

Biofizika Jegyzőkönyv

A szem optikája

Név: Pomázi Rebeka

Neptun kód: J3OS79

Kar: BME VIK (Eü. mérnök)

Csoport: 2

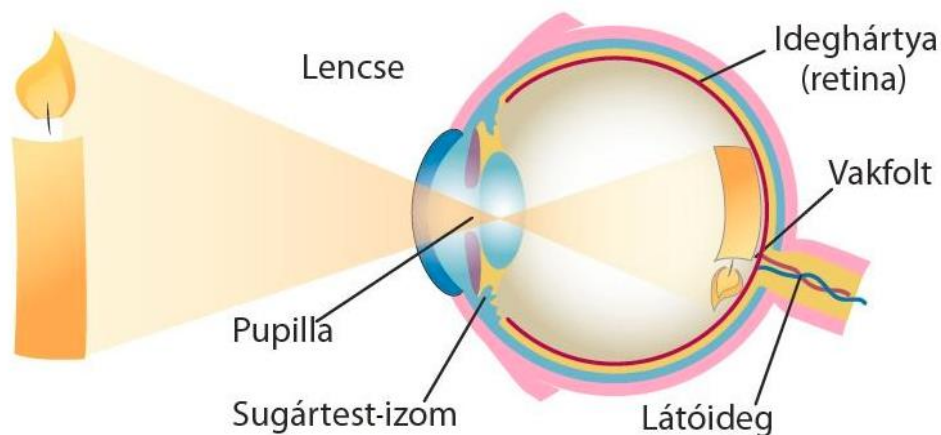
Gyakorlatvezető neve: Dr. Jedlovszky-Hajdú Angéla

Gyakorlat időpontja: szerda 10:15

Jegyzőkönyv leadásának határideje: szerda 10:00

Gyakorlat célja

A mérés során az emberi szem néhány fontos és érdekes paraméterének, az akkomodációs képességnek, a látásélességnek, valamint a vakfolt méretének és a sárgafolttól való távolságának meghatározása volt a cél, hagyományos eszközöket alkalmazva.



Gyakorlaton elvégzett feladatok

1. Meghatározni a saját szemünk közel- (t_p), ill. távolpontját (t_r), számítással meghatározni az akkomodációs képességet (ΔD).
2. Meghatározni a saját látószöghatárunkat (szögpercben) Landolt-ábra segítségével, illetve számítással meghatározni a látásélességet (%), és a sárgafolton keletkező réskép méretét (a'). Továbbá meg kellett becsülni a sárgafolt receptorsűrűségét ($1/\text{mm}^2$).
3. Határozza meg saját szeme vakfoltjának méretét és távolságát a sárgafolttól.

Használt anyagok, eszközök és fontos körülmények:

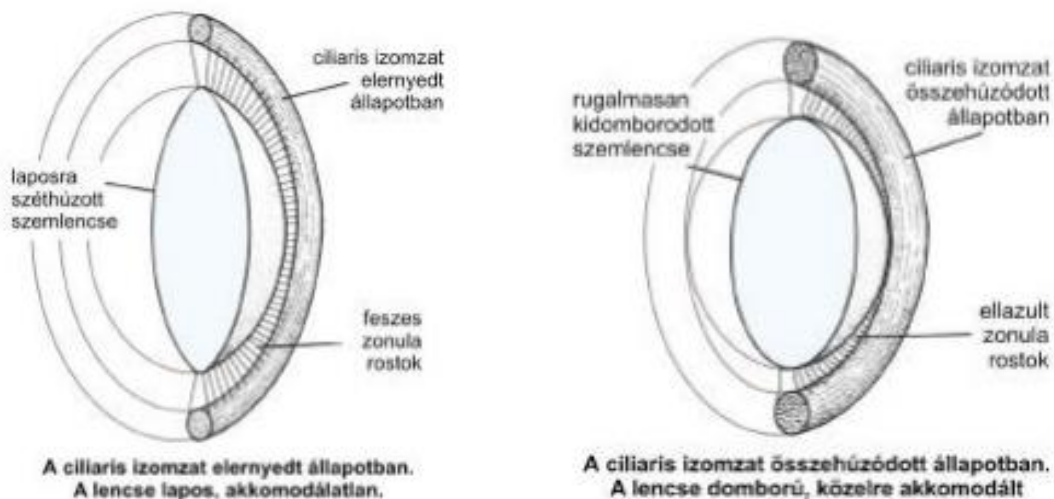
Vonalzó, toll, landolt gyűrűket ábrázoló tábla, távolságot mérő eszköz, vakfolt mérésére szolgáló lap.

