



PR/B10ÁGY0310GO0016FO003

Paradoxon a színvakok színlátásában

Why do anopes see colors?

Dr. ÁBRAHÁM György egyetemi tanár, *NAGY Balázs Vincé* tanársegéd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Mechatronika, Optika és Gépészeti
Informatika Tanszék 1521 Budapest, Pf.91. Telefon: 463-1935, Fax: 463-4167 Email:
abra@mogi.bme.hu

Abstract

Among color deficient patients the most severe types are the protanopes and the deuteranopes (excluding the ones with rod vision).

These two types are commonly caused by the shift of the protos or deuterops photoreceptors' sensitivity curves onto each other. This means that these color deficient have practically two remaining photoreceptor becoming the so called blue-yellow dichromats. Our tests show however that these patients do see colors like red, orange or green. This lecture tries to provide explanation for this strange phenomenon.

Abstract

A színtévesztők között a legsúlyosabbak a protanópok és a deuteranópok (eltekintve a pálcikalátóktól).

E két típus leggyakoribb formáinál a protos és a deuterops fotoreceptorok érzékenységi görbéi fedik egymást, vagyis a színtévesztő gyakorlatilag két receptor típusal rendelkezik és sárga-kék dikromát lesz. Nagyszámú méréseink szerint viszont az ilyen súlyos színtévesztő páciensek is „látanak” vöröset, narancssárgát és zöldet, holott ez elvileg nem volna feltételezhető. Az eladás e jelenség magyarázatát kísérli meg.

1. Bevezetés

A $\Phi(\lambda)$ spektrális eloszlású fény inger egy L, M, S számhármassal jellemezhető ingerületet (érzéketet) hoz létre az emberi szemben.

A ganglion sejtek tulajdonképpen az opponens color elméletnek megfelelő vörös-zöld, kék-sárga jeleket állítják elő.

2. Súlyos szintéveszt k identifikációja

Vizsgáljuk meg külön a legsúlyosabb szintévesztés eseteket, amikor a protos és a deuterios receptorok közül valamelyik érzékenységi függvénye annyira eltolódik, hogy gyakorlatilag a másikéval egybeesik.

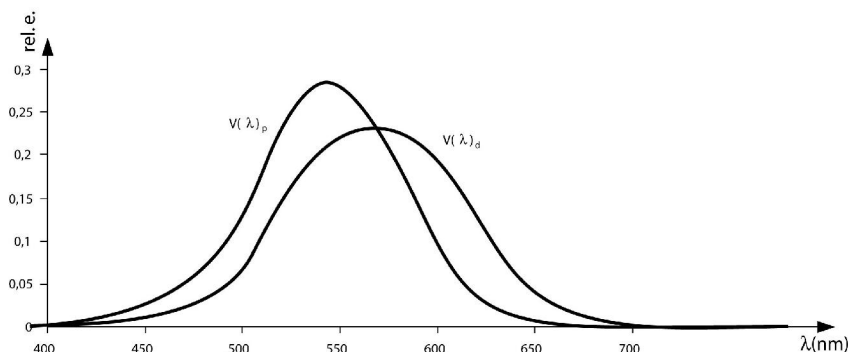
Ilyen súlyos esetekben, amikor gyakorlatilag két receptorral lát a szintéveszt (dichromázia), az identifikáció oly mértékben degradálódik, hogy kizárólag ibolya és sárga színt lát a páciens, miközben a türkiz helyett fehér érzet jelenik meg. A jelenség jól ismert, sokszor egyszer en kék-sárga látónak hívják a dichromátokat. (Sharpe, Stockman, Jägle, Nathans, 1999; Birch, 1993.)

Mindazonáltal a vizsgálatainkon megjelent dichromátok arról számoltak be, hogy a hétköznapi életben mégis jól-rosszul megneveznek más színeket is a kék (ibolya) – sárgán kívül. Használják a piros, narancs, zöld, barna színnevezéseket és ezek közül a pirosat elég sokszor helyesen nevezik meg, a zöldet azonban a narancssal, vagy a barnával gyakran cserélik fel, viszont sohasem más színnel.

Felmerül a kérdés:

Mivel magyarázható a dichromátok elvárhatónál gazdagabb színidentifikációja?

