulus on a Likert scale according to beauty, disgust, and fear (see Table 1).

**Table 1: The overview of the stimuli.** The Likert scores are from Janovcová et al. (2019).

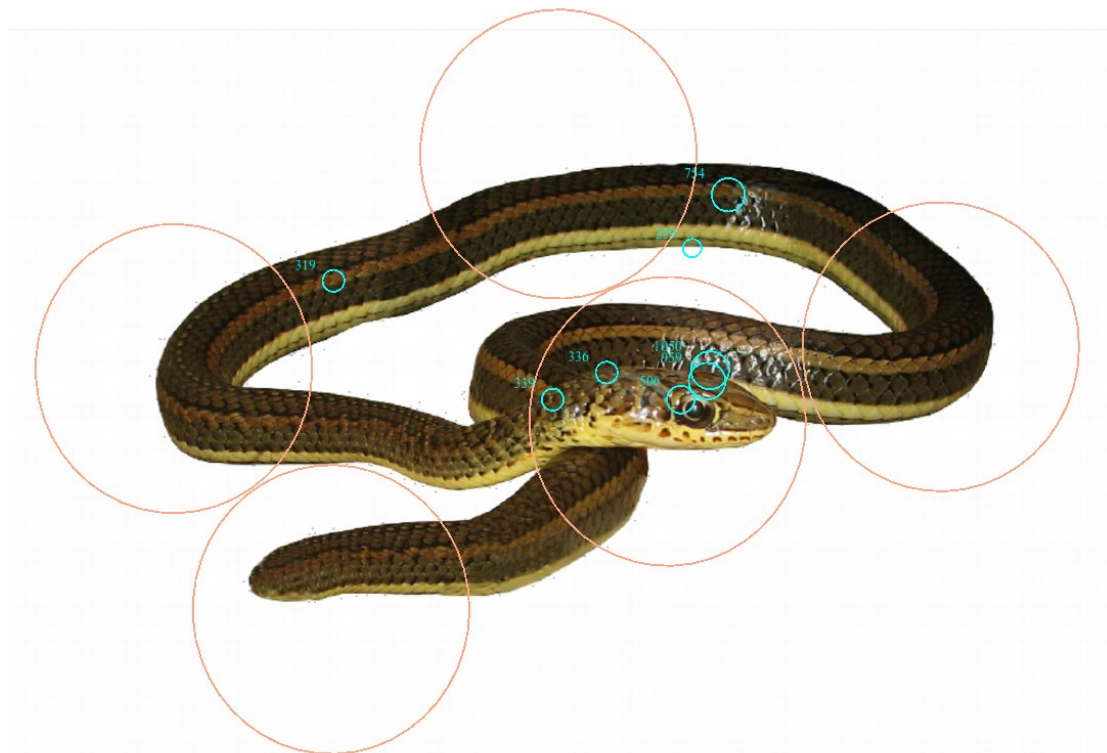
Species	Snake/non-snake	Legs	Category	Fear	Disgust	Beauty
<i>Uracentron azureum</i>	Non-snake	Yes	Beauty	1.92	1.63	6.21
<i>Chelonia mydas</i>	Non-snake	Yes	Beauty	1.32	1.15	6.44
<i>Anolis punctatus</i>	Non-snake	yes	Beauty	1.76	1.7	6.03
<i>Epicrates crassus</i>	Snake	No	Beauty	4.67	3.45	4.78
<i>Psammophylax rhombeatus</i>	Snake	No	Beauty	4.09	3.43	4.6
<i>Blythia reticulata</i>	Snake	No	Beauty	4.65	3.68	4.43
<i>Anelytropsis papillosus</i>	Non-snake	No	Disgust	3.93	5.16	2.05
<i>Bipes biporus</i>	Non-snake	No	Disgust	3.53	5.43	1.98
<i>Rhineura floridana</i>	Non-snake	No	Disgust	3.73	5.44	1.78
<i>Xenotyphlops mocquardi</i>	Snake	No	Disgust	3.51	5.17	2.21
<i>Austrotyphlops pinguis</i>	Snake	No	Disgust	3.91	4.79	2.47
<i>Helminthophis frontalis</i>	Snake	No	Disgust	4.25	4.77	2.71
<i>Macrochelys temminckii</i>	Non-snake	Yes	Fear	3.36	3.3	4.21
<i>Varanus komodoensis</i>	Non-snake	Yes	Fear	3.77	2.13	5.16
<i>Crocodylus moreletii</i>	Non-snake	Yes	Fear	5.1	2.28	5.16
<i>Protobothrops jerdonii</i>	Snake	No	Fear	5.48	3.52	5.74
<i>Azemiops feae</i>	Snake	No	Fear	4.95	3.51	5.34
<i>Pseudocerastes persicus</i>	Snake	No	Fear	5.54	3.65	4.38
<i>Anniella geronimensis</i>	Non-snake	No	Neutral	3.9	4.28	3.15
<i>Tetradactylus ellenbergeri</i>	Non-snake	No	Neutral	3.91	3.69	3.83
<i>Pletholax gracilis</i>	Non-snake	No	Neutral	4.28	3.83	3.96
<i>Prosymna stuhlmannii</i>	Snake	No	Neutral	4.2	3.98	3.17
<i>Macrocalamus lateralis</i>	Snake	No	Neutral	4.35	3.93	3.14
<i>Bufo vauerocegae</i>	Snake	No	Neutral	4.66	3.8	3.48

### ***Eyetracking experiment***

The stimuli (see above) were in 300 DPI resolution, presented on a 19-inch monitor (Full HD resolution, refresh rate 60 Hz) which was situated 70 cm from the respondent. The location of respondent's head was fixed using a chinrest. The stimuli were presented to each respondent one by one in random order. Eye movements were recorded with the EyeLink1000 eye-tracking device, the experimental setup was designed using the Experiment Builder (SR-Research). At the beginning of each presentation, the respondent answered four questions: age, gender, whether he/she was right- or left-handed and his/her country of origin. The device was calibrated using the manufacturer's procedure when the respondent is asked to look at 9 points, successively appearing on the screen randomly at nine different locations (centre of the screen, corners, centres of the edges). The calibration was validated using the same method of displaying the points and comparing the predicted eye position with the

tracking data. The maximal allowed error was 1° of the visual angle and average allowed error was 0.5°. If the error during validation was higher than allowed, the device was adjusted and calibration and validation were repeated. Once the validation was completed, the stimuli were presented for 5 seconds (trial). A drift check was performed before each stimulus. The data were extracted using the DataViewer (SR-Research). We extracted the total number of fixations during the trial (fixation count), the total time the respondent was watching the area of the stimulus (dwell time). We also recorded the fixation count and dwell time for five interest areas (IAs) – head, tail, front legs (or the first third of the body), hind legs (or the last third of the body) and the centre of the body. All these IAs were circular, had the same area, and did not overlap in any of the stimuli.

**Figure 1. The interest areas (IAs) on a snake (*Psammophylax rhombeatus*).** The IAs are delineated by orange circles, fixations of a participant are marked as blue circles (their diameter is proportional to the duration of fixation). In snakes, the IA labelled as “front legs” was situated approximately in one third of the body length, the IA labelled as “hind legs” was situated in two thirds of the body length.



### ***Statistical analysis***

We employed a generalized estimating equations model for Poisson distribution (geeglm command in R, package geepack) for the total fixation count with order of the stimulus in the presentation (trial order), the presence or absence of visible legs, whether the reptile was a snake or not, whether the respondent was high- or low-fear and high- or low-disgust, and the type of stimulus (neutral, fear evoking, disgust evoking, beautiful) as fixed factors and participant's ID as a random factor. We also used the same fixed and random factors for a geeglm model explaining the fixation count for the individual IAs (head, front legs, hind legs, middle of the body, tail) and for a generalized least square (GLS) model (as implemented in the package nlme in R, command gls) for the total dwell time on the stimulus and the proportion of fixation count concentrated on the head IA, computed as the number of fixations on the head divided by the total number of fixations for the whole trial, arcsin transformed. The non-significant fixed factors were removed from the full GLS models and the reduced and full models were compared with ANOVA to ensure that the reduced model explains the same variability as the full one.

## **Results**

### ***Eyetracking experiment***

The gls model for the trial dwell time contained two variables – order of the stimulus in the presentation (trial order) ( $F = 20.288$ ,  $p < 0.001$ ) and disgust propensity of the respondent ( $F = 4.625$ ,  $p = 0.032$ ). The stimuli presented later ( $t$ -value = - 4.516,  $p < 0.001$ ) and high-disgust respondents ( $t$ -value = 2.151,  $p = 0.032$ ) had shorter dwell time.

The geeglm model for the overall fixation count yielded three significant variables – the reptilian type (snake/non-snake,  $df = 1$ ,  $X^2 = 19.36$ ,  $p < 0.0001$ ), respondent's fear (high/low fear,  $df = 1$ ,  $X^2 = 6.98$ ,  $p = 0.0082$ ), and the stimulus type (neutral/fear evoking/disgust evoking/ beautiful,  $df = 3$ ,  $X^2 = 31.24$ ,  $p < 0.0001$ ). The participants had more fixations when looking at non-snake stimuli (estimate = 0.032,  $p < 0.0001$ ) and low-fear respondents had more fixations than the high-fear ones (0.0082). Compared to the neutral stimuli, beautiful stimuli did not differ significantly in the number of fixations ( $p = 0.57$ ), but disgust-evoking stimuli had significantly more fixations ( $p = 0.03$ ) and fear-evoking stimuli had significantly less fixations ( $p = 0.0015$ ).



In the models for individual IAs, the stimulus type and presence/absence of legs was significant for all the IAs, while the respondent's fear level and disgust propensity were not significant for any of the IAs. The reptilian type (snake/non snake) was significant for all IAs except the "hind legs" IA. The trial order was significant only for the middle of the body and the "hind legs" IA.

The model analysing proportion of fixations concentrated on the head area yielded similar results. In concordance with previous analyses, it showed a significant effect of presence/absence of legs ( $F = 23.032$ ;  $p < 0.001$ ), reptilian type ( $F = 35.722$ ;  $p < 0.001$ ), and the stimulus type ( $F = 8.541$ ;  $p < 0.001$ ). We did not find a significant effect of either fear or disgust of the respondent ( $p > 0.05$ ).

Legless animals had a larger proportion of fixations on the head area (t-value = 2.883;  $p = 0.004$ ). Non-snakes had less fixations on the head than snakes (t-value = -3.388;  $p = 0.001$ ). All emotionally salient stimuli had more fixations on the head area than neutral animals (disgust eliciting: t-value = 2.597;  $p = 0.01$ ; beautiful: t-value = 3.047;  $p = 0.002$ ; fear eliciting: t-value = 4.996;  $p < 0.001$ ).

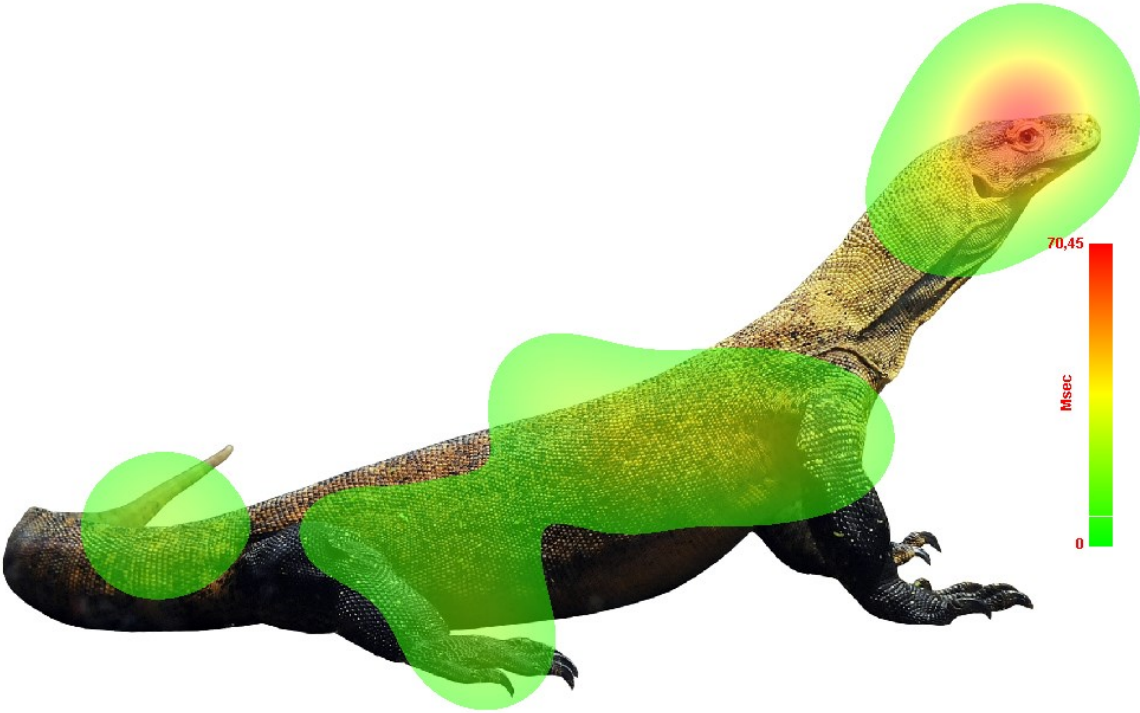
**Table 2: Geeglm models for individual interest areas.** Trial = trial order; Legs = presence/absence of legs; Type = snake/non-snake; HF/LF = high/low fear respondents; HD/LD = high/low disgust respondents; Stimulus = beautiful/fear-eliciting/disgust-eliciting / neutral.

	Head	Tail	Front legs	Hind legs	Middle
Trial	$X^2 = 0.27$ $p = 0.605$	$X^2 = 1.3$ $p = 0.25$	$X^2 = 1.4$ $p = 0.236$	<b><math>X^2 = 8.3</math></b> <b><math>p = 0.004</math></b>	<b><math>X^2 = 6</math></b> <b><math>p = 0.018</math></b>
Legs	<b><math>X^2 = 18.10</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 102.7</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 11.1</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 166.0</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 352</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>
Type	<b><math>X^2 = 18.45</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 98.4</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 80.8</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	$X^2 = 3.6$ $p = 0.058$	<b><math>X^2 = 43</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>
HF / LF	<b><math>X^2 = 4.41</math></b> <b><math>p = 0.036</math></b>	$X^2 = 2.2$ $p = 0.14$	$X^2 = 0.3$ $p = 0.596$	$X^2 = 2.7$ $p = 0.097$	$X^2 = 2$ $p = 0.121$
HD / LD	$X^2 = 1.06$ $p = 0.304$	$X^2 = 0$ $p = 0.98$	$X^2 = 0$ $p = 0.901$	$X^2 = 0.2$ $p = 0.642$	$X^2 = 0$ $p = 0.838$
Stimulus	<b><math>X^2 = 28.27</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 287.2</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 186.7</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 77.4</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>	<b><math>X^2 = 70</math></b> <b><math>p &lt; 0.001</math></b>

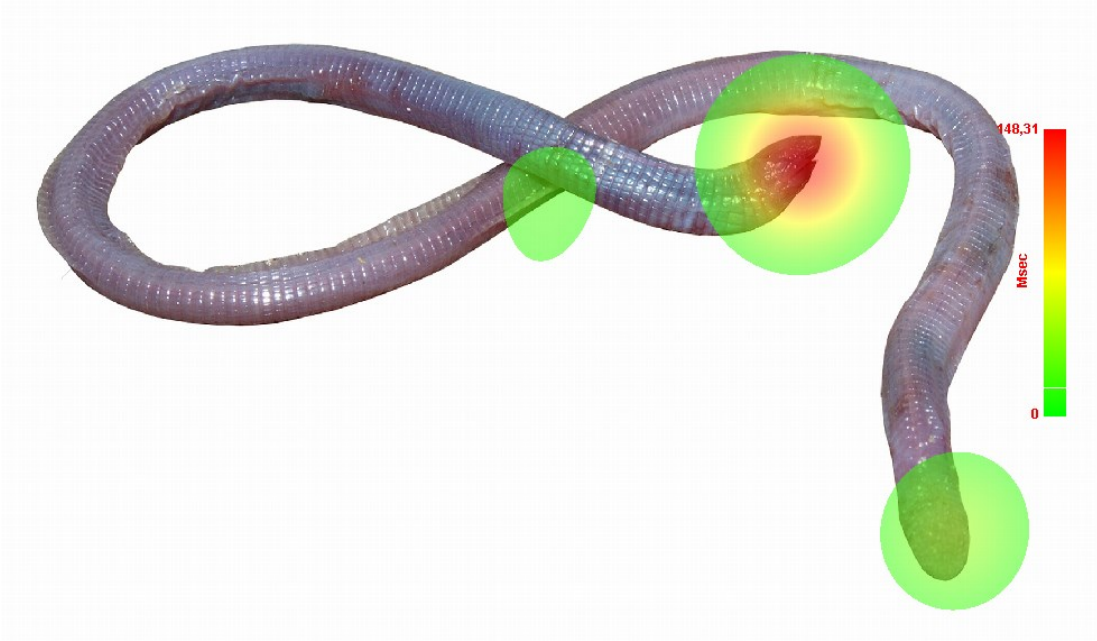
**Figure 2. Heat map of fixations on a fear-eliciting snake (*Azemiops feae*).** The red colour indicates the area with most fixations. In fear-eliciting snakes, most fixations are concentrated on the head area, while the tail area receives almost no fixations.



