

Lux et Color Vespremiensis
2004

Relatív világosságérzet mérés a színlátás vizsgálatban

Wenzel Klára - Samu Krisztián

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Mechatronika, Optika és Műszertechnika Tanszék

Tartalom

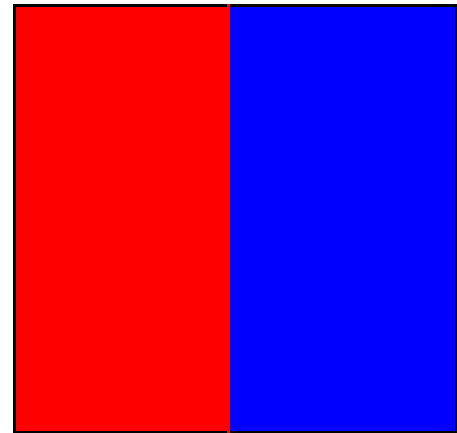
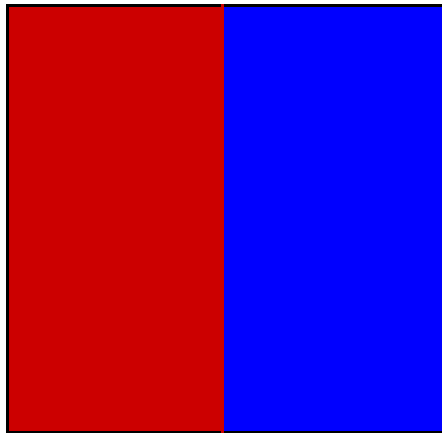
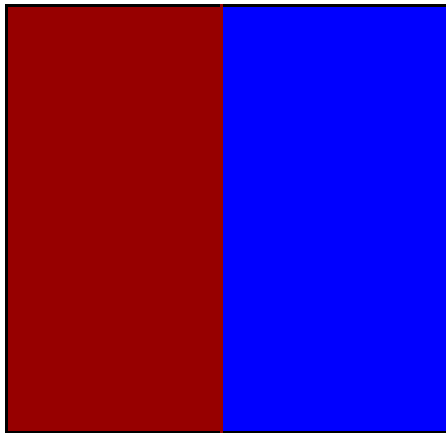
- Mit fogunk relatív világosság mérésnek nevezni?
- Mit lát az L, M és S receptor a monitor R, G és B alapszínéből?
- Hogyan lehet meghatározni a relatív világosság érzetet az L és M csap spektrális érzékenysége alapján?
- Modellezzük a hiányos receptor rendszerrel látók relatív világosság érzetét
- A modell érvényességének feltételei
- A modell alkalmazhatósága a hiányos receptor rendszerrel látók diagnosztizálásában
- Eddigi mérési eredmények
- További tervek

Mit fogunk relatív világosság mérésnek nevezni?

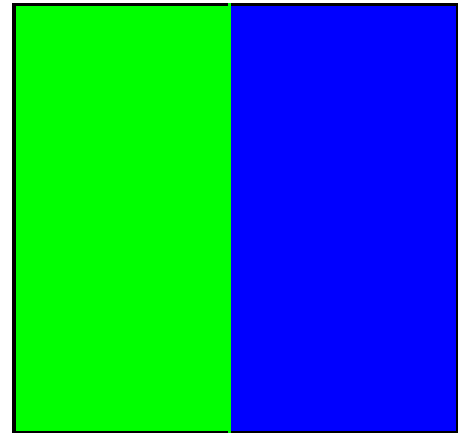
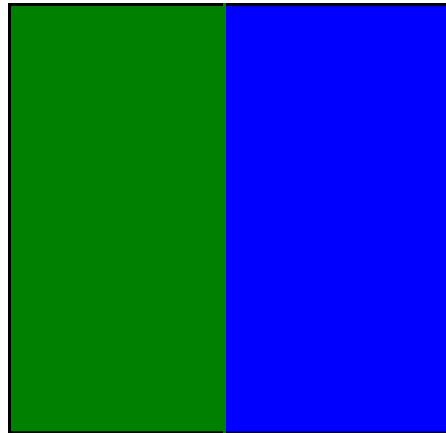
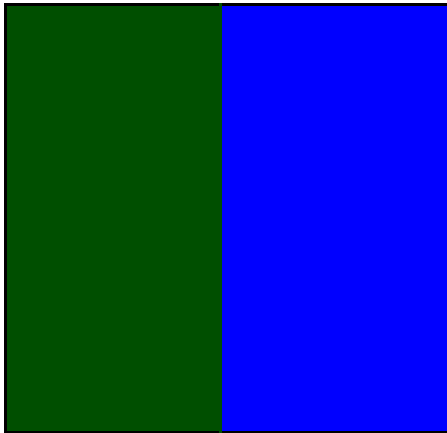
- **A relatív világosság mérés** heterokromatikus világosság egyeztetés a monitor két-két alapszíne között
- A világosság egyeztetés módszerei:
 - **Direkt egyeztetés**
 - Flicker módszer
 - Minimális mozgássebesség érzet alapján

