

Retinoskopet

- Utvecklat från oftalmoskopi under slutet av 1800-talet.
- Objektiv metod för att bestämma patientens (P_x) brytningsfel (sfär, cylinder, axel), kräver alltså ingen aktivitet från P_x .
- Ljus projiceras på P_x 's näthinna och retinoskopet rörs fram och tillbaka. Optikern ser den del av ljuset som reflekteras tillbaka ut genom P_x 's pupill. Genom att bedöma hur reflexen ser ut och rör sig när optikern vrider retinoskopet med olika provglas framför ögat kan optikern avgöra P_x 's brytningsfel.

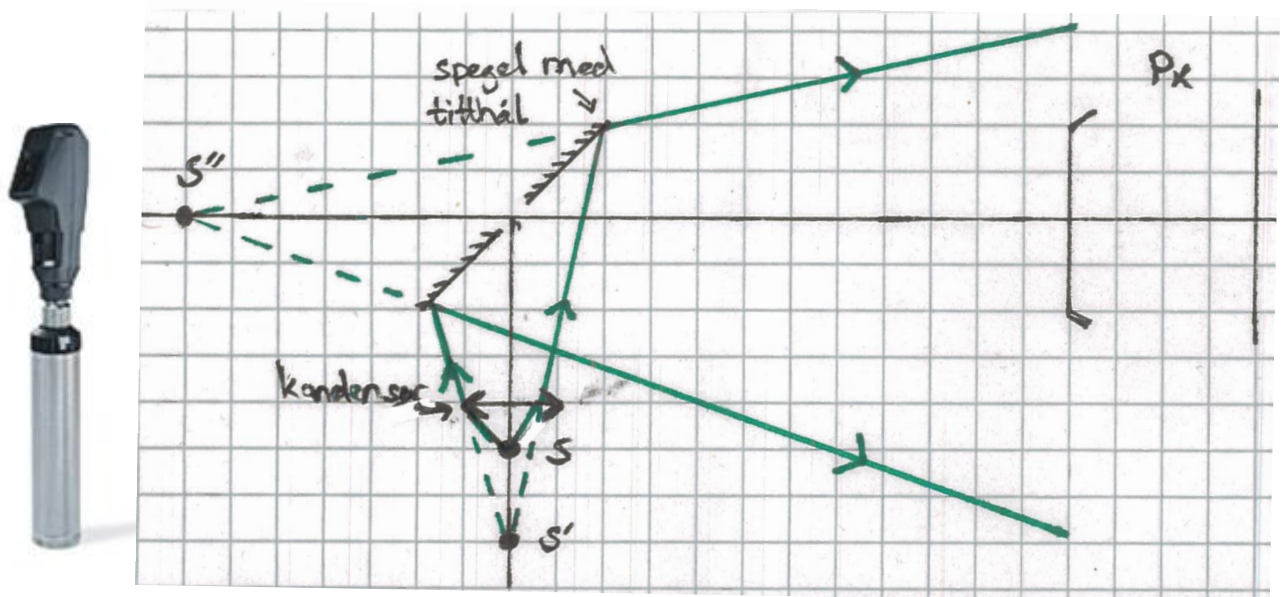
Instrumentets uppbyggnad:

Precis som för oftalmoskopet behöver vi ljus som kommer in i P_x 's pupill längs med samma linje som optikern tittar. Därför används ofta en lösning med en spegel med ett litet hål i. Spegeln reflekterar ljuset från en ljuskälla (oftast en liten lampa nere i handtaget på retinoskopet) mot P_x 's pupill och optikern tittar på reflexen från näthinnan genom hålet i spegeln (kallas för titthål). I denna kurs kommer vi att titta på retinoskopi där ljuset från lampan ger en ljusspalt på P_x 's pupill.

Spegeln gör alltså att man får en virtuell bild av lampan som ser ut att ligga bakom optikerns huvud. I de flesta retinoskop används även en flyttbar kondensornlins för att avbilda lampan och för att kunna förflytta bilden av lampan (så att man kan växla mellan plan- och konkavspegel effekt).

