

5.2.11 Vady zraku

Předpoklady: 5210

Schopnost změny mohutnosti čočky (akomodace) klesá s věkem:

- děti až 15 D,
- dospělí 45 let cca 5 D,
- staří 60 let 1D.

U zdravého oka rozlišujeme:

- **Vzdálený (daleký) bod:** Nejvzdálenější bod, který oko vidí ostře (bez akomodace čočky), u zdravého oka nekonečno.
- **Blízký bod:** Nejbližší bod, který oko vidí ostře (při maximální akomodaci čočky), s věkem roste od 6,5cm do 60 cm i více, průměrná hodnota se udává 20 cm, nelze pozorovat předměty v této vzdálenosti delší dobu, protože oko se rychle unaví, možnost zhoršení zraku.
- **Konvenční zraková vzdálenost:** vzdálenost, v níž můžeme předměty pozorovat delší dobu bez větší únavy, stanovena na 25 cm (stanoveno evidentně bez ohledu na starší část populace).

Základní předpoklad ostrého vidění = obraz vznikne přímo na sítnici.

⇒ Co může selhat:

- čočka láme i při minimální akomodaci příliš (má moc velkou mohutnost) ⇒ obraz vzniká před sítnicí,
- čočka i při největší akomodaci láme málo (má malou mohutnost) ⇒ obraz vzniká za sítnicí,

⇒ vady zraku.

Př. 1: Vady zraku (dalekozrakost, krátkozrakost – název odpovídá tomu, jaké předměty oko vidí správně) přiřaď příčinám uvedeným výše. U každé vady uveď, jak se změní daleký a blízký bod oka. Jaký typ čočky je nutné použít do brýlí, aby byla chyba korigována?

Krátkozrakost

Oko vidí dobře na krátké vzdálenosti, tedy blízké předměty ⇒ čočka láme příliš (má moc velkou mohutnost) a ani při maximálním uvolnění není dostatečně plochá, aby obraz vzdálených předmětů vznikl na sítnici.

Při pohledu na vzdálené předměty vzniká obraz před sítnicí ⇒ rovnoběžný svazek paprsků dopadající do oka musíme změnit na rozbíhavý (aby je oko akorát zalomilo na sítnici) ⇒ do brýlí musíme dát rozptylku.

Blízký bod je posunutý k oku, daleký není v nekonečnu, ale v blízké vzdálenosti od oka (několik metrů, často i jen desítky centimetrů).

Dalekozrakost

Oko vidí dobře daleké vzdálenosti, tedy vzdálené předměty ⇒ čočka i při největší akomodaci láme málo (má malou mohutnost) a ani při maximální akomodaci není dostatečně zakřivená, aby obraz blízkých předmětů vznikl na sítnici.

Při pohledu na blízké předměty vzniká obraz za sítnicí ⇒ rozbíhavý svazek paprsků dopadající do oka musíme změnit na méně rozbíhavý (aby je oko dokázalo zalomit na sítnici) ⇒ do brýlí musíme dát spojku.

Blízký bod je posunutý od oka, daleký je v nekonečnu.

Krátkozrakost je většinou vrozená (oční koule je protažená dozadu), dalekozrakost přibývá s věkem, jak se snižuje schopnost čočky akomodovat (v šedesáti jsou dalekozrací v podstatě všichni).

Pedagogická poznámka: Pokud máte ve třídě krátkozrakého žáka (velmi pravděpodobně) zeptejte se ho na jeho vzdálený bod (v jaké maximální vzdálenosti vidí ostře) a spočtete pro něj v příštím příkladu mohutnost brýlí. Výsledek se pak můžete zkontrolovat s hodnotou, kterou Vám po spočtení příkladu řekne. Je to rozhodně lepší než počítat zadání z učebnice.

Pedagogická poznámka: Všechny výpočty brýlí jsou v podstatě stejné a jediným problémem je rozmyslet na začátku příkladu, jaký předmět a kam mají brýle zobrazit. U prvního příkladu na to samostatně nepřijde většinou nikdo, druhý zvládne většina, třetí už téměř všichni.

Př. 2: Krátkozraké oko má vzdálený bod ve vzdálenosti 2 metrů. Urči typ a mohutnost čočky, která tuto vadu koriguje.

Krátkozraké oko vidí dobře na krátké vzdálenosti, tedy blízké předměty \Rightarrow čočka láme příliš \Rightarrow musíme použít rozptylku, která zvětší rozbíhavost paprsků dopadajících do oka a obrazy tak vzniknou na sítnici (ne už před ní).