A vörös és a kék szín világosságának egyeztetése:

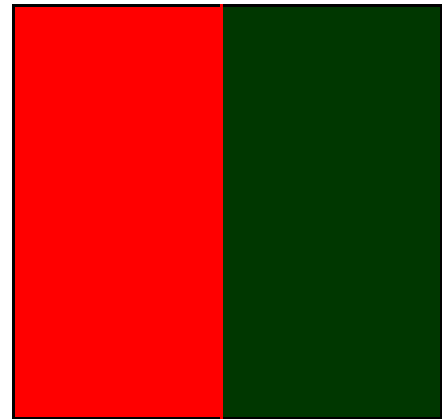
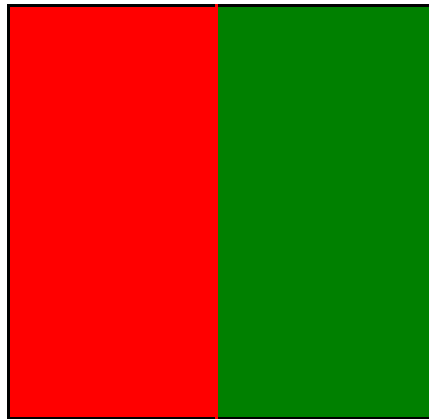
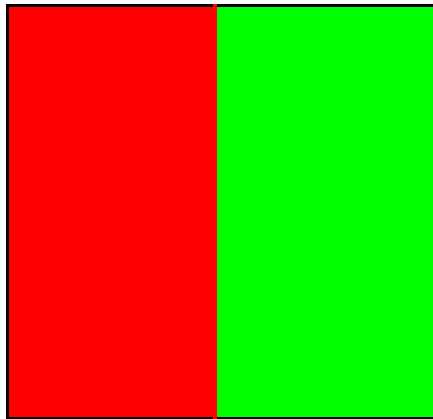
Meghatározzuk a $V(R) : V(B)$ arányt.



A zöld és a kék szín világosságának egyeztetése:
Meghatározzuk a $V(G) : V(B)$ arányt.



A vörös és a zöld szín világosságának egyeztetése:
Meghatározzuk a $V(R) : V(G)$ arányt.