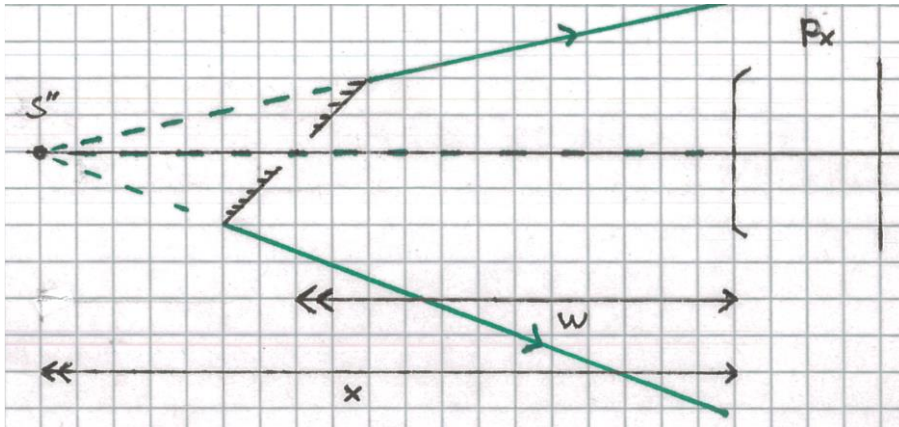
Figuren nedan visar avbildningen av lampan (s) genom kondensornlins och spegel (se Fig. 17.1 i CVO):

- s = lampan
- s' = mellanbild av lampan efter avbildning i kondensornlinsen
- s'' = bild av lampan efter avbildning i den plana spegeln



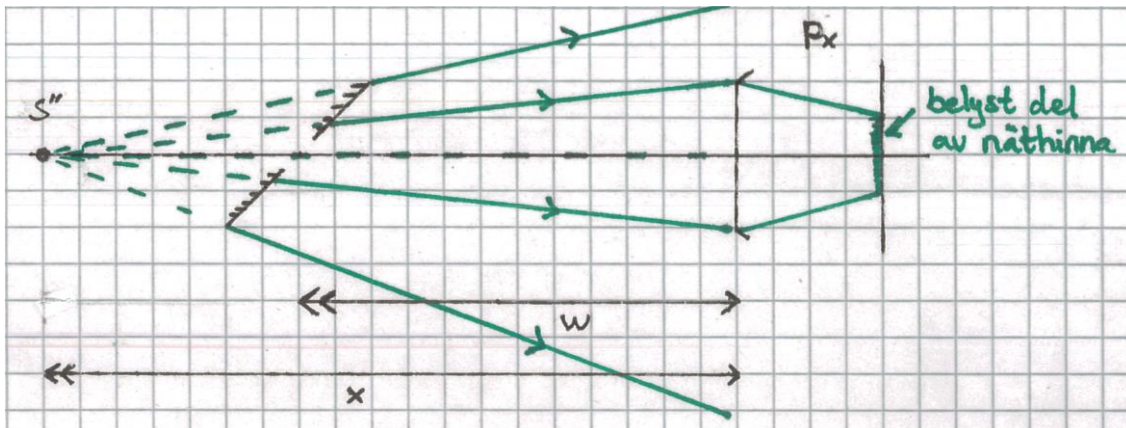
För enkelhets skull kommer vi i fortsättningen inte att rita ut avbildningen i lins och spegel utan endast sätta ut bilden av lampan (s''). I figuren nedan är optikerns öga inte utritat men antas sitta precis bakom titthålet. Följande avstånd är utsatta:

- w = arbetsavstånd mellan P_x och titthål. Vanligt avstånd är 2/3 meter d.v.s. $W = -1,5 D$.
- x = avståndet mellan P_x och bilden av lampan. Vanligt avstånd är 1 meter d.v.s. $X = -1 D$.



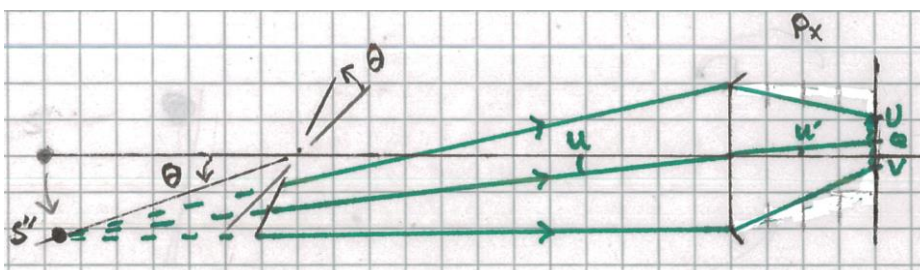
Figuren ovan visar ett retinoskop med s.k. planspegel effekt, där ljuset efter spegeln divergerar. Man kan även skjuta kondensorlinsen så att ljuset ut från retinoskopet istället konvergerar och bilden av lampan hamnar mellan retinoskopet och P_x 's öga, s.k. konkavspegel effekt.

