

Percepční složka II. Horopter

Mgr. Bc. Marcela Kudová

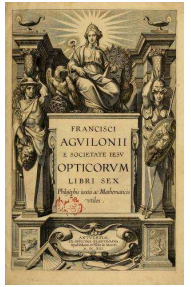
Horopter

Plocha složená ze všech bodů v prostoru, jejichž obrazy dopadají na korespondující místa sítnic obou očí

Každý bod na této ploše tvoří dojem stejné vzdálenosti od oka

Belgický matematik Francis Aguilonius v r. 1613 ve své knize Opticorum Libri Sex – horopter definoval jako **přímku**, ve které lze vidět objekty jednoduše

z řeckého... horos = hranice

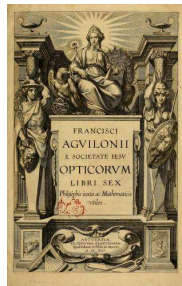


Vlastnosti horopteru

Plocha složená ze všech bodů v prostoru, jejichž obrazy dopadají na korespondující místa sítnic obou očí

Každý bod na této ploše tvoří dojem stejné vzdálenosti od oka

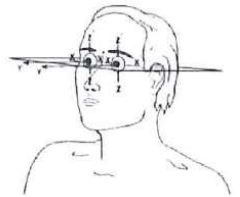
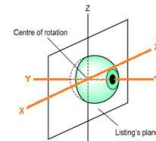
- body jsou viděny jednoduše
- maximum binokulární streopse
- není vyvolána fúzní vergence
- shoda subjektivních pohledových směrů – Heringův princip



Tvar horopteru

Pro usnadnění popisujeme tvar horopteru pouze v horizontální rovině:

- vymezena Fickovými osami X a Y
- = longitudinální horopter

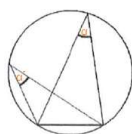


Tvar horopteru určujeme teoretickým výpočtem nebo experimentálním proměřením (empirický horopter).

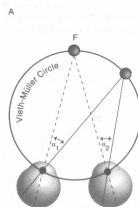
Tvar horopteru

Teoretický horopter:

- von Helmholtz, Vieth (1818), Muller (1826)
- matematické výpočty tvaru teoretického horopteru
- Předpoklad: korespondující body jsou rozmístěny na sítnicích s geometrickou pravidelností
- Geometrický teorem shodných obvodových úhlů příslušných ke kruhovému oblouku



$$\alpha = \alpha'$$



- Horopter: kružnice spojující fixační bod
- a uzlové body obou očí – Vieth-Mullerova kružnice

Tvar horopteru

Experimentální proměření horopteru (empirický horopter):

- Metoda zdánlivě frontoparalelní roviny
- Metoda prahu diplopie
- Noniová (mřížková) metoda

Tvar horopteru

Experimentální proměření horopteru (empirický horopter):

- **Metoda zdánlivě frontoparalelní roviny**
- **Hering a Hillebrand**
- Kritérium: zachování stejné vzdálenosti bodů od pozorovatele = **ekvidistantní horopter**

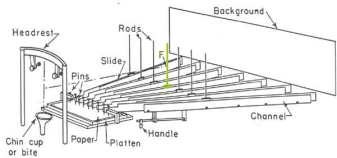
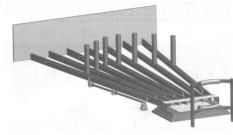


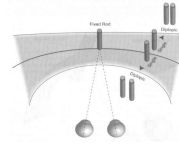
Fig. 5. A simplified sketch of the horopter apparatus.



