

Bor Zsolt: A látás fizikája, rövidlátás és megelőzése

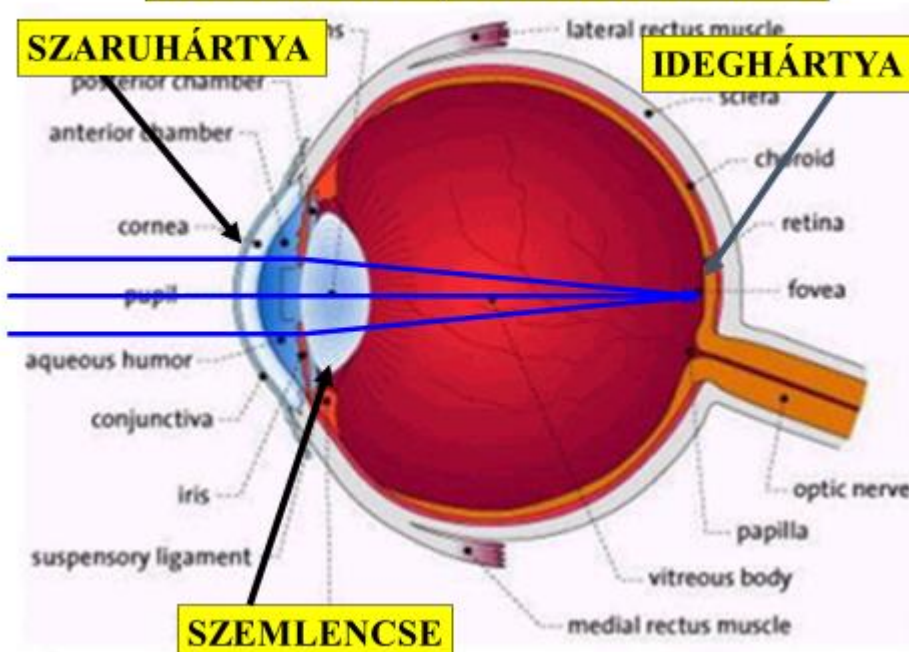
Az összeállítás Prof.Dr.Bor Zsolt előadása és prezentációja nyomán készült

Az emberi szem.



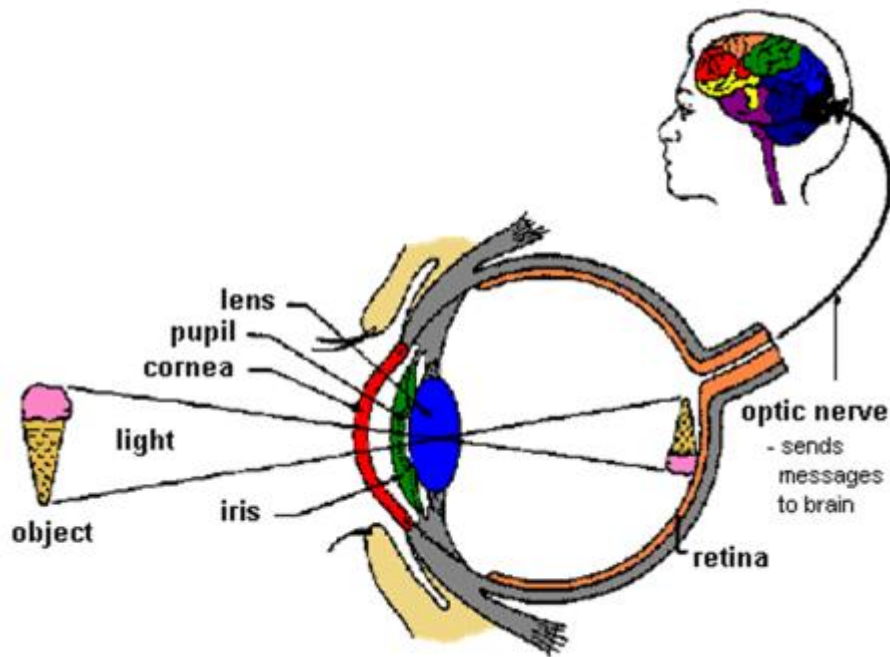
A fehér az ínhártya, a pupilla és a szivárványhártya, az írisz. A szemnek az az optikai tulajdonsága, hogy a párhuzamosan érkező fénynyalábot a retinára, erre a fényérzékeny felületre fókuszálja le, miután átmegy a szaruhártyán (corneán) és a szemlencsén.

EGÉSZSÉGES, JÓL LÁTÓ SZEM



Az ideghártyán nagyon sok sejt van, ami fényérzékeny. A sejtek a fényt átalakítják elektromos impulzussá, és azt a vastag

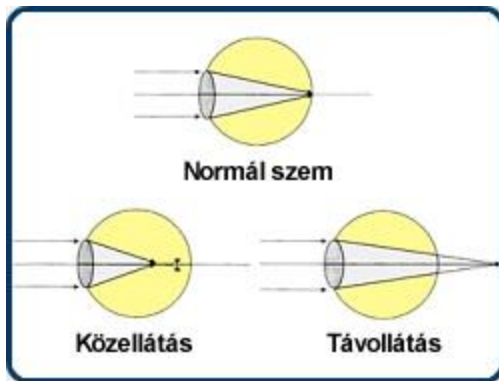
idegszálon keresztül továbbítják az agyba.



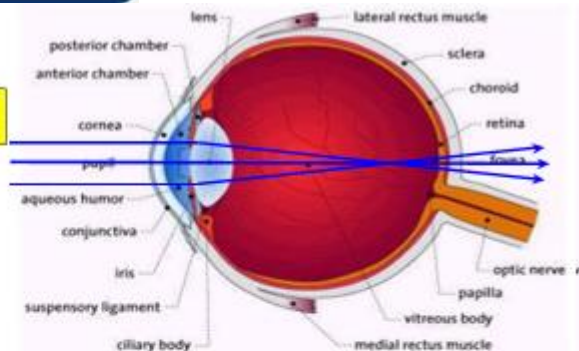
És aztán a gyerek úgy 3-4 éves korig szépen lassan megtanulja, hogy ezeket az agyi impulzusokat hogyan kell értelmezni. A kisgyerek nem lát, még 2-3 éves korra is csak keveset lát. Hiába mondja neki az ember, hogy vigyázz, hasra fogsz esni, nem látja még, nem eléggé jó még a szemének a feloldása.

Szemsebészeti eljárások.

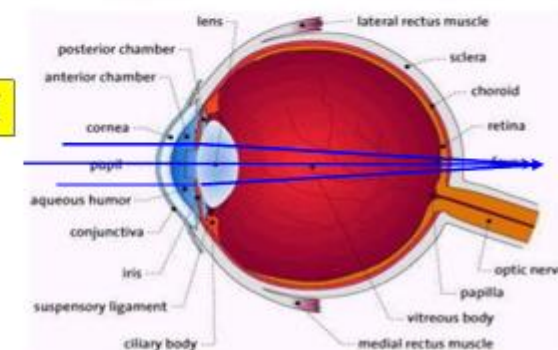
A jó szem a párhuzamosan érkező fénynyalábokat lefókuszálja az ideghártyára. Vannak azonban rövidlátó és távollátó emberek is.



RÖVIDLÁTÓ SZEM

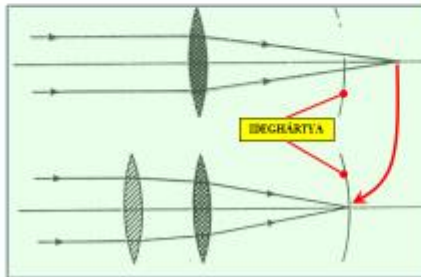
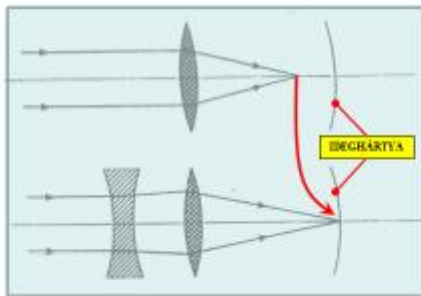


TÁVOLLÁTÓ SZEM



A rövidlátó szemnél a fókusz az ideghártya előtt keletkezik, a távollátó szemnél pedig az ideghártya mögött. Mindkettőnek az a következménye, hogy az ideghártyán a folt nem kicsi, hanem nagy, és nem lát az illető élesen.