Den del av ljuset som träffar P_x 's pupill kommer fortsätta in i ögat och belysa en del av näthinnan. Hur stor den belysta delen blir beror på ögats uppbyggnad och därmed dess brytningsfel. Optikern tittar på det reflekterade ljuset från denna belysta del.



Effekt av att vrida retinoskopet:

När retinoskopet vrids kommer den belysta fläcken på näthinnan att röra sig åt samma håll. Figuren nedan visar situationen sedd ifrån sidan när optikern vinklat retinoskopet uppåt med vinkel θ , så att handtag förflyttats närmre P_x och ljusspalten rör sig uppåt över P_x 's öga med vinkel u . Belyst fläck rör sig också uppåt (vinkel u' och punkterna U, Q, V). Notera att bilden av lampan (s'') i detta fall går nedåt.



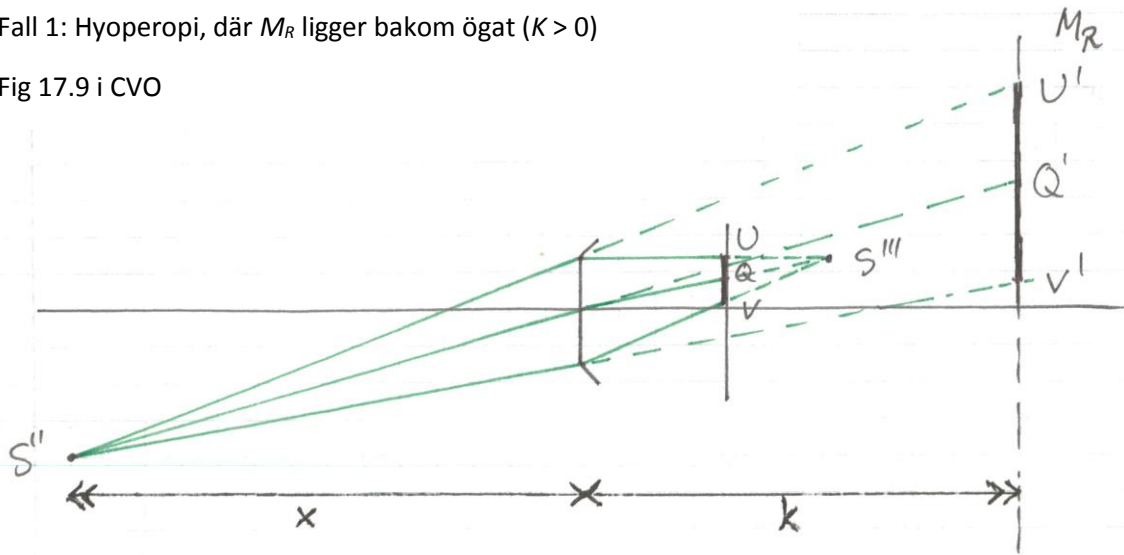
Bilden av näthinnan ligger i Px:s fjärrpunkt (M_R):

Optikern tittar på ljuset som reflekteras tillbaka från Px:s näthinnan och avbildas ut genom Px:s öga. Med andra ord tittar optikern på bilden av den belysta fläcken som hamnar i Px:s M_R (eftersom objekt placerade i M_R avbildas till näthinnan och ses skarpt, så avbildas objekt på näthinnan till M_R).

I figurerna nedan betecknas bilden av näthinnan med U' , Q' , V' och Px:s brytningsfel $K = 1/k$.