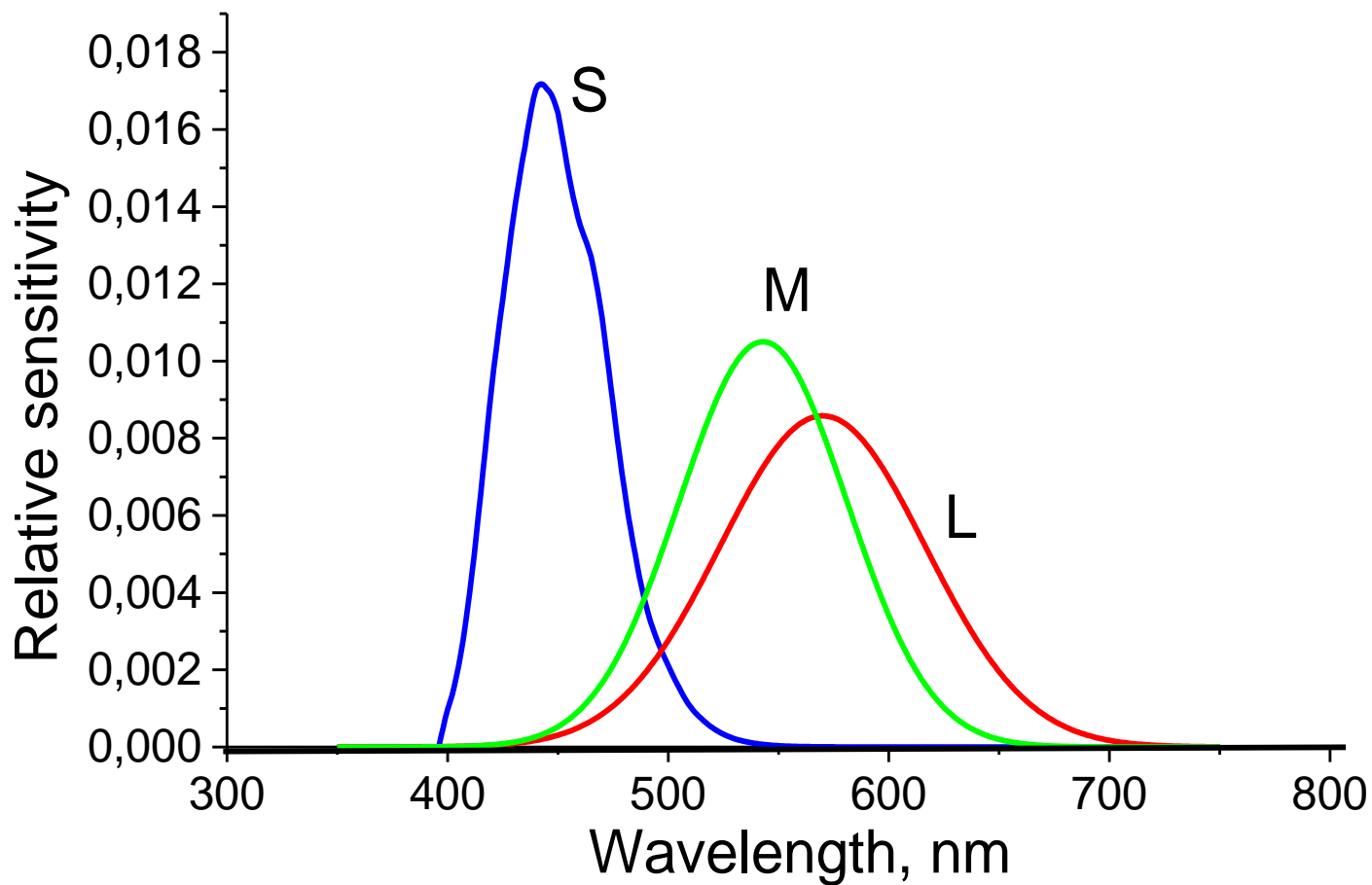
Redundancia – kontroll lehetőség!