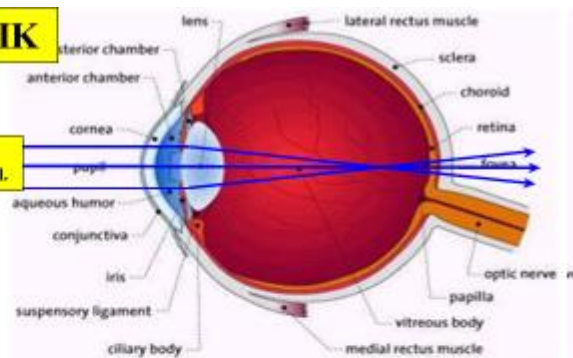
Ezen lehet segíteni. Ha pl az ember rövidlátó, akkor a szeme elé teszünk egy szórólencsét, ha távollátó, akkor pedig gyűjtőlencsével, szemüveg vagy kontaktlencse formájában.



Műtéti megoldás=LASIK

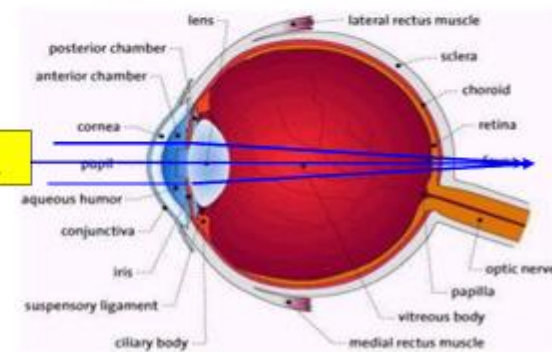
RÖVIDLÁTÓ SZEM

A szaruhártya görbületét csökkenteni kell.

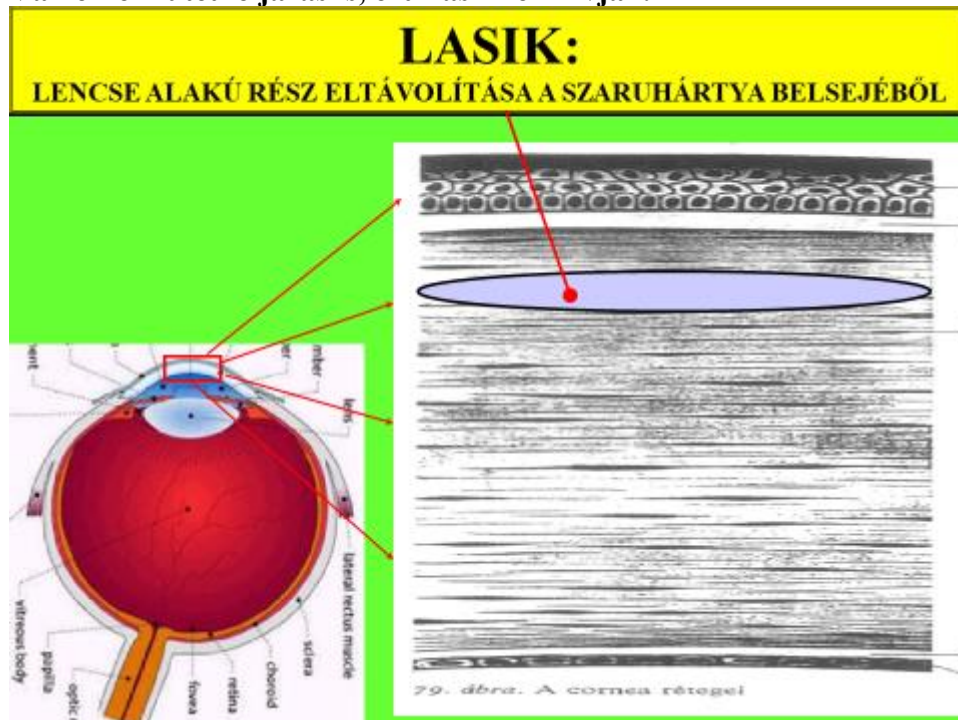


TÁVOLLÁTÓ SZEM

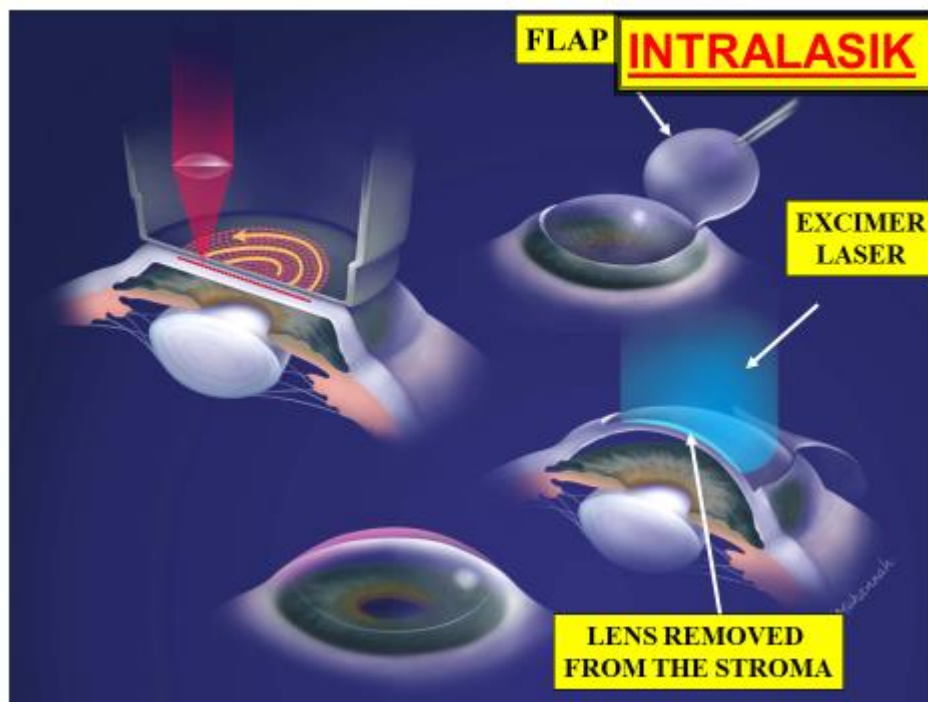
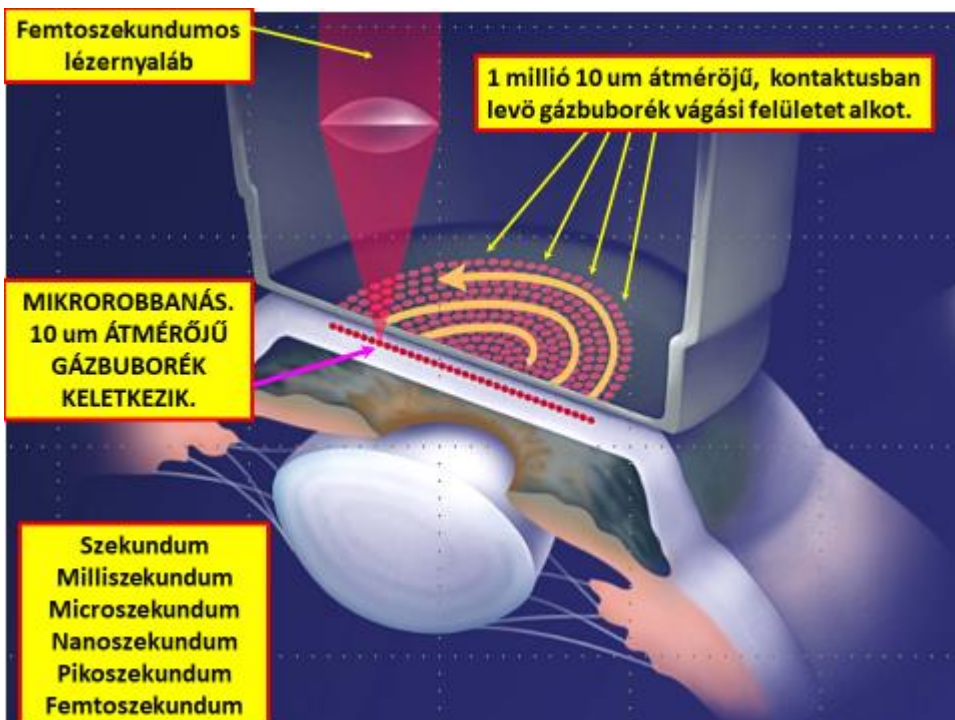
A szaruhártya görbületét növelni kell.



Van erre műtéti eljárás is, ezt Lasiknek hívják.



A rövidlátó szemnek nagyon nagy a törőkéessége. A corneának, ami a törőkéesség jelentős részét képezi, a görbületét kell csökkenteni. A távollátó szemnél a görbületet növelni kell. A következőképen kell csinálni. A szaruhártyából el kell távolítani egy lencse alakú részt. Ha valaki 2 dioptriás szórólencsét hord, akkor innen egy lencse alakú részt, ami 2 dioptriás.



