

KÖZLEMÉNY A KOLOZSVÁRI M. KIR. FERENCZ JÓZSEF TUD.-  
EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

Igazgató: DR. UDRÁNSZKY LÁSZLÓ ny. r. tanár.

## Színkeverés a szemnek színes eltérése révén.\*

DR. VERESS ELEMÉR intézeti tanársegédétől.

Színes fülületeknél, ha ezek kettesével vagy többesével egymás mellé kerülnek, a szín jellegének és telítettségének bizonyos módosulása szokott mutatkozni, holott a szín megváltozására tárgyilagosa ok a két szín szomszédságán kívül nincsen is. A színek nemesak tisztán lelki (HELMHOLTZ) és élettani folyamatok alapján (HERING, EXNER<sup>1</sup>) hatnak egymásra. Bizonyos, bár különleges esetekben a színek egymásra hatása első sorban fizikai okokra vezethető vissza.

Ennek bizonyítására szolgálhat a következő kísérlet:

Kék és sárga színű papirosból vágjunk ki 3—10 mm. széles csíkokat és ragasszuk ezeket, kéket sárgával váltogatva fehér kártyalapra, közvetlenül egymás mellé. Ha ezt az ábrát, különösen a csíkoknak vízszintesen tartása mellett, a szem közelpontjába hozzuk és szemünket az ábráénál nagyobb vagy kisebb távolságra állítjuk be, a homályosakká vált határvonalakon elég élénk ibolya- vagy rózsaszínű szegélyt vehetünk észre. Ez a szegély a kék mező területén fekszik. Erről egyszerűen úgy győződhetünk meg, ha az ábrát a közelpontban tartva, csak igen kis mértékben desaccommodálunk és azután, az ibolyás

\* Előadatott az E. M. E. orvos-természettudományi szakosztályának 1903. évi június hó 12-én tartott orvosi szakülésén.

<sup>1</sup> Studien auf dem Grenzgebiete des localisirten Sehens. Archiv f. die ges. Physiol. 73. k. 117—171. I. 1898.

színű szegély észrevevése után, a szemet ismét gyorsan éles látásra állítjuk be. Ilyenkor a kék csík területe az eltűnt ibolyás szegély szélességének megfelelő mértékben megnövekedik.

A sárga és kék csík határvonalától a sárga felület felé terjedőleg szintén mutatkozik színváltozás, melyet bizonyos gyakorlottság mellett mint zöld színű szegélyt ismerhetünk fel. Utóbbi azonban mindenkor kevésbé vonja magára figyelmünket.

A kísérlethez egyrésztől narancs-, arany-, vagy citromsárga, másrésztől cyankek, vízkék (párisi kék), vagy ultramarin-kék színű papiroscsíkokat használhatunk. A színpárok szerint az említett színes szegély, a kék csík határán, hol ibolyás, hol rózsaszínben jelenik meg.

A kísérlet bármily alakra kivágott papirosdarabokkal sikerül; főfeltétel, hogy a két szín élesen elhatárolva, közvetlenül egymás mellé kerüljön, továbbá, hogy az ábrát egész terjedelmében a távolságnak meg nem felelő fénytörésű szemmel vizsgáljuk.

A jelenség magyarázatát keresvén, első sorban a nemleges utóképek, az ellentéteesség szerepét kell elejtenünk. Másként állana a dolog, ha nem kiegészítő színek állanának egymás mellett. Ha pl. egymás mellett fekvő vörös és sárga papiroscsíkokat szemlélünk, a vörös csík biborszínt vesz fel, mert a szemnek önkénytelen mozgásai következtében a sárga csíknak megfelelő nemleges utóképet átvisszük a vörös csíkra, és így a kék utóézés a tárgyilag előttünk fekvő színnel keveredik. Viszont a sárga csík zöldes jelleget vesz fel. E jelenség előidézésénél, mint azt HELMHOLTZ<sup>1</sup> kifejtette, a szemnek apró mozgásaira van szükség. Hasonló okból a zöldeskék mezőben fekvő kék színű papirosdarab ibolyás jelleget kap.

