

Synestezie: přehled současných poznatků

MUDr. Radkin Honzák, CSc.

Ústav všeobecného lékařství 1. LF UK, Praha

Psychiatrická ambulance IKEM, Praha

Psychiatrická léčebna Praha

Synestezie je pojem označující skutečnost, že podnět z jedné smyslové nebo kognitivní oblasti vyvolá vjem v jiné smyslové oblasti, která není primárně aktivována. Nejčastější synestezie jsou mezi grafémy a barvami, kdy písmeno nebo číslice napsané achromatickou barvou vyvolá barevný vjem. Tyto vjemy jsou vesměs pocítovány stejně reálně jako non-synestetiky skutečně vnímané barvy. Barevný vjem může evokovat i samotná představa grafému. Mezi synestezii a kreativitou jsou úzké vztahy dané tím, že synestetici jsou schopni vytvářet smysluplné asociace mezi rozdílnými stimuly. Autor předkládá souborný článek shrnující současné poznatky v této oblasti doplněný autentickými výroky synestetiků.

Klíčová slova: synestezie, kreativita, neurofyzilogie, osobní zkušenost.

Synaesthesia: the current state of affairs

Synaesthesia is an experience in which stimulation in one sensory or cognitive stream leads to associated experiences in a second unstimulated stream. People with color-graphemic synaesthesia experience vivid, reliable color upon viewing achromatic alphanumeric characters. Recent evidence indicates that synaesthetic color experiences are as perceptually real as actual colors are for non-synaesthetic observers, even in internally generated stimuli. It has been also suggested that individuals with synaesthesia may show heightened creativity as a result of being able to form meaningful association between these disparate stimuli. The present paper summarizes our current knowledge concerning synaesthesia including the personal experiences of some synesthetes with this peculiar gift.

Key words: synaesthesia, creativity, neurophysiology, personal experience.

Psychiat. pro Praxi 2010; 11(4): 152–155

Hvězda ti plakala růžově do uší...

Synestezie (z řeckého „syn“ = spolu a „aesthesia“ = pocit, vnímání) je pojem označující skutečnost, kdy podnět z jedné smyslové nebo kognitivní oblasti vyvolá vjem v jiné smyslové oblasti; například – a to je nejčastější – písmeno nebo číslovka (grafém) evokuje nějakou barvu. Tento základní a asociaci vyvolávající vjem je označován jako induktor, synestetický vjem jako souběžný (concurrent). Další možnosti jsou pestré a vycházejí z toho, jak lze kombinovat propojení jednotlivých smyslů: harmonické tóny nebo i běžné zvuky mohou být vnímány barevně, chuť pocítována hmatem, ale třeba také kognitivní konstrukty, například dny v týdnu, letopočty nebo názvy měst mohou vyvolat barevné, prostorové či chuťové vjemy (tabulka 1) (1). Dokonce stačí jen představa induktoru, aby se dostavila standardní odpověď (2). Nejedná se přitom o psychickou poruchu, ani o intoxikaci, stav není považován za chorobný, ačkoli se jako podklad předpokládají drobné neurologické anomálie. Taková spojení jsou relativně trvalá, bohatší bývají v dětství a v mládí a s věkem jich někdy ubývá, nebo mohou vymizet po úrazu hlavy (3, 4).

Přestože priorita vědeckého objevu bývá většinou připisována siru Francisu Galtonovi,

ve skutečnosti první popis synestezie (jednak vlastní a posléze zjištěný také u sestry) přinesl již v roce 1812 ve své dizertaci věnované albinismu německý badatel Georg Sachs, protože však dizertace byla psána latinsky, unikla pozornosti badatelů (5). Údaje o výskytu synestezie mezi populací se mezi sebou liší řádově, od ne příliš pravděpodobného tvrzení, že ji má jeden člověk z 23 (6), až po druhý extrém uvádějící poměr 1 : 2 400; nejbližší pravdě bude asi poměr 1 : 240 (1, 4). Familiární výskyt, přičemž formy synestezie u jednotlivých členů rodiny mohou být zcela odlišné, ukazuje na genetický podklad (7). Častější výskyt u žen (2–6x) se zdál svědčit pro významnější vazbu na chromozom X, poslední sledování však tento předpoklad jednoznačně nepotvrzuje (4).