Az az eljárás, amit Bor Zsolték kidolgoztak: Juhász Tibor ötlete alapján fejlesztette ki az IntraLase nevű cég Kaliforniában a lézer alapú mikrokeratomot.



Egy femtoszekundumos lézer nyalábját lefókuszálja a szaruhártyába. A szaruhártya egyébként mindössze fél mm vastag, és kb 100 mikronra kell lefókuszálni a felületétől. Ha lefókuszálódik, akkor ott egy mikrorobbanás keletkezik. Kb egymillió buborékot teszünk bele, ezt 10 másodperc alatt számító-

gép kontrollálással meg lehet csinálni. Akkor ezek a buborékok össze fognak érni és egy vágási felület keletkezik. A 100 mikron vastag lebenyt felhajtjuk, majd egy excimer lézerrel a corneából eltávolítják a lencsealakot. A lebenyt visszahajtják, ekkor jön a műtét legfájdalmasabb része, amikor ki kell fizetni a műtétet. Másnap már teljesen élesen lát a beteg.

Ezt a műtétet elvégző készülék áll egy femtoszekundumos lézerből, a lézernyaláb minden tulajdonságát kontrollálni kell. A lézerimpulzust x-y-z irányban irányítja. Le is fókuszálja, egy nagyon bonyolult, nagyon drága lencsével. A lefókuszált nyaláb teljesítménysűrűsége 2 mikronos foltot kell csinálni. Ez a hajszál vastagságának a 625-öd része. A lézer teljesítménysűrűsége $5 \cdot 10^{13} \text{ W/cm}^2$. Ez akkora teljesítménysűrűség, mintha 250 db Paksi Atomerőmű teljesítményét fókuszálnánk le ekkora felületre. A különbség az, hogy a Paksi atomerőmű 30 éven át működik éjjel-nappal, ez pedig 500 femtosecundumig. Ez az elképesztően nagy teljesítménysűrűség azért kell, hogy azt az optikai áttörés létrejöjjön, ami aztán azt a kis buborékot létrehozza. Mekkora a femtoszekundum?

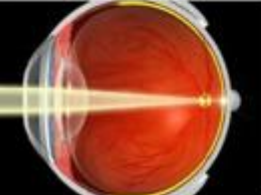
A fénysebesség $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. A fény 1 másodperc alatt 7 és félszer tudná a Földet körbejárni. 500 femtosecundum alatt a fény mindössze másfél ezred millimétert tesz meg. Azért kell ilyen rövid idejű lézerimpulzust használni, hogy ilyen nagy teljesítménysűrűséget tudjunk elérni.

A készülék kifejlesztésén dolgozó csapat:

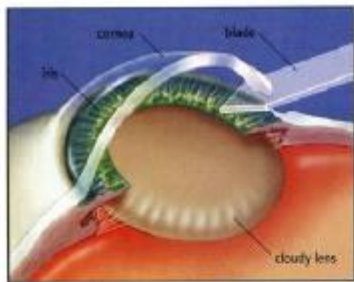
Juhász Tibor és Ráksi Ferenc Szegeden végzett fizikusok, Bor Zsolt, Goldstein Péter temesvári, Hegedüs Imre pesti informatikus. Nagy László egy zseniális műszerész, Ratkay Imola szemészdoktornő, ő hajtotta végre az első párszáz műtétet.

Az ilyen Lasik műtétből egy év alatt végrehajtanak kb egymilliót. Óránként 500-at. Az 500 fős sor 1 km hosszú.

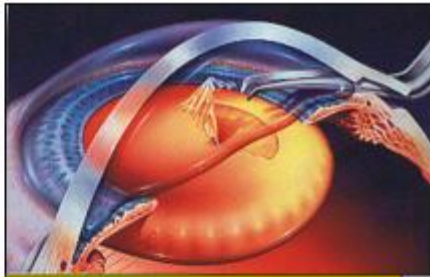
A másik műtéti eljárás esete, a szürkehályog.

		Szürkehályog=Cataract
Normal Eye	Cataract	Szürkehályog olyan, mintha homályos, piszkos ablakon néznénk keresztül.
		A korábban éles képet homályosnak, az élénk színeket fakónak látjuk.
		Cataract csak műtéttel kezelhető.

A lényege, hogy a szemlencse idővel elhomályosodik. Ezzel nem lehet mit csinálni. A beteg nem fog többé élesen látni, a színeket sem látja jól. Itt nem segít más, csak a műtét. A műtét eléggé brutálisnak néz ki, de azért nem annyira brutális.



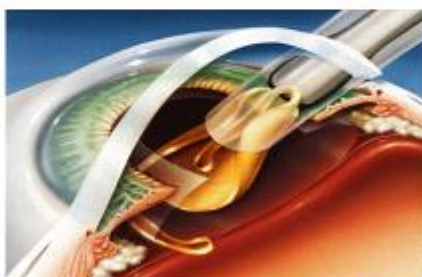
Kornea bevágás



Capsulorhexis $\approx$ 5 mm átmérőjű kör alakú ablak nyitása

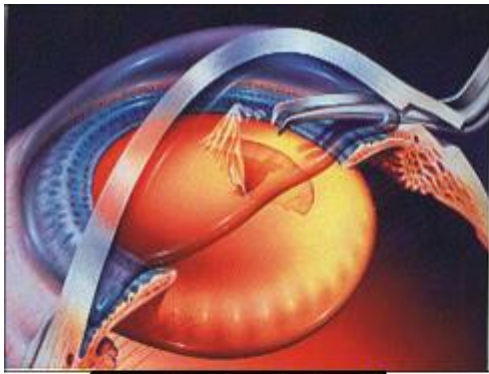


A szemlencse ultrahangos szétzúzása, elfolyósítása és kiszívása

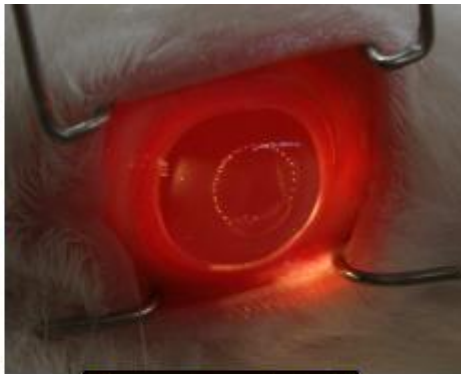


Műlencse beültetése

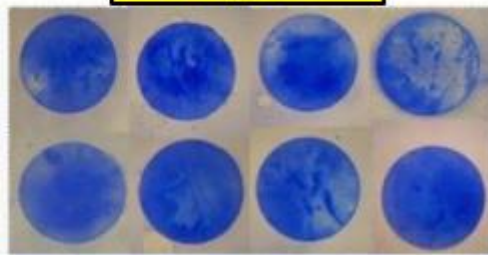
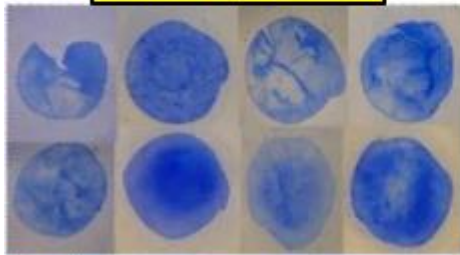
Az orvos kb 3-4 mm-es nyílást vág a corneán, egy késsel megnyitja. Benyúl egy csipesszel, a szemlencse zsákja úgy 20-50 mikron vékony, ebbe egy kör alakú nyílást tép. Ez nagyon kényes, csoda, hogy meg tudják csinálni. Javaslom, hogy ha valakinek ilyen műtétet csinálnak, előtte nézze meg, hogy csinált-e már néhány ezer ilyen műtétet az illető. Ez egy nagyon kockázatos része a műtétnek. A következő az, hogy egy zúzószerszámmal benyúlnak ezen a 3 mm-es nyíláson, és a szemlencsének az anyagát összezúzzák és kiszívják onnan. A szívás öblögetéssel történik. Amennyi folyadékot oda benyomnak, annyit ki is kell szívni, mert ha kevesebbet szívnak ki, szétpattan a szem, ha meg többet, akkor összeesik. Egy nagyon precíz szerkezet biztosítja. Amikor kitakarították a régi lencsét, egy műanyag lencsét tesznek a helyébe, agyafűrt módon. Ez a műanyag lencse palacsinta-szerűen föltekerekhető, a csövön keresztül benyomják oda, és ott szép lassan, 1 perc alatt kirúgja magát és elhelyezkedik ebben a zsákban. Utána az ember jól lát. A szemlencse zsákjának a megnyitása a legkockázatosabb, hátul ez mindössze 5 mikron. Ennek a lépésnek az elvégzésére fejlesztettek ki lézert, ugyanis femtoszekundumos lézerrel gyönyörű kör alakú nyílást lehet vágni.