Gyakorlat elméletének rövid összefoglalása ábrákkal illusztrálva (a mérés elve, a mérési elrendezés, az adatok kiértékeléséhez szükséges legfontosabb összefüggések)

Néhány fontosabb fogalom tömörebb leírása.

- Akkomodációs képesség: A szemlencse görbületének, azaz törőképességének növelésével (akkomodációval) elérhető, hogy a közeli tárgyakról érkező sugarak is a retinán gyűljenek össze. A leképezés törvénye: $D = n t + n' k [dpt]$. Ahol D a törőképesség, k és t pedig a kép távolsága, valamint n és n' a közegek törésmutatói. A lencse görbület növelhetőségének foka korlátozott – azt a szemhez legközelebb eső pontot, melyet akkomodációval még élesre tudunk állítani, a látás közelpontjának (tp), illetve azt a szemtől legtávolabb eső pontot, melyet a teljesen ellazult szem még élesen lát, a látás távolpontjának (tr) nevezzük. Az akkomodációs képesség a legnagyobb és a legkisebb törőképesség különbsége:

$$\Delta D = D_p - D_r = 1 tp - 1 tr [dpt].$$



- Látásélesség: Szemünk legfontosabb tulajdonsága az élesen látás, melyet sokféle fizikai, biológiai tényező befolyásolhat. A sárgafolt az a hely a retinán, melynek közepén a látásélesség a legnagyobb, ehhez használjuk a ún. Landolt gyűrűket szemüveggel, kontaktlencsével ill. anélkül. A gyűrűk lényege, hogy az orientációt

leolvastatva meghatározható az a távolság, ahonnan a kivágás két széle már egybefolyik, és a köztük lévő távolságot a szem már nem tudja felbontani. Ha ismerjük az ilyen, határhelyzetű leolvasásnál az ábra szemtől mért távolságát, meghatározhatjuk α minimális értékét.

Az általunk használt Landolt gyűrűn a kivágás 0,4 mm széles.

Mivel α várhatóan egy fok alatti, értékét közelíthetjük tangensével. Ez alapján:

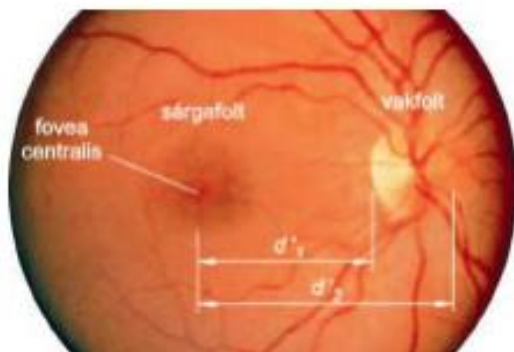
$$\alpha = \frac{x}{d} = \frac{17 \text{ mm}}{\text{leolvasási határtávolság [mm]}}$$

Ennek segítségével meghatározható a százalékos látásélesség:

$$\text{visus} = \frac{1(^{\circ})}{\alpha(^{\circ})} (* 100\%)$$

Ha ismerjük α értékét, úgy a hasonló háromszögek alapján meghatározható az is, hogy mekkora kép vetül a felbontás határán a retinára. α tangensét az értékével közelítve ennek mérete: $x' = 17\text{mm} * \text{tg}(\alpha) = 17\text{mm} * \alpha [\text{rad}]$

