



## A SZÍNTÉVESZTÉS OKAI

Mindennapi megközelítésben arra a személyre, aki valamilyen mértékben keveri az egyes színeket, azt mondjuk, hogy színvak. Ez a meghatározás nem igazán helyes és tudományos. A színtévesztés sokkal összetettebb és változatosabb jelenség minthogy azt egyetlen szóval jellemezzük. A ember két módon lehet színtévesztő: örökletes vagy szerzett úton. A szerzett színtévesztés oka az egyén élete folyamán bekövetkezett valamilyen betegség. A leggyakoribb kiváltó betegségek az glaucoma (szemhályog), cukorbetegség, alkoholizmus, mérgezés, stb. . Az öröklött színtévesztés genetikai rendellenesség és egész életre szól. Az X nemi kromoszóma örökíti. Emiatt főleg férfiaknál fordul elő a rendellenesség, mivel náluk az eltérő XY nemi kromoszómák miatt az esetleges hibás X kromoszóma már nem korrigálódik. A nők esetében, ha hibás is az X kromoszóma, a másik X nemi kromoszómájuk még korrigálhatja a rendellenességet. A színtévesztők népességen belüli eloszlása is tükrözi a fentieket. Az európai férfipopuláció 5-9 %-a, míg a női populáció mindössze 1 %-a színtévesztő. Korábbi elméletek alapján a kutatók úgy gondolták, hogy a színtévesztés okozója az egyes receptorok (p, d vagy t) hiányára vezethető vissza. Ennek ellentmond az a tény, hogy egy vörösvak még láthat sárgát, viszont vörös receptor hiányában ennek nem szabadna megtörténnie.



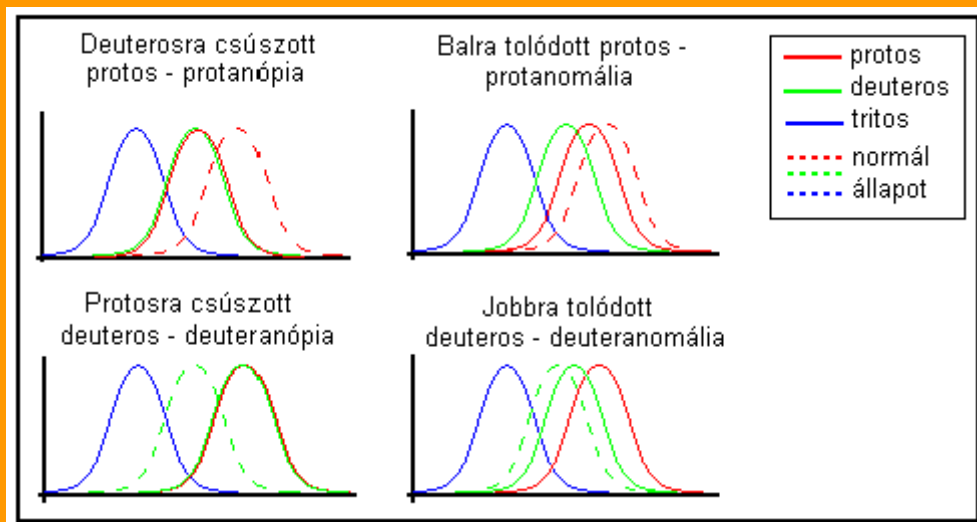
## A SZÍNTÉVESZTÉS TÍPUSAI

A mai korszerű megközelítés szerint a színtévesztés a receptorok megváltozott tulajdonságainak köszönhető. Az emberi szem három alapszínre érzékeny receptorokkal rendelkezik (kék, zöld, vörös). A receptoroknak hullámhosszban eltolódhat a spektrális érzékenysége, sőt maga a fényérzékenységük is csökkenhet tehát a színtévesztést alapvetően ez a jelenség okozza. A receptor érzékenységi diagramot figyelve, ez nem más mint a görbék jobbra vagy balra tolódása vagy a görbék lapulása a hullámhossz függvényében.