A kérdés megválaszolásához tekintsük az 1. ábra szerinti két relatív világosságérzékenységi függvényt, amelyek a protanóp illetve a deuteranóp dichromátok eseteit mutatják.



1. ábra

A dichromátok $V(\lambda)$ függvényei

A bal oldali görbe a protanópoké, míg a jobb oldali a deuteranópoké

Mivel a súlyos szintévesztéknél a színfogalmak azonosítását szolgáló színidentifikációs neuronok többsége vagy nem is létezik, vagy pedig nem szolgáltat sikeres identifikációt segít információt az agyi feldolgozás számára, így a szintéveszt kénytelen más, rendelkezése álló információhoz kötni az identifikációt. Az agy számára rendelkezésre áll az akromatikus csatorna által továbbított $C_V=1,7 L + M$ világosság jel, ami azonos a $V(\lambda)$ relatív világosságérzékenységi függvényvel.

„Mankóként” használva ezt a jelet, lehetségesek a következő identifikációs becslések:

„vörös”

amikor a látott szín sötét

„sárga”

amikor a látott szín nagyon világos

„narancs”/„világos zöld”

„barna”/”sötét zöld”

amikor a látott szín világossága
a kettő között van

Az 1. ábra szerinti függvényeket szemlélve valóban van összefüggés a világosság és a hullámhossz között, csak az a baj, hogy a $V(\lambda)$ függvények ugyanazt az értéket két hullámhossznál is felveszik.

Ez mégsem jelent gondot a „vörös” esetében, mert a bal oldali esetben a tritos receptor jelzi, hogy ibolyáról van szó. Így tehát a „sötétebb szín” = „vörös” következtetés az esetek nagy részében eredményes identifikációs becslét tesz lehetővé. A színtéveszt pedig ezt megtanulja és kiegészíti magát e módszerrel.

Ugyancsak nincs probléma a $V(\lambda)$ csúcsa környékén, így a „nagyon világos” = „sárga” identifikáció is eredményes módszerré válhat.

A „narancs (barna)” és a „zöld” azonban sajnos azonos világossághoz tartozik, miközben a tritos receptor még nem segít, így a két színfogalom tipikus összetévesztése várható, amint az a színtéveszt k panaszaiban is minden esetben megjelenik.

Elméleti (szimulációs) elvárások az anópok színidentifikációjára PDT m. szeren:

- Széles a sárga tartománya (520-700 nm)
- , Vöröset lát
- f Zöldet lát
- „ Narancsot lát
- ... Barnát lát
- † Összetéveszti a zöldet – barnával / a zöldet – narancssal
- ‡ Fehéret lát türkiz helyett

4. Kísérleti eredmények

Páciens név	Kritérium							Diagnózis
	széles sárga	lát: vöröset	lát: zöldet	lát: narancsot	lát: barnát	felcseréli a: zöldet-barnát/ zöldet- narancsot	lát fehéret	
M.L.	X		X	X		X		protanóp
M.A.	X	X	X	X		X	X	protanóp
H.P.	X	X	X	X		X	X	protanóp
E.K.	X	X		X			X	deutanóp
H.F.	X	X	X	X	X			protanóp
M.Zs.		X	X	X	X		X	deutanóp

Összefoglalás

A fenti felismeréseket tömören a következőképpen fogalmazhatjuk meg:

A súlyos színtévesztések (dichromátok) színidentifikációs folyamatában az akromatikus csatorna világozottság információja segíti a színmegnevezési döntéseket, miáltal az identifikációs eredményeik a számítottátnál jobbak lehetnek.

Arra a kérdésre tehát, hogy miért látnak az anópok az indokoltnál több szintet a magyarázat ad választ.