A fentebb leírt jelenség előidézésénél ellentéteesség nem szerepelhet, mivel itt kiegészítő színek kerülnek egymás mellé, és a szemnek lehető nyugodtan, mozdulatlanul tartása még kedvező kísérleti feltétel gyanánt tekinthető. E mozdulatlanság könnyen el is érhető, mivel a reczehártyán lerajzolódott képek élességét illetőleg a nem alkalmazkodó szemben sokkal csekélyebb különbségek vannak, mint az alkalmazkodó szemben.

<sup>1</sup> Handbuch d. physiolog. Optik. II. kiad. LEOP. Voss, Hamburg és Leipzig. 1896. 541 l. (CHEVREUL kísérlete).

Éles és homályos reczehártyai képek határáról okvetetlenül reflexfolyamatok indulnak ki, melyek a szem kimozdulására vezetnek. Nem alkalmazkodás esetén ily ingerek a szem kimozdulását illetőleg, sokkal kevésbé könnyen érvényesülhetnek.

Az ibolya-, vagy rózsaszínű szegély fellépésének oka abban található, hogy a szemnek saját színes eltérése következtében a határvonalon színes szóródásos körök támadnak, ép úgy, mint abban az esetben, midőn pl. fehér és fekete felületek határvonalai homályos képben rajzolódnak le a reczehártyára. Ezen színes szóródásos körök közül a leírt esetben leginkább a vörös szegély érvényesül. Így tehát a szem fenekére a kék színnel egyidejűleg vörös, vagy vöröses sárga sugarak jutnak el és ennek megfelelően színkeveredés megy végbe. A kevert szín milyensége az alkalmazott színek minőségétől, ezek telítettségében mutatkozó különbségtől és részben az alkalmazkodás dioptriái mértékétől is függ. Ezért a kísérletnél a kék mező határán a színkeverés szabályainak megfelelően ibolya-, rózsaszínű, vagy fehéres rózsaszínű szegélyt észlelhetünk. A kísérlet aranysárga és ultramarinkék színű ábrákkal a legkönnyebben sikerül, mert ez esetben az ábra távolságára alkalmazkodott szem fénytörésének kisebb fokú, tehát könnyebben elérhető megváltoztatására van szükség azon czélból, hogy az ibolyától már amúgy sem nagyon távol álló ultramarin segítségével a színkeverés megtörténjék.

A színkeverés azonban ugyancsak a leírt eredményhez vezet oly kék és sárga szín párokkal is, melyeknek megfelelő színképi fénysugarak egyesüléséből tiszta fehér, vagy a melyeknek megfelelő festőanyagok keveréséből tiszta zöld áll elő.

A leírt kísérletnél a szemnek színes eltéréséből eredő fizikai szóródásos körök<sup>1</sup> szerepelnek. A színes eltérés, mint ismeretes, általában akkor válik könnyebben észrevehetővé, ha erős megvilágítási különbségek kerülnek egymás mellé. A sárga és a kék színnek számos változata a telítettség foka tekintetében meglehetősen távol áll egymástól;<sup>2</sup> bizonyos kék színfajták

<sup>1</sup> L. EXNER megkülönböztetését „életani“ és „fizikai“ szóródásos körök között, i. h. 118 l.

<sup>2</sup> HELMHOLTZ, i. h. 319. l.

az erősen világító sárga mellett igen sötéteknek tűnnek fel és így a színes eltérés fellépésének ez a feltétele ily szín párokkal végzett kísérletnél nem hiányzik.

Ha azonban a kísérletet halvány, világos, vagyis fehéres égszínkéssel, vagy cyankéssel és ezzel szemben meglehetősen sötét sárgával hajtjuk végre, szintén létrejön a színes eltérés előidézte színkeverés, jóllehet ily körülmények között a világitási fokokban már csekélyebb a különbség. Ilyenkor a határvonaltól a kék mező felé terjedőleg többé-kevésbé széles fehéres rózsaszínű szegély észlelhető. Valószínű, hogy oly színes felületek határán, melyek bizonyos körülmények között a látóterek vetélykedését idézhetik elő, nagy könnyűséggel támadnak színes szóródásos körök. Emellett szól azon körülmény is, hogy ha kék csíkot fehér alapon nem élesen beállított szemmel szemlélünk, a színes eltérés okozta színkeverés jóformán csakis ultramarinkék csíkok alkalmazása esetén hívja fel figyelmünket. A kísérlet azonban ultramarinkéssel sokkal könnyebben sikerül, ha a kiegészítő szín segítségét vesszük igénybe.