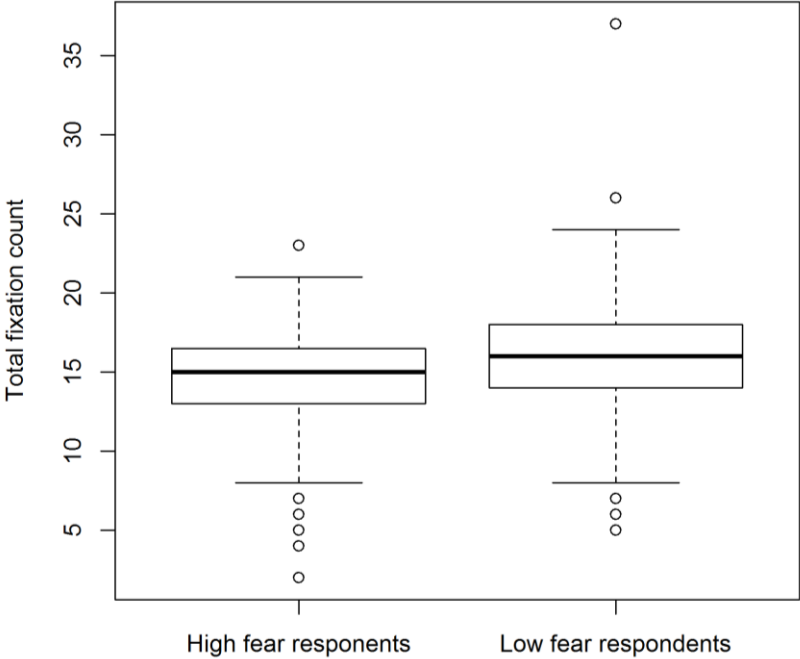
**Figure 3. Heat map of fixations on a fear-eliciting non-snake (*Varanus komodensis*).** The red colour indicates the area with most fixations. In fear-eliciting non-snakes, most fixations are concentrated on the head area compared with the tail area that receives only a few fixations.



**Figure 4. Heat map of fixations on a disgust eliciting non-snake (*Rhineura floridiana*).** The red colour indicates the area with most fixations. In disgusting stimuli, the fixations are mostly distributed between the head and tail area.

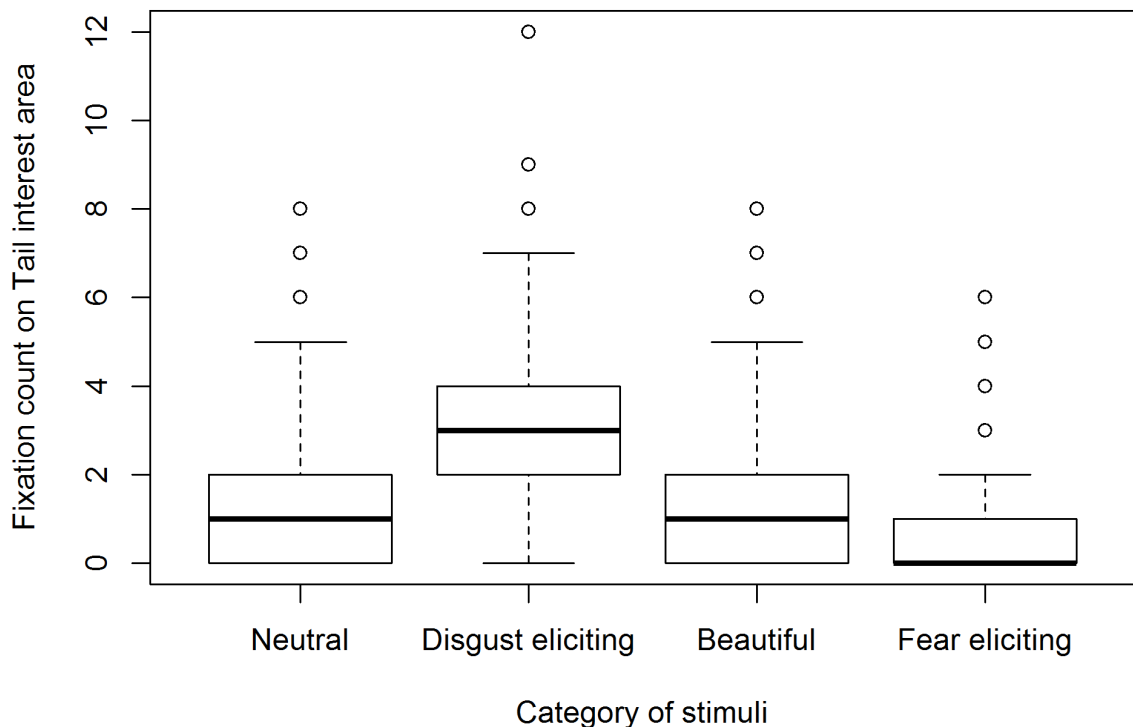


**Figure 5. Boxplot of total fixation counts for high-fear and low-fear respondents.** Quartiles, medianes, and outliers are indicated. Low-fear respondents had more fixations, which suggests that they focus less on a particular feature and divide their attention to different parts of the stimulus.



**Figure 6. Boxplot of fixation counts on the “tail” interest area for different stimuli categories.**

Quartiles, medianes, and outliers are indicated. Fear-eliciting stimuli focus most of the attention on the head, therefore the participants paid little attention to the tail area. In disgust-eliciting stimuli, attention is divided between the head and the tail area.



## Discussion

In this study, we aimed to explore the hypothesis that humans perceive snakes as a distinct category within reptiles, which selectively attract visual attention. Previously, Janovcová et al. (2019) has analysed self-reported fear and disgust and shown that snakes elicit specific emotional and aesthetical preferences and are subjectively evaluated differently than other reptiles. Moreover, the same pattern expanded onto other species resembling snakes, like the worm lizards (*Amphisbaenia*) and legless lizards.

Here we took rather a different approach and focused on spontaneous visual attention patterns to snake and non-snake reptiles or visual preferences of specific features of these stimuli (head, legs, other parts of the body). We hypothesize that it is their peculiar legless body that leads the human categorization process to place them into the broader snake-like category. However, a significant factor in the model analysing the overall fixation count was whether the animal was a snake (taxonomically) or not, regardless of the presence or absence



of legs. Legs were still significant in most of the models for fixation counts on different body parts (except for the “hind legs” interest area). This suggests that the overall attention is determined by whether the animal is a snake or not, but specific eye movement patterns are determined also by the body shape. Therefore, the absence of legs itself is not sufficient for attracting visual attention but should be combined with a specific snake morphotype.

Different snake morphotypes affect human emotions and behaviour in various ways. Rádlová et al. (2019) in their study dealing with self-reported fear and disgust of snakes showed that the vipers and similar snakes evoke mainly fear. Moreover, viperids and similar snakes are cross-culturally perceived as fear-evoking, while blind fossorial snakes elicit little fear (Landová et al., 2018). The blind fossorial snakes elicit mainly disgust (Rádlová et al., 2019).

### ***Fear, disgust, and beauty***

There is a large amount of literature studying visual attention towards threatening animate objects with special focus on snakes. Snakes are detected faster among other stimuli (LoBue et al., 2011) and also attract attention during tasks in which they serve as distractors for neutral stimuli (Soares et al., 2009). EEG studies report that snake stimuli are preferentially processed when compared to other stimuli such as spiders and birds (Van Strien et al., 2014). However, the results may be biased by the employed experimental methods because visual attention is very sensitive to many factors, including, e.g., the context in which the stimuli are presented (Zsido et al., 2019). Thus, other studies show preferential reaction to animal stimuli in general if these are searched for among non-animate objects such as flowers and mushrooms (Lipp et al., 2004; but see LoBue, 2010), or preferred attention towards animals that are considered beautiful (Tipples et al., 2002). In general, it seems that the effect is rather continuous than binary, i.e. human respondents process predatory animals such as snakes and lions faster than reptiles (Yorzinski et al., 2014), reptiles faster than birds (Van Strien et al., 2017), and birds faster than other, non-animate objects. Regardless of the often-ambiguous results, snakes seem to represent very special threatening stimuli that primarily attract attention in situations when number of objects competes for visual attention. But do the snakes also attract a specific pattern of visual saccades when being watched alone during a spontaneous visual task? And if so, does this pattern differ among fear-eliciting, disgust-eliciting, and beautiful snakes?

We detected a lower number of fixations when the participants were watching fear-eliciting stimuli and more fixations when watching disgust-eliciting stimuli (compared to neutral

reptiles eliciting no specific emotion). As the participants did not differ in their dwell time and did not avoid their gaze from the stimulus, having less fixations to emotionally salient stimuli might signify that they were more focused. There was no difference between neutral and beautiful stimuli in the overall number of fixations. Interestingly, we also found differences in the number of fixations on specific interest areas. In disgust-eliciting stimuli, attention was divided between the head and tail area, which might be caused by the worm-like body shape of the disgust-eliciting reptiles, where it is not obvious at the first glance which part of the body is the head and which is the tail. Interestingly, non-snake reptiles had more fixations on the tail area than snakes. The results also showed that all the emotionally relevant stimulus categories (disgust-eliciting, fear-eliciting, beautiful) had more fixations on the head compared with the neutral ones (for typical pattern see Fig. 3,5). These results suggest that the animal's head is a crucial part of the body for our attention, which might determine the elicited emotion (Kovic et al., 2009; Kano et al., 2008).

It has been repeatedly shown that high-fear individuals display a larger psychophysiological response when exposed to snakes compared to control stimuli (Dimberg et al., 1998) and that their skin conductance response to snakes is elevated compared with low-fear individuals under both conscious and unconscious (masked) presentation conditions (Ohman et al., 1994). The most general outcome of this study concerning fear and disgust of respondents and how it can involve visual attention was that high disgust, but not high fear, participants avoided their gaze. Similarly in spider phobia, which is considered to be associated with high disgust, phobic respondents had shorter fixations than nonphobics and avoided their gaze from spiders (usually after initial hypervigilance; Hermans et al., 1999; Pflugshaupt, 2005; Rinck et al., 2006). Generally, the high-fear group had less fixations and was therefore more "focused" on the stimulus. High-fear participants also showed less fixations on the head area, which was also true for the non-snake reptiles.

### **Acknowledgments**

We are thankful to David Nácar for his help with the collection of initial data and Ing. Pavel Smrčka, Ph.D. for a technical support. Moreover, we thank all the photographers who kindly provided us with the images to use in our research, Pavel Procházka for the stimuli illustrations used for figures and all our respondents who agreed to take part in the study.

## Funding

This study is a result of the research funded by the Czech Science Foundation, grant nr. 17-15991S and by the project Nr. LO1611 with a financial support from the MEYS under the NPU I program.

## References

- Arun, S. P. (2012). Turning visual search time on its head. *Vision Research*, *74*, 86-92.
- Azarian, B., Esser, E. G., & Peterson, M. S. (2016). Watch out! Directional threat-related postures cue attention and the eyes. *Cognition and Emotion*, *30*(3), 561-569.
- Berlin, B. *Ethnobiological Classification: Principles of Categorization of Plants and Animals in Traditional Societies*; Princeton University Press: New Jersey, NY, USA, 2014; Volume 185.
- Bindemann, M. (2010). Scene and screen center bias early eye movements in scene viewing. *Vision research*, *50*(23), 2577-2587.
- Chiari, Y., Cahais, V., Galtier, N., Delsuc, F. (2012) Phylogenomic analyses support the position of turtles as the sister group of birds and crocodiles (Archosauria). *BMC Biol.* *10*, 65.
- Chippaux, J. P. (1998). Snake-bites: appraisal of the global situation. *Bulletin of the World Health Organization*, *76*(5), 515-524. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000077822500013
- Cook, M., Mineka, S., Wolkenstein, B., Laitsch, K. (1985). Observational conditioning of snake fear in unrelated rhesus monkeys. *Journal of abnormal psychology*, *94*(4), 591.
- Cook, M., Mineka, S. (1989). Observational conditioning of fear to fear-relevant versus fear-irrelevant stimuli in rhesus monkeys. *Journal of abnormal psychology*, *98*(4), 448.
- Courtney CG, Dawson ME, Schell AM, Iyer A, Parsons TD. (2010) Better than the real thing: Eliciting fear with moving and static computer-generated stimuli. *International Journal of Psychophysiology*. *78*(2):107-114.
- Curtis, V., de Barra, M., Auger, R. (2011). Disgust as an adaptive system for disease avoidance behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, *366*(1563), 389-401. doi:10.1098/rstb.2010.0117
- DeLoache, J. S., LoBue, V. (2009). The narrow fellow in the grass: Human infants associate snakes and fear. *Developmental science*, *12*(1), 201-207.

- Deweese, M. M., Bradley, M. M., Lang, P. J., Andersen, S. K., Müller, M. M., Keil, A. (2014). Snake fearfulness is associated with sustained competitive biases to visual snake features: hypervigilance without avoidance. *Psychiatry research*, 219(2), 329-335.
- Dimberg, U., Hansson, G., Thunberg, M. (1998) Fear of snakes and facial reactions: A case of rapid emotional responding. *Scandinavian Journal of Psychology*. 39(2):75-80.
- Einhäuser, W., & König, P. (2003). Does luminance-contrast contribute to a saliency map for overt visual attention?. *European Journal of Neuroscience*, 17(5), 1089-1097.
- Ekman, P. (1992). An Argument for Basic Emotions. *Cognition & Emotion*, 6(3-4), 169-200. doi:Doi 10.1080/02699939208411068
- Flowe, H. D., Hope, L., & Hillstrom, A. P. (2013). Oculomotor examination of the weapon focus effect: does a gun automatically engage visual attention?. *PloS one*, 8(12).
- Flykt A, Caldara R. (2006) Tracking fear in snake and spider fearful participants during visual search: A multi-response domain study. *Cognition and Emotion*. 20(8):1075-1091.
- Flykt A, Banziger T, Lindeberg S. (2017) Intensity of vocal responses to spider and snake pictures in fearful individuals. *Australian Journal of Psychology*. 69(3):184-191.
- Fox, E., Griggs, L., Mouchlianitis, E. (2007). The detection of fear-relevant stimuli: Are guns noticed as quickly as snakes?. *Emotion*, 7(4), 691.
- Frey, H. P., Honey, C., & König, P. (2008). What's color got to do with it? The influence of color on visual attention in different categories. *Journal of Vision*, 8(14), 6-6.
- Frey, H. P., Wirz, K. T., Willenbockel, V., Betz, T., Schreiber, C., Troscianko, T., & König, P. (2011). Beyond correlation: do color features influence attention in rainforest?. *Frontiers in human neuroscience*, 5, 36.
- Fry, B. G. (2018). Snakebite: When the human touch becomes a bad touch. *Toxins*, 10(4), 170.
- Frynta D, Marešová J, Landová E, Lišková S, Šimková O, Tichá I, Zelenková M, Fuchs R (2009) Are animals in zoos rather conspicuous than endangered? In: Columbus AM, Kuznetsov L (eds), *Endangered species: new research*. Nova science publishers, Incorporated, New York, pp 299–341.
- Frynta, D., Marešová, J., Řeháková-Petrů, M., Šklíba, J., Šumbera, R., & Krása, A. (2011). Cross-cultural agreement in perception of animal beauty: boid snakes viewed by people from five continents. *Human Ecology*, 39(6), 829-834.
- Glaholt, M. G., Wu, M. C., & Reingold, E. M. (2009). Predicting preference from fixations. *PsychNology Journal*, 7(2), 141-158.



- Grassini, S., Holm, S. K., Railo, H., & Koivisto, M. (2016). Who is afraid of the invisible snake? Subjective visual awareness modulates posterior brain activity for evolutionarily threatening stimuli. *Biological Psychology*, *121*, 53-61. doi:10.1016/j.biopsycho.2016.10.007
- Haberkamp, A., Biafora, M., Schmidt, T., & Weiß, K. (2018). We prefer what we fear: A response preference bias mimics attentional capture in spider fear. *Journal of anxiety disorders*, *53*, 30-38.
- Haidt J, Mccauley C, Rozin P. (1994) Individual-Differences in Sensitivity to Disgust-a Scale Sampling 7 Domains of Disgust Elicitors. *Personality and Individual Differences*. *16*(5):701-713.
- Hairiol, M. I., & Waugh, S. J. (2010). Lateral facilitation revealed dichoptically for luminance-modulated and contrast-modulated stimuli. *Vision research*, *50*(23), 2530-2542.
- Hermans D, Vansteenwegen D, Eelen P (1999) Eye movement registration as a continuous index of attention deployment: Data from a group of spider anxious students. *Cognition & Emotion*, *13*(4), 419-434
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of human evolution*, *51*(1), 1-35.
- Isbell, L.A. (2009). The fruit, the tree, and the serpent. Harvard University Press.
- Janovcová M (2015) Factors influencing worldwide zoo collections of lizards, snakes, turtles and crocodiles: effect of conservation status, body size and their attractiveness to humans. Master's thesis, Faculty of Science, Charles University in Prague
- Janovcová, M., Rádlová, S., Polák, J., Sedláčková, K., Peléšková, Š., Žampachová, B., ... & Landová, E. (2019). Human attitude toward reptiles: A relationship between fear, disgust, and aesthetic preferences. *Animals*, *9*(5), 238.
- Kano, F., & Tomonaga, M. (2009). How chimpanzees look at pictures: a comparative eye-tracking study. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *276*(1664), 1949-1955.
- Klorman R, Weerts TC, Hastings JE, Melamed BG, Lang PJ. (1974) Psychometric description of some specific-fear questionnaires. *Behavior Therapy*. *5*(3):401-409.
- Kovic, V., Plunkett, K., & Westermann, G. (2009). Eye-tracking study of animate objects. *Psihologija*, *42*(3), 307-327.

- Landová, E., Marešová, J., Šimková, O., Cikánová, V., Frynta, D. (2012). Human responses to live snakes and their photographs: evaluation of beauty and fear of the king snakes. *Journal of environmental psychology, 32*(1), 69-77.
- Landová, E., Bakhshaliyeva, N., Janovcová, M., Peléšková, Š., Suleymanova, M., Polák, J., ... & Frynta, D. (2018). Association between fear and beauty evaluation of snakes: cross-cultural findings. *Frontiers in psychology, 9*, 333.
- Lipp, O. V., Derakshan, N., Waters, A. M., & Logies, S. (2004). Snakes and cats in the flower bed: fast detection is not specific to pictures of fear-relevant animals. *Emotion, 4*(3), 233.
- LoBue, V. (2010). And along came a spider: An attentional bias for the detection of spiders in young children and adults. *Journal of experimental child psychology, 107*(1), 59-66.
- Lobue, V., & Deloache, J. S. (2011). What's so special about slithering serpents? Children and adults rapidly detect snakes based on their simple features. *Visual Cognition, 19*(1), 129-143.
- LoBue, V., & Matthews, K. (2014). The snake in the grass revisited: An experimental comparison of threat detection paradigms. *Cognition & emotion, 28*(1), 22-35.
- LoBue, V., Matthews, K., Harvey, T., & Stark, S. L. (2014). What accounts for the rapid detection of threat? Evidence for an advantage in perceptual and behavioral responding from eye movements. *Emotion, 14*(4), 816.
- Lyson, T.R., Sperling, E.A., Heimberg, A.M., Gauthier, J.A., King, B.L., Peterson, K.J. (2011) MicroRNAs support a turtle+ lizard clade. *Biology Letters, 8*, 104–107.
- Marešová, J., Landová, E., Frynta, D. (2009). What makes some species of milk snakes more attractive to humans than others?. *Theory in Biosciences, 128*(4), 227.
- Mayer, B., Muris, P., Vogel, L., Nojoredjo, I., & Merckelbach, H. (2006). Fear-relevant change detection in spider-fearful and non-fearful participants. *Journal of anxiety disorders, 20*(4), 510-519.
- McGlynn, F. D., Wheeler, S. A., Wilamowska, Z. A., & Katz, J. S. (2008). Detection of change in threat-related and innocuous scenes among snake-fearful and snake-tolerant participants: Data from the flicker task. *Journal of anxiety disorders, 22*(3), 515-523.
- Mcnally, R. J. (1987). Preparedness and Phobias - a Review. *Psychological Bulletin, 101*(2), 283-303. doi:Doi 10.1037/0033-2909.101.2.283
- Mineka, S., Keir, R., Price, V. (1980). Fear of snakes in wild-and laboratory-reared rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Animal Learning & Behavior, 8*(4), 653-663.