Manuális kapszuloherxis



Lézeres kapszuloherxis



Medscape

Minél tökéletesebb a nyílás, annál jobb lesz a gyógyulás. A lézerrel az eltávolítandó szemlencsét is apró darabokra lehet aprítani, így könnyebb ultrahanggal eltávolítani.

Az ezt alkotó csapat:

Juhász Tibor, Ráksi Ferenc. Az orvos Nagy Zoltán Zsolt, ő is Szegeden végzett, a budapesti I.sz. Szemklinika vezetője. Ő kb 500 ilyen műtétet végzett, mielőtt mások hozzá tudtak kezdeni. Ennek a lézernek a konstrukcióját Gerard Mourou találta ki, vele együttműködtünk, ő kapta a 2018-as fizikai



NAGY ZOLTÁN



JUHÁSZ TIBOR



RÁKSI FERENC



RON KURTZ

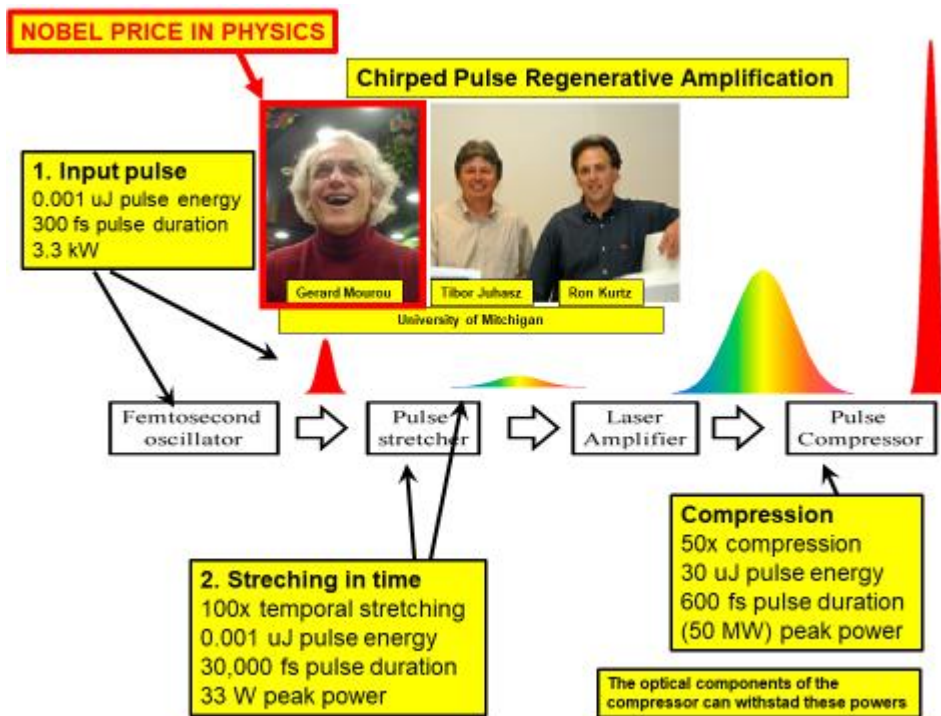


GOLDSTEIN PÉTER



HEGEDŰS IMRE

Nobel-díjat.



Évente kb 25 millió szűr-
 kehályog-műtétet hajtanak végre, azaz naponta kb százezer embernek csinálják meg ezt. Ennek a mű-
 téti technikának a kifejlesztéséhez részben hozzájárult Bor Zsolt csapata. Ez volt az első femtosze-
 kundumos lézer, azóta már van 8, van konkurrencia, ők a versenytársak a piacon.

A rövidlátásról

Hogy lehet elkerülni a rövidlátást

Prevalence of myopia:

USA, Europe 30-40%,

China 80%,

Singapore 90%,



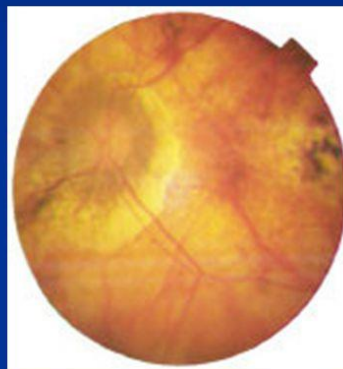
A rövidlátó szemnél valamilyen oknál fogva megnyúlik a szem tengelye.

Szingapurban gyakorlatilag az összes gyerek rövidlátó. Amerikában 30-40%, Európában is kb ugyanilyen az arány. Kínában úgy 80% lesz rövidlátó 18-20 éves korára. Ez fele se tréfa, ugyanis nem csak arról van szó, hogy majd szemüveget kell viselni, hanem van elég sok olyan betegség, aminek az előfordulása sokkal magasabb abban az esetben, ha az illető rövidlátó.

Rövidlátó szem

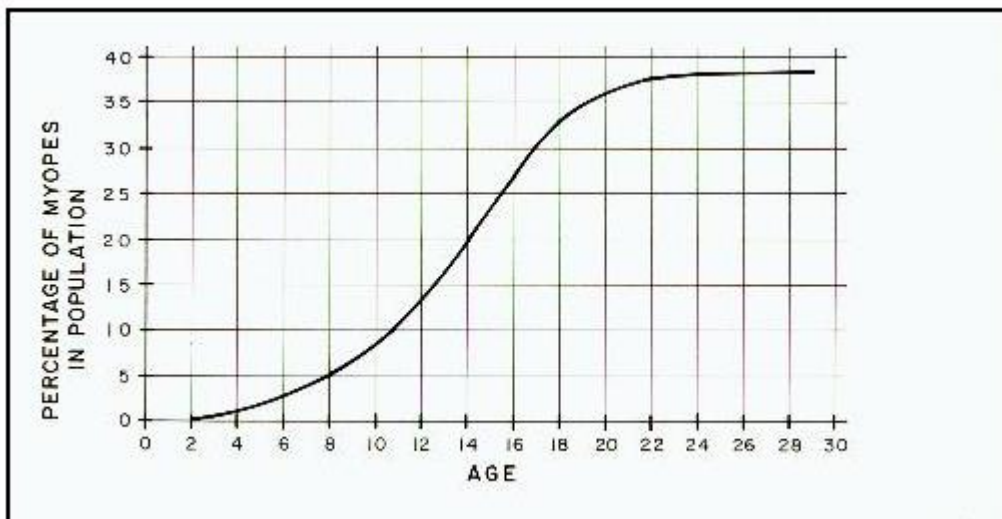
Megfontolandó!

- primer nyílt zugú glaucoma előfordulása gyakoribb
- fokozott steroid érzékenység
- hátsó subcapsuláris cataracta
- üvegtesti degeneratív elváltozások
- hátsó staphylomák
- centralis és perifériás retinadegenerációk
- retinaszakadás és retinaleválás gyakoribb előfordulása

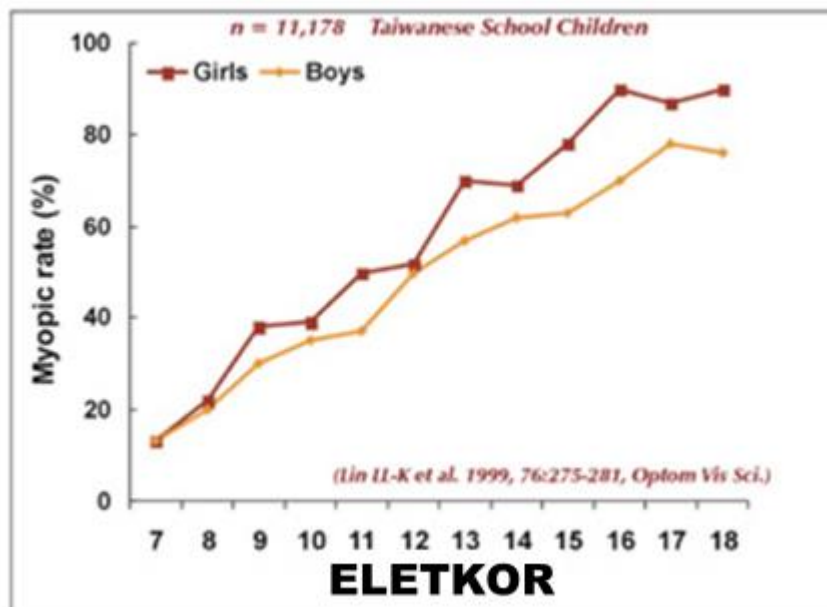


http://www.erdirendelo.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=186:roevidlitas-a-roevidlitasban&catid=43:roviden&Itemid=186

Nézzük meg a rövidlátás kialakulásának okát!