Ha a 3—4 mm. széles sárga-kék csíkokból készített ábra határvonalait lehetőleg élesen szemügyre vesszük, a kék csík saját határvonalai mentén csak a világosságban veszünk észre változást; a kék szín telítettebb kék, a sárga pedig világosabb sárga szegélyt kap; az egyidejű ellentétesség mutatkozik tehát; ez azonban természetesen csakis a világitási fokok módosulását idézheti elő. A kerületi látás mezején azonban, a leírt színkeverés egyidejűleg szintén észrevehető.

Ha a jóllátó szemet mesterségesen, üvegekkel, túllátóvá, vagy rövidlátóvá tesszük, a homályosan látott ábrán a színkeverés az alkalmazkodás készülékének bármily működése mellett is igen kifejezetten szembetűnik.

A színes eltérés szerepe az imént felsoroltak mellett igen egyszerűen oly módon is bizonyítható, ha e szemnek e hibáját mesterségesen növeljük.

Ha kb. 4—5 mm. széles kék papiroscsíkot két ugyanoly széles sárga csík közé helyezünk és a szem bogarát felülről kiindulva kártyalappal félig elfedjük, vagy pedig a szemrést a felső szemhéj leboocsájtása révén megszűkítjük, és így vizs-

gáljuk az ábrát, a kék csík felső határvonalán élénk zöld szegély jelenik meg, mely a sárga területben fekszik. A kék csík alsó határvonalán pedig élénk ibolyaszínű sáv mutatkozik, mely a kék mező területére terjed reá. Ha a szem bogarát alúlról kiindulva fedjük el, a zöld és ibolyaszínű szegélyek helyet cserélnek. Ilyenkor az alkalmazkodás készülékének működése mellékes szerepet játszik, annál is inkább, mivel a szembogar mesterséges megszűkítése révén a látás pl. a desaccommodáló szemben is élesebbé válik.

A szem bogarának szabadon hagyása mellett minden egyes határvonalon történik színkeverés, mely az ibolya és zöld színű sávok fellépésére vezet; a kettő közül azonban kiválóan az ibolya színű sáv hívja fel figyelmünket. Ha azonban a szem bogarát félig elfedjük, a szóródásos csíkok különválnak, és, ha több kék-sárga csíkot szemlélünk, az ibolya és zöld sáv változtatva következnek egymás után, akárcsak hasábon át vizsgálónak az ábrát.

A másik kiegészítő színpárral, a vörös-zöldeskékkel a színes eltérésből eredő színkeverés egyszerűen a homályos látás révén nem oly könnyen érhető el és más eredményhez is vezet, mint a kék-sárga csíkokkal végzett kísérlet. A vörös és zöldeskék színek világító erő, telítettség tekintetében közelebb állanak egymáshoz, mint a sárga és a kék. Így tehát a színes eltérésnek, e physikai hibának előidézéséhez, ezen tekintetben elegendő erősségű külső ingert nem szolgáltatnak. Ha azonban az ábrát úgy készítjük el, hogy két czinóber-vörös csík közé zöldeskék papiroscsíkot ragasztunk és a színes eltérést a szem bogarának alúlról elfedése révén fokozzuk, a zöldeskék csík felső határvonalán keskeny, meglehetősen élesen elhatárolt fehér szegély jelenik meg.<sup>1</sup> Ez a szegély tisztán a zöld mező területén fekszik, mint arról a szem bogarát elfedő kártyalapnak többször ismételt hirtelen eltávolítása és visszahelyezése révén meggyőződhetünk. A zöld csík kiterjedése ugyanis a kártyalap eltávolítása pillanatában az eltűnt fehér szegély szélességének megfelelő mérték-

<sup>1</sup> A zöld csík ellentett szélén sötét barna, majdnem feketés szegély jelenik meg, mely a szem bogarának felülről kiinduló elfedése esetén a fehér szegély helyét cseréli.