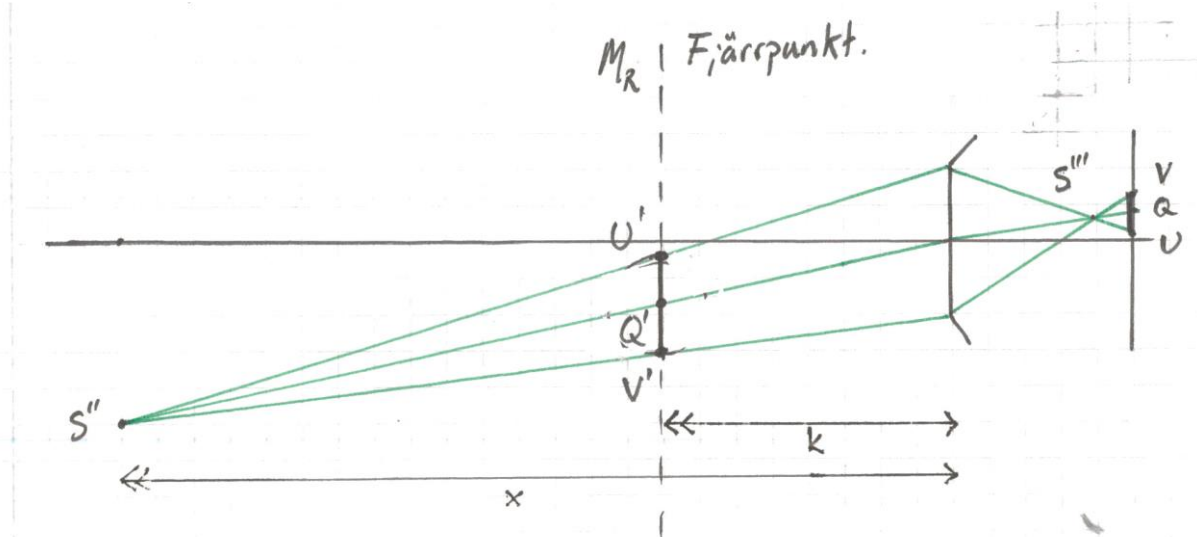
Fall 1: Hyperopi, där M_R ligger bakom ögat ($K > 0$)

Fig 17.9 i CVO



Fall 2: Myopi, där M_R ligger mellan bilden av lampan och ögat ($K < X$)

Fig 17.7 i CVO



Den stora fördelen med att använda sig av M_R är att man slipper räkna på avbildning in i ögat, med andra ord behöver vi inte känna till ögats längd och brytkraft för att rita en korrekt bild över hur strålarna går. I kommande figurer kommer därför inte Px:s näthinna ritas ut och endast strålar utanför ögat kommer att ritas.

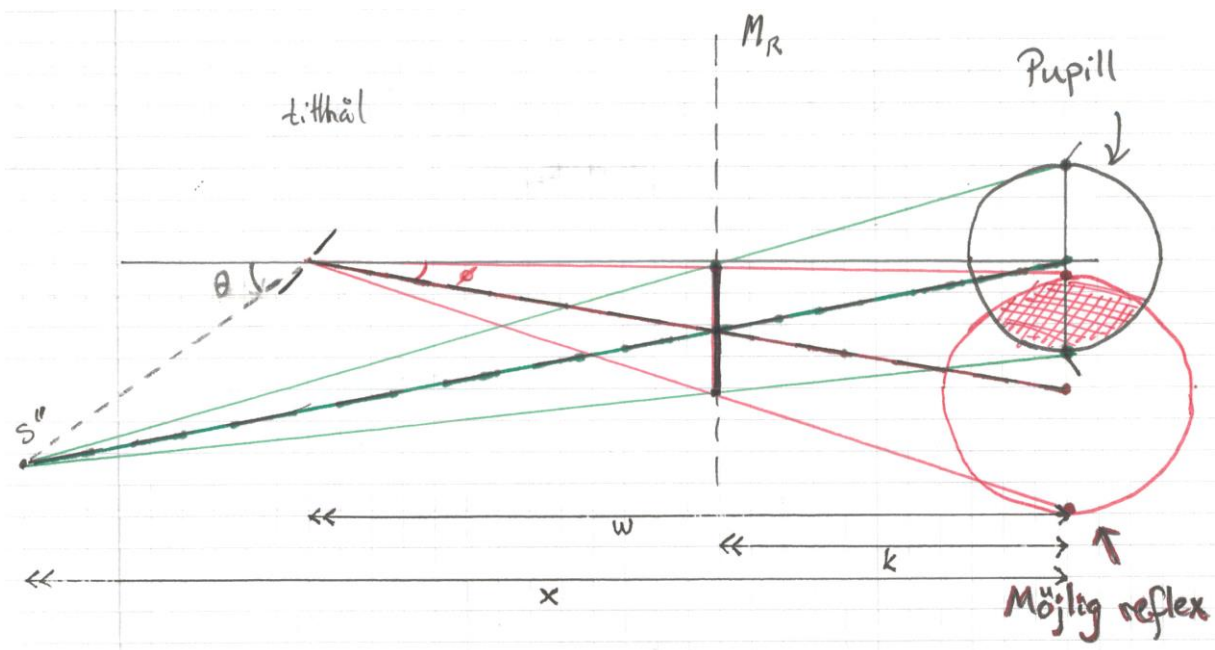
Reflexens utseende:

Den belysta fläcken agerar som en ljuskälla som reflekterar tillbaka en del av ljuset och lyser upp patientens pupill bakifrån. Vi kan därför betrakta varje punkt U , Q , V på näthinnan som en liten

punktkälla som avbildas till U' , Q' , V' i planet för ögats fjärrpunkt. Det reflekterade ljuset kommer alltså ut från P_x :s öga som om det kom ifrån (för Fall 1) eller är på väg mot (för Fall 2) U' , Q' , V' . Det kommer alltså alltid att finnas en reflex ut ur P_x :s pupill men optikern kan bara se den del av det reflekterade ljuset som passerar genom retinoskopets titthål.

I figuren nedan visas ett retinoskop vinklat uppåt för en myop P_x :

- Gröna strålar: Ljus från retinoskopet på väg in i P_x :s öga. Strålar är utritade från bilden av lampan till pupillens kanter.
- Bild av den belysta fläcken på näthinnan finns i M_R . De gröna strålarna i kanten av pupillen anger kanten på den belysta fläcken både på näthinnan och i M_R .
- Röda strålar: reflekterat ljus ut ur P_x :s öga som kan passera titthålet. Strålarna är utritade från kanten av den belysta fläcken i M_R till titthålets mitt. Vinkeln ϑ visar reflexens rörelse.
- Röd cirkel: markerar storleken på den möjliga reflexen ut ur P_x :s öga (förutsätter att pupillen är mycket stor). Storleken bestäms av avståndet mellan de reflekterade (röda) strålarna i P_x :s pupillplan.
- Rödsuggat område i P_x :s pupill: verklig reflex som kommer ut ur P_x :s pupill och passerar titthålet, så att optikern kan se den. Den verkliga reflexens läge och utbredning i pupillen är den del av den möjliga reflexen som finns inuti pupillen.



Reflexens rörelse:

I figuren ovan ser vi att den verkliga reflexen endast kommer att synas i nederdelen av P_x :s pupill. Eftersom retinoskopet i figuren är vridet uppåt innebär detta att reflexen har gått åt andra hållet d.v.s. vi har fått en motrörelse. Ju mer vi vinklar retinoskopet desto mer närar sig reflexen och till slut kommer den inte längre att synas i P_x :s pupill.

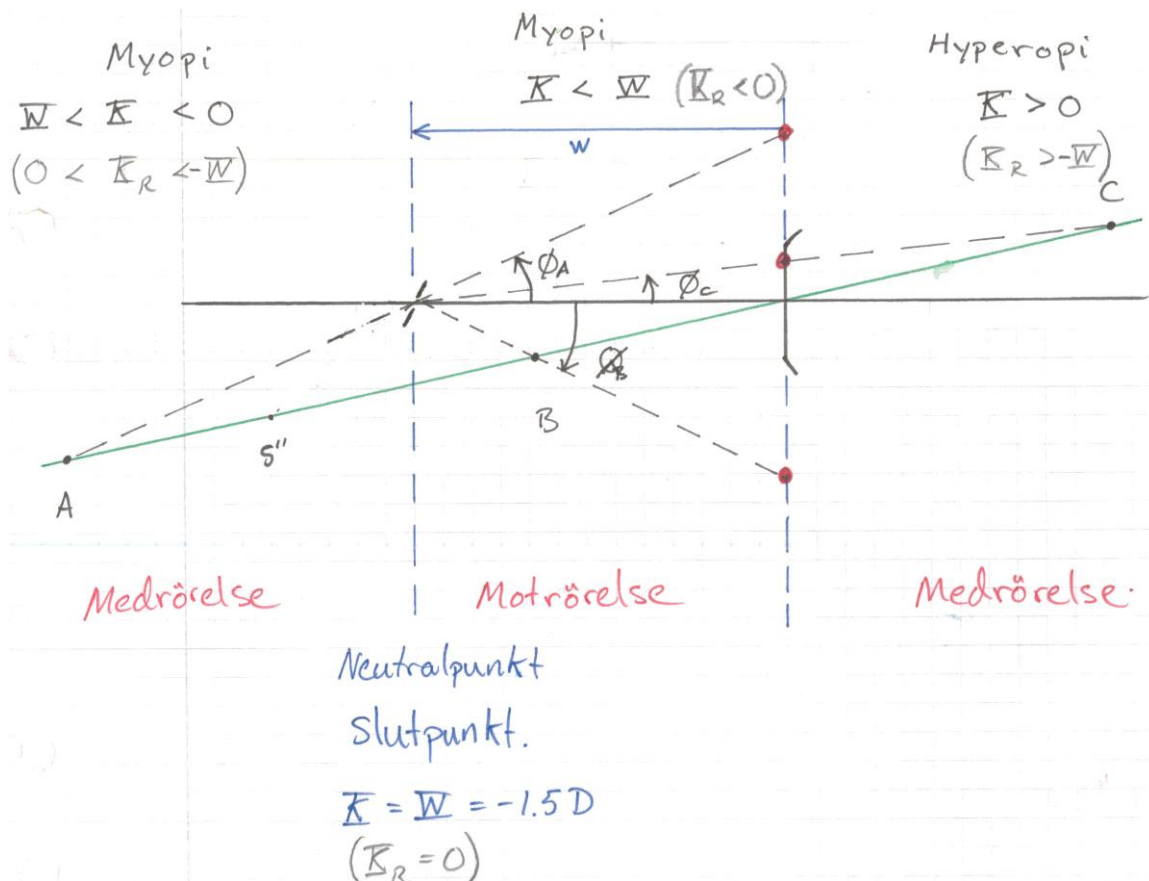
För en hyperop P_x där M_R ligger bakom ögat kommer reflexen istället att komma ut ur den övre delen av P_x :s pupill, d.v.s. en medrörelse.