Tvar horopteru

Experimentální proměření horopteru (empirický horopter):

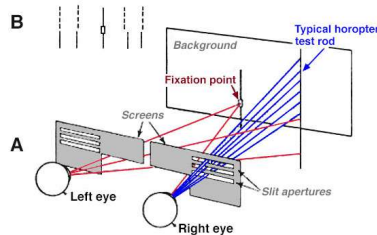
- **Metoda prahu diplopie**
- vymezení hranic Panumova prostoru a výpočet jeho středu



Tvar horopteru

Experimentální proměření horopteru (empirický horopter):

- **Noniová (mřížková) metoda**
- **Tschermak von Sarsenegg, Ames, Ogle**
- Nejpřesnější a nejčastěji používaná metoda
- **shoda subjektivního pohledového směru**

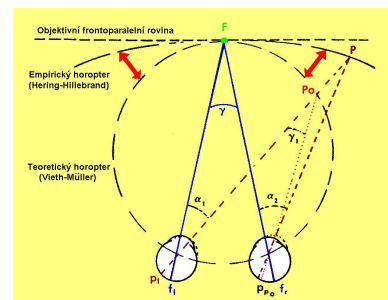


Tvar horopteru

Objektivní frontoparalelní rovina
Subjektivní frontoparalelní rovina =
Empirický horopter

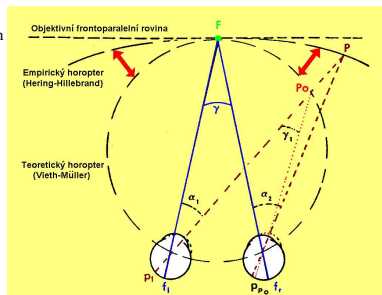
Vieth-Mullerova kružnice =
Teoretický horopter

- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**



Tvar horopteru

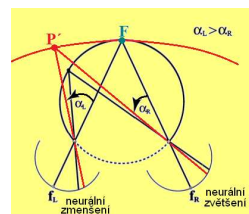
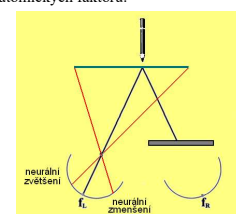
- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**
- Rozdíl mezi empirickým a teoretickým horoptrem
- Důsledek optických a neuroanatomických faktorů:



Tvar horopteru

- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**
- Rozdíl mezi empirickým a teoretickým horoptrem
- Důsledek optických a neuroanatomických faktorů:

neurální zmenšení/zvětšení

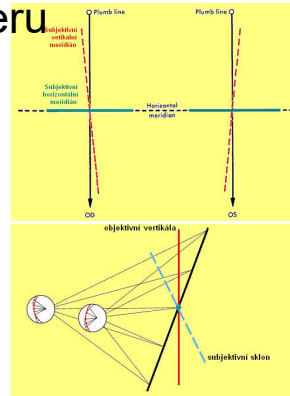


Tvar horopteru

- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**
- Rozdíl mezi empirickým a teoretickým horoptrem
- Důsledek optických a neuroanatomických faktorů:
 - > neurální zmenšení/zvětšení
 - > **nasální komprimace fotoreceptorů** - více receptorů v nasální části sítnice
 - >
 - >

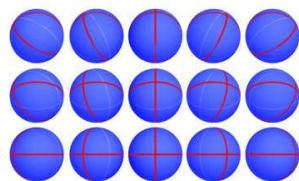
Tvar horopteru

- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**
- Rozdíl mezi empirickým a teoretickým horoptrem
- Důsledek optických a neuroanatomických faktorů:
 - > neurální zmenšení/zvětšení
 - > nasální komprimace fotoreceptorů
 - > **von Helmholtzovy „nůžky“** (vertikální progresse) horizontální disparity
 - > → Vertikální sklonění e.horopteru



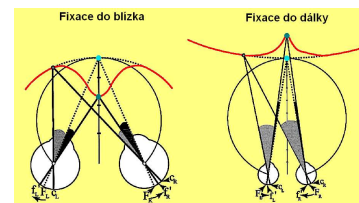
Tvar horopteru

- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**
- Rozdíl mezi empirickým a teoretickým horoptrem
- Důsledek optických a neuroanatomických faktorů:
 - > neurální zmenšení/zvětšení
 - > nasální komprimace fotoreceptorů
 - > von Helmholtzovy „nůžky“ (vertikální progresse) horizontální disparity
 - > **torse očí při laterálních pohledech a při asymetrických vergencích (Listingův zákon)**
 - >



