

Může být citlivost ke zrakovým klamům ovlivněná dlouhodobým pobytem v uzavřeném prostředí?¹

Michal Šimeček, Radovan Šikl, Jiří Lukavský

Psychologický ústav AV ČR
Veveří 97, Brno

michal.simecek@volny.cz, sikl@psu.cas.cz, lukavsky@psu.cas.cz

Abstrakt

V příspěvku píšeme o vybraných zrakových klamech (Ponzův a horizontální-vertikální klam) a o možném vlivu dlouhodobého pobytu ve specifickém prostředí na účinek těchto klamů. Výzkumným vzorkem v naší studii je posádka simulovaného letu MARS-500, která po dobu tří a půl měsíce pobývá ve stísněném umělé prostředí makety obytných modulů meziplanetární lodi. V době odevzdání textu příspěvku proběhlo teprve první měření, nicméně začátkem června už budeme mít k dispozici data ze 4 měření a s ním i možnost vyhodnocení časového průběhu výkonu. Vycházíme z předpokladu, že během delšího pobytu v podmínkách omezujících výhled do větších vzdáleností dojde u účastníků studie ke změnám prostorového vnímání, těžko lze ale dopředu odhadnout, zda se tyto změny projeví i v citlivosti ke klamům, jejichž účinek stojí na prostorové interpretaci plošného podnětu.

1 Úvod

Při izolačních studiích, které zkoumají vliv zvláštních podmínek na lidský organismus v době dlouhého kosmického letu, se vedle biomedicinských otázek sledují též psychologické aspekty tohoto problému. Kognitivní psychologie bývá zastoupena s ohledem na důležitost plnění úkolů mise a jejího bezpečného průběhu. Výzkum je zaměřen zejména na výkon posádky při řešení úkolů týkajících se mise. Jsou tedy akcentované oblasti kognitivní psychologie, jako je pozornost, krátkodobá paměť, případně rozhodování za neurčitosti, které bezprostředně souvisí s výkonem. Ostatní oblasti kognitivní psychologie bývají zastoupené právě jako složky kognitivních procesů důležité pro plnění úkolů. Výzkum tedy nechává bez povšimnutí vliv dlouhodobé izolace na složky kognice, které s cíly simulované mise bezprostředně nesouvisí, a vůbec obecnější otázky proměny lidské kognice v extrémních podmínkách.

¹ Příspěvek je jedním z výstupů grantového projektu GA ČR 406/09/2003 a zároveň je součástí výzkumného záměru PsÚ AV ČR, registrační číslo AV0Z70250504.

Náš tým se výzkumně účastní projektu Mars-500, pozemské simulace letu na Mars, kde mimo jiného sledujeme vliv dlouhodobé izolace účastníků na jejich prostorové vnímání. Motivací k takto směřovanému výzkumu a myšlenkovým východiskem je předpoklad, že při delším pobytu v uzavřeném prostředí může být narušená schopnost percipienta „rozumět“ perspektivě, ovlivněná citlivost k informacím neseným perspektivou, což by se mělo projevit zejména při percepčním hodnocení prostorového uspořádání otevřených (rozměrných) scén. Zde se podle předpokladu mohou ve vnímání projevit určitá specifika a tendence odpovídající zvláštnostem vnímání objektů s hraničními hodnotami jako např. hraničně malých a příliš velkých objektů [12].

Jeden ze způsobů, jak vnímání hloubky u osob izolovaných od reálného světa sledovat a měřit jeho změny, nabízí prezentace zrakových klamů. Přesněji těch klamů, jejichž účinek je vysvětlován aktivitou zpracování obrazové informace jako prostorové scény, tedy přístupu k 2D obrazu, jako by to byl 3D výjev (viz např. [4]). K našemu sledování jsme použili dvojici dobře známých a prostudovaných zrakových klamů, a to horizontální-vertikální klam a zobecněnou variantu Ponzova klamu.