- New, J., Cosmides, L., Tooby, J. (2007). Category-specific attention for animals reflects ancestral priorities, not expertise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(42), 16598-16603.
- Ohman A., Soares J.J.F. (1994) "Unconscious Anxiety": Phobic Responses to Masked Stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*. 103(2):231-240
- Ohman, A., Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483-522. doi:10.1037//0033-295x.108.3.483
- Ohman, A., Mineka, S. (2003). The malicious serpent: Snakes as a prototypical stimulus for an evolved module of fear. *Current Directions in Psychological Science*, 12(1), 5-9. doi:10.1111/1467-8721.01211
- Ohman, A. (2007). Has evolution primed humans to “beware the beast”? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(42), 16396-16397.
- Ohman, A. (2009). Of snakes and faces: An evolutionary perspective on the psychology of fear. *Scandinavian journal of psychology*, 50(6), 543-552.
- Ohman, A., Soares, S. C., Juth, P., Lindström, B., Esteves, F. (2012). Evolutionary derived modulations of attention to two common fear stimuli: Serpents and hostile humans. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 17-32.
- Ohman, A., Dimberg, U., Esteves, F. (2014). Preattentive activation of aversive emotions. In T. Archer & L. G. Nilsson (Eds.), *Aversion, avoidance and anxiety* (pp. 169-193). New York, USA: Psychology Press.
- Olatunji, B. O., Williams, N. L., Tolin, D. F., Abramowitz, J. S., Sawchuk, C. N., Lohr, J. M., & Elwood, L. S. (2007). The Disgust Scale: item analysis, factor structure, and suggestions for refinement. *Psychological assessment*, 19(3), 281
- Penkunas, M. J., Coss, R. G. (2013). Rapid detection of visually provocative animals by preschool children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(4), 522-536.
- Pflugshaupt, T., Mosimann, U. P., von Wartburg, R., Schmitt, W., Nyffeler, T., & Müri, R. M. (2005). Hypervigilance–avoidance pattern in spider phobia. *Journal of anxiety disorders*, 19(1), 105-116.
- Pilelienė, L., & Grigaliūnaitė, V. (2016). Influence of print advertising layout complexity on visual attention. *Eurasian business review*, 6(2), 237-251.

- Polák J., Sedláčková K., Nácar D., Landová E., Frynta D. (2016) Fear the serpent: A psychometric study of snake phobia. *Psychiatry Research*, 242:163-168.
- Polák J., Landová E., Frynta D. (2019) Undisguised disgust: a psychometric evaluation of a disgust propensity measure. *Current Psychology*, 38(3):608-617.
- Rádlová, S., Janovcová, M., Sedláčková, K., Polák, J., Nácar, D., Peléšková, Š., ... & Landová, E. (2019). Snakes represent emotionally salient stimuli that may evoke both fear and disgust. *Frontiers in psychology*, 10, 1085.
- Rádlová S., Polák J., Janovcová M., Sedláčková K., Peléšková Š., Landová E., Frynta, D. (2020) Emotional reaction to fear- and disgust-evoking snakes: Sensitivity and propensity in Snake-fearful Respondents. *Frontiers in psychology* <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00031>
- Ramakrishnan, U., Coss, R. G., Schank, J., Dharawat, A., & Kim, S. (2005). Snake species discrimination by wild bonnet macaques (*Macaca radiata*). *Ethology*, 111(4), 337-356.
- Rieppel, O. (1996) Turtles as diapsid reptiles. *Nature*, 384, 453.
- Rinck M., Becker E.S. (2006) Spider fearful individuals attend to threat then quickly avoid it: evidence from eye movements. *Journal of Abnormal Psychology*, 115 (2), 231
- Schaefer, H. S., Larson, C. L., Davidson, R. J., Coan, J. A. (2014). Brain, body, and cognition: Neural, physiological and self-report correlates of phobic and normative fear. *Biological psychology*, 98, 59-69.
- Seligman, M. E. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior therapy*, 2(3), 307-320.
- Smith, S. M. (1975). Innate recognition of coral snake pattern by a possible avian predator. *Science*, 187(4178), 759-760.
- Soares, S. C., Esteves, F., & Flykt, A. (2009). Fear, but not fear-relevance, modulates reaction times in visual search with animal distractors. *Journal of Anxiety Disorders*, 23(1), 136-144.
- Soares, S. C., Juth, P., Lindström, B., & Esteves, F. (2012). Evolutionary derived modulations of attention to two common fear stimuli: Serpents and hostile humans. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 17-32.
- Soares, S. C., Lindström, B., Esteves, F., Öhman, A. (2014). The hidden snake in the grass: superior detection of snakes in challenging attentional conditions. *PLoS one*, 9(12), e114724.



- Tipples, J., Young, A. W., Quinlan, P., Broks, P., & Ellis, A. W. (2002). Searching for threat. *The quarterly journal of experimental psychology section A*, *55*(3), 1007-1026.
- Turatto, M., & Galfano, G. (2000). Color, form and luminance capture attention in visual search. *Vision research*, *40*(13), 1639-1643.
- Valenta, J. (2008). *Jedovatí hadi: intoxikace, terapie*. Prague, Czech Republic: Galén.
- Van Le, Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., ... & Nishijo, H. (2013). Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(47), 19000-19005.
- Van Strien, J. W., Eijlers, R., Franken, I. H. A., & Huijding, J. (2014). Snake pictures draw more early attention than spider pictures in non-phobic women: evidence from event-related brain potentials. *Biological psychology*, *96*, 150-157.
- Van Strien, J. W., & Isbell, L. A. (2017). Snake scales, partial exposure, and the Snake Detection Theory: A human event-related potentials study. *Scientific reports*, *7*(1), 1-9.
- Waters, A. M., & Lipp, O. V. (2008). The influence of animal fear on attentional capture by fear-relevant animal stimuli in children. *Behaviour Research and Therapy*, *46*(1), 114-121.
- Weiss, L., Brandl, P., Frynta, D. (2015). Fear reactions to snakes in naïve mouse lemurs and pig-tailed macaques. *Primates*, *56*(3), 279-284.
- World Health Organization. (2019). Snakebite envenoming. Retrieved from <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/snakebite-envenoming>
- Yang, J., Wang, A., Yan, M., Zhu, Z., Chen, C., & Wang, Y. (2012). Distinct processing for pictures of animals and objects: Evidence from eye movements. *Emotion*, *12*(3), 540.
- Yorzinski, J. L., Penkunas, M. J., Platt, M. L., & Coss, R. G. (2014). Dangerous animals capture and maintain attention in humans. *Evolutionary Psychology*, *12*(3), 147470491401200304.
- Zamma, K. (2011). Response of chimpanzees to a python. *Pan African News*, *18*, 13–15.
- Zsido, A. N., Csatho, A., Matuz, A., Stecina, D. T., Arato, A., Inhof, O., Darnai, G. (2019). Does threat have an advantage after all?—Proposing a novel experimental design to investigate the advantages of threat-relevant cues in visual processing. *Frontiers in psychology*, *10*, 2217.
- Zsido, A. N., Matuz, A., Inhof, O., Darnai, G., Budai, T., Bandi, S., & Csatho, A. (2019). Disentangling the facilitating and hindering effects of threat-related stimuli—A visual search study. *British Journal of Psychology*.

**Příloha 97.** Coelho C. M., Polák J., Suttiwan P., Zsido A. N. (2021). Fear inoculation among snake experts. *BMC Psychiatry*, under review.

### **Fear inoculation among snake experts**

Carlos M. Coelho<sup>1</sup>, Jakub Polák<sup>2,3</sup>, Panrapee Suttiwan<sup>1</sup>, Andras N. Zsido<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Psychology, Chulalongkorn University, Borommaratchachonnansattaphat, Rama I Rd, Wang Mai, Pathum Wan District, Bangkok 10330, Thailand

<sup>2</sup> Applied Neuroscience and Neuroimaging Research Programme, National Institute of Mental Health, Topolová 748, 250 67 Klecany, Czech Republic

<sup>3</sup> Department of Psychology, Faculty of Arts, Charles University, Celetná 20, 116 42 Prague, Czech Republic

<sup>4</sup> Institute of Psychology, University of Pécs, Ifjúság u.6., H-7624 Pécs, Hungary

\*Corresponding author: zsido.andras@pte.hu

**Background:** Fear acquisition of certain stimuli, such as snakes, is thought to be rapid, resistant to extinction, and easily transferable onto other similar objects. It has been hypothesized that due to increased survival chances, preparedness to instantly acquire fear towards evolutionary threats has been hardwired into neural pathways of the primate brain. Here, we compare participants' fear of snakes according to experience; from those who often deal with snakes and even suffer snakebites to those unfamiliar with snakes.

**Methods:** The Snake Questionnaire-12 (SNAQ-12) and Specific Phobia Questionnaire (SPQ) were administered to three groups of participants with a different level of experience with snakes and snakebites: 1) snake experts, 2) firefighters, and 3) college students.

**Results:** This study shows that individuals more experienced with snakes demonstrate lower fear. Moreover, participants who have suffered a snakebite (either venomous or not) score lower on fear of snakes (SNAQ-12), but not of all other potentially phobic stimuli (SPQ).

**Conclusions:** Our results suggest that a harmless benign exposure might immunize people to highly biologically prepared fears of evolutionary threats, such as snakes.

**Keywords:** fear of snakes; fear immunization; hypophobia; preparedness theory; snakebite; Snake Questionnaire

## Background

It has been estimated that each year, venomous snakebites kill about 94,000 people worldwide [1, 2]. According to the World Health Organization, the annual number of fatalities could be as high as 138,000, with additional 400,000 amputations and other severe health consequences [3]. Therefore, the WHO categorized snakebite envenomation as a highly neglected tropical disease with the top priority for new antivenom research. Given the threat posed by snakes to humans, it is no wonder that these are one of the most feared animals and snake phobia ranks among anxiety disorders with the highest prevalence in the general population [4]. Several theoretical models have been proposed to explain this widespread, universal pattern of snake fear. Recent models are based on Seligman's preparedness theory of phobias [5], which claims that fear responses are more readily acquired to stimuli that were relevant to the species survival throughout evolution, such as those associated with predators (e.g., snakes). Individuals able to learn to fear and avoid threatening animals, object, or situations increased their survival chances. Consequently, these fears gradually became genetically fixed in the form of predisposition or preparedness to be 1) rapidly acquired and 2) more resistant to extinction once developed.

Seligman's theory triggered a large number of laboratory studies both on humans [6] and non-human species [7-9]. For example, naïve laboratory-reared macaques without any prior experience with snakes acquired an intense fear response just by observing another monkey behaving fearfully towards a snake. In contrast, observing a fearful display to a neutral object such as a flower was not effective in inducing fear of flowers [7]. More recent studies suggest that snakes are indeed a particular class of stimuli for humans [e.g., 10-16]. The coiled snake body shape [13] together with diamond-shaped scales of the snakeskin [17] might be critical distinctive visual features able to preferentially attract heightened human attention, and this might be the mechanism that makes snake fear easy to acquire [18].

According to this concept, people with more opportunities to encounter and handle snakes should be more likely to learn to fear them. However, there is also a line of evidence showing that previous experience with real situations might give people a sense of control over it and thus lower their fear, possibly preventing a phobia from developing even after a future harmful experience [19]. This phenomenon could be referred to as fear immunization, latent inhibition, or fear inoculation. Fear immunization is more often related to the participant's observation of other people's non-fearful experiences (modeling), whereas latent inhibition is

preferably associated with a simple frequent exposure or neutral familiarity with a certain stimulus [20].

In behavioral sciences, the latent inhibition refers to the retarded acquisition of a conditioned response that occurs if the tested participant was previously exposed to the to-be-conditioned stimulus without a consequence of a paired unconditioned stimulus (UCS) [21, 22]. On the neural level, the underlying mechanism of latent inhibition could be similar to extinction producing an inhibitory memory in the infralimbic cortex [23]. When subjects are exposed to a stimulus without a UCS, they might learn its 'irrelevance' in terms of danger, and the subsequent reduced acquisition of the CS-UCS association is thought to reflect the process of overcoming this learned irrelevance [24] or inattention [25] and stimulus familiarity [26]. For example, Mineka and Cook [27] showed that monkeys that had been immunized against fear did not acquire fear of snakes, contrary to the latent inhibition group that did. Indeed, a recent study [28] demonstrated that pre-exposure could limit social fear acquisition even in humans. Although the term fear inoculation is different from the latent inhibition, they have in common the idea that exposure to certain stimuli can reduce fear acquisition and might even lead to hypophobia (extremely reduced fear in dangerous situations; see also [29]). For example, people with many opportunities for a direct contact with certain stimuli, or just seeing others having a harmless contact with these, often develop less fear after an aversive encounter (e.g., snakebite) compared to people with no contact at all (or just very rare) with the same stimuli. This was demonstrated for fear of dogs [30] and dental fears [31, 32].

Even though fear of snakes is one of the most common anxieties in the general population [33, 34], there has been no study, to our knowledge, that would examine fear inoculation towards snakes in humans with varying levels of snake experience, including a harmful one (being bitten by a snake). It seems plausible that people with closer and more frequent contact with snakes and who even suffered a snakebite still show lower fear levels. In this study, we explored fear of snakes among people used to deal with snakes daily and who have been repeatedly bitten by a snake compared with participants unfamiliar with snakes. As snakes are thought to be evolutionary prepared stimuli, snake fear should be, according to Seligman's theory, rapidly acquired and show enhanced resistance to extinction or inoculation. Alternatively, experience with snakes might override such "preparedness" and people frequently encountering snakes would become less fearful of them. If so, we would also



expect that such reduced fear would only apply to snakes but not to other unrelated threatening stimuli.

Finally, due to the importance and adaptive nature of social learning [35, 36] we also explored other potential sources of fear acquisition (information and modeling). Social learning of fear has similar underlying neurobiological mechanisms to associative and prepared learning [35] and might have affected human evolution [37, 38]. Thus, it was also considered in this study.

## **Methods**

### ***Participants***

The study was carried out in 2019. There were three groups of participants: 1) snake experts, including veterinarians, venom extractors, or scientists ( $n = 14$ , 1 female, mean age = 30.9, SD = 5.53) working at the Bangkok Red Cross (Queen Saovabha Memorial Institute) used to handle venomous snakes on a daily bases, either when showing them to visitors for educational purposes or extracting venom for research and production of antivenom; 2) firemen ( $n = 28$ , all males, mean age = 37.1, SD = 4.49) also used to deal with snakes (mainly nonvenomous python snakes) when they have to catch and remove them from houses, particularly during the hot wet seasons; and 3) students at Chulalongkorn University, ( $n = 71$ , 51 females, mean age = 20.9, SD = 0.75) not used to snakes, as a control group. The required sample size for this study was determined by computing estimated statistical power for the planned tests (pairwise comparison, correlational analyses, and ANOVA) with  $f = .40$  and  $\beta > .8$ . The analysis for correlation indicated the largest required total sample size of 84. Post-hoc power analyses showed that the ANOVA had the lowest achieved power of 0.953.

### ***Assessments***

#### ***Snake Questionnaire (SNAQ-12)***

We applied a specific questionnaire pertaining to fear of snakes. The SNAQ-12 [39] is a 12-item scale, where participants indicate whether they agree or not with a statement, e.g., '*I dislike looking at pictures of snakes in a magazine*'. The SNAQ-12 has been shown to have good internal consistency with a Cronbach's alpha of 0.89 on this sample (item-total correlations were between 0.36 and 0.78). Confirmatory factor analysis also showed that the original one-factor structure of the questionnaire was retained on this sample ( $\chi^2_{(54)} = 38.22$ ,  $p = 0.95$ , NFI = 0.97, RFI = 0.97, RMSEA = 0, 90%CI = 0 - 0.01, SRMR = 0.08). The optimal balance between

sensitivity and specificity of the SNAQ-12 was achieved using a cut-off score of >7.5, which yielded a sensitivity of 0.909 and specificity of 0.905. This suggests that someone scoring  $\geq 8$  on the SNAQ-12 should be considered as potentially a snake phobic. This test has excellent discriminatory power and thus is useful as a diagnostic tool for snake phobia [39].

#### *Specific Phobia Questionnaire (SPQ)*

The SPQ [40] is a 43-item measure of fear and interference for a broad range of objects and situations that could be clustered into five subscales (Animals, Natural Environment, Situational, Blood-Injection-Injury, and Other). Participants rate their fear and fear interference with their daily lives of a given object or situation on a 5-point Likert scale from 0-No Fear/Interference to 4-Extreme Fear/Interference, respectively. The SPQ has shown good psychometric properties and validity even in an anxiety disorders sample. Therefore, the SPQ is a valid measure for screening of specific phobias. We decided not to use the Other subscale as it consists only of two items and has relatively low Cronbach's alpha (0.72), Cronbach's alpha values for the remaining four subscales were in the range of 0.88 - 0.93.

#### *Other questions*

In addition to the SNAQ-12 and SPQ, we gathered general information about the participants' experience with snakes. First, we asked them to estimate the *number of encounters* with a live snake in the past year and if they have ever been *bitten or injured* by any snake – and whether it was venomous or not. Participants also reported whether they thought the information about animals from the media and stories of others had *influenced their fear* (with the following choice of responses: no influence, influence on fear, influence on not to fear, and having influence both on fear and on not to fear). Finally, we evaluated the participants' previous *experience with snakes*, inquiring about their familiarity with snakes (frequency of experience). Ratings were scored from 0 (no experience) to 4 (a lot of experience).