Tvar horopteru

- **Hering-Hillebrandova diference (deviace)**
- Rozdíl mezi empirickým a teoretickým horoptrem
- Důsledek optických a neuroanatomických faktorů:
 - > neurální zmenšení/zvětšení
 - > nasální komprimace fotoreceptorů
 - > von Helmholtzovy „nůžky“ (vertikální progresse) horizontální disparity
 - > torse očí při laterálních pohledech a při asymetrických vergencích (Listingův zákon)
 - > **konvergence** – některá empirická měření ukazují na lokální změny zvýhodňující fúzi při konvergenci (nepotvrzená hypotéza „lokálního posunu“)

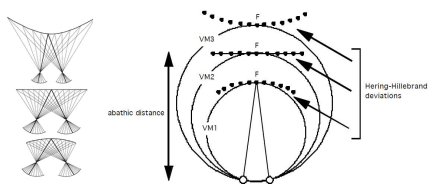


Tvar horopteru

Abatická vzdálenost

tvar horopteru závisí na vzdálenosti fixačního bodu

- konvexní horopter – ve větší vzdálenosti
- frontoparalelní horopter – v abatické vzdálenosti
- konkávní horopter – v menší vzdálenosti



Nefyziologické změny horopteru

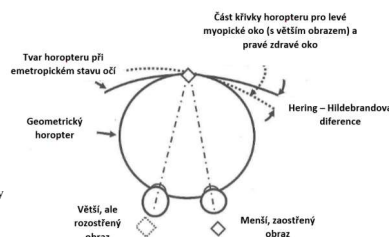
Fyzikálně-optické vlivy

1. globální zvětšení (anizeikonie)

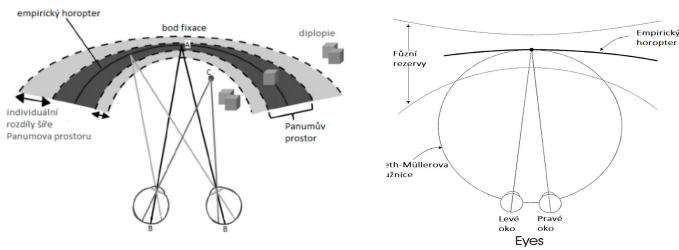
„vnitřní“ nekorigovaná sf. anizometropie
 „vnější“ korigovaná sf. anizometropie
 (ID „anizokorekce“ = 1,4 % anizeikonie, do 2 % tolerováno)
 „size lens“

2. meridiální zvětšení

meridiální „size lens“
 astigmatismus
 horizontální „geometrický efekt“ rotace e. Horopteru podle vertikální osy
 vertikální „indukovaný efekt“ rotace e. horopteru podle vertikální osy
 šikmé rotace e. horopteru podle horizontální osy

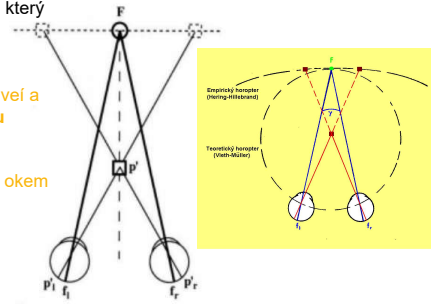


Fyziologická diplopie



Fyziologická diplopie zkřížená

- Pozorovatel sleduje fixační bod F, který určuje vzdálenost horopteru.
- Umístíme-li další předmět **před horopter**, obrazy dopadnou na disparátní místa temporálně od fovei a způsobí **zkříženou fyziologickou diplopii**.
- **Obraz předmětu vnímáný pravým okem je vlevo a naopak**



Fyziologická diplopie nezkřížená

- Pozorovatel sleduje fixační bod F, který určuje vzdálenost horopteru.
- Umístíme-li další předmět **za horopter**, obrazy dopadnou na disparátní místa nasálně od fovei a způsobí **nezkříženou fyziologickou diplopii**.
- **Obraz předmětu vnímáný pravým okem je vpravo a naopak**