2 Horizontální-vertikální klam

Wilhelm Wundt v roce 1858 upozornil na klam spočívající v tom, že ze dvou identických, vzájemně kolmých úseček typicky se horizontální zdá být výrazně kratší a je potřeba její délku zvětšit až o 30%, aby obě kolmice vypadaly jako stejně dlouhé. Obvykle se klam demonstruje na obrázci ve tvaru obráceného T (viz fig. 1), ukázalo se však, že horizontální a vertikální linie spolu mohou tvořit i některé jiné konfigurace, účinek klamu přesto zůstává. Například v případě, že jsou obě úsečky oddělené, horizontální-vertikální klam působí, pouze pro pozorovatele není tolik nápadný. V takovém případě se projeví, pokud má pozorovatel za úkol nastavit délky obou úseček.

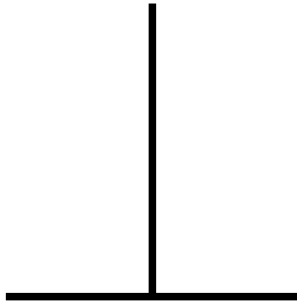


Fig. 1. Horizontálně vertikální klam v klasickém provedení

Na sílu klamu má vliv vzájemná orientace úseček (Fig. 2). Trochu překvapivě je maximálního efektu dosaženo nikoliv při kolmosti obou úseček, ale při odchýlení svislé úsečky 60 a 120 stupňů od horizontálního směru [5].

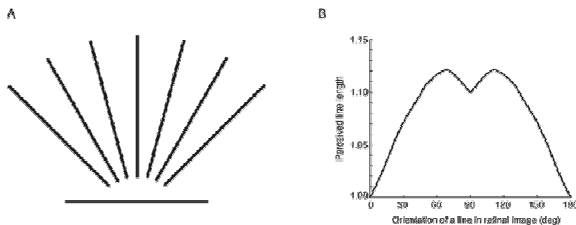


Fig. 2. Síla horizontálního-vertikálního klamu v závislosti na sklonu svislé úsečky [5].

Podle jedné z interpretací má pozorovatel tendenci škálovat proporce sítnicového obrazu podnětu v souladu s prostorovými, zde perspektivními nápověďmi a v důsledku toho zpracovává svislou úsečku spíše jako hloubkovou linii, jejíž velikost se perspektivně zmenšuje. Příčinou klamu je tedy nepatřičný pokus přeškálovat sítnicovou velikost jedné z úseček [2].

Howe a Purves přišli s názorem, že účinek klamu souvisí se statistickým vztahem mezi sítnicovými délkami pozorovaných linií a jejich reálnými délkami v přirozeném prostředí. Klam je pak vlastně důsledkem ekonomiky vnímání, kde ke svislým liniím je předem přistupováno jako k obrazu, který má hloubkovou dimenzi, a tedy je potřeba ho přeškálovat. V důsledku toho jsou pak svislé linie přirozeně považované za delší. Howe a Purves udělali statistickou analýzu množství snímků přirozeného prostředí, u kterého laserem zjistili skutečné vzdálenosti. Hledali ve scéně linie a jejich orientace a přiřazovali jim fyzikální délky zjištěné laserovým dálkoměrem. Výsledky autorů korespondují s křivkou na Fig. 2b [2].

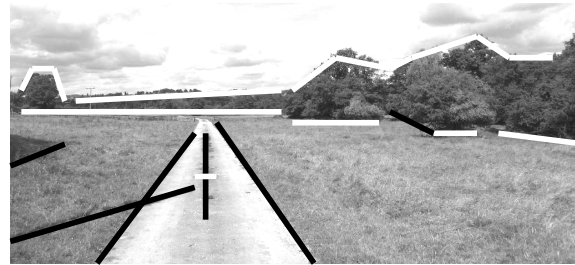


Fig. 3. Vysvětlení horizontálně vertikálního klamu podle Howe a Purvese. Většina spíše vertikálních linií na obrázku uvozuje objekty ve výrazně hloubkové dimenzi (černá), zatímco spíše horizontální linie jsou hranami většinou bez hloubkového rozměru (bílá).