Irodalom

- Ábrahám, Gy. (2004a) Light matter interaction and color vision. *Proc. of the fourth conference on mechanical engineering. Budapest p. 734-738*
- Ábrahám, Gy. (2004b) Dilemmák és megoldások a színlátás kutatásban. Proc. XII. OGÉT konferencia. Csíksomlyó p. 10-13.
- Ábrahám, Gy., Nagy, B.V. (2003a) Colour identification based on opponent colour signals. *Proc. of Temporal and Spatial Aspects of Light and Colour Perception and Measurement. Veszprém. CIE x025:2003. ISBN 3 901 906 22 3* p. 123-126.
- Ábrahám, Gy., Nagy, B. V. (2003b) A színtévesztés korrigálása és mérése Proc. of 11th Int. Conf in Mech. Eng.. *OGÉT Kolozsvár* p. 23-25.
- Boynton, R.M. (1979) Human Color Vision. *Holt, Rinehart & Winston, New York*
- CIE (1932) Commission Internationale de l'Éclairage Proceedings, 1931. *Cambridge University Press, Cambridge, UK*
- CIE (1976) Publication N°15. Colorimetry. *Paris*
cvision.ucsd.edu. <http://cvision.ucsd.edu> Color vision database
- DeValois, R.L & DeValoise, K.K. (1993) A multi-stage color model. *Vision Research*, 33, p. 1053-1065.
- Estevez (1979) On the Fundamental Database of Normal and Dichromatic Color Vision. *Ph.D. thesis, Amsterdam University*.
- Fonyó A. (1999) Az orvosi élettan. *Medicina. Budapest*, p. 936-937.
- Guild, J. (1931) The colorimetric properties of the spectrum. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, A, 230, p.149-187.
- Helmholtz, H.L.F. von (1852) Über die Theorie der zusammengesetzten Farben. *Annales de Physique, Leipzig*, 887, p. 45-66.
- Hering, E.(1905) Outline of a Theory of the Light Sense (eds. and trans.Hurvich, L. & Jameson, D., 1964) *Harvard University Press, Cambridge, MA*.
- Hunt, R.W.G. (1987) Measuring colour. *Ellis Horwood Ltd. N.Y.* p. 45-51
- Hunt, R.W.G. (1991a.) Measuring Colour. *Ellis Horwood Ltd. N.Y.*p. 146-147
- Hurvich, L.M.&Jameson,D. (1957) An opponent process theory of color vision. *Psychological Review*, 64, p. 384-404.
- Ingling, C.R.Jr. (1977) The spectral sensitivity of the opponent-color channels. *Vision Research*, 17, p. 1083-1089.
- Kaiser, P.K.&Boynton (1996) Human Color Vision, 2nd Edition. *Optical society of America, Washington DC*.
- Kaiser, P.K.&Boynton (1996) Human Color Vision, 2nd Edition. *Optical society of America, Washington DC*.
- Lukács, Gy. (1982) Színmérés. M szaki Könyvkiadó. Budapest. p. 172-173.
- Nemcsics, A.(1990) Színdinamika. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Palmer, S.E. (1999) Vision Science. *MIT Press*. 1999. *Cambridge, Massachusetts*. p. 111.
- R. Seculer&R. Blake (1994) Perception. *McGraw-Hill Inc* p. 72.
- Rodieck, R.W. (1998) The First Steps in Seeing. *Sinauer Associates Sunderland, Massachusetts* ISBN 0-87893-757-9 p. 351-355.

- Sharpe, L. T., Stockman, A., Jägle, H. and Nathans, J., **(1999)** Opsin genes, cone photo pigments, color vision, and color blindness. In Color Vision: From Genes to Perception (Gegenfurtner and Sharpe, eds.) *Cambridge University Press, NewYork*, p. 3-52.
- Stockman, A., Sharpe, L.T. **(1999)** Cone spectral sensitivities and color matching. In Color Vision: From Genes to Perception (Gegenfurtner and Sharpe, eds.) *Cambridge University Press, NewYork*, p. 53-88.
- Wenzel, K. **(1991)** A színes látás modellezése. *Kandidátusi értekezés. MTA* Budapest.
- Wright, W.D. **(1928-29)** A re-determination of the trichromatic coefficients of the spectral colours. *Transactions of the Optical Society*, 30, p. 141-164.
- Wright, W.D. **(1928-29)** A re-determination of the trichromatic coefficients of the spectral colours. *Transactions of the Optical Society*, 30, p. 141-164.
- Young, T. **(1802)** The Bakerian lecture: On the theory of light and colours. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 92, p.12-