Denna typ av ritning är tillräcklig för att bedöma reflexens riktning (och även dess hastighet och bredd som vi snart ska titta på) så länge som alla avstånd mellan S'' , titthål, M_R och P_x :s öga är skalensamma. Däremot kan man med fördel rita pupillen större för att den verkliga reflexen ska synas ordentligt.

För retinoskop med planspegel effekt gäller att (fall A och C möts i oändligheten):

- A: Svag myopi, M_R bakom retinoskopets titthål – ger medrörelse (ge mer plus)
- B: Myopi, M_R framför retinoskopets titthål – ger motrörelse (ge mer minus)
- C: Hyperopi, M_R bakom Px:s öga – ger medrörelse (ge mer plus)

Detta är illustrerat i figuren nedan (se även fig 17.12 i CVO). Punkterna A, B, C i figuren motsvarar mitten av bilden av den belysta fläcken i M_R (Q') och den gröna strålen går från bilden av lampan till mitten av Px:s pupill. De streckade linjerna motsvarar den röda mittstrålen för det reflekterade ljuset i de tre fallen och visar var i pupillen reflexen kommer att synas.



Om man istället har ställt in retinoskopet på konkavspegel effekt kommer man få motrörelse för fall A och C, och medrörelse för fall B, eftersom bilden av lampan då ligger mellan titthålet och Px:s pupill. Om vi skulle behålla samma vinkel på retinoskopet i figuren ovan skulle s'' i så fall flytta ifrån att ha varit under och bakom titthålet till att hamna ovanför och framför titthålet.

Provlinsor, neutralpunkt och retinoskopi-lins:

Målet med retinoskoperingen är att placera provglas framför Px:s öga till dess att optikern inte längre ser någon riktning på reflexens rörelse; det bara blinkar till när retinoskopet sveps över ögat. Detta är den s.k. neutralpunkten och innebär att Px:s M_{RM} (fjärrpunkt med glas på) ligger i titthålet. Med andra ord kommer Px:s med detta provglas att vara lite myop, -1,5 D ifall ett arbetsavstånd på 2/3 m används. Detta korrigeras genom att lägga på -1,5 D (eller ta bort +1,5 D) efter att retinoskoperingen är klar.

Alternativt kan en retinoskopilins på +1,50 D läggas i provbågen innan retinoskoperingen börjar. I figuren ovan användas K_R för att beskriva detta fall. I så fall motsvarar neutralpunkten rätt avståndskorrektion (emmetropi), fall B är myopi med motrörelse och fall A och C är båda hyperopi med medrörelse.

Den möjliga reflexens hastighet:

Vi uttrycker reflexens hastighet som hur mycket reflexen rör sig (ϕ) jämfört med hur mycket retinoskopet har vridits (θ):

$$\frac{\phi}{\theta} = \frac{(W-X)}{(W-K)} \quad \text{ekv. 17.4 i CVO}$$

OBS! Om det sitter provglas framför ögat betecknar K det kvarstående brytningsfelet.