3 Ponzův klam

Mario Ponzo v roce 1928 načrtnul obrazec, kde jsou dvě stejně dlouhé vodorovné linie uvozené úběžníkovými čarami. Celé to může připomínat například vyobrazení praquek a kolejnic. Ačkoliv jsou obě rovnoběžné úsečky stejně dlouhé, vyšší z nich se zdá být delší.

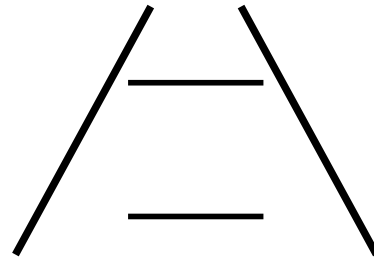


Fig. 4. Klasická varianta Ponzova klamu.

Rámující pozadí obou úseček může vypadat různě, aniž by to ovlivnilo účinek klamu. Efektu lze dosáhnout minimalistickým rámováním. Jako pozadí lze použít skutečný výjev, který dokonce nemusí obsahovat ani náznak úběžníkových linií. Obecně platí, že klamu lze dosáhnout v případě, že scéna vykazuje gradaci hloubkové dimenze, například pouhým gradientem textury (viz fig. 5a). Podobně figuru nemusí tvořit zrovna vodorovné úsečky, dokonce úsečky mohou být nahrazeny objemovými figurami, například lidskými postavami.

Originální Ponzův klam je v daném významu pouze speciálním případem Shepardova klamu (viz fig.5b), nazývaného někdy „Terror Subterra“.

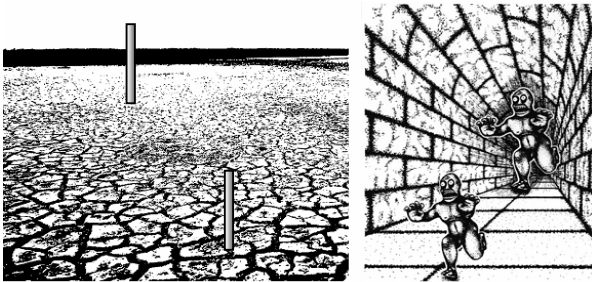


Fig. 5. Obdoba Ponzova klamu v reálné texturní scéně a Shepardův klam.

Ponzův, respektive Shepardův klam spočívá v zasazení hodnocených figur do scény, která je vnímaná jako prostorová. V závislosti na umístění figur, jejich hloubkové pozici v rámci scény, se tyto figury zdají rozdílně velké.

4 Oslabený účinek klamů

Účinek zrakových klamů, jako je Ponzův, horizontální-vertikální, Müller-Lyerův nebo Heringův, bývá přisuzovaný různým mechanismům. Bývá vysvětlován kódováním prostorových frekvencí v počátečních fázích zpracování zrakového podnětu [1], inhibicí mezi sousedními neurony senzitivními k orientaci podnětu [8], případně podhodnocováním velkých úhlů a nadhodnocováním malých úhlů [3]. Zdaleka nejrozšířenější interpretace ovšem souvisí s mispercepcí perspektivy a hloubky.

Každý člověk v závislosti na prostředí, v němž žije, podléhá určitým zrakovým klamům. Z toho důvodu jsou některé klamy kulturně specifické. Podle výsledků experimentů popisovaných Segallem, Campbellem a Herskovitzem [9] jsou jihoafričtí Zuluové méně náchylní k Müller-Lyerovu klamu. Autoři vysvětlují odolnost vůči klamu podmínkami, v nichž Zuluové žijí. Život v v kruhových chatrčích s klenutými okny a dveřmi, tedy v prostředí s minimem rovnoběžek a kolmic, snižuje pravděpodobnost, že budou Zuluové stejně jako našinci dosazovat za tupé a pravé úhly na obrázku úhly pravé a že výjev uvidí trojrozměrně. Podobně autoři popisují vliv životního prostředí na horizontální-vertikální klam. Zatímco lidé žijící na zarostlém území pralesa s minimem možností pohybovat se v otevřeném prostranství s viditelným horizontem jsou k tomuto klamu imunní, tak lidé, kteří žijí v prostředí volných stepí nebo v blízkosti

moře, kde je výška v zorném poli klíčovým informačním zdrojem, tomuto klamu podléhají v daleko větší míře.