Předpokládá se, že synestetici mají zvýšenou kreativitu především proto, že jsou schopni vytvářet smysluplné asociace mezi jinak běžně nesouvisějícími podněty (8). Tomu odpovídá skutečnost, že mezi umělci je vysoký výskyt synestetiků. Mezi nejznámějšími to byli Rimbaud, z jehož básně jsem si vypůjčil motto k této stati, Skrjabin, van Gogh, Kandinský, Nabokov, Poe, Baudelaire, Lizst, Schubert, Beethoven a další. Z českých básníků se k synestezii přihlásil Miroslav Holub, já bych si přisadil na Jana Skácela; jeho básně jsou plné barev: „křikem

žab se zelenala noc“, „modře ze sna křičí pávi“, „kradeným koněm podzim rzá“, „den bílý jako ovečka“, „na malinovém nebi rozpouští se den“, „v kamenech šplíchá tma“, „dny byly z rybízu a noci zkokrhané“.

To bylo také jednou z příčin, proč výzkum synestezie po prvotním zájmu po několika desetiletích poklesl, protože synestezie byla považována pouze za produkt obrazotvornosti; pojem synestezie se také dostal do teorie umění a právě obdobné postupy označuje. Druhou příčinou byl nástup behaviorismu jako hlavního a exaktního experimentálního postupu, jímž byly zatlačeny do pozadí až eliminovány veškeré, byť velmi zajímavé, intrapsychické jevy. Třetí pak byla skutečnost, že sami synestetici – pokud se ke své schopnosti hlásili – si nebyli jisti, zda se přece jen nejedná o petrifikovanou vzpomínku nebo zvýšenou fantazii. Teprve poslední dvě dekády, především díky možnosti objektivizovat tuto zvláštnost zobrazovacími metodami, dostaly výzkum v této oblasti opět do popředí zájmu.

Diagnostika synestezie

V zásadě dělíme synestezie na pravé a nepravé. Ty první se podle Cytowice (9) vyznačují tím, že jsou trvalé, mimovolní, automatické, konzistentní, zapamatovatelné a mají svou

prostorovou charakteristiku a svou afektivní složku. Charakter evokovaného vjemu je většinou stejný jako charakter vjemu skutečného, někdy však může mít také vlastnost „pocitu vjemu“ (mám pocit, jako by písmeno A bylo modré). Naproti tomu nepravé synestezie jsou vyvolány buď patologickými procesy (epileptická a migrenózní aura, tumor mozku, cévní mozková příhoda, aj.), nebo arteficiálně látkami ovlivňujícími nervový systém (žluté haló při otravě digitalisem, modré při předávkování sildenafilu, intoxikace LSD, psilocybinem, kanabisem aj.). Za synestezie pak nelze pokládat ani umělecká ztvárnění oslovující několik smyslů zároveň (barevná hudba), ani výstižná rčení typu: kyselý úsměv, žhavý polibek atd.

Mnozí synestetici o své schopnosti nevědí a pokládají své vnímání za „normální“ předpokládajíce, že ostatní percipují svět stejně. Když objeví rozdíly a narazí na nepochopení, většinou se stáhnou a dále své odlišnosti tají, někdy s obavami, že se jedná o projev duševní choroby, většinou spíše nevědomky, ale úspěšně využívají výhod, které jim přinášejí (snadnější zapamatování čísel, jmen, důležitých časových údajů, kreativní využití aj.). Pokud nejsou cíleně dotazováni, vesměs spontánně o své anomálii nehovoří, a proto je možné, že i tak zkušený sběratel kuriozit, jakým bezesporu je Oliver Sachs, objevil u svých dobře vyšetřených pacientů tuto schopnost až po letech a náhodou (10).