Nära neutralpunkten när K närmar sig W blir hastigheten på reflexen mycket stor

Exempel:

$$\frac{\phi}{\theta} = +1 \quad \text{reflexen rör sig lika snabbt och åt samma håll som retinoskopet (medrörelse)}$$

$$\frac{\phi}{\theta} = -0,5 \quad \text{reflexen rör sig hälften så snabbt och åt motsatt håll som retinoskopet (motrörelse)}$$

Härledning (med beteckningar enligt figuren nedan, se även fig. 17.15 i CVO):

$$\phi = -\frac{h_2}{(w-k)} \quad \text{vinkel i radianer (negativ i figuren)}$$

$$\theta = \frac{h_1}{(x-w)} \quad u = \frac{h_1}{x} = \frac{h_2}{k} \quad \text{vinklar i radianer (positiva i figuren)}$$

Ametropi-faktor: Hastighetens beroende av ametropi (brytningsfel)

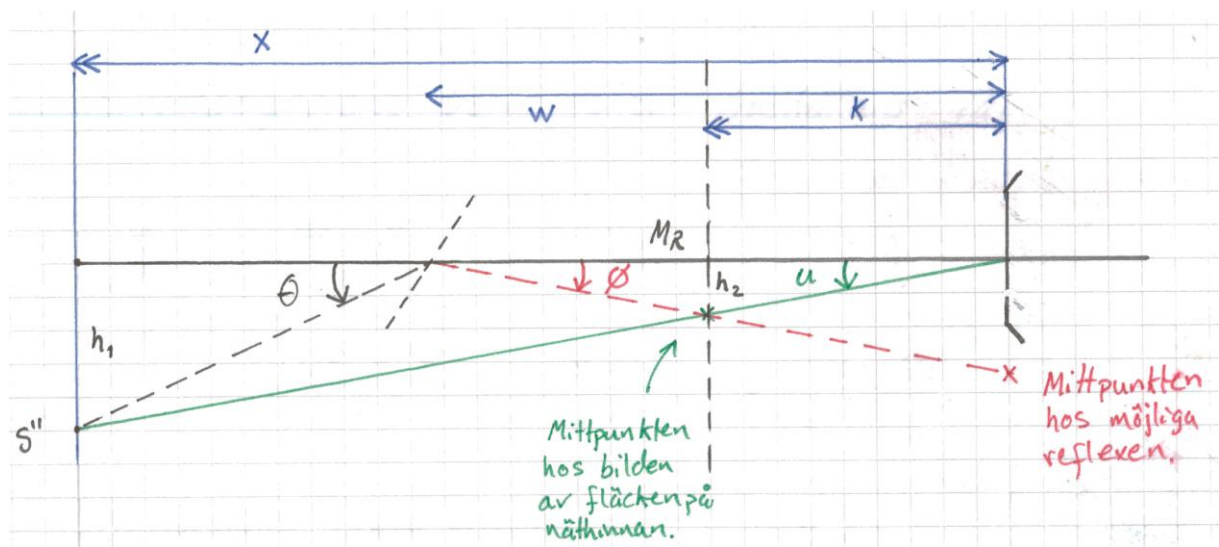
$$\frac{\phi}{u} = -\frac{h_2}{(w-k)} \cdot \frac{k}{h_2} = -\frac{k}{(w-k)} = \frac{k}{(k-w)} = \frac{W}{(W-K)}$$

Retinoskopi-faktor: Hastighetens beroende av ljuskällans läge

$$\frac{u}{\theta} = \frac{h_1}{x} \cdot \frac{(x-w)}{h_1} = \frac{(x-w)}{x} = \frac{(W-X)}{W}$$

Positiv för planspegel effekt, negativ för konkavspegel effekt

$$\text{Hastighet: } \frac{\phi}{\theta} = \frac{\phi}{u} \cdot \frac{u}{\theta} = \frac{W}{(W-K)} \cdot \frac{(W-X)}{W} = \frac{(W-X)}{(W-K)}$$



Möjliga reflexens bredd:

Vi uttrycker reflexens bredd som bredden på den möjliga reflexen (q) jämfört med pupilldiameter (g):

$$\frac{q}{g} = \frac{(K-X)}{(K-W)} \quad \text{ekv. 17.10 i CVO}$$

OBS! Om det sitter provglas framför ögat betecknar K det kvarstående brytningsfelet.