Není přesně známo, jak lidé, kteří mají rozdílnou environmentální zkušenost, vnímají určité scény jako hloubkové. Neví se do jaké míry je při změně prostředí tato schopnost modifikovatelná nebo se jedná o vrozenou vlastnost lidského percepčního aparátu. Ze zkušenosti se například zdá, že některé textury pro určité lidi nevytváří dostatečný gradient pro percepci hloubky, zatímco jiným lidem takové textury hloubkový dojem umožňují. Například pro suchozemce je obtížné odhadovat vzdálenosti na moři, což rybáři nebo námořníci bez potíží dovedou. Lze se domnívat, že lidé žijící na moři nebo na pobřeží se naučili z textury zvlněné mořské hladiny vyčíst hloubkovou informaci. Mohli by po přestěhování tuto dovednost ztratit? V tomto kontextu je zajímavé experimentální zjištění, že senzitivita k vybraným zrakovým klamům klesá vzápětí po odstranění působení zemské tíže, jak ukazují výzkumy v prostředí mikrogravitace [10][11].

Nabízí se otázka: Je-li interpretace promítnuté podoby podnětu a vůbec zpracování vizuálního podnětu podmíněně zkušeností, lze změnou prostředí dosáhnout modifikace této interpretace? To by totiž v případě rozšířených klamových figur mohlo znamenat odolnost nebo sníženou citlivost k těmto klamům.

Dlouhodobý izolační pobyt představuje vhodnou příležitost prozkoumat tuto otázku. Členové posádky simulovaného letu na Mars budou po dobu 105 dní (v případě pilotní studie) a později 520 dní (při ostré simulaci) trávit veškerý čas v uzavřeném umělému prostoru. Bude jim tak mimo jiné znemožněné vnímat rozsáhlé prostory a texturované scény.

Součástí naší experimentální baterie prezentované členům posádky je i několik úloh sledujících, zda a jak se v průběhu pobytu v uzavřeném prostředí bude měnit jejich vnímání prostoru. Jedna z úloh se přitom soustřeďuje na sledování případných změn v citlivosti k uvedeným zrakovým klamům.

5 Experiment

Izolačního pobytu se účastní 6 mužů ve věku 25 až 40 let. Tým a současně výzkumný vzorek tvoří 4 Rusové, 1 Němec a 1 Francouz. Nikdo z nich běžně nenosí brýle, proto jsme nepředpokládali žádnou výraznější funkční vadu zraku, a tím ani její možný vliv na odpovědi. Účastníci v průběhu experimentu nedostávali zpětnou vazbu o správnosti svých odpovědí.

První měření, před startem 105-denního izolačního experimentu, proběhlo v březnu 2009 na půdě Institutu biomedicínských problémů Ruské akademie věd v Moskvě. Experiment byl zahájen 31. března 2009. Další měření jsou plánována v prvním, třetím, osmém a čtrnáctém týdnu izolačního pobytu a pak po skončení tohoto pobytu.

Experimentální podněty byly prezentované na osobních notebookách účastníků s velikostí úhlopříčky 15 palců a s rozlišením nastaveným na 1280 x 900 pixelů.

Na monitoru se v každé jednotlivé úloze zobrazily dvě úsečky, které vypadaly jako tyče. Ty byly buď obě ve svislé, případně vodorovné poloze (simulace Ponzova klamu), anebo byla jedna úsečka svislá a druhá vodorovná (simulace horizontálního-vertikálního klamu).

Účastníci experimentu měli za úkol nastavit délku jedné z úseček tak, aby byla stejná jako délka druhé úsečky. Rozměry pohyblivé úsečky se nastavovaly pomocí kláves <Up> a <Down>.

Pozadí, na němž byly podněty prezentované, tvořila reálná scéna buď vyvolávající dojem graduující hloubky, nebo pozadí hloubkový dojem nevytvářelo (jevilo se jako ploché).