Elegendő lenne a

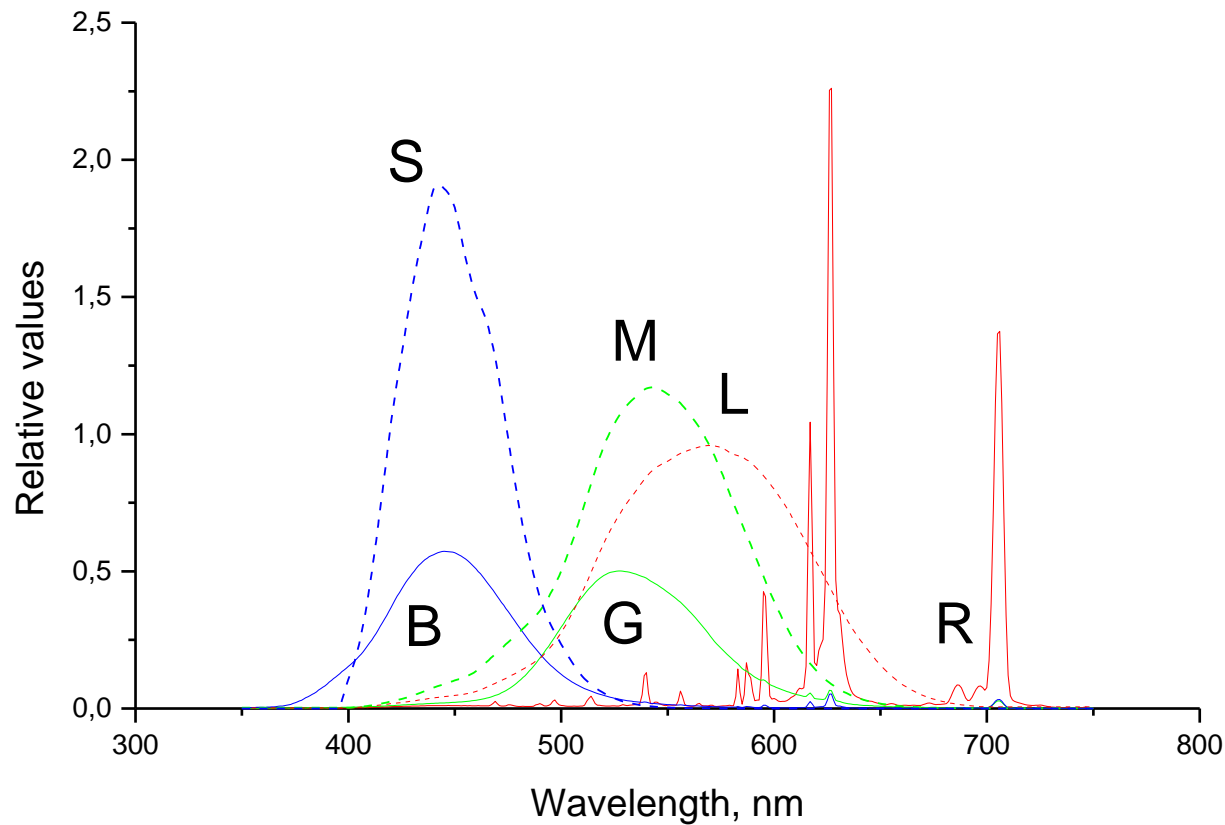
- $V(R) : V(B)$ arányt és a
- $V(G) : V(B)$ arányt megmérni,
- mert ebből a $V(R) : V(G)$ arány már meghatározható

Mit lát az L, M és S receptor a monitor R, G és B alapszínéből?

A „standard” normál színlátó L,M és S spektrális érzékenysége Stockmann és Sharpe szerint