A RÖVIDLÁTÁS ISKOLÁS KORBAN ALKUL KI



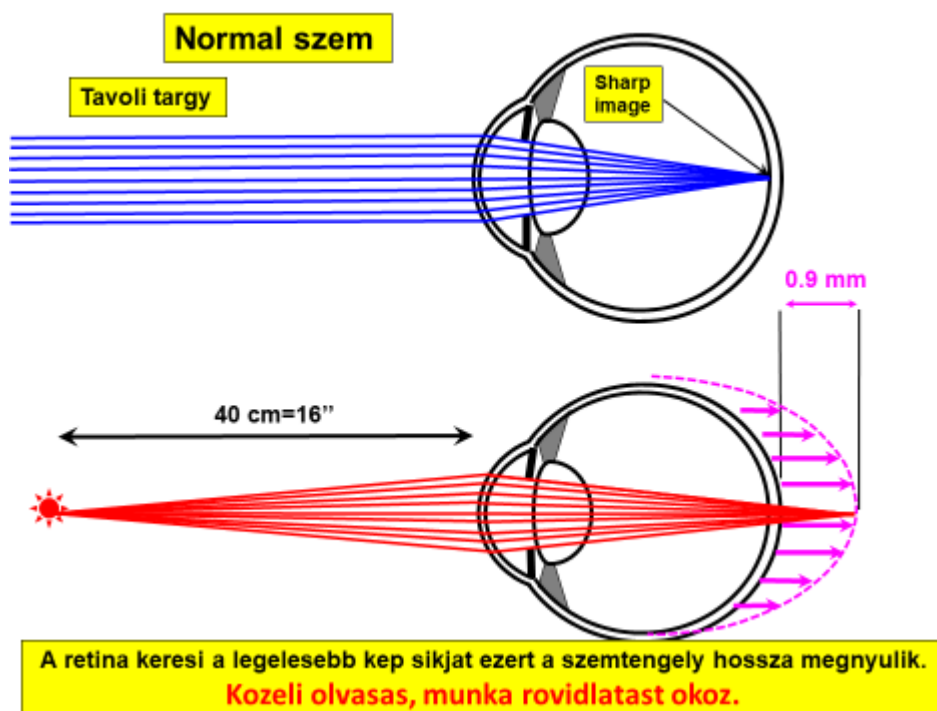
Az ábra mutatja, hogy az életkor függvényében hogyan változik a rövidlátás előfordulási valószínűsége. Amikor a gyerek bekerül az iskolába, még úgy 10 %, mire kijön, addigra 89 %-a rövidlátó. Ezt tanulással el lehet érni ☹

Nézzük, mi okozza ezt a rövidlátás kialakulását!

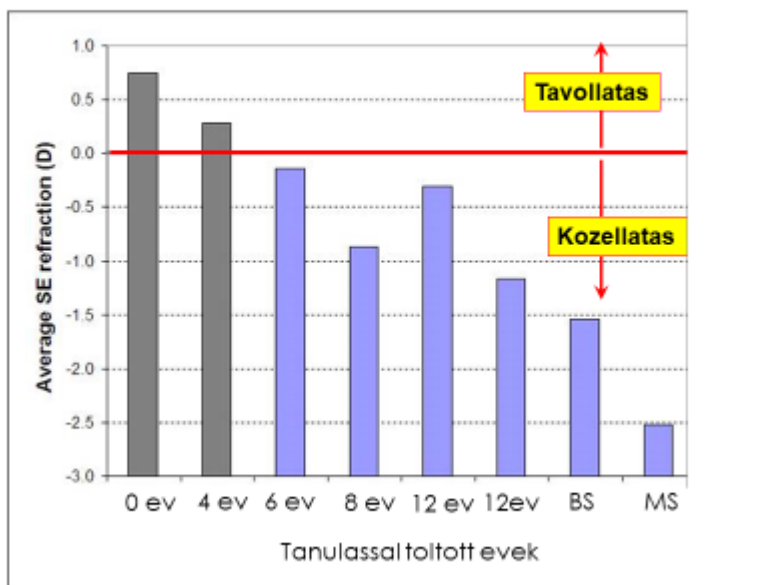
Rovidlatással kapcsolatos megfigyelesek

1. Kozeli olvasás, munka rovidlatast okoz
2. Sötétben való olvasás rovidlatast okoz
3. Szabadteri tartózkodás csökkenti a rovidlatast
4. Természetes vagy kék fény megóv a rovidlatastól.
5. Mesterseges fény (W lámpa fénye) vagy vörös fény rovidlatast okoz

1. Közel nézünk:



A tanulás kozellatast okoz.

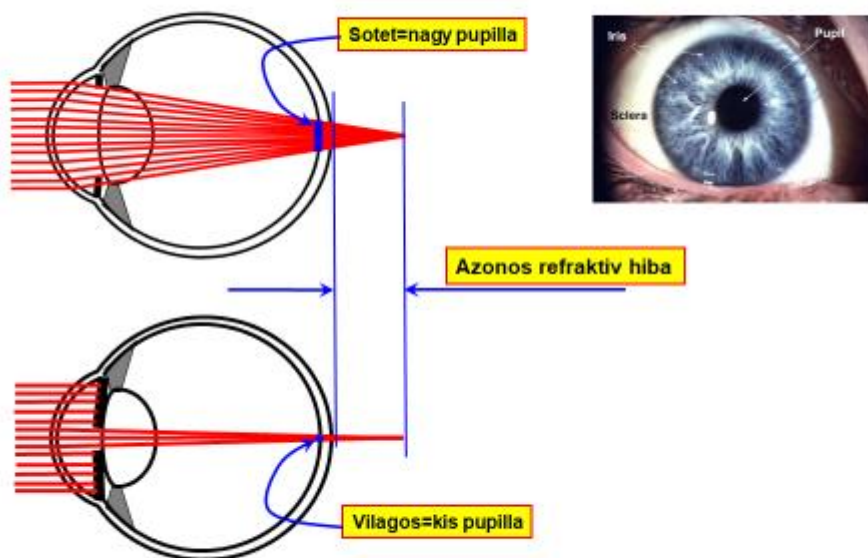


Ha az ember sokat olvas, kiváltképp ha sokat olvas közlelől, vagy olyan munkája van, hogy nagyon közeli tárgyakat kell nézni, akkor a megfigyelések azt mutatják, hogy ez segít a rövidlátás kialakulásában. Azért, mert **ha közeli tárgyakat nézünk, akkor az optika törvényei szerint a kép hátrébb keletkezik.** Pl egy 40 cm-re lévő tárgyról a kép 0,2 mm-rel hátrébb keletkezik. A retinának „nagyon sok esze van”, azt csinálja, hogy oda nő, ahol legélesebb a kép. Gyerekkorban az ideghártya tudja, hogy milyen hosszúra kell megnöveszteni a szemet, hogy legélesebben lásson. De ha az ember fiatal korban sokat olvas közlelől, akkor a szem tengelye megnő. És akkor a távolabbi tárgyak képe a retina előtt fog keletkezni, tehát rövidlátó lesz, nem lesz éles a szeme. Ez a mechanizmusa a közlelől való nézés miatti myopia kialakulásának.

A tanulással eltöltött idővel a myopia kialakulásának valószínűsége nő, de tanulni kell!

Az eszkimóknál ismeretlen volt a myopia. Amikor a gyerekeket iskoláztatni kellett, 60%-ra megnőtt.

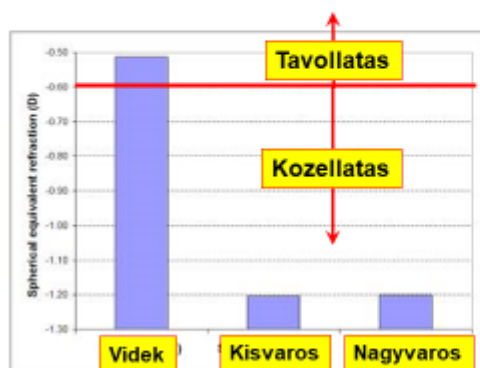
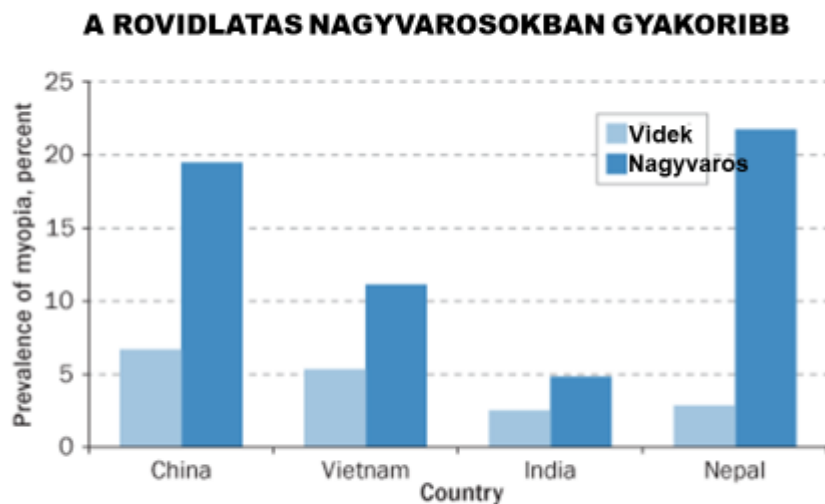
2. Sötétben olvasás



A következő probléma, ha valaki sötétben olvas, annak méginkább kialakul a rövidlátás.