#### **Statistical analysis**

Since we could not match the groups regarding the age and male-female ratio, we entered these variables in the analyses where possible as independent variables to control for their effects. Because of this imbalance, we were not interested in results concerning these variables, and thus, we only report results concerning the SPQ, SNAQ, and the other questions listed in the previous section. Further, due to the non-normal distribution of our variables, robust alternatives were used. We employed the Mann-Whitney U test to examine differences between those who have been reportedly bitten by a venomous or nonvenomous snake and

those who have not. We repeated the same analysis on two subgroups (reportedly encountered a snake or not) of the control group. Then, we used the Spearman correlation analysis to explore the relationship between previous experience (i.e. number of encounters and experience rating) and fear of snakes (SNAQ-12 and SPQ). We used the Mann-Whitney test to compare people bitten by other animals and those who have or have not seen others being bitten by a snake. One-way ANOVA was performed to examine the differences between people with various previous information on snakes (i.e. no influence, influence on fear, influence on not to fear, and influence on both fear and not to fear). Finally, we analyzed possible transfer effects of fear inoculation to other subtypes of specific phobia using the SPQ subscales. For these analyses, the snake item was removed from the Animal subscale. We used the Spearman correlation to assess the relationship between experience and frequency of encounters with snakes and SPQ subscales.

Furthermore, we carried out an independent mediation analysis separately for each SPQ subscale with the SPQ subscale as a dependent variable, the SNAQ-12 as a predictor, and previous experience with snakes as a mediator to separate the direct effect of snake fear on the SPQ animal subscale and the indirect effect of it through experience with snakes. One-way Kruskal-Wallis ANOVAs were used to measure group differences on the SPQ subscales. For the statistical analyses, the JAMOVI program Version 1.0 for Windows [41] was used.

## Results

Descriptive statistics showed that none of the experts (0%), two of the firemen (7.41%), and 15 students (22.39%) reached the cut-off criteria for snake phobia on the SNAQ-12. Table 1 shows the central tendencies of each group.

**Table 1.** Central tendencies for the three groups participating in our study on Snake Questionnaire total score (SNAQ-12), Specific Phobia Questionnaire relevant item (SPQ), and previous experience.

Group	SNAQ-12	SPQ	Experience
Expert group on a snake farm	0.36 (1.08)	0.21 (0.43)	4.00 (0.00)
Firemen	3.15 (3.17)	0.78 (0.85)	3.18 (0.82)
Students	4.37 (3.62)	1.73 (0.21)	0.93 (0.75)

### ***The effect of snakebite on fear level***

People bitten by a snake (n = 19) (either venomous or not) scored lower on the SNAQ-12 when compared to those never bitten; mean difference = 3.54 ( $U_{(106)} = 279$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 1.08$ ). This was confirmed by their response on the SPQ survey. Again, people bitten by a snake scored lower; mean difference = 1.16 ( $U_{(109)} = 363$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 1.03$ ). We also found that people bitten by a snake had more experience with snakes than those who have not been bitten; mean difference = 2.43 ( $U_{(110)} = 115$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 2.18$ ); see Table 2 for the descriptive statistics. Results remained very similar when we compared participants bitten by a venomous snake and those never bitten; the SNAQ-12 mean difference = 3.26 ( $U_{(106)} = 173.5$ ,  $p = 0.002$ , Cohen's  $d = 0.95$ ); the SPQ mean difference = 1.30 ( $U_{(109)} = 158$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 1.13$ ); and the experience mean difference = 2.31 ( $U_{(110)} = 81$ ,  $p < 0.001$ , Cohen's  $d = 1.78$ ); see Table 3 for the descriptive statistics. Interestingly, the same nonsignificant trends could be observed in the control group (never bitten): Students with some experience with snakes scored lower on both the SNAQ-12 (mean difference = 1.68 ( $U_{(65)} = 385$ ,  $p = 0.068$ , Cohen's  $d = 0.47$ ) and SPQ (mean difference = 0.45 ( $U_{(68)} = 435$ ,  $p = 0.1$ , Cohen's  $d = 0.37$ )). This might compensate for the fact that people who have reportedly gotten bitten by a snake also encounter them more often.

**Table 2.** Central tendencies for those who have and have not been bitten by a snake on the Snake Questionnaire-12 total score (SNAQ-12), Specific Phobia Questionnaire relevant item (SPQ), and previous experience.

	Group	N	Mean	Median	SD
SNAQ-12	Bitten	19	0.63	0.00	1.61
	Not bitten	89	4.17	4.00	3.52
SPQ	Bitten	18	0.33	0.00	0.49
	Not bitten	93	1.49	2.00	1.21
Experience	Bitten	19	3.90	4.00	0.32
	Not bitten	93	1.46	1.00	1.21



**Table 3.** Central tendencies for those who have and have not been bitten by a venomous snake on the Snake Questionnaire total score (SNAQ-12), Specific Phobia Questionnaire relevant item (SPQ), and previous experience.

	Group	N	Mean	Median	SD
SNAQ-12	Bitten	9	0.56	0.00	1.33
	Not bitten	99	3.82	3.00	3.54
SPQ	Bitten	9	0.11	0.00	0.33
	Not bitten	102	1.41	1.00	1.20
Experience	Bitten	9	4.00	4.00	0.00
	Not bitten	103	1.69	1.00	1.35

#### ***The relationship between previous experience and fear level***

Experience as well as the number of encounters with snakes correlate negatively with the SPQ snake item ( $\rho = -0.427$ ,  $p < 0.001$  and  $\rho = -0.499$ ,  $p < 0.001$ , respectively) and the SNAQ-12 ( $\rho = -0.388$ ,  $p < 0.001$  and  $\rho = -0.44$ ,  $p < 0.001$ , respectively). People who have or have not been attacked by other animals than snakes did not differ in terms of fear of snakes ( $t_s < 1$ ,  $p_s > 0.1$ ). Furthermore, people who have seen others been bitten by other animals showed less fear of snakes; the SNAQ-12 mean difference = 1.33 ( $U_{(106)} = 1146$ ,  $p = 0.057$ , Cohen's  $d = 0.38$ ); the SPQ mean difference = 0.50 ( $U_{(109)} = 1164$ ,  $p = 0.027$ , Cohen's  $d = 0.42$ ) than those who have not had such an experience. This difference, however, disappeared when we excluded participants who have themselves been bitten.

#### ***The effect of previous information on snakes on fear level***

Previous information on animals had a significant effect on the SNAQ-12 ( $F_{(3,104)} = 5.63$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.14$ ) and SPQ score ( $F_{(3,107)} = 4.85$ ,  $p = 0.003$ ,  $\eta^2 = 0.12$ ). For the SNAQ-12, Tukey-corrected follow-up pairwise comparisons showed that people in the no influence group and influence on not to fear group scored lower than those in the influence on fear group ( $t_{(104)} = 3.12$ ,  $p = 0.013$ ;  $t_{(104)} = 3.37$ ,  $p = 0.006$ ; respectively). For the SPQ, Tukey-corrected follow-up pairwise comparisons revealed that people without influence scored significantly lower than people influenced on fear ( $t_{(107)} = 3.38$ ,  $p = 0.006$ ) and people influenced both on fear and not to fear ( $t_{(107)} = 2.55$ ,  $p = 0.058$ ), but this difference was only marginally significant. The other groups did not differ significantly.

### ***Possible transfer effects of fear inoculation to other subtypes***

Regarding the possible transfer effects of fear inoculation to other subtypes of specific phobia using the SPQ subscales, we found that frequency of encounter and experience with snakes correlated negatively with the Animal subscale ( $\rho = -0.48$ ,  $p < 0.001$  and  $\rho = -0.43$ ,  $p < 0.001$ , respectively), the Natural Environment ( $\rho = -0.21$ ,  $p = 0.031$  and  $\rho = -0.200$ ,  $p = 0.038$ , respectively) and Blood-Injection-Injury ( $\rho = -0.23$ ,  $p < 0.001$  and  $\rho = -0.15$ ,  $p = 0.133$ ). The SPQ Situational subscale did not correlate with these variables ( $\rho$ s  $< 0.1$ ).

The three groups differed on the Animal subscale ( $\chi^2_{(2)} = 24.7$ ,  $p < 0.001$ ) with students scoring higher levels of fear compared to experts ( $W = 4.13$ ,  $p = 0.003$ ) and firemen ( $W = 6.36$ ,  $p < 0.001$ ) according to the DSCF pairwise comparisons, as well as on the Natural Environment subscale ( $\chi^2_{(2)} = 7.39$ ,  $p = 0.025$ ) where students scored higher than firemen ( $W = 3.55$ ,  $p = 0.012$ ). Similarly, the groups differed on the Blood-Injection-Injury subscale ( $\chi^2_{(2)} = 6.21$ ,  $p = 0.045$ ) with students scoring higher than snake experts ( $W = 3.29$ ,  $p = 0.02$ ). Importantly, groups did not differ on the situational subscale scores the SPQ ( $\chi^2_{(2)} = 1.09$ ,  $p = 0.581$ ). In addition, the mediation analysis revealed that the direct effect of the SNAQ-12 score on the SPQ animal subscale score was negative ( $-1.290$  to  $-0.346$ , with a point estimate of  $-0.801$ ,  $Z = 4.95$ ,  $p < 0.001$ , 82% of total effect). The indirect effect through previous experience with snakes was also negative ( $-0.204$  to  $-0.067$ , with a point estimate of  $-0.139$ ,  $Z = 2.42$ ,  $p = 0.015$ , 18% of total effect). The indirect effect was nonsignificant for the Natural Environment, the Blood-Injection-Injury, and the Situational subscales.

### **Discussion and conclusions**

This study compared participants' fear of snakes according to experience, from people used to deal with snakes daily to those who are unfamiliar with them. The main findings show that more experienced individuals are at the same time less fearful of snakes than people with no experience. Even those who have been a victim of snakebite several times scored lower on fear of snakes. Regarding fear acquisition pathways, social transmission seems to play a role in learning snake fear.

Results suggest that certain people can become immunized to biologically prepared fearful stimuli, such as snakes, despite aversive experiences, if given a certain amount of exposure and familiarity. Snakes seem unable to cause fear learning in such subjects. It could be argued that these participants might be fearless and have overall low general ability to learn fear.

However, high and low fear groups did not differ on the situational subscale scores, suggesting that lower scores presented on the animal subscale were not due to a general lack of fear, but more likely due to the significant amount of experience and direct contact with snakes.

We also noticed that participants with lower levels of snake fear showed less fear of the Natural Environmental and Blood-Injury-Injection subtypes as well as other animals. This might be due to transfer effects between different subtypes of specific phobias. The acquired sense of control over snakes might cross over to the whole category (i.e. animals). Generalization between different subtype categories might also result from the experience with the snakes' natural environments (e.g., deep water, enclosed spaces, swimming, open spaces) and injuries associated with daily handling of snakes. It is also possible that safety or vicarious-extinction learning was acquired through the observation of learning models (other more experienced snake experts) [42, 43]. This might have important practical significance in a clinical setting, e.g., using multiple approaches in therapy.

These results are partially in line with the study by Poulton and colleagues [44] showing that participants with lower fear were those who had sustained more previous injuries. The major role of experience in fear reduction [45-47] has been also demonstrated for fear of dogs [30] (Doogan and Thomas, 1992) or dental fears [31, 32]. Thus, exposure seems to be able to suppress even the most prepared fears. It is also possible that humans are not prepared to learn fear, but to preferentially attend to certain stimuli [10, 13, 18] and snake's idiosyncratic features tend to attract discriminating human attention preferentially. This might facilitate learning of fear (or other emotions) depending on vicarious, information learning and direct experience. If this is correct, people should be able to learn faster other human-snake related emotions too (e.g., beauty).

Instead of merely addressing how much learning experience is necessary to acquire fear, it would be equally important to inquire how much experience is needed to learn not to fear particular stimuli (extinction) and the potential consequences of lack of fear (hypophobia). Fear inoculation, similarly to preparedness, has its evolutionary significance. Inoculation can prove adaptive after gathering enough experience with the wildlife in a known territory and knowing which animals and individuals of a particular species are dangerous (see also [48]). The opposite approach, which is constant worrying, might lead to serious health issues [49] and impairments of cognitive functions [50, 51].

This work also brings about occupational, safety, and health implications that are worth mentioning. For example, Bawaskar and Bawaskar (2002) noted that rural people in India inhabit sheds and mud houses without sanitation and with waste, tools, and firewood often close to their houses. This attracts rats and mice, which in turn encourage snakes to approach. As kraits move freely in and out of houses to hunt at night, people sleeping on the floor come into close contact with these snakes. Bawaskar and Bawaskar [52] observed that Muslims, however, irrespective of their poverty, always sleep on beds and that although numbers of Muslims and Hindus in the studied district (Mahad) were about the same, krait bites occurred only among Hindus. This is an excellent example of how awareness of the problem could, on its own, save many lives.

People who live closer to snakes are likely to be less afraid of them and are also more prone to become victims of snakebites due to enhanced exposure and lack of fear. For example, many snakebites occur not only among farmers that sleep on the floor [53, 54, but when farmers go to the toilet outside and do not wear shoes nor a lantern [55, 56]. Similarly, there are more victims of snakebites among people who keep snakes as pets [57-59]. In sum, snakebites seem to happen mainly to people with not enough awareness and fear to take the proper measures to avoid a bite.

### **Limitations**

Several limitations of our data need to be noted. Although we did our best to recruit as many snake experts as possible, this is a particular field of work and we could only have access to this sample. Moreover, questions related to fear origins and etiology are based on retrospective self-reports, which may impair validity of the findings due to recall bias. A better grasp of this problem would require further studies collecting additional developmental data. Finally, albeit the SNAQ-12 is a widely used and validated measure for fear of snakes with excellent discrimination power, it would be interesting to include a behavioral measure of fear, such as the Behavioral Avoidance Test (BAT) as it might lead to more reliable results.

To conclude, results provide new evidence that people who have more experience with snakes are less fearful of them, even after severe aversive experiences, i.e. snakebites. Furthermore, experience acquired through social transmission might also lessen fear of snakes. To fully understand the underlying mechanisms, future research should address how aversive and



neutral personal experiences, as well as other social and cultural factors, could contribute to feeling in control and safe in the presence of a fearful object.

## **Declarations**

### ***Ethics approval and consent to participate***

All participants provided their informed consent. The study was approved by the Chulalongkorn University ethics committee, complying with the Declaration of Helsinki, the Convention of Human Rights and Biomedicine, the Council for International Organizations of Medical Sciences, and the Guide of Good Clinical Practices.

### ***Availability of data and materials***

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

### ***Competing interests***

The authors declare that they have no competing interests.

### ***Funding***

The project was supported by the Rachadapisek Sompote Fund for Postdoctoral Fellowship at Chulalongkorn University.

### ***Authors' contributions***

Conceptualization and methodology: C.M.C. and P.S.; formal analysis: C.M.C, J.P., and A.N.Z.; investigation: C.M.C; resources: C.M.C. and P.S.; data curation: C.M.C and A.N.Z.; writing - original draft preparation: C.M.C., J.P. and A.N.Z.; writing - review and editing: C.M.C., J.P., and A.N.Z.; supervision: P.S.; funding acquisition: C.M.C. and P.S. All authors read and approved the final manuscript.

## **References**

1. Gutiérrez JM, Calvete JJ, Habib AG, Harrison RA, Williams DJ, Warrell DA. Snakebite envenoming. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3(1):1-21.
2. Kasturiratne,A, Wickremasinghe AR, de Silva N, Gunawardena NK, Pathmeswaran A, Premaratna R, et al. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Med*. 2008;5(11): e218.
3. World Health Organization: Snakebite envenoming. <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/snakebite-envenoming> (2019). Accessed 14 Dec 2019.

4. Arrindell WA. Phobic dimensions: IV. The structure of animal fears. *Behav Res Ther.* 2000;38:509–530.
5. Seligman ME. Phobias and preparedness. *Behav Ther.* 1971;2(3):307-320.
6. Öhman A, Dimberg U, Öst LG. Animal and social phobias: Biological constraints on learned fear responses. In: Reiss S, Bootzin RR, editors. *Theoretical Issues in Behavior Therapy.* New York: Academic Press; 1985. p. 123-175.
7. Cook M, Mineka S. Observational conditioning of fear to fear-relevant versus fear-irrelevant stimuli in rhesus monkeys. *J Abnor Psychol.* 1989;98(4):448-459.
8. McNally RJ. The legacy of Seligman's " phobias and preparedness"(1971). *Behav Ther.* 2016;47(5):585-594.
9. Öhman A, Mineka S. Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychol Rev.* 2001;108(3):483-522.
10. DeLoache JS, LoBue V. The narrow fellow in the grass: Human infants associate snakes and fear. *Developmental Sci.* 2009;12(1):201-207.
11. Isbell LA. Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *J Hum Evol.* 2006;51(1):1-35.
12. Isbell LA. *The fruit, the tree, and the serpent: Why we see so well.* Cambridge: Harvard University Press; 2009.
13. Lobue V, DeLoache JS. What's so special about slithering serpents? Children and adults rapidly detect snakes based on their simple features. *Vis Cogn.* 2011;19(1):129-143.
14. Soares SC, Lindström B, Esteves F, Öhman A. The hidden snake in the grass: superior detection of snakes in challenging attentional conditions. *PLoS One.* 2014;9:e114724.
15. Thrasher C, LoBue V. Do infants find snakes aversive? Infants' physiological responses to "fear-relevant" stimuli. *J Exp Child Psychol.* 2016;142:382-390.
16. Van Le Q, Isbell LA, Matsumoto J, Nguyen M, Hori E, Maior RS, et al. Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of snakes. *P Natl Acad Sci USA.* 2013;110(47):19000-19005.
17. Van Strien JW, Isbell LA. Snake scales, partial exposure, and the Snake Detection Theory: A human event-related potentials study. *Sci Rep-UK.* 2017;7(1):1-9.
18. LoBue V, Rakison DH. What we fear most: A developmental advantage for threat-relevant stimuli. *Dev Rev.* 2013;33(4):285-303.