Je-li spouštěčem (induktorem) barevné synestezie grafém, jako jednoduchá diagnostická pomůcka poslouží tabulka složená třeba jen ze dvou písmen, která mají pro synestetika každé jinou barvu. Zatímco běžně vnímající člověk jen těžko odliší rozdíl mezi dvojkou a pětkou, tím méně mezi „n“ a „m“, synestetik okamžitě vidí na pozadí jednéh písmen obrazec tvořený těmi druhými, asi následovně:



Podrobnější diagnostika se provádí např. pomocí Stroopova testu (11), který pozůstává z prezentace kartiček, na nichž je jméno určité barvy (např. „modrá“) napsáno jinou barvou, třeba červenou, a tím se čtoucí osoba dostává do konfliktní situace, protože má problém, které z obou barev dát při vyslovení přednost. Další

testy spočívají v barevných modifikacích pozadí, různobarevných rámečků kolem grafémů atd. Analogickým způsobem jsou (podle podnětů k jednotlivým smyslům) diagnostikovány i další synestezie. Dnes je navíc možné klinickou diagnózu objektivizovat zobrazovacími metodami, a to jak pomocí PET, tak fMRI (12, 13, 14).

Neuronální základ synestezie

Neurofyziologickým podkladem synestezí jsou s největší pravděpodobností určité drobné odlišnosti v mozkových strukturách, které zpracovávají smyslové podněty. Velmi dobře jsou zmapovány vizuální synestezie (grafém – barva), na nichž lze demonstrovat průběh jejich vzniku a aplikovat tyto poznatky také do dalších oblastí (15).

Sledujeme-li cestu vnímání barvy, můžeme konstatovat, že její barevná vlnová délka je zachycena receptory (čípky) na sítnici a odtud signál putuje zrakovým nervem do týlního laloku, přesně do **area 17**. Ta představuje primární zrakové centrum a zachycuje základní prvky: barvu, tvar, hloubku, pohyb. Odtud signál pokračuje do spánkového laloku do oblasti poblíž gyrus fusiformis označené jako **area V 4**, pak do laloku temenního, kde se poblíž gyrus angularis nachází „TST křižovatka“ drah z týlního, spánkového a temenního laloku (TPO junction = temporo-parieto-occipital junction). V případě barvy tato oblast má již sofistikovanější způsoby zpracování než obě předešlé. Například zajišťuje to, že zelenou barvu listu vnímáme jako „zelenou“ jak v poledne, tak navečer, kdy sluneční osvit je odlišný a polední zelená nemá tutéž vlnovou délku jako ta večerní.

Pokud jde o oblast V 4, doputují sem také další (v týlním laloku již jednou zpracované) zrakové vjemy, například tvary číslovek, písmen a další. Zde je první místo, kde se signály z jedné smyslové dráhy mohou smísit se signály jinými, dalším místem je TST křižovatka (3). Předpokládané důvody ke smíšení signálů mohou být různé, navzájem se přitom nevylučují, současně ale žádný z nich není jednoznačně doložen. Všechny vycházejí z předpokladu, že prenatálně a časně po narození je propojení neuronů daleko hustější a že s vyžíváním mozku dochází k „prostřihání“ (pruning) nadbytečných spojů. Stručně a jednoduše řečeno, že se všichni rodíme jako synestetici a že během dalšího vývoje o tento dar přijdeme. V současnosti jsou pro vysvětlení synestezie, tedy toho, proč méně zralý způsob vnímání přetrvává, čtyři hlavní hypotézy.

■ Zkřížená aktivace předpokládá přetrvávající propojení jednotlivých drah v area V4,

Tabulka 1. Frekvence různých typů synestezí (1)

Synestezie	Frekvence v %
Grafémy → barvy	66,5
Časové jednotky → barvy	22,8
Hudební tóny → barvy	18,8
Jakékoli zvuky → barvy	14,5
Fonémy → barvy	9,9
Noty zapsané v partituru → barvy	9,6
Vůně → barvy	6,8
Chutě → barvy	6,6
Zvuky → chutě	6,2
Bolestivé pocity → barvy	5,8
Osoby → barvy	5,5
Dotyk, hmatový pocit → barvy	4,0
Zvuky → hmatové pocity	4,0
Tepelný vjem → barvy	2,4
Jakékoli (i nehudební) zvuky → chutě	1,8
Orgasmus → barvy	1,0
Emoce → barvy	1,0
...	...
Chutě → hmatové vjemy	0,4

kde působením alterace odpovědného genu nenastalo odpovídající prostřihání nadbytečných spojů mezi neurony (16). Pro tuto hypotézu svědčí recentní magnetoencefalografická studie prokazující prakticky současnou aktivaci obou zúčastněných oblastí v area V4 (14).