Az ábrán a szem egyszer, amikor sötétben van, egyszer meg amikor világosban. Ha nagyon világosban van, akkor a pupillája összehúzódik. A sötétben meg kitágul. **Ha sötétben van, akkor a beérkező szélesebb nyalábnak nagyobb a foltja a retinán, és a szemtengely növekedését a foltnak a nagysága, a homályosság kontrollálja.** Az a Goldmann (?) mechanizmus, ami a szemtengely növekedését szabályozza, erősebb hatás alatt van akkor, ha sötétben van az illető, nagy a pupillája. Nagyon kell vigyázni, hogy sötétben ne olvassunk, ha csak lehet.

A szabadban való tartózkodás csökkenti a rövidlátás kialakulásának valószínűségét.



Vidéken kevesebb, nagyvárosban több. A megvilágítás mondjuk 200 lux, kinn a szabadban mondjuk 30 ezer. Nagyon nagy a fénykülönbség, és a fénykülönbséget nagyon érzi a szem. És így ha sokat van az ember kint, akkor a fény olyan hatást gyakorol, hogy nem alakul ki a rövidlátás.

3. A fény színe

A természetes vagy a kék fény megóv a rövidlátás kialakulásától. illetve a mesterséges fény könnyen a rövidlátás kialakulásához vezet. Nézzük ezt meg!

Progressive Myopia or Hyperopia Can Be Induced in Chicks and Reversed by Manipulation of the Chromaticity of Ambient Light

Wallace S. Foulds,^{1,2} Veluchamy A. Barathi,^{1,3,4} and Chi D. Luu⁵

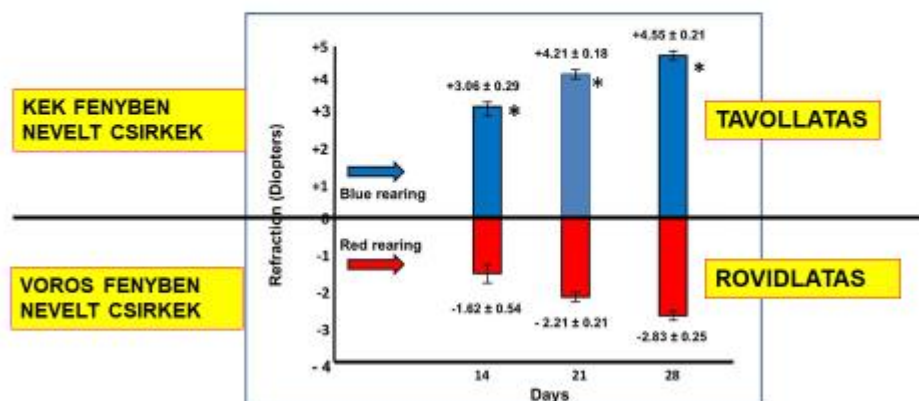


FIGURE 2. One-day-old chicks ($n = 16$) raised in red light became myopic at 14 days, more myopic at 21 days ($n = 6$), and still more myopic at 28 days ($n = 6$), while those ($n = 19$) raised in blue light became hyperopic at 14 days, more hyperopic at 21 days ($n = 6$), and still more hyperopic at 28 days ($n = 6$). The differences in mean ($\pm$ SD) myopic and hyperopic refractive errors were significant at each time interval ($P \leq 0.001$). At 14 days induced myopia or induced hyperopia were each significantly different from emmetropia (zero refractive error) ($P < 0.001$). Error bars: 1 SD.

Vettek csirkéket.

Progressive Myopia or Hyperopia Can Be Induced in Chicks and Reversed by Manipulation of the Chromaticity of Ambient Light

Wallace S. Foulds,^{1,2} Veluchamy A. Barathi,^{1,3,4} and Chi D. Luu⁵

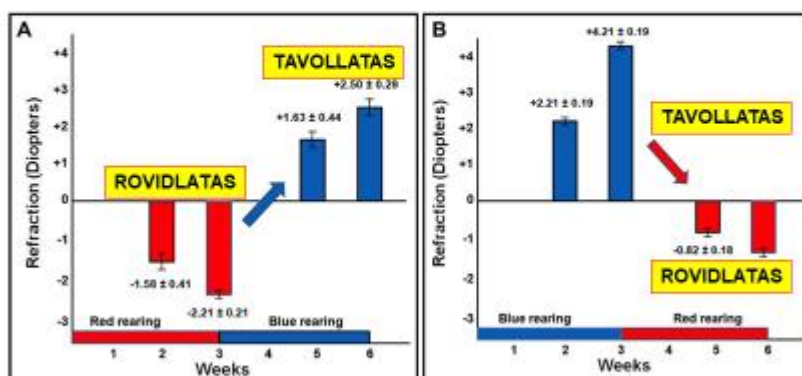


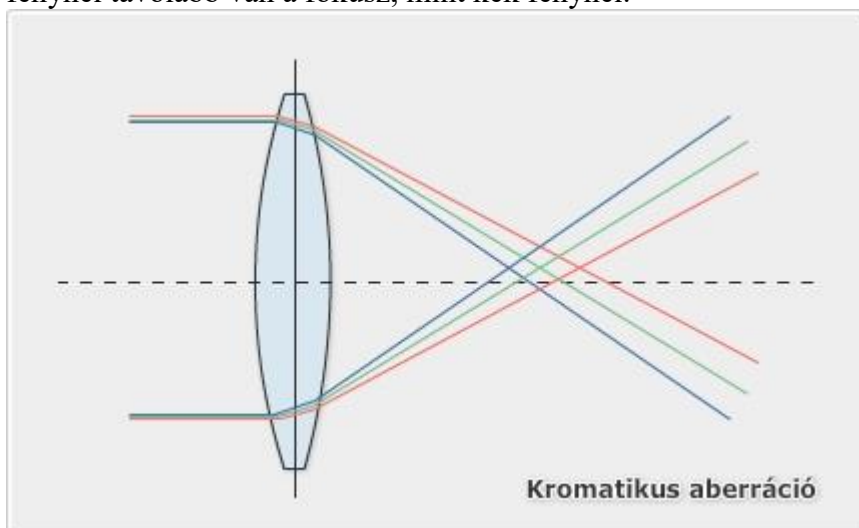
FIGURE 3. (A) One-day-old chicks ($n = 6$) raised in red light became myopic at 14 days and more myopic at 21 days, but this was reversed to hyperopia after 14 days of rearing in blue light with a further increase in hyperopia after 21 days of blue light rearing. (B) One-day-old chicks ($n = 6$) raised in blue light became hyperopic at 14 days and more hyperopic at 21 days, but this was reversed to myopia after 14 days of rearing in red light with a further increase in myopia after 21 days of red light rearing. Error bars: 1 SD.

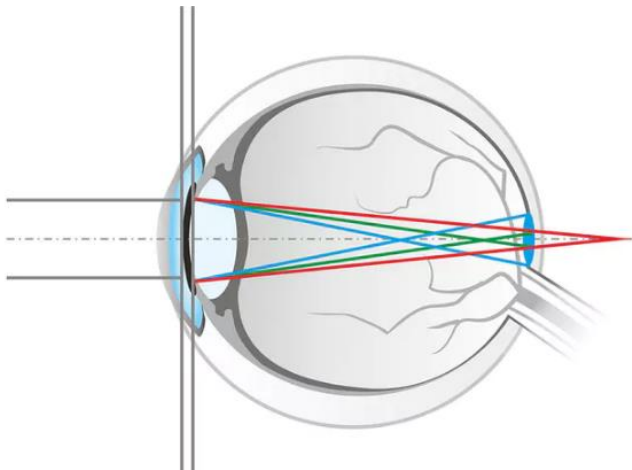
Betették kék fénybe, ott nevelték fel. A másik társaságot beletették vörös fénybe. Ott tartották őket. A kék fényben lévő jó látók lettek, a vörös fényben lévő pedig rövidlátók. Tehát a fénynek az összetétele is befolyásolja ezt. A csirkéket először vörös fénybe tették, rövidlátók lettek. Aztán áttették kék fénybe, távollátók lettek. És ezt meg lehetett fordítani. A fény összetételével lehetett a szemtengely növekedését befolyásolni. Mitől van ez?