- A vakfolt mérete és a sárgafolttól való távolsága: Mindenkinek van ún. vakfoltja a retinán, ahonnan hiányoznak a receptorsejtek, így az odavetülő képet nem érzékeljük. A mérés során megállapíthatjuk, hol helyezkedik el a vakfolt a sárgafolthoz viszonyítva és mekkora az átmérője. Ebben a vakfolt ábra lesz segítségünkre. Ez egy olyan kép, mely egymás mellett adott (60 mm-es) távolságban ábrázol egy kört és egy keresztet fehér alapon. Egyik szemünket letakarva, látásunkat letakart szemünkkel azonos oldali ábrára fókuszálva az ábrát közelítve és távolítva azt tapasztaljuk, hogy míg a fókuszban lévő ábra mindig látszik, a másik ábra egy adott szakaszon eltűnik.



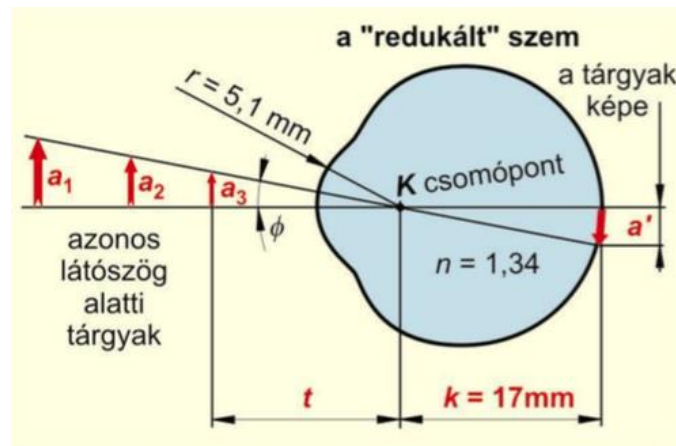
A vakfolt horizontális átmérője

Vakfolt középpontjának a sárgafolttól való távolsága

$$\begin{aligned}x_1 &\rightarrow d'_1 = 17 \cdot \frac{60}{x_1} \text{ (mm)} \\x_2 &\rightarrow d'_2 \\d &= |d'_2 - d'_1|\end{aligned}$$

$$t = \frac{d'_1 + d'_2}{2}$$

Látószög: A szem több törőfelülettel rendelkező, bonyolult optikai rendszer. Az optikai képképzés szempontjából azonban jól helyettesíthető a sokkal egyszerűbb, ún. „redukált” szemmel. A redukált szem egyetlen törőfelülettel rendelkező homogén test.



A látószöghatár (α). képképzés geometriájából számítható ki szögpercben kifejezve:

$$\alpha ['] = \frac{\alpha}{x} \cdot \frac{360 [^\circ]}{2\pi [\text{rad}]} \cdot 60 \left[\frac{']}{^\circ} \right]$$

Gyakorlat-mérési feladatok:

- 1) Akkomodációs képesség
- 2) Látószöghatár
- 3) Látásélesség
- 4) A rés képnagysága a retinán
- 5) Receptorsűrűség
- 6) Vakfolt horizontális átmérője
- 7) Vakfolt középpontjának a sárgafolttól való távolsága

Gyakorlaton nyert adatok

A látási közelpont: 11 cm, míg a távolpontot nem lehetett a gyakorlat helyszínén megmérni, de $\Delta D = 25\text{m}$.

Látószög mérés: $a = 0,4\text{ mm}$ $x = 2,38\text{ m} = 238000\text{ mm}$ $k = 17\text{ mm}$

Vakfolt mérés: $d'1 = 19\text{ cm}$ $d'2 = 22,5\text{ cm}$

Kiértékelés, következtetések

- Akkomodációs képesség: A gyakorlat során a társam segített vonalzóval lemérni és megállapítani mindkét szememre a legközelebbi távolságot (ahol még élesen látok) és a távolpontokat. Ezekből az adatokból számolható mindkét szememre az akkomodációs képesség.