19. Coelho CM, Purkis H. The origins of specific phobias: Influential theories and current perspectives. *Rev Gen Psychol.* 2009;13(4):335-348.
20. Fyer AJ. Current approaches to etiology and pathophysiology of specific phobia. *Biol Psychiat.* 1998;44(12):1295-1304.
21. Lubow RE, Gewirtz JC. Latent inhibition in humans: Data, theory, and implications for schizophrenia. *Psychol Bull.* 1995;117(1):87-103.
22. Swerdlow NR, Braff DL, Hartston H, Perry W, Geyer MA. Latent inhibition in schizophrenia. *Schizophr Res.* 1996;20(1-2):91-103.
23. Lingawi NW, Westbrook RF, Laurent V. Extinction and latent inhibition involve a similar form of inhibitory learning that is stored in and retrieved from the infralimbic cortex. *Cereb Cortex.* 2016;27(12):5547-5556.
24. Mackintosh NJ. A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychol Rev.* 1975;82(4):276-298.
25. Lubow RE. Latent inhibition as a measure of learned inattention: some problems and solutions. *Behav Brain Res.* 1997;88(1):75-83.
26. McLaren IPL, Mackintosh NJ. An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Anim Learn Behav.* 2000;28(3):211-246.
27. Mineka S, Cook M. Immunization against the observational conditioning of snake fear in rhesus monkeys. *J Abnorm Psychol.* 1986;95(4):307-318.
28. Golkar A, Olsson A. Immunization against social fear learning. *J Exp Psychol Gen.* 2016;145(6):665-671.
29. Coelho CM, Balaban CD. Visuo-vestibular contributions to anxiety and fear. *Neurosci Biobehav R.* 2015;48:148-159.
30. Doogan S, Thomas GV. Origins of fear of dogs in adults and children: The role of conditioning processes and prior familiarity with dogs. *Behav Res Ther.* 1992;30:387-394.
31. Berge Ten M, Veerkamp JSJ, Hoogstraten J. The etiology of childhood dental fear: The role of dental and conditioning experiences. *J Anxiety Disord.* 2002;16(3):321-329.
32. Kent G. Dental phobias. In: Davey GC, editor. *Phobias: A handbook of Theory, Research, and Treatment.* Chichester: Wiley, 1997. p. 107-127.
33. Davey GC. Self-reported fears to common indigenous animals in an adult UK population: the role of disgust sensitivity. *Brit J Psychol.* 1994;85(4):541-554.

34. Polák J, Rádlová S, Janovcová M, Flegr J, Landová E, Frynta D. Scary and nasty beasts: Self-reported fear and disgust of common phobic animals. *Brit J Psychol.* 2020;111(2):297-321.
35. Olsson A, Phelps EA. Social learning of fear. *Nat Neurosci.* 2007;10:1095– 1102.
36. Rachman S. The conditioning theory of fear acquisition: A critical examination. *Behav Res Ther.* 1977;15(5):375-387.
37. Laland KN, Uller T, Feldman MW, Sterelny K, Müller GB, Moczek A, et al. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. *P Roy Soc B-Biol Sci.* 2015;282(1813):20151019.
38. Plotkin HC, Odling-Smee FJ. A multiple-level model of evolution and its implications for sociobiology. *Behav Brain Sci.* 1981;4(2):225-235.
39. Zsido AN, Arato N, Inhof O, Janszky J, Darnai G. Short versions of two specific phobia measures: The snake and the spider questionnaires. *J Anxiety Disord.* 2018;54:11-16.
40. Ovanessian MM, Fairbrother N, Vorstenbosch V, McCabe RE, Rowa K, Antony MM. Psychometric properties and clinical utility of the Specific Phobia Questionnaire in an anxiety disorders sample. *J Psychopathol Behav.* 2019;41(1):36-52.
41. The JAMOVİ project. Jamovi (Version 1.0) [Computer Software]. 2019.  
<https://www.jamovi.org>
42. Bandura A, Menlove FL. Factors determining vicarious extinction of avoidance behavior through symbolic modeling. *J Pers Soc Psychol.* 1968;8(2, Pt. 1): 99-108.
43. Golkar A, Selbing I, Flygare O, Öhman A, Olsson A. Other people as means to a safe end: vicarious extinction blocks the return of learned fear. *Psychol Sci.* 2013;24(11):2182-2190.
44. Poulton R, Davies S, Menzies RG, Langley JD, Silva PA. Evidence for a non-associative model of the acquisition of a fear of heights. *Behav Res Ther.* 1998;36(5):537–544.
45. Barry TJ, Vervliet B, Hermans D. An integrative review of attention biases and their contribution to treatment for anxiety disorders. *Front Psychol.* 2015;6:968.
46. Scheveneels S, Boddez Y, Vervliet B, Hermans D. The validity of laboratory-based treatment research: Bridging the gap between fear extinction and exposure treatment. *Behav Res Ther.* 2016;86:87-94.
47. Murray EJ, Foote F. The origins of fear of snakes. *Behav Res Ther.* 1976;17(5):489-493.



48. Johansson M, Flykt A, Frank J, Støen OG. Controlled exposure reduces fear of brown bears. *Hum Dimens Wildl.* 2019;24(4):363-379.
49. Alvares GA, Quintana DS, Hickie IB, Guastella AJ. Autonomic nervous system dysfunction in psychiatric disorders and the impact of psychotropic medications: a systematic review and meta-analysis. *J Psychiatr Neurosci.* 2016;41(2): 89-104.
50. Macleod C, Mathews A. Cognitive bias modification approaches to anxiety. *Annu Rev Clin Psychol.* 2012;8:189-217.
51. McNally RJ. Attentional bias for threat: Crisis or opportunity? *Clin Psychol Rev.* 2018;69:4-13.
52. Bawaskar HS, Bawaskar PH. Profile of snakebite envenoming in western Maharashtra, India. *T Roy Soc Trop Med H.* 2002;96(1):79-84.
53. Ariaratnam CA, Sheriff MR, Theakston RDG, Warrell D. Distinctive epidemiologic and clinical features of common krait (*Bungarus caeruleus*) bites in Sri Lanka. *Am J Trop Med H.* 2008;79(3):458-462.
54. Mitra S, Agarwal A, Shubhankar B, Masih S, Krothapalli V, Lee BM, et al. Clinico-epidemiological profile of snake bites over 6-year period from a rural secondary care centre of Northern India: A descriptive study. *Toxicol Int.* 2015;22(1):77- 82.
55. Kularatne S, Silva A, Weerakoon K, Maduwage K, Walathara C, Paranagama R, et al. Revisiting Russell's viper (*Daboia russelii*) bite in Sri Lanka: Is abdominal pain an early feature of systemic envenoming? *PLoS One.* 2014;9(2):e90198.
56. Rahman R, Faiz MA, Selim S, Rahman B, Basher A, Jones A, et al. Annual incidence of snake bite in rural Bangladesh. *PLoS Neglect Trop D.* 2010;4(10):e860.
57. Chippaux JP. Snakebites: appraisal of the global situation. *B World Health Organ.* 1998;76(5):515-524.
58. Hossain MZ, Atiqullah S, Saha AC, Chowdhury AJ, Jahangir KM, Faiz, MA. A fatal cobra-bite in a snake expert. *Mymensingh Med J.* 2010;19(2):303-307.
59. Minton SA. Bites by non-native venomous snakes in the United States. *Wild Environ Med.* 1996;7(4):297-303.

**Příloha 98.** Zsido A. N., Coelho C. C., Polák J. (2021). Nature relatedness: a protective factor for snake and spider fears and phobias. *Journal of Environmental Psychology*, under review.

### **Nature relatedness: a protective factor for snake and spider fears and phobias**

Andras N. Zsido <sup>1\*</sup>, Carlos M. Coelho <sup>2,3</sup>, Jakub Polák <sup>4,5</sup>

<sup>1</sup> Institute of Psychology, University of Pécs, Hungary

<sup>2</sup> Faculty of Psychology, Chulalongkorn University, Thailand

<sup>3</sup> School of Psychology, ISMAI University Institute of Maia, Portugal

<sup>4</sup> Applied Neuroscience and Neuroimaging Research Programme, National Institute of Mental Health, Czech Republic

<sup>5</sup> Department of Psychology, Faculty of Arts, Charles University, Czech Republic

\*Corresponding author information: Andras N. Zsido, Postal address: 6 Ifjusag str., Pecs, Hungary, H-7624, e-mail: zsido.andras@pte.hu.

### **Compliance with Ethical Standard**

*Funding* – The project has been supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund. Comprehensive Development for Implementing Smart Specialization Strategies at the University of Pécs. Grant number: EFOP-3.6.1.-16-2016-00004. ANZS was supported by the ÚNKP-20-4 New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.

*Conflicts of interest* – The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

*Ethical approval* – All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

*Informed consent* – Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

*Availability of data and material* – The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

## **Abstract**

Worldwide urbanization has created completely novel environments, which bring many conveniences but carry several drawbacks too. One of the most important disadvantages is that most people living in cities lose contact with nature including interaction with animals. Current evidence shows that countries with lower levels of urbanization have also lower prevalence of animal fears and phobias. Here, we sought to test whether nature relatedness and residence size serve as protective factors to the most common animal fears and phobias (i.e. that of snakes and spiders). We used the Nature Relatedness Scale (NR) to measure the individuals' subjective connection with nature. Participants (N=1071, aged 18-65 years) were also asked to complete the Snake and Spider Questionnaire (SNAQ and SPQ, respectively) and to rate pictures of snakes and spiders according to valence, arousal, and dominance. To explore complex relationships between various explanatory and response variables, we employed a generalized linear model, redundancy analysis, and structural equation modeling. Results show that snake and spider fear is strongly associated with the NR total score. Participants scoring higher on the SNAQ and SPQ also evaluate snake and spider images more negatively, are more aroused by the stimuli, but feel less dominant over them. Moreover, subjects with higher snake or spider fear score lower on the NR scale, especially its two subscales, Experience and Perspective. Results demonstrate that the more people feel connected to nature, the less they are affected by animal fears or phobias. We believe this study presents an important implication for both conservationist endeavors and therapeutic interventions.

*Keywords:* animal fear; biophilia; exposure therapy; nature connectedness; phobia; urbanization

## 1 Introduction

Specific phobias (SP) belong to the most prevalent lifetime anxiety disorders (Becker et al., 2007; Eaton et al., 2018; Kessler et al., 2005), however, particular risk and protective factors related to their onset and development are still largely unknown (Coelho et al., 2020). This is also true for animal phobias (AP), a subtype with one of the highest lifetime prevalence (3.3% to 5.7%) among SPs (Eaton et al., 2018; Wardenaar et al., 2017).

According to Seligman (1971), a vast majority of phobias is caused by just a few objects or situations that were threatening the survival of human ancestors and thus, are not equally distributed as a purely behavioral theory might predict (but see also Åhs et al., 2018; Coelho, 2019). In particular, snakes and spiders are the most common phobic animals (Polák et al., 2020) and also the most studied stimuli in fear research (Åhs et al., 2011; Isbell, 2006, 2009; Kawai, 2019; New & German, 2015; Öhman et al., 2012; Pissioti et al., 2003; Waters & Lipp, 2008; Zsido, Deak, et al., 2018). Indeed, they are considered as prototypical examples of evolutionary threat throughout the human evolution (Carlsson et al., 2004; Isbell, 2006; Kawai, 2019; LeDoux & Daw, 2018; LeDoux & Pine, 2016), of which fear acquisition is biologically pre-wired (Marks & Nesse, 1994; Öhman, 1986; Seligman, 1971). According to the current concept in evolutionary neuropsychology, the module of fear (Öhman & Mineka, 2001), fear and defensive responses have become hardwired into prehistorically prepared neural pathways of the primate brain, which have then been inherited and preserved across the human lineage as they were continuously increasing survival chances of their bearers (LeDoux & Daw, 2018). Despite fear being an adaptive response in life threatening situations, deregulated, irrational fear (i.e. phobia) may cause significant distress and interfere with an individual's day-to-day life (as the person tries all to avoid a confrontation with the phobic stimulus). Actually, SPs not only have severe health consequences (Coelho et al., 2020; Zsido, Arato, et al., 2018), but also pose a huge economic burden as the total annual cost of anxiety disorders in the US alone were estimated to fall between \$42 to \$47 billion (Kessler & Greenberg, 2002).

Interestingly, and somewhat contrary to what the biologically prepared learning model suggests, the prevalence of animal phobia can vary according to social and contextual factors, such as income and country. A recent epidemiological survey (Wardenaar et al., 2017) of 22 countries showed that the average lifetime prevalence of AP was lower (3.4%) in lower-middle-income countries compared to upper-middle- (4.4%) and high-income countries (3.7%). This might imply an effect of urbanization. Living in a city is an evolutionarily unfamiliar



habitat to humans as urbanization is a trend unique to the past few centuries. According to a recent report (Ritchie, 2018), more than 4 billion people live in urban areas worldwide, and it is projected that approximately two-thirds of the population will live in urban areas by 2050. Some authors claim that humans might have developed specific responses to different landscapes (Lohr, 2007; Orians, 1980; Orians & Heerwagen, 1992), with savanna-type environment to become the preferred one. A significant part of modern human evolution took place in savannas and in fact, humans seem to display a preference for living in open savanna-like areas in opposition to dense forests (Falk & Balling, 2010; Pontes-Da-Silva et al., 2016). The savanna facilitates the provision of food, has plenty of trees for protection but also ample views to scrutinize for prey and predators (Lohr, 2007).

Kellert & Wilson (1993) suggested that humans are evolutionarily predisposed to benefit from contact with nature, a concept often described as “*biophilia*” (Fromm, 1964; Gunderson, 2014; Hand et al., 2017; Wilson, 1984). Ulrich (1981, 1986) speculated about the possibility that exposure to unthreatening natural environments (e.g., vegetation) could naturally trigger positive affective responses (Ulrich et al., 1991). A large body of previous reviews, meta-analyses, and experimental data (Capaldi et al., 2014, 2015; Martin et al., 2020; Pritchard et al., 2020; Rosa et al., 2019) suggest that nature connectedness could improve health, enhance mood, reduce stress, and promote well-being and happiness. These results are in line with the claim that humans have evolved to display positive affective responses when in proximity with nature (Joye & van den Berg, 2011) or towards visual stimuli representing nature scenes over pictures of urban environments or deserts (Hartmann and Apaolaza-Ibanez, 2010).

There is a growing number of recent studies examining whether reduced contact with nature harms human well-being and functioning (Baxter & Pelletier, 2019; Lambert et al., 2015). On the one hand, higher urbanization has been linked to higher prevalence of a broad spectrum of psychiatric disorders, e.g., depression, PTSD, substance abuse, or anxiety (Engemann et al., 2019; Lambert et al., 2015; Rugel et al., 2019; Ventimiglia & Seedat, 2019). Also, disconnection from nature may have detrimental effects on human happiness (Capaldi et al., 2014; Chang et al., 2020; Dobson et al., 2021; Lopes et al., 2020; Nisbet et al., 2011; Sandifer et al., 2015) and the degree to which an individual feels connected to the natural world is seen as a positive predictor of pro-environmental behavior (Klaniacki et al., 2018). On the other hand, exposure to the natural space has been associated with a lower risk of psychiatric disorders (Engemann

et al., 2019) and enhanced emotional and neurobiological resilience, e.g., heightened motivation and reduced fear (Lambert et al., 2015, 2016).

Perhaps somewhat paradoxically, urban populations might display some form of *biophobia* that is comprised of (1) biological preparedness similar to what Seligman (1971) suggested, i.e. an innate physiological response to perceived danger from non-human threats (e.g., spiders and snakes) and (2) a culturally acquired tendency to affiliate more with technology and an attachment to material comfort (Orr, 1993; Patuano, 2020; Ulrich, 1993). Biophobia makes sense from the evolutionary psychology point of view as it is in the interest of humans to fear and thus avoid large carnivores, venomous spiders, scorpions, and snakes (Simaika & Samways, 2010) and is often conceptualized as an inheritably predisposed kind of fear (Neale et al., 1994). Such animals can elicit strong aversion or fear in many people, even in those who have not previously had any contact with them (possibly through vicarious learning; Hartig et al., 2011), coinciding with the high observed lifetime prevalence of APs.

Experience with nature might play a vital role in deciding whether someone develops animal phobia or not. Some studies (Ballouard et al., 2013; Engemann et al., 2019; Hinds & Sparks, 2008; Loebach & Gilliland, 2016) confirmed that individuals raised in rural settings have higher levels of connection with nature. Intimate contact with the natural world during childhood correlated with variables such as positive connection, identification, positive attitudes, and perceived behavioral control in engaging with the natural environment compared to participants with urban childhoods (Engemann et al., 2019; Hinds & Sparks, 2008; Loebach & Gilliland, 2016). Previous physical contact with snakes was associated with snake-likeability and observed different fear levels from cobras, vipers, and boas depending on the participant's nationality and cultural background (Ballouard et al., 2013). There is a large body of evidence (Berge et al., 2002; Coelho & Balaban, 2015; Coelho & Purkis, 2009; Doogan & Thomas, 1992; Fyer, 1998; Rachman, 2002) showing that simple frequent exposures to neutral situations give people a sense of control and thus, prevent fears and phobias from developing even after a future harmful experience. Indeed, exposure therapy is considered a good intervention technique to help people with anxiety disorders, such as SPs (Botella et al., 2017; Hofmann, 2008; Öst et al., 2001). Taken together, it seems that while higher nature connectedness can facilitate mental health, urban socialization might promote an increase in AP.

Our overarching goals were (1) to identify personal, social, and contextual factors that might play a role in the subjective evaluation of threatening animals with the highest prevalence among APs (i.e. of snakes and spiders). Further, (2) we sought to test whether nature relatedness could be a protective factor against developing APs. Specifically, we tested the following hypotheses: (1) people living in less urbanized areas (as well as men and people with higher education) will evaluate snake and spider images more positively and as less arousing and dominant compared with people living in big cities; (2) subjective evaluation of snake and spider images will be significantly affected by the individual level of snake and spider fear, respectively; (3) both snake and spider fear will be negatively correlated with one's level of education, but positively correlated with the size of residence; and finally (4) both snake and spider fear will be lower among people with greater outdoor experience, stronger connectedness with nature, and a more conservationist attitude. We aimed to test the explanatory power of these factors and to present a potential conceptual model explaining a relationship between nature relatedness, snake and spider fears/phobias and perception of these stimuli considered to be a prototypical evolutionary threat.