Scénérie, které tvořily pozadí pro jednotlivé úkoly, byly interiérové nebo exteriérové, jejich hloubkový dojem byl tvořen buď převážně úběžníkovými liniemi nebo převážně gradientem textury. V některých případech byly srovnávané podněty zobrazené v malých (cca metrových) vzdálenostech, v jiných byly od pozice pozorovatele umístěné podstatně dále.

Scéna v pozadí fungovala pouze jako distraktor. Probandi byli instruováni, aby se soustředili pouze na rozměry úseček. Scéna tedy neměla být při hodnocení zohledňovaná.

Celkový počet 20 administrovaných položek lze rozdělit do několika typů:

Rovnoběžná konfigurace v prostorovém kontextu – srovnávané úsečky jsou rovnoběžné (obě svislé nebo vodorovné), pozadí tvoří scéna, která vyvolává dojem hloubky. Jedná se o zobecnění Ponzova klamu, tedy očekáváme nadhodnocení relativní délky úsečky viděné jako vzdálenější (např. jako je tomu na fig. 5a).

Rovnoběžná konfigurace v plochém kontextu – srovnávané úsečky jsou opět rovnoběžné (svislé nebo

vodorovné), pozadí však tvoří scéna bez hloubkového gradientu (například čelní pohled na štít domu). Zde neočekáváme nápadné zkreslení určitým směrem. Úloha je ovšem ztížena poměrně bohatým kontextem.

Horizontální-vertikální konfigurace L v plochém kontextu – horní srovnávaná úsečka je svislá a dolní vodorovná, pozadí tvoří scéna, která nevyvolává dojem hloubky. Výsledky těchto položek by měly být stejné jako u klasické varianty horizontálního-vertikálního klamu.

Horizontální-vertikální konfigurace T v plochém kontextu – výše položená úsečka je vodorovná a spodní úsečka je svislá, pozadí tvoří opět scéna bez hloubkového gradientu. Výsledky těchto položek by opět měly být stejné jako u klasické varianty horizontálního-vertikálního klamu.

Horizontální-vertikální konfigurace L v prostorové scéně – horní úsečka je svislá a spodní vodorovná, pozadí má hloubkový gradient. Očekáváme výsledky podobné jako u stejné konfigurace na plošné scéně, jen míru zkreslení ještě výraznější. Rozdíly v nastavených délkách budou podle očekávání dané jednak přeškálováním „hloubkové“ z obou linií a jednak přeškálováním „vzdálenější“ z obou linií. Oba škálovací procesy by měly působit souhlasně směrem k relativnímu nadhodnocení „vzdálenějších“ vertikálních linií.

Horizontální-vertikální konfigurace T v prostorové scéně – horní úsečka je vodorovná a spodní svislá, pozadí má hloubkový gradient. Zde lze očekávat protichůdné působení obou výše zmíněných škálovacích procesů. Výsledek bude záviset na jejich interakci.

Jak vyplývá z dílčích hypotéz, cílem našeho experimentu je zjistit, do jaké míry prostorová scéna na pozadí působí jako distraktor pro řešení úlohy typu Ponzova klamu. Rovněž jde o to zjistit, jaká je tendence ke vnímání svislé úsečky jako delší než vodorovné, a to jak na plochém pozadí, tak i na pozadí, které vytváří dojem hloubky.

6 Výsledky

Pro každé měření byl vypočítán poměr srovnávaných délek (délka spodní úsečky dělená délkou horní úsečky). Pokud jsou v tabulce hodnoty vyšší než jedna, znamená to, že úsečku umístěnou na scéně níž nastavovali probandi jako delší. Položky byly rozděleny do výše popsanych kategorií. Všechny výsledky pro jednotlivé kategorie byly zpracované dohromady.