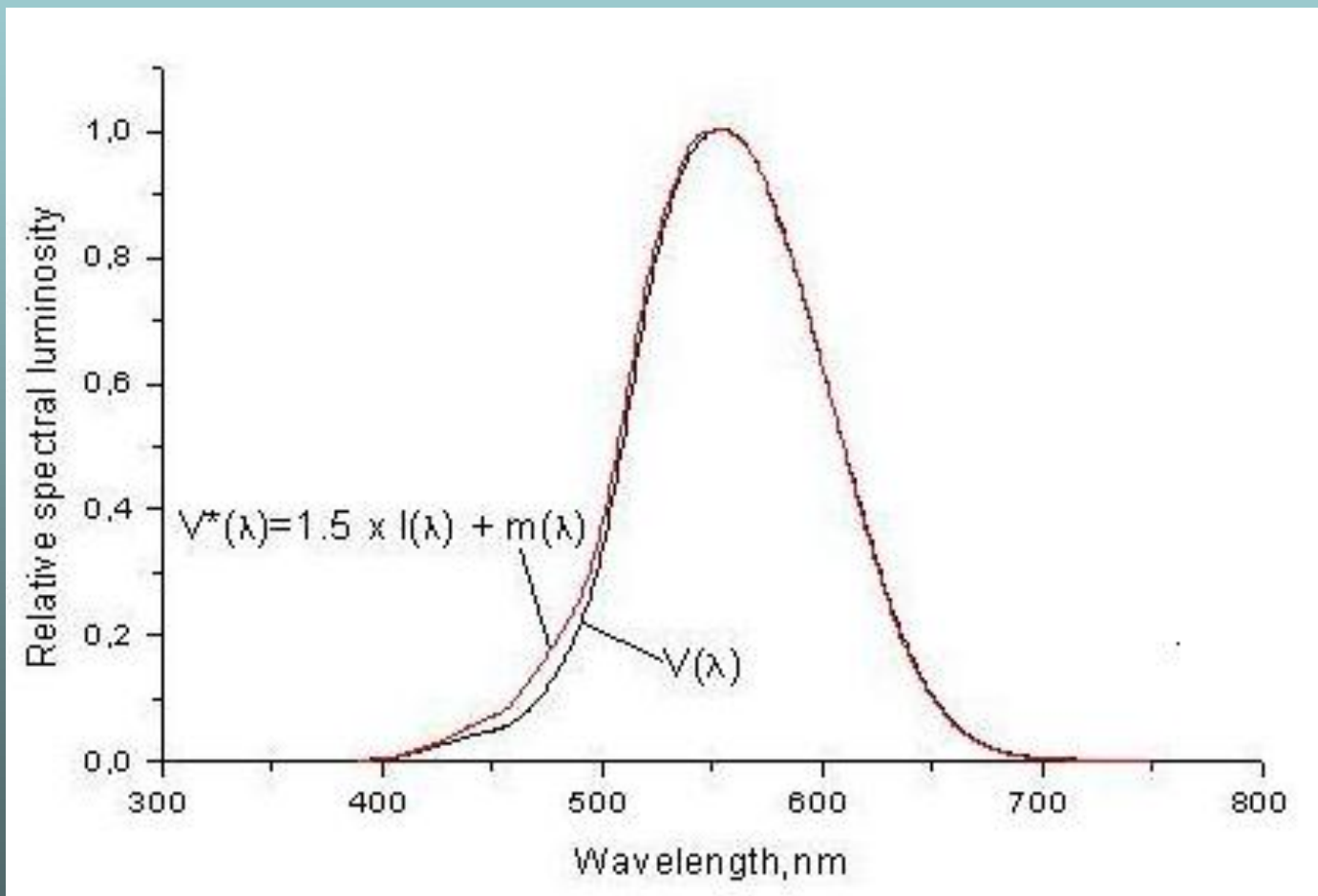
Az L, M és S receptor különböző mértékben látja a monitor R, G és B alap színét



Modellezzük a hiányos receptor rendszerrel
látók relatív világosság érzetét!

Hogyan lehet meghatározni
a relatív világosság érzetet
az L és M csap spektrális érzékenysége alapján?

A $V(\lambda)$ spektrális fényhatásfok függvény jó közelítéssel meghatározható az L és M receptor $l(\lambda)$ és $m(\lambda)$ spektrális érzékenysége alapján.



Az L, M és S receptort L(R), M(R) és S(R)-rel arányos mértékben ingerli a monitor R alapszíne.

Hasonló képpen határozható meg a G és B alapszín hatása is.

$$\mathbf{M}_{\text{monitor}} = \begin{vmatrix} \mathbf{L}(\mathbf{R}) & \mathbf{L}(\mathbf{G}) & \mathbf{L}(\mathbf{B}) \\ \mathbf{M}(\mathbf{R}) & \mathbf{M}(\mathbf{G}) & \mathbf{M}(\mathbf{B}) \\ \mathbf{S}(\mathbf{R}) & \mathbf{S}(\mathbf{G}) & \mathbf{S}(\mathbf{B}) \end{vmatrix} = \int_{\lambda=380}^{780} \begin{vmatrix} \mathbf{I}(\lambda) \\ \mathbf{m}(\lambda) \\ \mathbf{S}(\lambda) \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} \mathbf{R}(\lambda) \\ \mathbf{G}(\lambda) \\ \mathbf{B}(\lambda) \end{vmatrix} d\lambda$$

A pálcikák is látják a monitor alapszíneit:

$$P_{\text{monitor}} = \begin{vmatrix} P(R) \\ P(G) \\ P(B) \end{vmatrix} = \int_{\lambda=380}^{780} V'(\lambda) * \begin{vmatrix} R(\lambda) \\ G(\lambda) \\ B(\lambda) \end{vmatrix} d\lambda$$