## **2 Methods**

### **2.1 Participants**

We recruited 1071 Hungarian participants (141 males), aged 18-65 years ( $M=25.61$ ,  $SD=8.05$ ) through the Internet by posting invitations on various forums and mailing lists to obtain a heterogeneous sample. The data were collected during the spring of 2019. The participants voluntarily filled out an online survey placed on the Google Forms. Twenty-three participants (2.15%) self-reported having a snake or spider phobia that was diagnosed by a psychiatrist or clinical psychologist. Regarding the size of residence, 12.89% of participants reported living in a village, 35.85% in a town, 11.30% in a large city, and 39.96% in the capital.

As for education, 3.08% completed elementary school (8 years), 29.04% completed high school, 40.89% were university students, and 26.98% had at least one university degree. Additionally, we deleted three invalid entries (one duplication and two fakes) from further analyses (these were neither included in the previous description). The research was approved by the Hungarian United Ethical Review Committee for Research in Psychology and was carried out in accordance with the Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki). Informed consent was obtained from all participants.

## **2.2 Questionnaires**

### *2.2.1 Nature Relatedness Scale*

The Nature Relatedness Scale (NR) was used to assess individual differences in the cognition, affect, and experiences people have with nature (Nisbet et al., 2009). The questionnaire consists of 21 items; each item is rated on a 5-point Likert-type scale ranging from 1 (disagree strongly) to 5 (agree strongly). The questionnaire contains three subscales: Self, Perspective, and Experience. The Self component of the NR scale addresses feelings of belonging to nature or being a part of it. It measures people's connection to nature and all living things, as well as concerns about nature, environmental issues, and the suffering of animals. The Perspective component addresses conservationism, animal rights, and the right to use natural resources more rationally or conceptually. The third subscale addresses experience, questioning each participant's ease and will about being outdoors in the wilderness or the woods, away from civilization, and their ability to take notice of wildlife. The mean scores of the items are used to calculate subscales scores. Higher scores are indicative of a stronger connection with nature. A Hungarian adaptation of this scale has not yet been published; thus, we will present evidence to demonstrate that the Hungarian translation<sup>1</sup> of the NR has good psychometric properties.

### *2.2.2 Snake Phobia Questionnaire*

The short, 12-item version of the Snake Phobia Questionnaire (SNAQ) was used to measure self-report fear and phobia of snakes (Zsido, Arato, et al., 2018). SNAQ is a one-factor scale, that uses a dichotomous response format (true; false). 'True' responses are summed to yield a score ranging from 0 to 12. Higher scores indicate higher levels of fear of snakes. In this study, the McDonald's omega was .92.

### *2.2.3 Spider Phobia Questionnaire*

We used the short 12-item version of the Spider Phobia Questionnaire (SPQ) to measure self-report fear and phobia of spiders (Zsido, Arato, et al., 2018). SPQ is a one-factor scale that uses a dichotomous response format (true; false). 'True' responses are summed to yield a score ranging from 0 to 12. Higher scores indicate higher levels of fear of spiders. In this study, the McDonald's omega was .93.

---

<sup>1</sup> The process of translation of the instrument followed the recommendations of the American Psychiatric Association (American Psychiatric Association, 2013).



#### *2.2.4 Fainting and avoidance questions*

Historical instances of fainting and avoidance were assessed by two yes/no questions that were based on DSM-V criteria for specific phobias (Olatunji et al., 2010). Fainting and dizziness was assessed by asking: "Have you ever been so scared to see a snake/spider that you fainted, nearly fainted, and felt dizzy or were not able to move?". Avoidance was assessed by asking: "Have you ever avoided certain situations/places or procrastinated about different activities because you thought you might encounter snakes/spiders?".

#### *2.2.5 Picture stimuli*

We selected 10 snake and 10 spider pictures from the Geneva Affective Picture Database (GAPED) (Dan-Glauser & Scherer, 2011). We used this database because it offers a specific subset and a wide variety of snake and spider pictures. Participants were asked to rate the pictures on three emotional dimensions: valence (pleasant – unpleasant), arousal (calm – excited), and dominance (dominated – in control). We calculated the mean ratings for snake and spider pictures over the three dimensions.

### **2.3 Statistical analyses**

#### *2.3.1 CFA and reliability of NRS*

We performed a confirmatory factor analysis (CFA) using the JASP statistical software version 0.11.1 for Windows (JASP Team, 2019) to examine whether the proposed three-factor model of NR fits our data. We used the diagonally weighted least squares (DWLS) estimator. To evaluate the model fit, we used the comparative fit index (CFI), Tucker–Lewis index (TLI), root mean square error of approximation (RMSEA), and the standardized root mean squared residual index (SRMR). The cutoffs for good model fit were CFI and TLI values of .95 or greater (Hu & Bentler, 1998) RMSEA and SRMR values of .08 or lower (Browne & Cudeck, 1992). McDonald's omega values were calculated to identify the reliability of the subscales.

#### *2.3.2 GLZM models*

We performed a generalized linear model (GLZM) for the negative binomial distribution with a log link function to analyze the effect of essential demographic characteristics (i.e. gender, age, highest education, residence), individual level of anxiety associated with snakes (self-reported fainting and avoidance) and the total scores on the SNAQ, NR, and its three subscales. A similar analysis was calculated using a GLZM normal log model for the SPQ scores as a response variable with the same set of demographic characteristics, individual-level variables associated with spiders (self-reported fainting and avoidance), and total scores on

the SNAQ, NR, and its three subscales. The analyses were performed using Statistica version 13 (TIBCO Software Inc., 2017).

### *2.3.3 RDA analysis*

Contribution of the explanatory variables (respondent's gender, age, highest education, residence, and scores on the three assessments, i.e. SNAQ, SPQ, and NR) on the ratings of snake and spider images according to valence, arousal, and dominance was examined in a redundancy analysis (RDA) as implemented in the R package *vegan* (Oksanen et al., 2020; R Core Team, 2020). The RDA is a multivariate direct gradient method (Braak & Šmilauer, 2018). It extracts and summarizes the variation in a set of response variables and permits to plot both the response and explanatory variables to a space defined by the extracted gradients. It enables to detect redundancy (i.e. shared variability) between sets of response (subjective evaluation of animal images) and explanatory variables (individual characteristics including assessment scores). Statistical significance of the gradients was confirmed by permutation tests.

### *2.3.4 SEM model*

We performed a Structural Equation Modelling using the JASP statistical software utilizing the *lavaan* (v. 0.6-1) package for R (Rosseel, 2012) to assess fit measures for our proposed model. We used the diagonally weighted least squares (DWLS) estimator (Bandalos, 2014). To evaluate the model fit, we used the comparative fit index (CFI), Tucker–Lewis index (TLI), and the root mean square error of approximation (RMSEA). The cutoffs for good model fit were identical to what we used to evaluate the CFA.

## **3 Results**

### ***3.1 CFA and reliability***

The CFA indicated that a five-factor model provided an excellent fit ( $\chi^2(186) = 543.22, p < .001, CFI = .98, TLI = .97, RMSEA = .043 [90\%CI: .039-.047], SRMR = .049$ ) on our sample. Descriptive data and the mean scores of the sample are also presented in Table 1. All three subscales showed good internal consistency. McDonald's omega value was .85 for the Self subscale, .65 for the Perspective subscale, .76 for the Experience subscale, and .88 for the total scale.

**Table 1** – Descriptive statistics of the sample on the three subscales and total score of Nature Relatedness Scale (NR): Self, Perspective, and Experience, Snake Phobia Questionnaire (SNAQ), and Spider Phobia Questionnaire (SPQ).

		NR Self*	NR Perspective	NR Experience**	NR Total**	SNAQ**	SPQ**
Phobia <sup>†</sup>	Yes	3.38 (0.79)	3.87 (0.65)	3.12 (0.81)	3.47 (0.63)	4.35 (3.93)	7.26 (3.57)
	No	3.49 (0.81)	3.87 (0.65)	3.48 (0.86)	3.61 (0.64)	2.04 (2.37)	2.62 (2.74)

<sup>†</sup> Self-report snake or spider phobia, \* p<0.05, \*\* p<0.001

### 3.2 GLzM

Based on the reduced GLzM model, the SNAQ scores were significantly affected by the respondent's gender ( $W = 8.45$ ,  $p = 0.004$ ), age ( $W = 8.35$ ,  $p = 0.004$ ), residence ( $W = 16.41$ ,  $p < 0.001$ ), snake fainting ( $W = 70.59$ ,  $p < 0.001$ ), snake avoidance ( $W = 171.54$ ,  $p < 0.001$ ), and the NR total score ( $W = 29.68$ ,  $p < 0.0010$ ), but not the highest education ( $W = 3.53$ ,  $p = 0.316$ ) nor SPQ scores ( $W = 2.18$ ,  $p = 0.140$ ). A separate analysis with the individual NR subscale scores instead of the total score showed a significant effect of Experience ( $W = 33.44$ ,  $p < 0.001$ ), but neither Self ( $W = 0.24$ ,  $p = 0.624$ ) nor Perspective ( $W = 0.65$ ,  $p = 0.420$ ).

As for the SPQ scores, there was a significant effect of gender ( $W = 40.41$ ,  $p < 0.001$ ), self-reported fainting ( $W = 263.16$ ,  $p < 0.001$ ) and avoidance ( $W = 249.30$ ,  $p < 0.001$ ) associated with spiders, and the total NR ( $W = 49.61$ ,  $p < 0.001$ ) and SNAQ score ( $W = 4.55$ ,  $p = 0.033$ ). However, the SPQ scores were affected neither by age ( $W = 0.13$ ,  $p = 0.722$ ), highest education ( $W = 2.44$ ,  $p = 0.486$ ), nor residence ( $W = 1.07$ ,  $p = 0.785$ ). When the NR total score was replaced by the three subscales, the reduced model revealed a significant effect of Experience ( $W = 78.85$ ,  $p < 0.001$ ), but not Self ( $W = 0.59$ ,  $p = 0.441$ ) nor Perspective ( $W = 1.15$ ,  $p = 0.283$ ). Descriptive data and the mean scores of various groups regarding the SNAQ and SPQ are presented in Table 2.

**Table 2** – Central tendencies of the various groups on the Snake Phobia Questionnaire (SNAQ) and the Spider Phobia Questionnaire (SPQ).

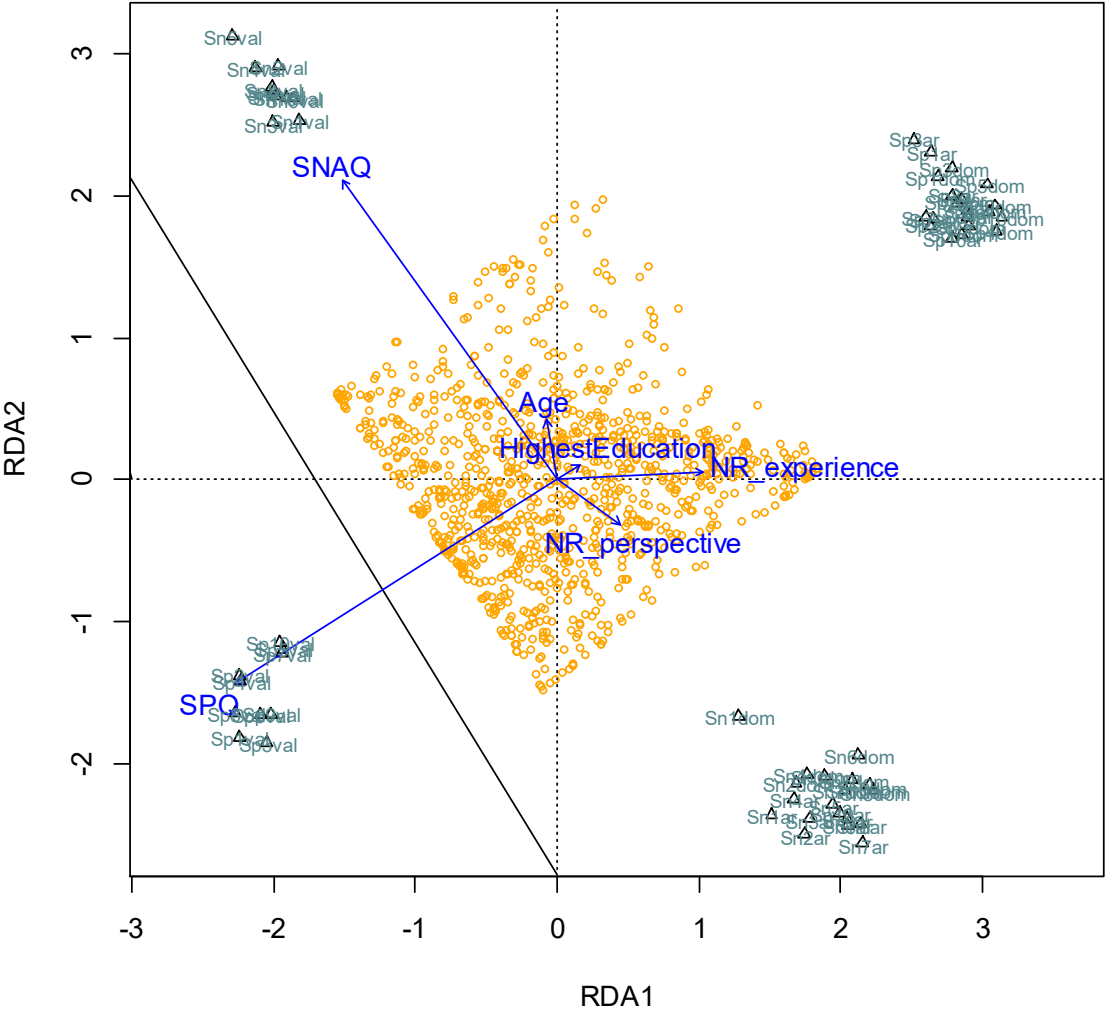
		SNAQ		SPQ	
		Mean	SD	Mean	SD
Gender	Females	3.95	3.79	6.47	3.88
	Males	2.36	2.91	3.18	3.09
Residence	Village	3.67	3.78	5.27	4.31
	Town	3.86	3.62	6.35	3.75
	Large city	3.44	3.80	6.57	3.95
	Capital city	3.73	3.9	5.84	3.95
Education	Elementary	3.36	3.04	5.76	3.88
	High school	3.74	3.78	6.57	4.07
	University student	3.62	3.73	5.86	3.91
	University degree	3.96	3.74	5.76	3.82
Age		rho	p	rho	p
		0.06	0.05	-0.06	0.07

### 3.3 RDA

The RDA model of the valence, arousal, and dominance ranks of the snake and spider images as response variables have generated six constrained axes, which explained 42.3% of the full variability. We then performed a permutation test (number of permutations = 20,000) to confirm the significance of each of the independent variables (constraints) in a sequential ('type I') test: SPQ,  $F(1, 1071) = 406.27$ ,  $p < 0.001$ ; SNAQ,  $F(1, 1071) = 362.24$ ,  $p < 0.001$ ; NR Experience,  $F(1, 1071) = 3.06$ ,  $p = 0.021$ ; age,  $F(1, 1071) = 2.93$ ,  $p = 0.024$ ; NR Perspective,  $F(1, 1071) = 2.93$ ,  $p = 0.026$ ; and the highest education,  $F(1, 1071) = 2.45$ ,  $p = 0.048$ . The first multivariate axis (RDA1) clearly separates valence ratings of the snake and spider images on



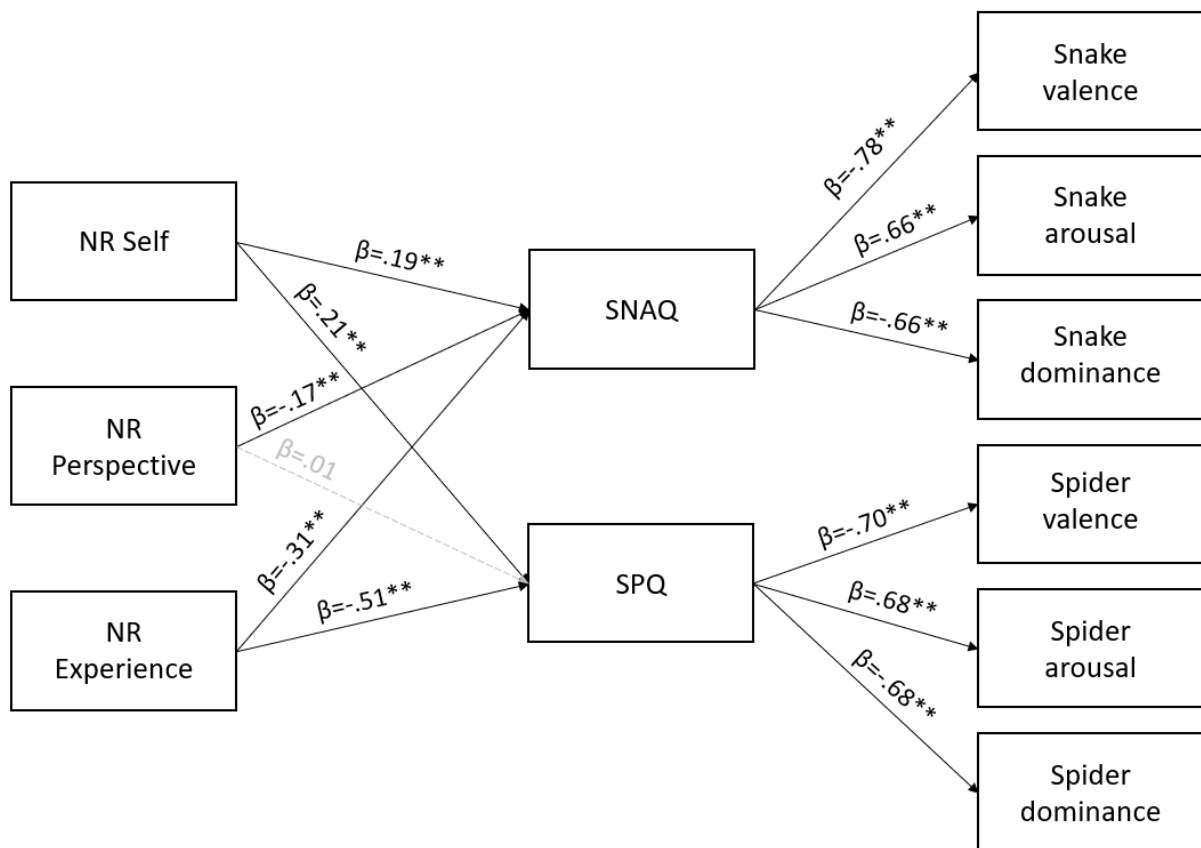
one end from dominance and arousal ratings on the other. Furthermore, it is significantly associated with scores on the NR Experience subscale. The RDA1 has an eigenvalue of 96.34 and explains 24.04% of the total variability. The second multivariate axis (RDA2) with an eigenvalue of 71.71 and 17.89% explained total variability seems to be defined by an opposition of negative ratings of the snake and spider images, which are strongly associated with the SNAQ and SPQ scores, respectively (for visualization of the RDA results see Fig. 1).