Konfigurace	Hloubka	P	n	m	s	SE
Rovnoběžná	Ano	6	72	1,17	0,16	0,003
Rovnoběžná	Ne	4	47	1,06	0,11	0,002
L	Ne	2 (3)	30	1,22	0,08	0,001
T	Ne	2 (3)	30	0,89	0,05	0,000
L	Ano	3	36	1,23	0,07	0,001
T	Ano	3	36	0,94	0,06	0,001

Fig. 6. Výsledky účastníků izolační studie a kontrolního vzorku dohromady. Sloupec *p* značí počet položek (v případě odlišnosti je v závorce uveden počet položek u kontrolní skupiny, pokud se liší). Ve sloupci *n* je celkový počet odpovědí. Sloupec *m* ukazuje průměrné hodnoty poměru délek, *s* jejich rozptyl a *SE* je standardní chyba odhadu průměru.

Srovnání dvou rovnoběžných úseček v rámci scény s hloubkovým gradientem (zobecnění Ponzova klamu) dopadlo u obou skupin podle očekávání. Délku horní úsečky, kterou zkoumané osoby vnímaly jako vzdálenější v rámci scény, nastavovaly kratší než úsečku umístěnou pod ní, a to v průměru o 17%.

Srovnání dvou rovnoběžných úseček v rámci scény bez hloubkového gradientu by mělo vyjít bez systematického zkreslení (hodnota průměru blízka jedné). Podle výsledků byla ovšem níže umístěná úsečka nastavovaná jako delší, i když jen nepatrně. Tento výsledek je snad možné vysvětlit tím, že i v plošné scéně byla výška podnětů v zorném poli braná jako indicie jejich vzdálenosti, a tím pádem se promítá i do hodnocení jejich velikosti [7].

Třetí výsledek je konfigurace úseček typu L a T na pozadí bez hloubkového gradientu. Jde o replikaci horizontálního-vertikálního klamu, kde by měla být horizontální linie nastavovaná o něco delší než linie vertikální. Mělo by tomu tak být u obou konfigurací. Abychom výsledky mohli přímo srovnat, musíme průměrnou hodnotu u konfigurace T obrátit, aby v obou případech šlo o poměr horizontální délky ku délce vertikální ($1/0,89=1,12$). Oba výsledky vyšly v souladu s předpoklady. Průměrná diskrepance mezi délkami je v obou případech dokonce o něco větší, než uvádí literatura [5]. V našem testu ovšem zkoumané osoby měly podmínky méně komfortní. Nastavované délky se zobrazovaly na strukturovaném a nikoli homogenním pozadí. To může znesnadňovat mentální rotaci.

Poslední dva výsledky ukazují L a T konfiguraci na pozadí s hloubkovým gradientem. Jde o kombinaci horizontálně vertikálního klamu a klamu Ponzova. Při

konfiguraci L lze očekávat souhlasné působení obou klamů, zatímco u konfigurace T jdou tendence, které stojí za oběma klamy proti sobě. Výsledky konfigurace typu L jsou v souladu s očekáváním. Níže umístěná a zároveň horizontální úsečka je systematicky nastavována jako větší než úsečka vertikální, která je zároveň umístěná výš. U konfigurace T, kde jdou podmínky proti sobě, je opět nastavována vertikální délka jako větší ($1/0,94=1,06$) než délka horizontální. Rozdíl je ovšem minimální proti položkám téže (T) konfigurace na plochem pozadí. Dá se říci, že se v tomto případě vzájemně ruší vlivy tendencí, které stojí za oběma studovanými klamy.

Rozdělíme-li soubor na zkoumané osoby, které byly vybrány pro 105 denní pilotáž izolační studie MARS-500, a na kontrolní vzorek, nenalezneme zajímavé rozdíly (Fig. 7). Zkoumané osoby z kontrolního vzorku méně podléhají Ponzovu klamu, ale o to více trpí nepřesností při nastavování rovnoběžných úseček na pozadí bez hloubkového gradientu.

Konfigurace	Hloubka	p	n	m	s	SE
Účastníci izolační studie						
Rovnoběžná	Ano	6	36	1,22	0,20	0,007
Rovnoběžná	Ne	4	23	1,04	0,07	0,001
L	Ne	2	12	1,22	0,09	0,003
T	Ne	2	12	0,90	0,05	0,001
L	Ano	3	18	1,24	0,08	0,001
T	Ano	3	18	0,94	0,07	0,001
Kontrolní vzorek						
Rovnoběžná	Ano	6	36	1,12	0,08	0,001
Rovnoběžná	Ne	4	24	1,08	0,15	0,005
L	Ne	3	18	1,22	0,07	0,001
T	Ne	3	18	0,89	0,05	0,001
L	Ano	3	18	1,22	0,07	0,001
T	Ano	3	18	0,93	0,05	0,001

Fig. 7. Výsledky experimentu pro účastníky izolační studie a kontrolní vzorek zvlášť.