| Tipus            | Altípus      | Receptorok elhelyezkedése                                 | Színlátás torzulása                                  |
|------------------|--------------|---|--|
| Monokromát       | -            | mindhárom receptor érzékenységi görbéje egymásra csúszott | monokromatikus látás                                 |
| Dikromát         | tritanóp     | a kék érz. g. a zöldre tolodott                           | csak a türkiztől vörösig látás                       |
|                  | deuteranóp   | a zöld érz. görbe a vörösre tolodott                      | kék – sárga látás                                    |
|                  | protanóp     | a vörös érz. g. a zöldre tolodott                         | csak a kéktől sárgáig látás                          |
| Anomál trikromát | tritanomál   | a kék érz. g. a zöld felé tolodott el                     | széles türkíz tartomány, zöld helyett is türkízt lát |
|                  | deuteranomál | a zöld érz. g. a kék vagy a vörös felé tolodott el        | széles türkíz illetve széles sárga tartomány         |
|                  | protanomál   | a vörös érz. g. a zöldre felé tolodott el                 | széles sárga tartomány, zöld helyett is sárgát       |

1. táblázat: A színtévesztés főbb esetei

A régi rendszer három nagy csoportba sorolta a színtévesztőket (1. táblázat). A mai elmélet szerint azonban minden színtévesztő egyedi defektussal rendelkezik amit a pdt érzékenységi diagramja ír le. Ezek ellenére azonban a régi felosztással is jól behatárolhatók a színtévesztők azonos csoportjai. Sőt a pdt diagramokkal jól magyarázhatók ezek a régi típusok is. Az akromátok nem látnak színeket és a színtévesztők között is igen ritkán fordulnak elő. A dikromátoknak az egyik receptoruk érzékenysége fedésbe kerül egy másikéval, ennek következtében csak két szín közti tartományban érzékelnek színeket. A leggyakoribb formája a protanotóp és a deuteranóp eset. Az anomál trikromátok már érzékelik mindhárom alapszínt, azonban kismértékben elmozdult valamelyik érzékenységi görbéjük, és ezért kimutathatóan tévesztik a színeket. Leggyakoribb formája a deuter- és a protanomália. Az imént megnevezett protanópia-1%, deuteranópia-1%, protanomália-1% és deuteranomália 5%-ban fordul elő. A többi típus előfordulása igen ritka 0,1% alatti.



1. ábra: A leggyakoribb szintévesztési típusok érzékenységi görbéi



## A SZÍNTÉVESZTÉS VIZSGÁLATA

A színtévesztés mérése nem egyszerű feladat. Ennek köszönhetően ma több módszer létezik, ám egy sem biztosít 100%-os diagnózist és mérési eredményt. A mérések két elv, a színmegkülönböztetés és a színmegnevezés módszerén alapulnak. A mai nap a legtöbbet használt módszerek a következők:

1. Anomaloszkóp: Ez a módszer a leghatékonyabb, annak ellenére, hogy csak a protos és deuterus defektusát mutatja. Egy osztott látómezőben kell a vizsgált személynek zöldből és vörösből a referencia sárgával azonos sárgát kikevernie. A zöld/vörös arányból és a sárga intenzitásából megállapítható a színtévesztés és mértéke. A műszerrel az előbbi két paraméter ismeretében pontosan megmondható a színtévesztés típusa. Az anomaloszkópok legújabb generációjában már megjelentek a kék/zöld keveréssel működő műszerek is.
2. Pszeudoizokromatikus tesztek: Ezek a ún. nyomtatott pöttyös ábrák. Pöttyös háttéren számok vagy betűk láthatók szintén pöttyökből kirakva, azonban a háttértől eltérő színben. Egyes színpárokat a színtévesztők már nem tudnak megkülönböztetni, így az írásjeleket sem tudják elolvasni. Ez a teszt a színtévesztésnek csak a felületes megállapítására, esetleg a színtévesztők alapvető csoportosítására használható. Továbbá előzménye lehet egy esetleges második vizsgálatnak. Típusai: Ishihara, American Optical, Hardy-Rand-Rittler, Dvorine, F2, Ohkuma,
3. Színdiszkriminációs vizsgálatok: A teszt színes korongokat tartalmaz, és ezeket kell színsorba rendezni. Típusai: Farnsworth D15, Desaturated D15, Farnsworth-Munsell 100
4. Lámpás tesztek: Ide tartozik pl. a Giles-Archer, Lantern és Rodenstock teszt
5. Egyéb: Ide tartozik a tanszéken kifejlesztett pdt-műszer is amely a szem érzékenységi görbéit határozza meg, ezáltal nagyszerűen megadható a pontos diagnózis. Ezenkívül létezik a fenti tesztek számítógépes változata is, és ide sorolható lesz a jelen diplomaterv által fejlesztett színkontraszt vizsgálat is, ha bebizonyosodik a hatékonysága. További ismert módszerek még: a fundus refraktometria, mikrospektrofotometria és az **általam kifejlesztett számítógépes relatív világosságérzet egyeztetés és rácsozatok segítségével meghatározott CSF diagramok mérése.**