**Figure 1** – Redundancy analysis (RDA) of the respondents’ age, level of education, and scores on three assessments (i.e. the Snake Phobia Questionnaire SNAQ, Spider Phobia Questionnaire SPQ, and Nature Relatedness Scale NR – Experience and Perspective subscale) and their effect on valence, arousal, and dominance ratings of 10 snake and 10 spider images. The model explained 42.3% of the full variability.

### 3.4 SEM

The test yielded a good model fit ( $X^2(25)=28.825$ ,  $p=.271$ , CFI = .999, TLI = .999, RMSEA = .012, 90%CI = [.000 – .028], SRMR = .021). The NR Self subscale positively predicted both the SNAQ ( $\beta = .19$ ,  $p < .001$ ) and SPQ ( $\beta = .21$ ,  $p < .001$ ) scores. The NR Perspective subscale predicted the SNAQ negatively ( $\beta = -.17$ ,  $p < .001$ ) but not the SPQ ( $\beta = .01$ ,  $p = .866$ ) scores. The NR Experience subscale predicted negatively both the SNAQ ( $\beta = -.31$ ,  $p < .001$ ) and SPQ ( $\beta = -.51$ ,  $p < .001$ ) scores. In turn, the SNAQ scores negatively predicted valence ( $\beta = -.78$ ,  $p < .001$ ) and dominance ( $\beta = -.66$ ,  $p < .001$ ), while positively predicted arousal ( $\beta = .66$ ,  $p < .001$ ) ratings of the snake pictures. Further, the SPQ scores negatively predicted valence ( $\beta = -.70$ ,  $p < .001$ ) and dominance ( $\beta = -.68$ ,  $p < .001$ ), while positively predicted arousal ( $\beta = .68$ ,  $p < .001$ ) ratings of the spider pictures. See Fig. 2 for the model.



**Figure 2** – Our proposed model on the connection of nature relatedness, snake and spider phobias, and emotional rating of phobia-relevant pictures. All reported estimates are the maximum likelihood standardized point-estimates. Statistically significant unstandardized point estimates are highlighted in black (\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .001$ ). The gray line indicates a

nonsignificant pathway. NR = Nature Relatedness Scale, SNAQ = Snake Phobia Questionnaire, SPQ = Spider Phobia Questionnaire.

#### **4 Discussion**

A growing number of recent studies linked relatedness to nature with a lower risk of psychiatric disorders, higher levels of happiness, and enhanced emotional and neurobiological resilience, e.g., heightened motivation and reduced fear (Engemann et al., 2019; Lambert et al., 2015, 2016; Rugel et al., 2019; Ventimiglia & Seedat, 2019). A recent worldwide epidemiological survey (Wardenaar et al., 2017) showed that the average lifetime prevalence of AP was lower (3.4%) in low- and lower-middle-income countries compared to upper-middle- (4.4%) and high-income countries (3.7%). Having experience with nature could play a vital role in determining whether someone develops an AP or not (Ballouard et al., 2013). Hence, our goals were to investigate how fear of snakes and spiders could be related to nature connectedness. According to our results, nature relatedness, mostly perspective (i.e. having a conservationist mindset) and experience (i.e. a proneness to be outdoors in the wilderness and the ability to notice wildlife), older age, residing in a less urbanized environment, and male gender could be considered as protective factors against snake and spider phobias.

Previous experience and longing to be close to nature and an engagement to protect natural resources, two critical factors of subjective relatedness to nature, seems to be related to a lesser fear of snakes and spiders. People with a tendency to fear snakes and spiders score lower on the NR scale, particularly on the Experience and Perspective subscales. In contrast, people with a more positive view of snakes and spiders score lower on the SNAQ and SPQ and higher on the two NR subscales. This might not be surprising considering that rural residents who spend more time in nature than their urban counterparts tend to recall experiences in the natural environment as positive ones (Chawla & Derr, 2012; Duron-Ramos et al., 2020; Gifford & Nilsson, 2014; Lekies & Brensinger, 2015). Furthermore, pleasant experiences in nature lead to increased environmental responsibility (Berenguer et al., 2005; Evans et al., 2018) and connection to nature (Ballouard et al., 2013; Engemann et al., 2019; Hinds & Sparks, 2008; Loebach & Gilliland, 2016; Rosa et al., 2019).

In the present study, we did not find strong evidence that residence is related to spider or snake fears (as participants' current residence was only related to snake phobia in one of the analyses). However, the residence is not necessarily the main factor in determining the

contact and experience a person has with nature, supporting the original conceptualization of NR as a trait-like human characteristic (Nisbet et al., 2009). This might be related to childhood experiences and interactions with nature among people living in urban settings. Childhood interactions with nature seem to positively influence later positive attitudes towards it as adults (Hosaka et al., 2017), especially when the interaction is active (e.g., planting flowers) compared to passive (e.g., visiting a park) (Lohr, 2007; Lohr & Pearson-Mims, 2005). Similarly, younger children were more likely to report animal fears than were older children (Gullone, 2000) and animal phobias tend to start very early in life, around 5 or 6 years of age (Becker et al., 2007). Thus, it seems likely that the role of experience and the development of fear inoculation have a window of opportunity to be enhanced. Rural youth's experiences and conceptualizations of nature differ from those of the city children when the "countryside" becomes part of their lifestyle and identity (King & Church, 2013). For instance, a previous study (Soga et al., 2016) found that nature-related experiences without physical contact with natural settings, such as magazines, books, and films, enhanced children's willingness to conserve biodiversity.

Similar to fear acquisition (Askew & Field, 2007; Field & Purkis, 2011; Rachman, 1977), positive attitudes towards nature might be learned through direct exposure, modeling, and vicarious information. Children raised in urban settings can also develop respect for nature through, e.g., education about what they eat, nature documentaries, parental guidance, and frequent visits to rural setting. Such characteristics then may prevent the acquisition of animal-related fears or the development of APs.

We also showed that snake and spider fearful people see the object of their fear more negatively, feel more aroused by and dominant over them. In contrast, people scoring lower on the SNAQ and SPQ feel in control (dominant) over the stimuli and less aroused in their presence. The low dominance values found in participants with more fear relates to control and predictability, both paramount in the aetiology and treatment of anxiety disorders. Since the beginning of the 20th century, the earliest studies on experimental neurosis found that the lack of predictability and controllability of essential events in people's lives is the common characteristic (Mineka & Kihlstrom, 1978) . Control seems to involve psychological functions of danger and safety and the events that signal the occurrence of these conditions (Lohr et al., 2012). A more recent study (Lommen et al., 2010) also showed that subjects with high levels of neuroticism tend to show more avoidance concerning ambiguous stimuli, compared to



subjects with low levels of neuroticism. These data are corroborated in several research domains, since, e.g., activity in the amygdala is observed when the contingencies between a stimulus and a negative result are unpredictable (LaBar et al., 1998). This is one of the main reasons why exposure treatment is used to overcome fears and phobias. New experiences will create new memories, experiences, and control over the feared stimuli (McNally, 2007; Telch et al., 2017).

We observed that the NR Experience subscale was correlated with SNAQ and SPQ scores, suggesting experience as the main ingredient to overcome or inoculate fears. We further showed that the image valence scores of snakes and spiders (positive-negative) were significantly affected by the SNAQ and SPQ, and again, there was a significant effect of NR Experience. It is also important to remind that exposure-based therapies (e.g., cognitive behavioral therapy) might profit from incorporating both natural and contextual cues and triggers to treat fears and phobias. During a fearful situation, the amygdala recruits the hippocampus into remembering contextual information about the event (Rodrigues et al., 2009). Stress strengthens this recruitment, and facilitates learning a fear association, and consolidates it into a long-term memory, causing a positive glucocorticoid stress response feedback loop (Sapolsky, 2017) and impair fear extinction (Milad & Quirk, 2002; Phelps et al., 2004). Practicing extinction (e.g., by systematic desensitization) in different contextual environments from the therapist's office can benefit twofold: by 1) creating new hippocampus-driven contextual memories related to the feared stimuli and 2) using nature itself as a stress-reducing environment.

Some limitations of the present study shall be noted. First, although the large sample is a strength of our study, the gender imbalance may have confounded the results and could have made the comparison of females and males problematic. The gender difference in snake and spider phobias we found, i.e. females score higher than males, is a consistently reported pattern throughout the literature (Becker et al., 2007; King et al., 1998; Moracco & Camilleri, 1983; Polák et al., 2016; Zsido, Arato, et al., 2018). Additionally, although we used structural equation modeling for statistical analysis, our study was still correlational in design. Therefore, the direction of the relationship between nature-relatedness and APs is still up to debate. That is, nature-relatedness protects against developing APs, or APs lead to lower nature-relatedness (probably both as avoidance of a potential encounter with the phobic object is a decisive necessity in all phobias). Future studies should try and gather longitudinal data.

Finally, we used self-report surveys and questions rather than structured diagnostic interviews.

Notwithstanding some limitations, our study is the first to show that nature-relatedness – previous experience with nature and a pro-environmental mindset in particular – may serve as a protective factor against APs. It is still unclear if exposure to nature itself or exposure to snakes and spiders in nature brings protection against the acquisition of specific fears or if snakes and spiders are less threatening in those environments. Further studies could dissociate these experiences and measure if subjective discomfort could vary if participants observed snakes and spiders in urban vs. natural environments. Nevertheless, this study is yet another shred of evidence on the positive effects of being close to and spending time in nature. Our results might suggest that facilitating a positive attitude towards nature by nature-related experiences and pro-environmental education may help prevent the acquisition of animal-related fears or the development of APs, thus lowering the prevalence of the most common SP.

## References

- Åhs, F., Palmquist, Å. M., Pissioti, A., Appel, L., Frans, Ö., Liberzon, I., Furmark, T., & Fredrikson, M. (2011). Arousal modulation of memory and amygdala-parahippocampal connectivity: A PET-psychophysiology study in specific phobia. *Psychophysiology*, *48*(11), 1463–1469. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01231.x>
- Åhs, F., Rosén, J., Kastrati, G., Fredrikson, M., Agren, T., & Lundström, J. N. (2018). Biological preparedness and resistance to extinction of skin conductance responses conditioned to fear-relevant animal pictures: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *95*, 430-437.
- Askew, C., & Field, A. P. (2007). Vicarious learning and the development of fears in childhood. *Behaviour Research and Therapy*, *45*(11), 2616–2627. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2007.06.008>
- Ballouard, J. M., Ajtic, R., Balint, H., Brito, J. C., Crnobrnja-Isailovic, J., Desmonts, D., Elmouden, E. H., Erdogan, M., Feriche, M., Pleguezuelos, J. M., Prokop, P., Sánchez, A., Santos, X., Slimani, T., Tomovic, L., Uşak, M., Zuffi, M., & Bonnet, X. (2013). Schoolchildren and one of the most unpopular animals: Are they ready to protect snakes? *Anthrozoos*, *26*(1), 93–109.

<https://doi.org/10.2752/175303713X13534238631560>

- Bandalos, D. L. (2014). Relative Performance of Categorical Diagonally Weighted Least Squares and Robust Maximum Likelihood Estimation. *Structural Equation Modeling, 21*(1), 102–116. <https://doi.org/10.1080/10705511.2014.859510>
- Baxter, D. E., & Pelletier, L. G. (2019). Is nature relatedness a basic human psychological need? A critical examination of the extant literature. *Canadian Psychology, 60*(1), 21–34. <https://doi.org/10.1037/cap0000145>
- Becker, E. S., Rinck, M., Türke, V., Kause, P., Goodwin, R., Neumer, S., & Margraf, J. (2007). Epidemiology of specific phobia subtypes: Findings from the Dresden Mental Health Study. *European Psychiatry, 22*(2), 69–74. <https://doi.org/10.1016/J.EURPSY.2006.09.006>
- Berenguer, J., Corraliza, J. A., & Martin, R. (2005). Rural-Urban differences in environmental concern, attitudes, and actions. *European Journal of Psychological Assessment, 21*(2), 128–138. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.21.2.128>
- Berge, M. Ten, Veerkamp, J. S. J., & Hoogstraten, J. (2002). The etiology of childhood dental fear: The role of dental and conditioning experiences. *Journal of Anxiety Disorders, 16*(3), 321–329. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(02\)00103-2](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(02)00103-2)
- Botella, C., Fernández-Álvarez, J., Guillén, V., García-Palacios, A., & Baños, R. (2017). Recent Progress in Virtual Reality Exposure Therapy for Phobias: A Systematic Review. In *Current Psychiatry Reports* (Vol. 19, Issue 7, pp. 1–13). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0788-4>
- Braak, C. ter, & Šmilauer, P. (2018). *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.10)*. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/536347>
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). Alternative Ways of Assessing Model Fit. *Sociological Methods & Research, 21*(2), 230–258. <https://doi.org/10.1177/0049124192021002005>
- Capaldi, C., Dopko L., R. L., & Zelenski, J. M. (2014). The relationship between nature connectedness and happiness: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 5*(AUG), 976. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00976>
- Capaldi, C., Passmore, H.-A., Nisbet, E., Zelenski, J., & Dopko, R. (2015). Flourishing in nature: A review of the benefits of connecting with nature and its application as a well-being intervention. *International Journal of Wellbeing, 5*(4), 1–16. <https://doi.org/10.5502/ijw.v5i4.449>

- Carlsson, K., Petersson, K. M., Lundqvist, D., Karlsson, A., Ingvar, M., & Öhman, A. (2004). Fear and the amygdala: Manipulation of awareness generates differential cerebral responses to phobic and fear-relevant (but nonfeared) stimuli. *Emotion, 4*(4), 340–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.4.4.340>
- Chang, C. Chen, Oh, R. R. Y., Nghiem, T. P. Le, Zhang, Y., Tan, C. L. Y., Lin, B. B., Gaston, K. J., Fuller, R. A., & Carrasco, L. R. (2020). Life satisfaction linked to the diversity of nature experiences and nature views from the window. *Landscape and Urban Planning, 202*, 103874. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103874>
- Chawla, L., & Derr, V. (2012). The development of conservation behaviors in childhood and youth. *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology.*, 527–555. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0028>
- Coelho, C. M., & Balaban, C. D. (2015). Visuo-vestibular contributions to anxiety and fear. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 48, pp. 148–159). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.10.023>
- Coelho, C. M., Gonçalves-Bradley, D., & Zsido, A. N. (2020). Who worries about specific phobias? – A population-based study of risk factors. *Journal of Psychiatric Research, 126*, 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.05.001>
- Coelho, C. M., & Purkis, H. (2009). The origins of specific phobias: Influential theories and current perspectives. *Review of General Psychology, 13*(4), 335–348. <https://doi.org/10.1037/a0017759>
- Coelho, C. M., Suttiwan, P., Faiz, A. M., Ferreira-Santos, F., & Zsido, A. N. (2019). Are humans prepared to detect, fear, and avoid snakes? The mismatch between laboratory and ecological evidence. *Frontiers in psychology, 10*, 2094.
- Dan-Glauser, E. S., & Scherer, K. R. (2011). The Geneva affective picture database (GAPED): A new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behavior Research Methods, 43*(2), 468–477. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0064-1>
- Dobson, J., Birch, J., Brindley, P., Henneberry, J., McEwan, K., Mears, M., Richardson, M., & Jorgensen, A. (2021). The magic of the mundane: The vulnerable web of connections between urban nature and well-being. *Cities, 108*, 102989. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102989>
- Doogan, S., & Thomas, G. V. (1992). Origins of fear of dogs in adults and children: The role of conditioning processes and prior familiarity with dogs. *Behaviour Research and Therapy, 30*, 101–110.