A kromatikus hiba (kromatikus aberráció)

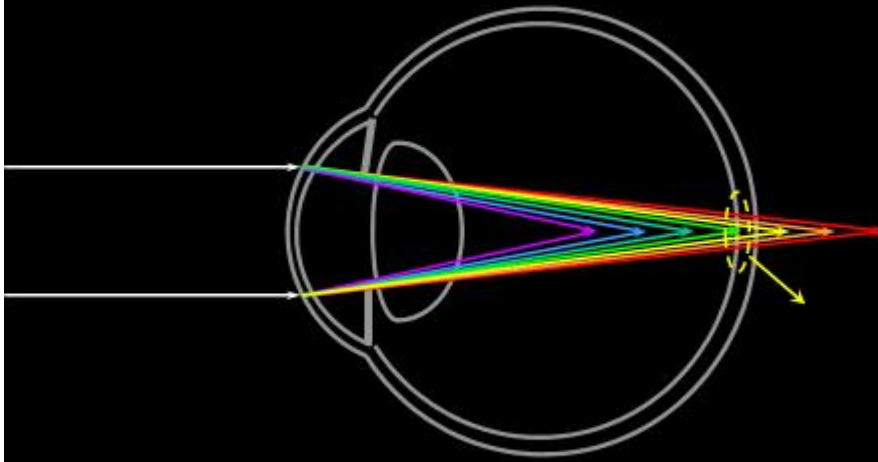


A lencse törőképesége a hullámhossztól függ. A vörös fény kevésbé törik. Lencsénél tehát a vörös fénynél távolabb van a fókusz, mint kék fénynél.

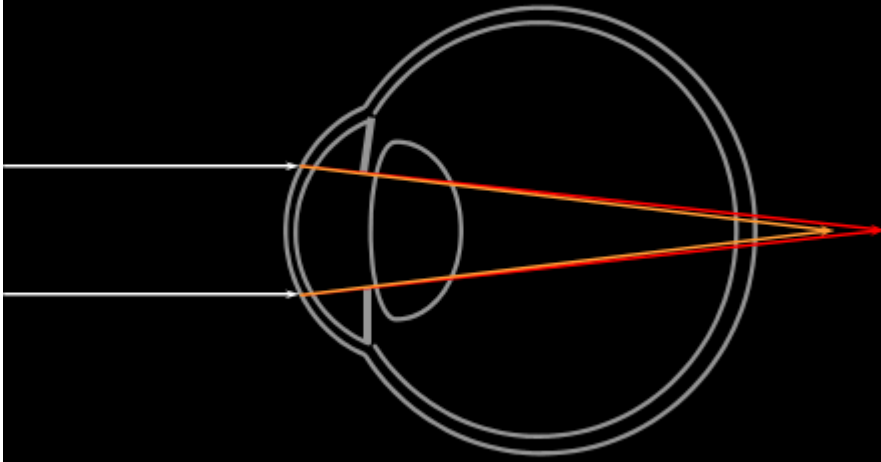




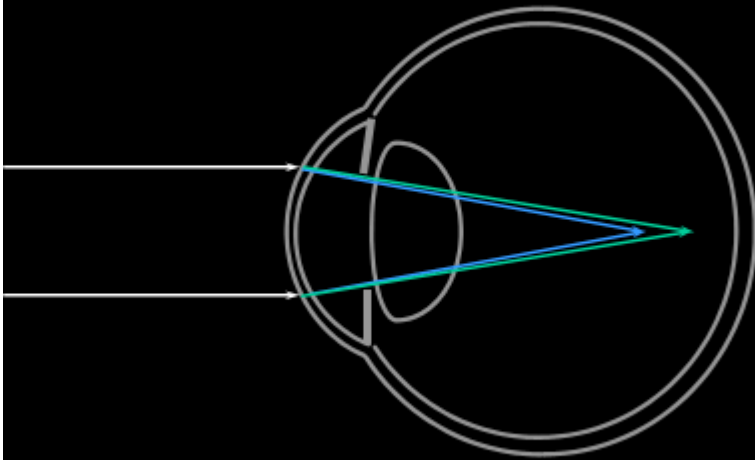
CHROMATIC ABERRATION OF THE EYE



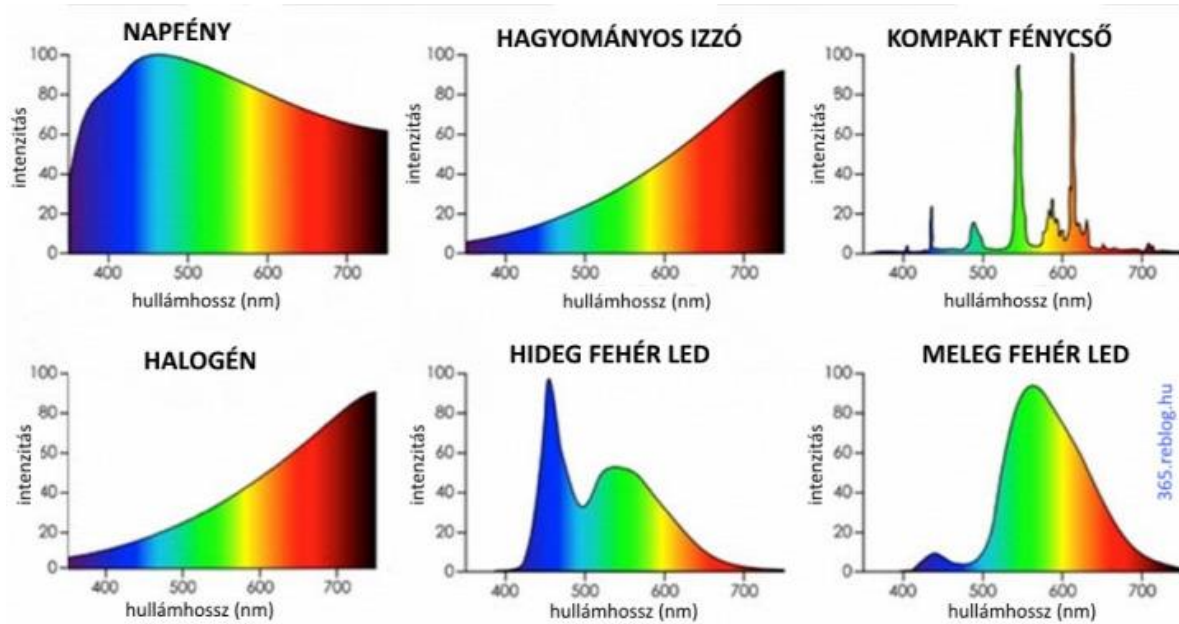
VOROS FENY MEGNOVELI A SZEMTENGELY HOSSZAT = ROVIDLATAS



VOROS FENY MEGROVIDITIA SZEMTENGELY HOSSZAT = TAFVOLLATAS



Ha vörös fényben van az illető, hátrébb kerül a fókusz, megnyúlik a szemtengely, kialakul a myopia. Ha kék fényben van az ember, előbbre kerül a fókusz, rövideül a szem.



Ezek voltak a megfigyelések.

Mit lehet csinálni?

Ezeket komolyan kell venni.

- 1. Először is: közel nem szabad olvasni, mert ez a rövidlátás kialakulásához vezet.**



"Ebben az iskolában márpedig senki nem lesz rövidlátó!" Peking



anti-nearsightedness school desk



Kínában ezt komolyan veszik. Az iskola pedig nem túl jól felszerelt, nagykabátban ülnek a gyerekek. Fiatal korban különösen nagyon fontos, hogy ne olvasson közelről.,mert akkor alakul ki a rövidlátás.

2. Sötétben ne olvassatok! A sötétben való olvasás rövidlátást okoz!



Ilyet ne csináljatok!

Jó megvilágítás mellett kell olvasni, akkor a rövidlátás kialakulásának valószínűsége kisebb lesz.