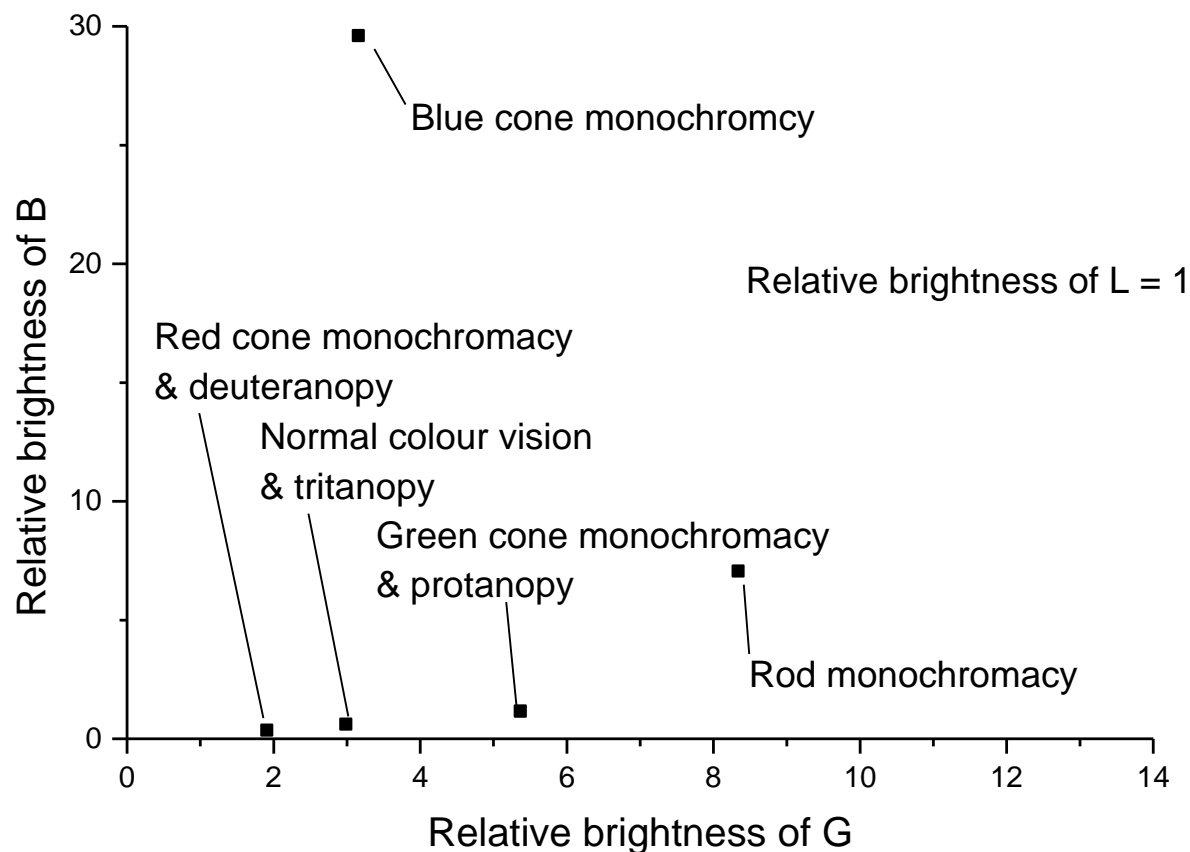
A monitor R, G és B alapszíne által az L, M és S csapokból, illetve a $V'(\lambda)$ érzékenységű pálcikákból kiváltott ingerület nagysága (relatív egységekben)

	R	G	B	$V'(\lambda)$
L	0.08604	0.24874	0.03739	2.36279
M	0.03901	0.31538	0.06411	29.64413
S	0.01006	0.04793	0.44598	16.51752

Hiányos receptor rendszerrel látók $V(R)$, $V(G)$ és $V(B)$ relatív világosság érzete a monitor R, G és B alapszínére
- modell számítás alapján

Tipus	V(R):	V(G):	V (B)
Csak L	1:	1.93 :	0.29
Csak M	1:	5.39 :	1.10
Csak S	1:	3.18 :	29.55
Csak pálcika	1:	8.36 :	4.66
Protanópia	1:	5.39 :	1.10
Deuteranópia	1:	1.93 :	0.29
Tritanópia	1:	3.01 :	0.54
Normál színlátás	1:	3.01 :	0.54

Hiányos receptor rendszerrel látók $V(R)$, $V(G)$ és $V(B)$ relatív világosság érzete a monitor R, G és B alapszínére - modell számítás alapján