- 30(4), 387–394. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(92\)90050-Q](https://doi.org/10.1016/0005-7967(92)90050-Q)
- Duron-Ramos, M. F., Collado, S., García-Vázquez, F. I., & Bello-Echeverria, M. (2020). The Role of Urban/Rural Environments on Mexican Children's Connection to Nature and Pro-environmental Behavior. *Frontiers in Psychology, 11*, 514. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00514>
- Eaton, W. W., Bienvenu, O. J., & Miloyan, B. (2018). Specific phobias. *The Lancet Psychiatry, 5*(8), 678–686. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(18\)30169-X](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(18)30169-X)
- Engemann, K., Pedersen, C. B., Arge, L., Tsirogiannis, C., Mortensen, P. B., & Svenning, J. C. (2019). Residential green space in childhood is associated with a lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116*(11), 5188–5193. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807504116>
- Evans, G. W., Otto, S., & Kaiser, F. G. (2018). Childhood Origins of Young Adult Environmental Behavior. *Psychological Science, 29*(5), 679–687. <https://doi.org/10.1177/0956797617741894>
- Falk, J. H., & Balling, J. D. (2010). Evolutionary influence on human landscape preference. *Environment and Behavior, 42*(4), 479–493. <https://doi.org/10.1177/0013916509341244>
- Field, A. P., & Purkis, H. M. (2011). The role of learning in the etiology of child and adolescent fear and anxiety. In *Anxiety Disorders in Children and Adolescents, Second edition* (pp. 227–256). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511994920.012>
- Fromm, E. (1964). *The Heart of Man: Its Genius for Good and Evil*. Harper & Row.
- Fyer, A. J. (1998). Current approaches to etiology and pathophysiology of specific phobia. *Biological Psychiatry, 44*(12), 1295–1304. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(98\)00274-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(98)00274-1)
- Gifford, R., & Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology, 49*(3), 141–157. <https://doi.org/10.1002/ijop.12034>
- Gullone, E. (2000). The development of normal fear: A century of research. *Clinical Psychology Review, 20*(4), 429–451. [https://doi.org/10.1016/S0272-7358\(99\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0272-7358(99)00034-3)
- Gunderson, R. (2014). Erich Fromm's Ecological Messianism. *Humanity & Society, 38*(2), 182–204. <https://doi.org/10.1177/0160597614529112>

- Hand, K. L., Freeman, C., Seddon, P. J., Recio, M. R., Stein, A., & Van Heezik, Y. (2017). The importance of urban gardens in supporting children's biophilia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *114*(2), 274–279. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609588114>
- Hartig, T., Van Den Berg, A. E., Hagerhall, C. M., Tomalak, M., Bauer, N., Hansmann, R., Ojala, A., Syngollitou, E., Carrus, G., Van Herzele, A., Bell, S., Podesta, M. T. C., & Waaseth, G. (2011). Health benefits of nature experience: Psychological, social and cultural processes. *Forests, Trees and Human Health*, 127–168. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9806-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9806-1_5)
- Hartmann, P., & Apaolaza-Ibanez, V. (2010). Beyond savanna: An evolutionary and environmental psychology approach to behavioral effects of nature scenery in green advertising. *Journal of Environmental Psychology*, *30*(1), 119-128.
- Hinds, J., & Sparks, P. (2008). Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity. *Journal of Environmental Psychology*, *28*(2), 109–120. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.11.001>
- Hofmann, S. G. (2008). Cognitive processes during fear acquisition and extinction in animals and humans: Implications for exposure therapy of anxiety disorders. In *Clinical Psychology Review* (Vol. 28, Issue 2, pp. 199–210). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2007.04.009>
- Hosaka, T., Sugimoto, K., & Numata, S. (2017). Childhood experience of nature influences the willingness to coexist with biodiversity in cities. *Palgrave Communications*, *3*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1057/palcomms.2017.71>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, *3*(4), 424–453. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.4.424>
- Isbell, L. A. (2006). Snakes as agents of evolutionary change in primate brains. *Journal of Human Evolution*, *51*(1), 1–35. <https://doi.org/10.1016/J.JHEVOL.2005.12.012>
- Isbell, L. A. (2009). *The fruit, the tree, and the serpent: why we see so well*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.5860/choice.47-0255>
- JASP Team. (2019). *JASP (Version 0.10.2)[Computer software]*. <https://jasp-stats.org/>
- Joye, Y., & van den Berg, A. (2011). Is love for green in our genes? A critical analysis of evolutionary assumptions in restorative environments research. *Urban Forestry and*

- Urban Greening*, 10(4), 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.07.004>
- Kawai, N. (2019). *The Fear of Snakes: Evolutionary and psychobiological perspectives on our innate fear*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-7530-9>
- Kellert, S. R., & Wilson, E. (1993). *The biophilia hypothesis*. Island Press.  
[https://books.google.com/books?hl=hu&lr=&id=GAO8BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=Kellert,+S.+R.,+%26+Wilson,+E.+O.+\(Eds.\).+\(1993\).+The+biophilia+hypothesis.+Washingtgon,+DC:+Island+Press.&ots=pmo8NzFUx2&sig=y5xBUOhJRwmh-4dUqLD0AsBQIx8](https://books.google.com/books?hl=hu&lr=&id=GAO8BwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=Kellert,+S.+R.,+%26+Wilson,+E.+O.+(Eds.).+(1993).+The+biophilia+hypothesis.+Washingtgon,+DC:+Island+Press.&ots=pmo8NzFUx2&sig=y5xBUOhJRwmh-4dUqLD0AsBQIx8)
- Kessler, R. C., Berglund, P., Demler, O., Jin, R., Merikangas, K. R., & Walters, E. E. (2005). Lifetime Prevalence and Age-of-Onset Distributions of DSM-IV Disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Archives of General Psychiatry*, 62(6), 593.  
<https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.6.593>
- Kessler, R. C., & Greenberg, P. (2002). The economic burden of anxiety and stress disorders. In K. L. Davis, D. Charney, J. T. Nemeroff, & C. Coyle (Eds.), *Neuropsychopharmacology: The Fifth Generation of Progress* (pp. 981–992). Williams and Wilkins, Philadelphia US.
- King, K., & Church, A. (2013). “We don’t enjoy nature like that”: Youth identity and lifestyle in the countryside. *Journal of Rural Studies*, 31, 67–76.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.02.004>
- King, N. J., Eleonora, G., & Ollendick, T. H. (1998). Etiology of childhood phobias: Current status of Rachman’s three pathways theory. *Behaviour Research and Therapy*, 36(3), 297–309. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(98\)00015-1](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(98)00015-1)
- Klaniecki, K., Leventon, J., & Abson, D. J. (2018). Human–nature connectedness as a ‘treatment’ for pro-environmental behavior: making the case for spatial considerations. *Sustainability Science*, 13(5), 1375–1388. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0578-x>
- LaBar, K. S., Gatenby, J. C., Gore, J. C., LeDoux, J. E., & Phelps, E. A. (1998). Human amygdala activation during conditioned fear acquisition and extinction: A mixed-trial fMRI study. *Neuron*, 20(5), 937–945. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80475-4](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80475-4)
- Lambert, K. G., Hyer, M., Bardi, M., Ruzicidlo, A., Scott, S., Terhune-cotter, B., Hazelgrove, A., Silva, I., & Kinsley, C. (2016). Natural-enriched environments lead to enhanced environmental engagement and altered neurobiological resilience. *Neuroscience*, 330, 386–394. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.05.037>
- Lambert, K. G., Nelson, R. J., Jovanovic, T., & Cerdá, M. (2015). Brains in the city: Neurobiological effects of urbanization. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 58,

- 107–122. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.04.007>
- LeDoux, J. E., & Daw, N. D. (2018). Surviving threats: Neural circuit and computational implications of a new taxonomy of defensive behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, *19*(5), 269–282. <https://doi.org/10.1038/nrn.2018.22>
- LeDoux, J. E., & Pine, D. S. (2016). Using neuroscience to help understand fear and anxiety: A two-system framework. *American Journal of Psychiatry*, *173*(11), 1083–1093. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2016.16030353>
- Lekies, K. S., & Brensinger, J. D. (2015). Childhood Nature Experiences Across Residential Settings: Rural, Suburban, and Urban. In *Risk, Protection, Provision and Policy* (Vol. 12, pp. 1–20). [https://doi.org/10.1007/978-981-4585-99-6\\_22-1](https://doi.org/10.1007/978-981-4585-99-6_22-1)
- Loebach, J. E., & Gilliland, J. A. (2016). Free-Range Kids? Using GPS-Derived Activity Spaces to Examine Children's Neighborhood Activity and Mobility. *Environment and Behavior*, *48*(3), 421–453. <https://doi.org/10.1177/0013916514543177>
- Lohr, J. M., Lilienfeld, S. O., & Rosen, G. M. (2012). Anxiety and its treatment: Promoting science-based practice. *Journal of Anxiety Disorders*, *26*(7), 719–727. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2012.06.007>
- Lohr, V. I. (2007). Benefits of nature: What we are learning about why people respond to nature. *Journal of Physiological Anthropology*, *26*(2), 83–85. <https://doi.org/10.2114/jpa2.26.83>
- Lohr, V. I., & Pearson-Mims, C. H. (2005). Children's active and passive interactions with plants influence their attitudes and actions toward trees and gardening as adults. *HortTechnology*, *15*(3), 472–476. <https://doi.org/10.21273/horttech.15.3.0472>
- Lommen, M. J. J., Engelhard, I. M., & van den Hout, M. A. (2010). Neuroticism and avoidance of ambiguous stimuli: Better safe than sorry? *Personality and Individual Differences*, *49*(8), 1001–1006. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.08.012>
- Lopes, S., Lima, M., & Silva, K. (2020). Nature can get it out of your mind: The rumination reducing effects of contact with nature and the mediating role of awe and mood. *Journal of Environmental Psychology*, *71*, 101489. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101489>
- Marks, I., & Nesse, R. M. (1994). Fear and fitness: An evolutionary analysis of anxiety disorders. *Ethology and Sociobiology*, *15*(5–6), 247–261. [https://doi.org/10.1016/0162-3095\(94\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0162-3095(94)90002-7)



- Martin, L., White, M. P., Hunt, A., Richardson, M., Pahl, S., & Burt, J. (2020). Nature contact, nature connectedness and associations with health, well-being and pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology, 68*, 101389.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101389>
- McNally, R. J. (2007). Mechanisms of exposure therapy: How neuroscience can improve psychological treatments for anxiety disorders. *Clinical Psychology Review, 27*(6), 750–759. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2007.01.003>
- Milad, M. R., & Quirk, G. J. (2002). Neurons in the medial prefrontal cortex signal memory for fear extinction. *Nature, 420*(6911), 70–74. <https://doi.org/10.1038/nature01138>
- Mineka, S., & Kihlstrom, J. F. (1978). Unpredictable and uncontrollable events: A new perspective on experimental neurosis. *Journal of Abnormal Psychology, 87*(2), 256–271.  
<https://doi.org/10.1037/0021-843X.87.2.256>
- Moracco, J. C., & Camilleri, J. (1983). A study of fears in elementary school children. *Elementary School Guidance & Counseling, 18*(2), 82–87.  
<https://www.jstor.org/stable/42868606>
- Neale, M. C., Walters, E. E., Eaves, L. J., Maes, H. H., & Kendler, K. S. (1994). Multivariate genetic analysis of twin-family data on fears: Mx models. *Behavior Genetics, 24*(2), 119–139. <https://doi.org/10.1007/BF01067816>
- New, J. J., & German, T. C. (2015). Spiders at the cocktail party: An ancestral threat that surmounts inattentive blindness. *Evolution and Human Behavior, 36*(3), 165–173.  
<https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2014.08.004>
- Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Murphy, S. A. (2009). The nature relatedness scale: Linking individuals' connection with nature to environmental concern and behavior. *Environment and Behavior, 41*(5), 715–740.  
<https://doi.org/10.1177/0013916508318748>
- Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Murphy, S. A. (2011). Happiness is in our Nature: Exploring Nature Relatedness as a Contributor to Subjective Well-Being. *Journal of Happiness Studies, 12*(2), 303–322. <https://doi.org/10.1007/s10902-010-9197-7>
- Öhman, A. (1986). Face the beast and fear the face: Animal and social fears as prototypes for evolutionary analyses of emotion. *Psychophysiology, 23*(2), 123–145.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1986.tb00608.x>
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved

- module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483-522.  
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.3.483>
- Öhman, A., Soares, S. C., Juth, P., Lindström, B., & Esteves, F. (2012). Evolutionary derived modulations of attention to two common fear stimuli: Serpents and hostile humans. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(1), 17–32.  
<https://doi.org/10.1080/20445911.2011.629603>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., O’hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H., Szoecs, E., & Maintainer, H. W. (2020). Package “vegan” Title Community Ecology Package Version 2.5-7. In *cran.ism.ac.jp*. <http://cran.ism.ac.jp/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Olatunji, B. O., Sawchuk, C. N., Moretz, M. W., David, B., Armstrong, T., & Ciesielski, B. G. (2010). Factor structure and psychometric properties of the Injection Phobia Scale–Anxiety. *Psychological Assessment*, 22(1), 167–179. <https://doi.org/10.1037/a0018125>
- Orians, G. H. (1980). Habitat selection: general theory and application to human behavior. *The Evolution of Social Behavior*, 49–66. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10020057333/>
- Orians, G. H., & Heerwagen, J. H. (1992). Evolved Responses to Landscapes. *Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, 555–579.  
<https://psycnet.apa.org/record/1992-98504-015>
- Orr, D. W. (1993). Love it or lose it: The coming biophilia revolution. In S. R. Kellert & E. O. Wilson (Eds.), *The biophilia hypothesis*. Island Press. [https://opus4.kobv.de/opus4-Fromm/files/26062/Orr\\_D\\_1993.pdf](https://opus4.kobv.de/opus4-Fromm/files/26062/Orr_D_1993.pdf)
- Öst, L. G., Svensson, L., Hellström, K., & Lindwall, R. (2001). One-session treatment of specific phobias in youths: A randomized clinical trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 69(5), 814–824. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.69.5.814>
- Patuano, A. (2020). Biophobia and urban restorativeness. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 10, p. 4312). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/su12104312>
- Phelps, E. A., Delgado, M. R., Nearing, K. I., & Ledoux, J. E. (2004). Extinction learning in humans: Role of the amygdala and vmPFC. *Neuron*, 43(6), 897–905.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.042>
- Pissiota, A., Frans, Ö., Michelgård, Å., Appel, L., Långström, B., Flaten, M. A., & Fredrikson, M. (2003). Amygdala and anterior cingulate cortex activation during affective startle modulation: A PET study of fear. *European Journal of Neuroscience*, 18(5), 1325–1331.

<https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02855.x>

Polák, J., Rádlová, S., Janovcová, M., Flegr, J., Landová, E., & Frynta, D. (2020). Scary and nasty beasts: Self-reported fear and disgust of common phobic animals. *British Journal of Psychology*, *111*(2), 297–321. <https://doi.org/10.1111/bjop.12409>

Polák, J., Sedláčková, K., Nácar, D., Landová, E., & Frynta, D. (2016). Fear the serpent: A psychometric study of snake phobia. *Psychiatry Research*, *242*, 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.05.024>

Pontes-Da-Silva, E., Pacheco, M. L. T., Pequeno, P. A. C. L., Franklin, E., & Kaefer, I. L. (2016). Attitudes Towards Scorpions and Frogs: A Survey among Teachers and Students from Schools in the Vicinity of an Amazonian Protected Area. *Journal of Ethnobiology*, *36*(2), 395–411. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-36.2.395>

Pritchard, A., Richardson, M., Sheffield, D., & McEwan, K. (2020). The Relationship Between Nature Connectedness and Eudaimonic Well-Being: A Meta-analysis. *Journal of Happiness Studies*, *21*(3), 1145–1167. <https://doi.org/10.1007/s10902-019-00118-6>

R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>

Rachman, S. (1977). The conditioning theory of fear acquisition: A critical examination. *Behaviour Research and Therapy*, *15*(5), 375–387. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(77\)90041-9](https://doi.org/10.1016/0005-7967(77)90041-9)

Rachman, S. (2002). Fears born and bred: Non-associative fear acquisition? In *Behaviour Research and Therapy* (Vol. 40, Issue 2, pp. 121–126). [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(01\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(01)00044-4)

Ritchie, H. (2018). Urbanization. In *Our world in data*. <https://ourworldindata.org/urbanization>

Rodrigues, S. M., LeDoux, J. E., & Sapolsky, R. M. (2009). The Influence of Stress Hormones on Fear Circuitry. *Annual Review of Neuroscience*, *32*(1), 289–313. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135620>

Rosa, C. D., Collado, S., Profice, C. C., & Larson, L. R. (2019). Nature-based recreation associated with connectedness to nature and leisure satisfaction among students in Brazil. *Leisure Studies*, *38*(5), 682–691. <https://doi.org/10.1080/02614367.2019.1620842>

Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of*

- Statistical Software*, 48. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rugel, E. J., Carpiano, R. M., Henderson, S. B., & Brauer, M. (2019). Exposure to natural space, sense of community belonging, and adverse mental health outcomes across an urban region. *Environmental Research*, 171, 365–377.  
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.034>
- Sandifer, P. A., Sutton-Grier, A. E., & Ward, B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services*, 12, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.007>
- Seligman, M. E. P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2(3), 307–320.  
[https://doi.org/10.1016/S0005-7894\(71\)80064-3](https://doi.org/10.1016/S0005-7894(71)80064-3)
- Simaika, J. P., & Samways, M. J. (2010). Biophilia as a universal ethic for conserving biodiversity. *Conservation Biology*, 24(3), 903–906. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01485.x>
- Soga, M., Gaston, K. J., Yamaura, Y., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2016). Both direct and vicarious experiences of nature affect children’s willingness to conserve biodiversity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(6), 529.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph13060529>
- Telch, M. J., York, J., Lancaster, C. L., & Monfils, M. H. (2017). Use of a Brief Fear Memory Reactivation Procedure for Enhancing Exposure Therapy. *Clinical Psychological Science*, 5(2), 367–378. <https://doi.org/10.1177/2167702617690151>
- TIBCO Software Inc. (2017). *Statistica* (No. 13).
- Ulrich, R. S. (1981). Natural versus urban scenes: Some Psychophysiological Effects. *Environment and Behavior*, 13(5), 523–556.  
<https://doi.org/10.1177/0013916581135001>
- Ulrich, R. S. (1986). Human responses to vegetation and landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 13(C), 29–44. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(86\)90005-8](https://doi.org/10.1016/0169-2046(86)90005-8)
- Ulrich, R. S. (1993). Biophilia, biophobia, and natural landscapes. In Kellert, S. R. & E. O. Wilson (Eds.), *The biophilia hypothesis*. Island Press.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)

- Ventimiglia, I., & Seedat, S. (2019). Current evidence on urbanicity and the impact of neighbourhoods on anxiety and stress-related disorders. *Current Opinion in Psychiatry*, 32(3), 248–253. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000496>
- Wardenaar, K. J., Lim, C. C. W., Al-Hamzawi, A. O., Alonso, J., Andrade, L. H., Benjet, C., Bunting, B., de Girolamo, G., Demyttenaere, K., Florescu, S. E., Gureje, O., Hisateru, T., Hu, C., Huang, Y., Karam, E., Kiejna, A., Lepine, J. P., Navarro-Mateu, F., Oakley Browne, M., ... de Jonge, P. (2017). The cross-national epidemiology of specific phobia in the World Mental Health Surveys. *Psychological Medicine*, 47(10), 1744–1760. <https://doi.org/10.1017/S0033291717000174>
- Waters, A. M., & Lipp, O. V. (2008). The influence of animal fear on attentional capture by fear-relevant animal stimuli in children. *Behaviour Research and Therapy*, 46(1), 114–121. <https://doi.org/10.1016/J.BRAT.2007.11.002>
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.
- Zsido, A. N., Arato, N., Inhof, O., Janszky, J., & Darnai, G. (2018). Short versions of two specific phobia measures: The snake and the spider questionnaires. *Journal of Anxiety Disorders*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2017.12.002>
- Zsido, A. N., Deak, A., & Bernath, L. (2018). Is a snake scarier than a gun? The ontogenetic-phylogenetic dispute from a new perspective: The role of arousal. *Emotion (Washington, DC)*. <https://doi.org/10.1037/emo0000478>