■ Dezinhibice zpětné vazby z některého vyššího multisenzorického centra, pravděpodobně z TST (17); tato hypotéza je dokládána zkušenostmi s arteficiálními synestezii, její kritici ale namítají, že ty jsou obsahově mnohem bohatší a komplexnější, zatímco pravé synestezie jsou typicky „generické“ a elementární (18). Nicméně pokud by šlo převážně nebo dokonce jen o funkční spoje ve smyslu změněné neurotransmise, jeví se tato hypotéza rovněž jako nosná.

■ Hypotéza re-entry mechanismu je jakýmsi hybridem předchozích dvou a předpokládá současnou existenci obou uvedených možností (19).

■ Přehuštěná vazba (hyperbinding) v důsledku hyperaktivity neuronů v parietálním laloku (20).

Jak svůj dar vnímají synestetici

Následující oddíl je věnován výpovědím synestetiků, které jsem obdržel na základě článku otištěného v časopise Vesmír (21) a ná-

sledného rozhlasového pořadu Radia Leonardo v prosinci 2009:

- Každá číslovka má jinou barvu, a dokonce se domnívám, že na základě barev umím malou násobilku. Ne, že by to mělo nějakou logiku, jde jen o představy. Syté, teplé barvy odpovídají číslům sudým, lichá čísla jsou víc pastelová nebo chladnější. Vyšší čísla mají barvu smíchanou podle barev cifer a zároveň se pod ně promítají barvy jejich nízkých dělitelů.
- Nemám nijak silné prožitky, ani čísla nevidím barevně, ale když mi řeknete jméno, většinou jsem hned schopný říci, jakou má barvu; například Míla je červený, Zdeněk modrý, Eva je taky modrá, Iva rozhodně bílá a Robert černý. Arnošt a Alena jsou takové zelení.
- Je mi 25 let a odmalička vidím barevně všechna písmena, křestní jména lidí a dny v týdnu. Barevně vidím i některá ostatní slova a číslovky. Když jsem byla malá, myslela jsem, že to tak vidí všichni. Byla jsem proto překvapená, že lidé okolo netušili, jak to myslím, když říkám, že jejich jméno je například zelené. Svoje jméno Lenka vidím zlatožlutě; když ale rozeberu jednotlivá písmenka z něj, zlatožlutě vidím jen první L, E je zelené, N růžové, K červené a A oranžové.
- Raz som zacítila na svojich rukavicach vôňu, ktorá mi pripomínala ružové cukríky, alebo možem povedať len ružovú farbu.
- Když tak nad tím přemýšlím, tak modrou barvu je nejsložitější odhalit – vím, že tmavý odstín u některých písmen nebo číslic je tvořen modrou barvou, ale rozhodně nemůžu říct, že je to modré. Co se týče telefonních čísel nebo slov, tam je to zastřešeno o něco víc tím, že se barva rozplývá do jakéhosi průměru jednotlivých obsažených barev. Rozliším tedy jas toho slova nebo čísla, ale i tak jsou některá slova třeba bílá nebo telefonní číslo do červena... Asi teď budu míchat nesmíchatelné, ale pokud lidi velice zjednodušeně rozdělíme do dvou skupin – s matematickým (logickým) a vizuálním (humánitním) myšlením, patřím určitě do druhé skupiny. Zároveň mám ale paměť na čísla. Tu bych ale bez schopnosti přiřadit jim barvy určitě neměl. Další věcí, co by snad stála za zmínku, jsou „zelené sliny“. Je to jednorázový vjem, který prožívám před zvracením (což není rozhodně nic častého). Chuť těch žaludečních šťáv má zelenou barvu, i když ve skutečnosti samozřejmě ne. A ani to není nějaký přenesený vjem.