A modell érvényességének feltételei

1. Feltételeztük azt, hogy az L, M és S receptorok érzékenységi adatai megegyeznek a Stockman-Sharpe által meghatározott értékekkel
2. Feltételeztük azt, hogy V világosságérzet az L és M receptor ingerületének súlyozott összege alapján meghatározható, mivel
$$V(\lambda) = 1.5 l(\lambda) + m(\lambda)$$
3. Feltételeztük azt, hogy az S receptor ingerülete nincs hatással a $V(\lambda)$ világosság érzetre
4. Feltételeztük azt, hogy az alkalmazott monitor spektrális emissziós adatai azonosak a fenti ábrán bemutatott adatokkal
5. Feltételeztük azt, hogy a pálcikák spektrális érzékenységi függvénye megegyezik a $V'(l)$ scotopikus relatív fényhatásfok függvényével

A modell érvényességének feltételei

6. Feltételeztük azt, hogy a vizsgált szem spektrálisan egyenletes eloszlású fehér színre adaptált állapotú
7. Feltételeztük azt, hogy a receptor ingerületekre fennáll az additivitás törvénye
8. Feltételeztük azt, hogy a hiányos receptor rendszerrel látók maradék receptorainak spektrális érzékenységi adatai megegyeznek a normál színlátók megfelelő receptorainak spektrális érzékenységi adataival

A modell alkalmazhatósága a hiányos receptor rendszerrel látók diagnosztizálásában

Előnyök:

1. A hiányos receptor rendszerrel látók színlátása szegényes. Heterokromatikus színegyeztetés esetén ez kifejezetten előnyös.
2. A hiányos receptor rendszerrel látók mérése anomaloszkóppal, adaptációs méréssel, PDT műszerrel, Lantarn teszttel nehezen valósítható meg, mivel
 - gyenge a látásélesség, rossz a feloldás
 - gyakran szemteke rezgéssel társul a színlátási hiba
 - gyakori az erős fényérzékenység

A relatív világosság mérés ezekben az esetekben is kivitelezhető.

A modell alkalmazhatósága a hiányos receptor rendszerrel látók diagnosztizálásában

További előnyök:

3. Kis eszköz igény (személyi számítógép és monitor)
4. Változtatható képméret (gyakori eset, hogy kis képméretben súlyos színlátási zavar nagyobb képméret esetén kevésbé súlyosnak bizonyul).
5. A fényerő csökkenthető (fényérzékenység esetén)

A modell alkalmazhatósága a hiányos receptor rendszerrel látók diagnosztizálásában

Nehézségek:

1. A kiértékelést pontatlanná teheti az, hogy a hiányos receptor rendszerrel látók között nemcsak „tiszta” esetek fordulhatnak elő (Pl. Nem kizárólag csak L, vagy csak M receptorokkal látnak, hanem előfordulhatnak inkomplett esetek is, amikor a működő receptor mellett a többi receptor működése is tapasztalható kismértékben.)
2. A kiértékelést pontatlanná teheti az, hogy a hiányos receptor rendszerrel látók receptorainak fejlődését esetleg hibrid gének irányítják, ezért rendellenes spektrális érzékenységű pigmentek is előfordulhatnak.
3. A heterokromatikus világosság egyeztetést ép színlátók csak nagy hibával tudják elvégezni.