3. Kerülni kell a mesterséges megvilágítást.

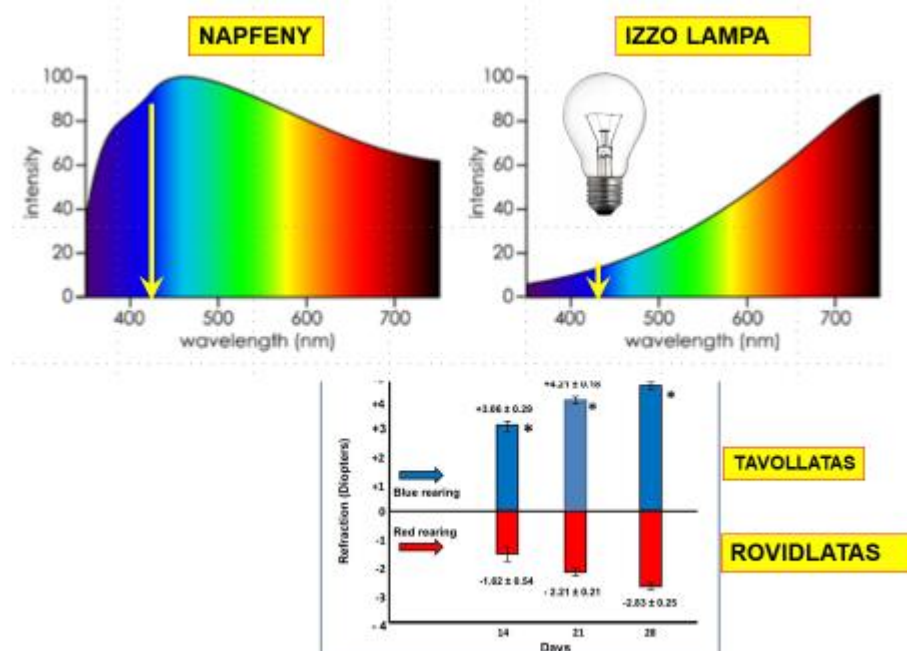
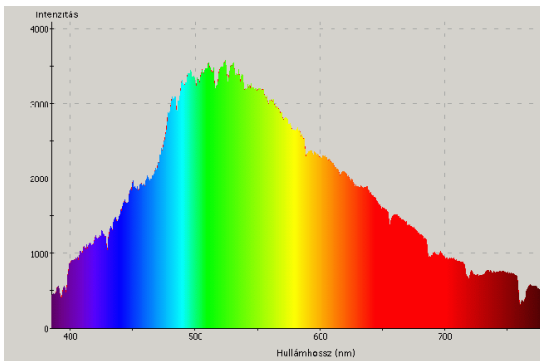
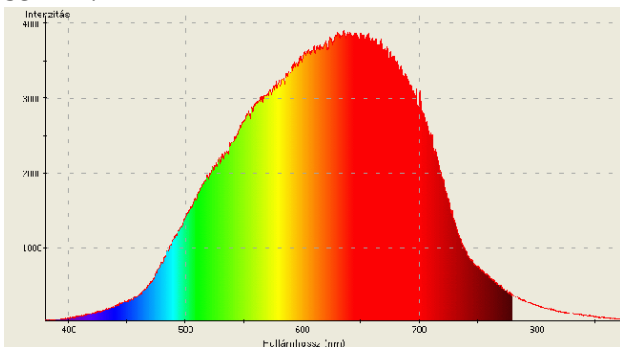


FIGURE 2. One-day-old chicks ($n = 16$) raised in red light became myopic at 14 days, more myopic at 21 days ($n = 6$), and still more myopic at 28 days ($n = 6$), while those $n = 16$ raised in blue light became hyperopic at 14 days, more hyperopic at 21 days ($n = 6$), and still more hyperopic at 28 days ($n = 6$). The differences in mean ($\pm$ SD) myopic and hyperopic refractive errors were significant at each time interval ($P \leq 0.001$). At 14 days induced myopia or induced hyperopia were each significantly different from emmetropia (auto-refractive error) ($P < 0.0001$). Error bars: $\pm$ SD.



A spektrum azt mutatja meg, hogy a hullámhossz függvényében mennyi fény jut. Azt lehet látni, hogy a napfényben elég sok kék sugárzás van. Az izzólámpában viszont gyakorlatilag nincsen semmi.



Aki izzólámpa mellett olvas, az kiteszi a gyerekeit és önmagát is annak a veszélynek, hogy kialakul a rövidlátás. Tehát nem mindegy, hogy milyen színű fényben olvasunk.



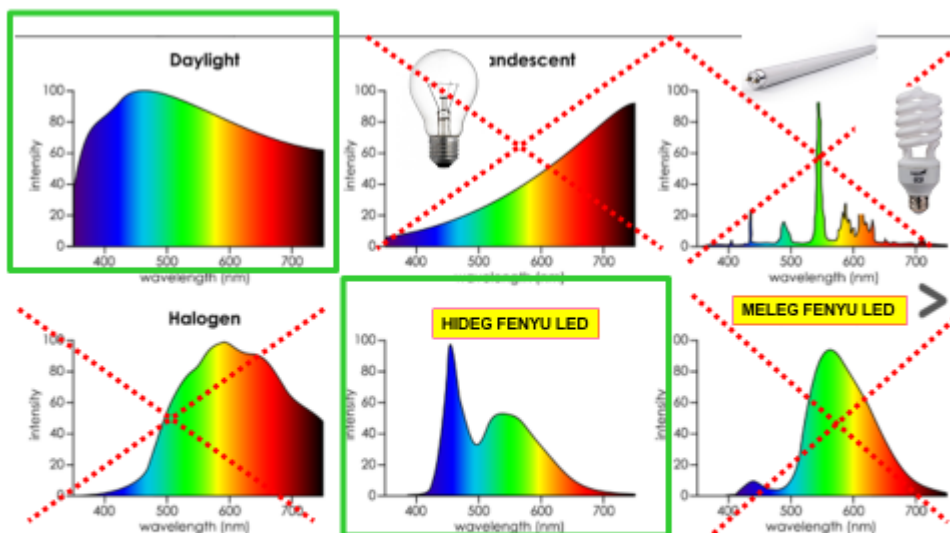
Érthető, hogy Singapore-ban miért van annyi rövidlátó. Még ha kimentek az utcára, akkor sem látták a napot. Másrészt erőteljesen ösztönzik a nebulókat a tanulásra.

Néhány fényforrás spektruma.

A Nap a legjobb.

A wolframlámpa nem jó, kevés a kék benne.

A halogén lámpák spektrum se nagyon jó.



Hogy milyen a spektrális összetétele a LED-nek, azt az ún színhőmérsékletben adják meg. **Azt kell keresni aminek magas ez a szám, 4000-ig felmegy.** Ilyen lámpát kell használni, ha csak lehet, mindenütt, ahol az ember gyerekei előfordulnak. A TV-s szobában is nyugodtan lehet használni, mert már a TV-k olyanok, hogy nem kell a kontraszt. Lehetőleg hideg fényű fényforrást használjunk. Nézzük a PISA-felmérést. Azt várná az ember, hogy korreláció van aközött, hogy kinek van jó eredménye és kinek van rövidlátása. De igazán egybeesés a rövidlátás és a különórák száma között van. A különórák száma azt jelenti, hogy a gyerek keveset van kinn a szabadban. Ezt nagyon komolyan kell venni. Erre jó példa Finnország, ahol a gyerekeket nem kényszerítik mindenféle különórákra. A másik példa Ausztrália, ott sem hajtják a gyerekeket különórákra. A meghatározó a napfény mennyisége. Tehát majd ha gyereketek, unokátok lesz, akkor első dolgokat az legyen, hogy a gyereket kiveszitek a Tisza-partra és ráparancsoltok, hogy menjetek kajakozni. Próbálom a szemklinikát rávenni arra, hogy csináljanak statisztikát arról, hogy mennyi a kajakosoknak a rövidlátás előfordulási valószínűsége, meg mondjuk mennyi a Konzervatóriumban. Ki kell a gyereket zavarni a napfényre. A számok ilyenek: bent 200 lux, kint meg 30 ezer lux. **A mechanizmus a következő: a szemtengely növekedését a dopamin kontrollálja, és a dopamin erős fényben keletkezik. És arra is kell vigyázni, hogy ha mindenképp lámpánál kell olvasni, akkor mindenképp kék fényű LED-nél csinálja az ember. A szemben a rodopszin alakítja át a fényimpulzust elektromos jellé, ez pedig a kék fényben keletkezik.**

Összegezve a rövidlátás kialakulásának megelőzéséről:

1. Közeli olvasás, munka rövidlátást okoz
2. Sötétben való olvasás rövidlátást okoz
3. Szabadtéri tartózkodás csökkenti a rövidlátást
4. Természetes vagy kék fény megóv a rövidlátástól.
5. Mesterséges fény (W lámpa fénye) vagy vörös fény rövidlátást okoz