Vzdálený bod má ležet v nekonečnu \Rightarrow použitá čočka musí zobrazit nekonečně vzdálené předměty do vzdálenosti 2 m před okem (kde už je oko vidí ostře) \Rightarrow do zobrazovací rovnice dosazujeme $a = \infty$, $a' = -2$ m (obraz leží před čočkou).

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{a'} = 0 + \frac{1}{a'}$$

$$f = a' = -2 \text{ m}$$

$$\varphi = \frac{1}{f} = \frac{1}{-2} \text{ D} = -0,5 \text{ D}$$

Ke korekci vady musíme použít rozptylku o mohutnosti -0,5 D.

Pedagogická poznámka: Velká část lidí bez vady zraku má dojem, že krátkozrací lidé špatně vidí až při větších vzdálenostech. Předchozí příklad ukazuje, že i poměrně slabá krátkozrakost (půl dioptrie) znamená, že předměty vzdálenější než 2 m začínají být rozmazané.

Všechny brýle fungují principiálně stejným způsobem: předmět, který oko nevidí (v předchozím příkladu nekonečně vzdálený, tedy $a = \infty$), zobrazí tam, kde jej oko vidí (v předchozím příkladu do vzdálenosti 2 m před čočku, tedy $a' = -2$ m, protože obraz leží před čočkou).

Př. 3: Nemocné oko má konvenční zrakovou vzdálenost posunutou do vzdálenosti 70 cm od oka (v této vzdálenosti jeho majitel čte knihy). Urči druh vady, typ a mohutnost čočky, která tuto vadu koriguje.

Konvenční zraková vzdálenost zdravého oka je 25 cm \Rightarrow oko s konvenční zrakovou vzdáleností 70 cm, vidí správně vzdálené předměty a je tedy dalekozraké \Rightarrow oko málo láme (nedokáže soustředit hodně rozbíhavé paprsky z blízkých předmětů) \Rightarrow jeho lámavost musíme zvýšit spojkou (která zmenší rozbíhavost paprsků).

Konvenční zraková vzdálenost je 25 cm \Rightarrow použitá čočka musí zobrazit předměty ve vzdálenosti 25 cm do vzdálenosti 70 m před okem (kde už je oko vidí ostře) \Rightarrow do zobrazovací rovnice dosazujeme $a = 25$ cm, $a' = -70$ cm (obraz leží před čočkou).

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{a + a'}{a a'}$$

$$f = \frac{a a'}{a + a'} = \frac{25 \cdot (-70)}{25 - 70} \text{ cm} = 39 \text{ cm} = 0,39 \text{ m}$$

$$\varphi = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,39} \text{ D} = 2,6 \text{ D}$$

Ke korekci udaného dalekozrakého oka musíme použít spojku o mohutnosti 2,6 D.

Pedagogická poznámka: Někteří studenti mají pocit, že když je hledanou čočkou spojka, měly by dosazované hodnoty vypadat podstatně jinak než v předchozím příkladu (většinou mají snahu se zbavit mínusu u obrazové vzdálenosti nebo mínus přidat u předmětu, aby zajistili kladný výsledek).

Př. 4: Student drží knihu ve vzdálenosti 8 cm od oka. Urči druh vady, typ a mohutnost čočky, která tuto vadu koriguje.

Konvenční zraková vzdálenost zdravého oka je 25 cm \Rightarrow oko s konvenční zrakovou vzdáleností 8 cm, vidí správně blízké předměty a je tedy krátkozraké \Rightarrow oko příliš láme (málo rozbíhavé paprsky ze vzdálených předmětů soustřeďuje před sítnicí) \Rightarrow jeho lámavost musíme zmenšit rozptylkou (která zvětší rozbíhavost paprsků).

Konvenční zraková vzdálenost je 25 cm \Rightarrow použitá čočka musí zobrazit předměty ve vzdálenosti 25 cm do vzdálenosti 8 cm před okem (kde už je oko vidí ostře) \Rightarrow do zobrazovací rovnice dosazujeme $a = 25 \text{ cm}$, $a' = -8 \text{ cm}$ (obraz leží před čočkou).

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{a + a'}{a a'}$$

$$f = \frac{a a'}{a + a'} = \frac{25 \cdot (-8)}{25 - 8} \text{ cm} = -12 \text{ cm} = -0,12 \text{ m}$$

$$\varphi = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,12} \text{ D} = -8,5 \text{ D}$$

Ke korekci udaného krátkozrakého oka musíme použít rozptylku o mohutnosti -8,5 D.

Pedagogická poznámka: Pokud jde hodina rychle kupředu a skončíte před zvoněním, doporučuji začít ihned s další hodinou a probrat problematiku zorného úhlu.

Doplnit ještě příklady například člověk, který neakomoduje a potřebuje oba typy brýlí

Shrnutí: Vady zraku můžeme napravit vhodnou čočkou.