ben hirtelen megnövekedik. Ha a szem bogarát felülről, pl. a felső szemhéj lebocsájtása révén fedjük el, a fehér szegély a zöld esíknak ellenkező szélénél jelenik meg. Itt tehát a színes eltérés következtében fellépő vörös szegély a zöld mező színével keverődve, fehér színt ad.<sup>1</sup> Nem lehet tehát szó arról, hogy esetleg a homályosan látott vörös mezőnek magának diffractiós szóródásos körei a zöld mezőnek ugyancsak diffractiós szóródásos köreivel bizonyos pontokon, t. i. a megfelelő szintöménységű övben találkozva, adnák a kevert színt. Erről annál kevésbé lehet szó, mivel e színpárral egyszerűen a tárgy távolságának meg nem felelő accommodatio segítségével csak hosszabb gyakorlás után vehetjük észre a fehér szegélyt, továbbá főként, mert a fehér szegély a zöld mező területét nem lépi túl. Ha a jelenség oka, maguknak a homályos határvonalú színes felületek képeinek egymással találkozása volna, akkor a kék-sárga színpárral végzett kísérletnél is a leírt eljárás útján megkaphatnók a fehér színt, sáv alakjában, mely úgy a kék, mint a sárga mezőnek egy-egy részére reáterjedne. A diffractióból eredő kísérleti hiba inkább a vörös-kék színekkel végzett kísérletnél szerepelhetne.

Az említett vörös-zöld színpárral tehát nemcsak az „életani szóródásos körök“ segítségével, mint azt EXNER leírta,<sup>2</sup> hanem a színes eltérés physikai szóródásos körei segítségével is érhetünk el színkeverést. Ezen észlelet támogatja EXNERnek azon állítását, mely szerint „a világítási fokok életteni keverése . . . ugyanazon eredményre vezet, mint ugyanazon világítási fokoknak physikai keverése“.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> A vörös mezőn egyéb változást nem vettem észre, mint azt, hogy a fehér szegély határán fekvő része élénkebben világítavá lesz és a színképnek *B* jelzésű FRAUNHOFER-féle vonalához közelebb fekvő vörös jellegét veszi fel.

<sup>2</sup> EXNER (i. h. 156. l.) közel egyenlő megvilágítási fokkal bíró *I* cm<sup>2</sup> nagyságú vörös és zöld négyzetekből sakkáblamintát állított össze és a látást szemüveggel és diaphragmával javítva, különböző távolságokból szemlélte azt. Bizonyos távolságból a minta egyenletesen szürkés felületté olvadt össze.

A fentebb leírt kísérletek eredménye azért sem származtatható az „életteni szóródásos körök“ szerepéből, mert a kísérleti feltételek a physikai szóródásos körök keletkezésére nézve kedvezőek.

<sup>3</sup> I. h. 119. l.

E színkeverés azonban, mint ilyen, az egymás mellett fekvő vörös-zöld szín külön-külön megítélését nem zavarja, annál kevésbbé, mivel az egyszerű homályos látás még nem idézi elő a jelenséget. Ellenben a kék-sárga színpárral végzett kísérlet értelmében az ibolyaszínű szegély miatt különösen a kék szín jellegének elbirálása az ábrának homályosan látott részein téves lehet. A kék csík területéhez tartozó ibolyás vagy rózsaszínű szegély ugyanis, minthogy erős világító erővel bír, szétsugárzási jelenségekre adhat alkalmat. Ez a szegély a kék csík határvonalától kiindulva, a csík belseje felé fokozatosan elenyészik ugyan, de ha a kék csík 2—3 mm.-nél nem szélesebb, a csík egész kiterjedésében ibolyás színűvé lesz. A vízkéket, vagy párisi kéket sárga csíkok közé ékelve, nem épen könnyű a hasonló befolyás alatt nem álló ultramarintól megkülönböztetni; az ultramarin pedig hasonló körülmények között az ibolyához kerül közelebb. A szemnek éles látásra beállításakor azonban a jelenség sokkal kevésbbé tűnik szembe.

A szín megítélésében ezek nyomán, a kék sárga kiegészítő színpárra vonatkozólag, tévedéseknek lehetünk kitéve, melyek tárgyilagos okból veszik eredetüket. A színes inductióhatást jelentő lelki, vagy akár élettani folyamatok megindulását tehát physikai okok is válthatják ki. A téves irányban megindult folyamat azután a psyche működése révén nyerhet befejezést.

---