■ Jako dítě jsem vždy říkala o starším trochu tvrdém chlebu, že je růžičkový. Ne, že by měl chuť jako růže, ale že CHUTNÁL stejně, jako VONÍ růže. Čili jsem směšovala chuť a vůni. V dospělosti se mi to stává už jen zřídka, možná je to v souvislosti s tím, že chléb jím méně, raději čerstvý a spíše různé druhy, na rozdíl od jednoho, co byl k dispozici, když jsem byla malá.

■ Já vnímám čas do minulosti jako barevné hranoly, každé desetiletí minulého století má svou barvu, např. 80. léta jsou žlutá, sedmdesátá zelená a čím dál do minulosti ztrácí ty hranoly přesný tvar a zahrnují století a delší úseky.

Velkým zážitkem pro mě bylo vnímání zpětného toku času, bohužel už to zmizelo, jen si pamatuji, že to byl opravdu katarzní zážitek a velmi jasný. Už vím, že čas neplyne jen dopředu, ale i na druhou stranu, že to vlastně není žádná přímka. Viděla jsem něco jako spirálový trychtýř, který se na druhé straně zase rozevíral a obě ty strany se navzájem prostupovaly, nedokážu to vysvětlit...

Na dotaz po nevýhodách jsem dostal jen málo odpovědí, přesto se ve shodě s literaturou, která uvádí problémy s prostorovou orientací a také s některými početními úkony, občas vyskytují:

- Pokud je text psán jednou barvou, všechno je v pořádku, ale ruší mě, když je každé písmenko v textu napsané jinou barvou – tedy jinou, než ji vidím já. Pak mi dělá problém soustředit se na text, případně si jej zapamatovat.
- V práci přicházím do styku s čísly, například vidím číslo 44 a 17 podobně (dotazem zjištěno, že k žádnému z nich nemá žádný osobní vztah, který by to mohl zdůvodnit).
- Baví mě chemie, zápachy chemikálií mi nevaří, jen ty, co smrdí zeleně, nesnáším (v literatuře – citace 3 – je uveden případ „vidění aury“ kolem osob a nepříjemná zelená aura kolem velmi blízkého a jinak vesměs kladně vnímaného přítele).

Diskuze

Synestezie poté, co její existence byla objektivně verifikována, se dostala z oblasti nepravděpodobných kuriozit mezi témata seriózního výzkumu. Přestože exponenciálně přibývá studií věnujících se tomuto fenoménu, jeho podstata není dosud zdaleka objasněna. Nicméně další práce přinášejí významné poznatky týkající se jak samotného vnímání, tak dalších kognitivních funkcí. Určitým překvape-

ním je existence „intrinzické představy“ barvy u daltonika, kterou prokázali španělští badatelé v sofistikované práci (22). V behaviorální rovině zůstává zatím otevřenou otázkou, jaký je vztah mezi synestézií a aktivitou zrcadlových buněk např. v procesu empatie. Jsou synestezie opravdu jen elementární, jak uvádí citace 18, nebo mohou existovat také komplexní, jak popisuje jedna z mých respondentek? Kde jsou souvislosti mezi kognitivními funkcemi a emotivitou? Kolik synestezie má v sobě každý z nás, když vnímá barvy jako studené a teplé, tóny jako vysoké a hluboké? Jak se nám zapsal do paměti náš dětský svět vnímaný (do kdy?) ještě plně synesteticky? Když stačí představa grafému k vyvolání reálného barevného souběžného vjemu (2), které mentální procesy se ještě navzájem ovlivňují? Může mít synestezie ochranný charakter, jak se domnívá Krizek (23)? Na to by mohly odpovědět animální studie, protože lze předpokládat, že také ostatní živočichové by mohli mít tuto schopnost. Když ne jiní, tak určitě larvy octomilky (*Drosophila melanogaster*), které po genetické manipulaci vnímají modré světlo jako zápach (24).

Poděkování:

Rád bych poděkoval všem, kteří se ozvali na moji prosbu a podělili se o zkušenosti, které jim přinesl tento zvláštní dar. Zároveň chci požádat o totéž čtenáře tohoto textu. Proším o zaslání jakýchkoli poznatků a názorů na adresu psychosom@seznam.cz. Děkuji.