$$\Delta D_{jobb} = 1 / tp_{jobb} - 1 / tr_{jobb} = 1 / 0,115\text{ m} - 1 / 25\text{ m} = 8,66\text{ dpt}$$

$$\Delta D_{bal} = 1 / tp_{bal} - 1 / tr_{bal} = 1 / 0,110\text{ m} - 1 / 25\text{ m} = 9,05\text{ dpt}$$

- Látószöghatár vizsgálat: A látószöghatárt a gyakorlatvezető segítségével állapítottam meg. A használt Landolt gyűrűk átmérője 0,4 mm volt. Az adatokból pedig kiszámoltam a látószöghatáromat.

$$\alpha = a / x \cdot 360 / 2\pi \cdot 60 = 0,4\text{ mm} / 2380\text{ mm} \cdot 360^\circ / 2\pi\text{ rad} \cdot 60' \cdot ^\circ = 0,578'$$

Ebből a látásélességem: $visus = 1' / \alpha = 1' / 0,578' = 173,01\%$

A retinámra eső kép nagysága (α') arányos a rés nagyságával (α), valamint a $k = 17$ mm-re helyezkedik el a sárgafolttól:

$$a / x = \alpha' / k \rightarrow \alpha' = a \cdot k / x = 0,4\text{ mm} \cdot 17\text{ mm} / 2380\text{ mm} = 0,00286\text{ mm} \\ = 2,86\text{ mikron}$$

- A szemem vakfoltjának átmérőjét és a sárgafolttól mért távolságát a társam segítségével állapítottam meg. Egy erre a célra készített papírlapot használtunk, amin egy tömött kör és egy kereszt található, egymástól 60 mm távolságra. A mérés alakalmával csak a bal szemem használtam, amivel a keresztre koncentráltam és kerestem azt a pontot, ahol már a tömött pontot épp nem érzékelem. Ezek alapján számítható a vakfolt és a sárgafolt közötti távolság legrövidebb és leghosszabb pontja:

$$d'1 \text{ bal} = k \cdot d / x1 * \text{bal} = 17 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} / 190 \text{ mm} = 5,368 \text{ mm}$$

$$d'2 \text{ bal} = k \cdot d / x * \text{bal} = 17 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} / 225 \text{ mm} = 4,533 \text{ mm}$$

A két távolság különbségéből meghatározható a vakfolt átmérője:

$$d_{\text{vakfoltbal}} = d'1 \text{ bal} - d'2 \text{ bal} = 0,835 \text{ mm}$$

Ez alapján a sárgafolt és a vakfolt középpontjainak távolsága:


$$d_{\text{középpontbal}} = d'1 \text{ bal} + d'2 \text{ bal} / 2 = 5,368 \text{ mm} + 4,533 \text{ mm} / 2 = 4,951 \text{ mm}$$

A gyakorlaton egyszerű, de látványos méréseken keresztül tanulmányoztuk a szem alapvető optikai tulajdonságait. Különböző eredményekkel dolgoztunk, hiszen nem egyforma a látásunk, illetve az értékeket befolyásolhatja az is, ha valaki szemüveges vagy kontaktlencsét visel. Például a sárgafolt és vakfolt távolsága a szakirodalom szerint nagyjából 3-4 mm, ehhez képest nekem 4,95 mm lett. Ebben nyilvánvalóan benne lehet a mérési hiba, hiszen leolvasásnál is lehettünk pontatlanok. Valamint a retinámra vetült kép 2,86 mikron. A fotoreceptorok átmérője a szakirodalom szerint 0,5-4 mikron, tehát a mérés meglepően jól sikerült.

Megjegyzések

közelpont $w = \text{levegő}$ $n = 1$
 ΔD : távolság $\approx 25 \text{ cm}$

számszerűség



Feladatot a $0,4 \text{ mm}$ -es gyűrűvel rögzítük
mértékű körbe kijelölést kellett tenni, mert nem
t pontosan. Valami gelas volt.

$d' = \frac{f \cdot a}{x}$ saját értéke

$d_1 = 19 \text{ cm}$
 $d_2 = 22,5 \text{ cm}$

$\frac{d_1 + d_2}{2}$

[Signature]
2022.05.04.