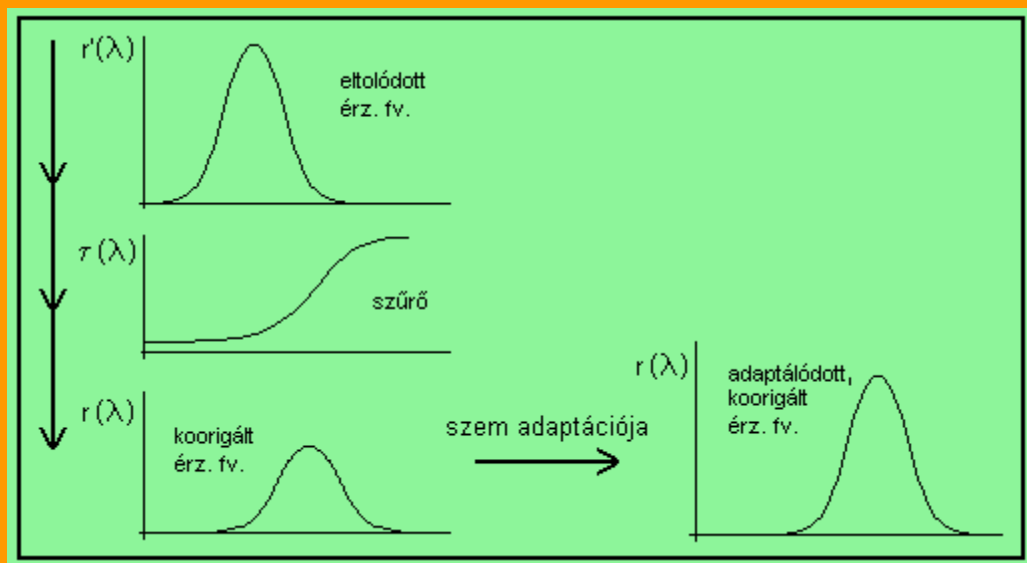
A relatív világosságérzet egyeztető programnak egy html környezetbe adaptált Flash-es változata megtekinthető [ITT!](#)

Egy [másik](#) világosságérzet egyeztető program Java-applettel.



## A SZÍNTÉVESZTÉS KORREKCIÓJA

A BME-FOT tanszéken dolgozó Dr. Wenzel Klára és Dr. Ábrahám György kutatómunkájának köszönhetően, korrekciós szemüveg kifejlesztésével, immár lehetővé vált a szintévesztés korrigálása. A korrekcióval az a célunk, hogy a szintévesztő színlátását a normál színlátóval egy szintre hozzuk. Azt tudjuk, hogy a szintévesztő receptor érzékenységi görbéi eltolódtak. Ha ezeket a görbéket vissza tudnánk tolni a megfelelő helyükre, akkor a célunk már meg is megvalósult. A görbék "tologatására" színszűrőket használhatunk. A deformálódott vagy eltolódott görbét így tetszőlegesen formálhatjuk vagy spektrálisan eltolhatjuk. A szűrés során felmerülő intenzitáscsökkenést a szem adaptációs képessége révén rövid idő alatt kompenzálni képes. A szintévesztőre megfelelően alkalmazott szűrő alkalmazása így igen jó eredményt produkál. A szűrőt lencse formájában a szintévesztő szemüvegeként használhatja, így nincs szükség semmiféle komoly orvosi beavatkozásra.



2. ábra: A szintévesztés korrekciója színszűrővel

A szűrő megtervezéséhez szükség van a szem pontosan lemért érzékenységi görbéire. Ezeket a méréseket az előző fejezetben már említett pdt műszerrel végezhetjük el. Ha már ismerjük az eltolódott  $r'(\lambda)$ , és a normál  $r(\lambda)$  spektrális érzékenységeket, akkor kiszámítható a szemüveghez szükséges színszűrő  $t(\lambda)$  karakterisztikája is:

$$r(\lambda) = \tau(\lambda) r'(\lambda)$$

$$\tau(\lambda) = \frac{r(\lambda)}{r'(\lambda)}$$

1. képlet: A szűrőkarakterisztika kiszámítása