Literatura

1. Cytowic RE, Eagleman DM. Wednesday is indigo blue. MIT 2009: 309.
2. Spiller MJ, Jansari AS. Mental imagery and synaesthesia: Is synaesthesia from internally-generated stimuli possible? Cognition 2008; 109(1): 143–151.
3. Hubbard EM. Neurophysiology of synesthesia. Curr Psychol Rep, 2007; 9: 193–199.
4. Hochel M, Milán EG. Synaesthesia: The existing state of affairs. Cogn Neuropsychol, 2008; 25(1): 93–117.
5. Jewanski J, Day SA, Ward J. A Colorful Albino: The First Documented Case of Synaesthesia, by Georg Tobias Ludwig Sachs in 1812. Journal of the History of the Neurosciences, 2009; 18: 293–303.
6. Simner J, Mulvenna C, Sagiv A, et al. Synaesthesia: the prevalence of atypical cross-modal experience. Perception 2006; 35: 1024–1033.
7. Barnett KJ, Finucane C, Asher JE, et al. Familial patterns and the origin of individual differences in synaesthesia. Cognition 2008; 106(2): 871–893.
8. Ward J, Thompson-Jake D, Ely R, Kaminski F. Synaesthesia, creativity and art: what is the link? Br J Psychol, 2008; 99(1): 127–141.
9. Cytowic RE. Touching tastes, seeing smells-and shaking up brain science. Cerebrum 2002; 4(1): 7–26.
10. Sachs O. Musicophilia, Praha, Dybbuk, 2009.
11. Lupianez J, Callejas A. Automatic perception and synaesthesia: evidence from colour and photism naming in a Stroop-negative priming task. Cortex 2006; 42(2): 204–212.

12. Sperling JM, Prvulovic D, Linden DE, et al. Neuronal correlates of colour-graphemic synaesthesia: a fMRI study. *Cortex* 2006; 42(2): 295–303.
13. Paulesu E, Harrison JE, Baron-Cohens, et al. The physiology of coloured hearing: a PET activation study of colour-word synthesis. *Brain* 1995; 118: 661–676.
14. Brang D, et al. Magnetoencephalography reveals early activation of V4 in grapheme-color synesthesia. *Neuroimage* (2010), doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.06.008.
15. Hubbard EM. Neurophysiology of synaesthesia. *Curr Psychiatry Rep*, 2007; 9(3): 193–199.
16. Hubbard EM, Arman AC, Ramachandran VS, Boynton GM. Individual differences among grapheme-color synesthetes: brain-behavior correlations. *Neuron* 2005; 45: 975–985.
17. Grossenbacher PG, Lovelace CT. Mechanisms of synesthesia: cognitive and physiological constraints. *Trends Cogn Sci*, 2001; 5(1): 36–41.
18. Shanon B. Ayhuasca visualization: a structural typology. *J Conscious Stud*, 2002; 9(1): 3–30.
19. Smilek D, Dixon MJ, Cudahy C, Merikle PM. Synaesthetic photisms influence visual perceptions. *J Cogn Neurosci*, 2001; 19: 930–936.
20. Esterman M, Verstynen T, Ivry RB, Robertson LC. Coming unbound: disrupting automatic integration of synesthetic color and graphemes by transcranial magnetic stimulation of the right parietal lobe. *J Cogn Neurosci*, 2006; 18: 1570–1576.
21. Honzák R. Chuť tónu, barva čísla. Synestezie – dar, o kterém se nemluví. *Vesmír* 2009; 88(12): 780–782.
22. Milán EG, Hocheil M, Gonzáles A, et al. Experimental study of phantom colours in a colour blind synaesthete. *J Conscious Stud*, 2007; 14(4): 75–95.
23. Krizek GO. Synestezie a jejich defenzivní funkce. *C-S Psychiat*, 2007; 103(7): 358–360.
24. Bellmann D, Richardt A, Freyberger R, et al. Optogenetically Induced Olfactory Stimulation in *Drosophila* Larvae Reveals the Neuronal Basis of Odor-Aversion behavior. *Front Behav Neurosci*. 2010; 2(4): 27.

MUDr. Radkin Honzák, CSc.

Ústav všeobecného lékařství 1. LF UK
Albertov 7, 128 00 Praha 2
radkinh@seznam.cz