Eddigi mérési eredmények

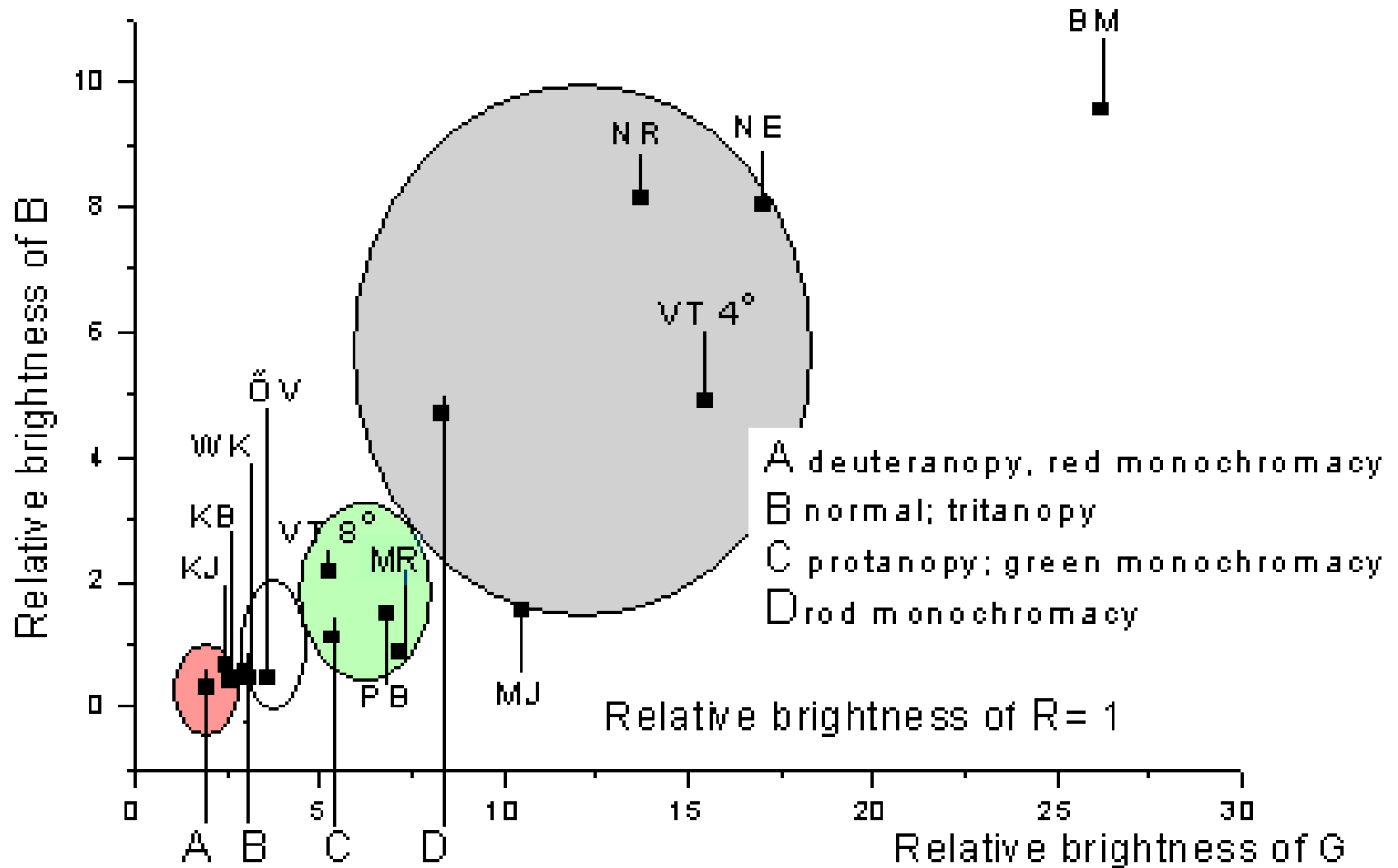
1. Eddig mért személyek:

2.	Normál színlátó:	2	fő
3.	Deuteranomália:	2	fő
4.	Protanomália:	2	fő
5.	Deuteranópia:	0	fő
6.	Protanópia:	2	fő
7.	Csak M csap:	2	fő
8.	Csak pálcika:	4	fő

A relativ világosság mérésen kívül elvégzett mérések

1. Mérés Ishihara teszttel (akinél lehetett)
2. Mérés anomaloszkóppal (akinél lehetett)
3. Mérés PDT műszeren (akinél lehetett)
4. Genetikai vizsgálat (a monokromátok és a csak M csappal látók esetében)

Mérési adatok



További tervek:

- Nagyobb létszámú normál kontroll csoport létrehozása
- Az additivitás ellenőrzése a normál kontroll csoporton
- A hiányos receptor rendszerrel látók relatív világosság mérési adatait összevetni a klinikai diagnózisok eredményeivel
- A hiányos receptor rendszerrel látók relatív világosság mérési adatait összevetni genetikai vizsgálati eredményekkel

Összefoglalás

- Vannak eredményeink, de
- Szükség van a további munkára!