7 Závěr

Při percepčním hodnocení délky úseček ležících na ploše kolmé k ose pozorovatelova pohledu dokážeme rozlišovat s vysokou přesností, zvlášť když jsou úsečky vzájemně rovnoběžné. Například Norman et al. [6] uvádějí rozdílový práh okolo 3% pro rovnoběžky a okolo 5% pro různoběžky. Zhoršený výkon pak přisuzují právě horizontálnímu-vertikálnímu klamu, tedy nadhodnocování relativní délky úsečky orientované více vertikálně.

Rozlišovací schopnost klesá markantně při hodnocení délky úseček orientovaných v hloubkové dimenzi. Autoři zjistili rozdílový práh 25% pro úsečky různosměrné a navíc v nestejně vzdálenosti od pozorovatele.

V předložené studii jsme sledovali přesnost hodnocení délek u rovnoběžných i u různoběžných (kolmých) úseček, když současně plošné scény navozovaly dojem stejné vzdálenosti a scény prostorové dojem různé vzdálenosti srovnávaných podnětů. V tuto chvíli výsledky nepřinášejí žádná překvapivá zjištění, a to je dobře. Osoby vybrané pro izolační experiment vykazují percepční nepřesnosti souhlasné s Ponzovým a horizontálním-vertikálním klamem. Ve sledovaných charakteristikách se nijak zásadně neliší od kontrolního vzorku a jejich společné výsledky jsou v souladu s našimi očekáváními. Předpokládáme ovšem, že v průběhu dlouhodobé izolace může dojít u sledovaných osob ke změnám prostorového vnímání, a doufáme, že některé z těchto změn se budou týkat i jejich citlivosti ke zrakovým klamům.

Literatura

- [1] Blakemore C., Carpenter R.H. & Georgeson M.A. (1970). *Lateral inhibition between orientation detectors in the human visual system*. Nature, 228, 37–39.
- [2] Gregory R.L. (1963). *Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling*. Nature, 199, 678–680.
- [3] Gregory R.L. (1997). *Knowledge in perception and illusion*. Proc R Soc Lond B 352, 1121–1128.
- [4] Gregory R.L. (1998). *Eye and Brain: The Psychology of Seeing*. (5th edn.). Princeton: Princeton University Press.
- [5] Howe, C., Q. & Purves, D. (2002). *Range image statistics can explain the anomalous perception of length*. PNAS, 99/20, s. 13184–13188.
- [6] Norman, J. F., Todd, J. T., Perotti, V. J., and Tittle, J. S. (1996). *The visual perception of three-dimensional length*. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 22, 173-186.
- [7] Ooi T. L., Wu B. & He Z. J. (2001). *Distance determined by the angular declination below the horizon*. Nature, 414, 197-200.
- [8] Palmer S.E. (1999). *Vision science. Photons to phenomenology*. Cambridge: MIT Press.
- [9] Segall, M. H., Campbell, D. T., & Herskovitz, M. J. (1966). *The Influence of Culture on Visual Perception*. Indianapolis, IN: Bobbs-Merrill.
- [10] Villard E., Tintó Garcia-Moreno F., Peter N. & Clément G. (2005). *Understanding visual perception in the perspective of gravity*. Journal of Gravitational Physiology 12, 51-52.
- [11] Villard E., Tintó Garcia-Moreno F., Peter N. & Clément G. (2005). *Geometric visual illusions in microgravity during parabolic flight*. NeuroReport 16, 1395-1398.
- [12] Yang T.L., Dixon M.W., Proffitt D.R. (2002). *Seeing big things: Overestimation of heights is greater for real objects than for objects in pictures*. Perception, 31(1):103-12.