Nära neutralpunkten när K närmar sig W blir reflexen mycket bred

Exempel:

$$\frac{q}{g} = 1 \quad \text{möjlig reflex är lika stor som pupillen}$$

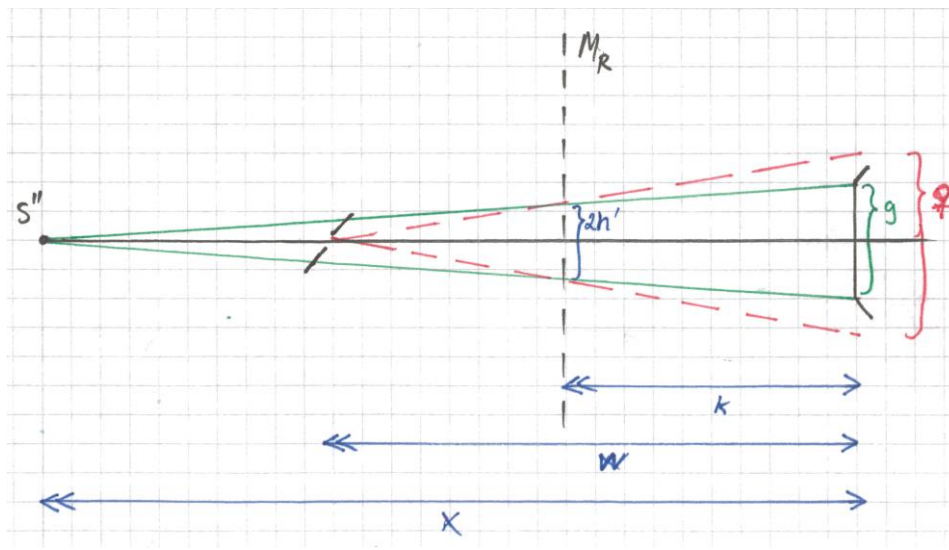
$$\frac{q}{g} = 2 \quad \text{möjlig reflex är dubbelt så bred som pupillen, men den verkliga reflexen kan aldrig bli större än pupillen.}$$

Härledning (med beteckningar enligt figuren nedan, se även fig. 17.27 i CVO):

$$\frac{q}{2h'} = \frac{w}{(w-k)} \quad \text{röda likformiga trianglar}$$

$$\frac{2h'}{g} = \frac{(x-k)}{x} \quad \text{gröna likformiga trianglar}$$

$$\frac{q}{g} = \frac{q}{2h'} \cdot \frac{2h'}{g} = \frac{w}{(w-k)} \cdot \frac{(x-k)}{x} = \frac{K}{(K-W)} \cdot \frac{(K-X)}{K} = \frac{(K-X)}{(K-W)}$$



Reflexens rörelse vid astigmatism:

När man sveper ljusspalten över ett astigmatiskt öga kommer reflexens hastighet (och även dess bredd) vara olika längs med ögats två huvudsnitt. Oftast försöker man att svepa längs med huvudsnitten ett i taget för att hitta brytningsfelet i varje huvudsnitt för sig. Exemplet nedan är taget ur CVO (fig 17.29) och visar hur reflexen ser ut om man inte sveper längs med ett huvudsnitt.

Exempel: $-1,75 / -0,25 \times 50$, retinoskopet sveps vertikalt nedåt, $W=-1,50$ D och $X=-1,00$ D.

Titta på varje huvudsnitt för sig med brytningsfelen: $K_{HS140}=-2,00$ D och $K_{HS50}=-1,75$ D.

Hastigheten på reflexen: $\frac{\theta}{\theta} = \frac{(W-X)}{(W-K)}$

$$\text{I HS140: } \frac{\theta}{\theta} = \frac{(-1,50 \text{ D} - (-1,00 \text{ D}))}{(-1,50 \text{ D} - (-2,00 \text{ D}))} = -1 \quad \text{I HS50: } \frac{\theta}{\theta} = \frac{(-1,50 \text{ D} - (-1,00 \text{ D}))}{(-1,50 \text{ D} - (-1,75 \text{ D}))} = -2$$

Figur 17.29 i CVO är kopierad nedan och följande har gjorts för att rita ut reflexen:

- Punkten O i mitten betecknar pupillens centrum. Den infallande ljusspalt ritas som en grön horisontell linje (motsvarande mitten av ljusspalten) och eftersom den sveps nedåt ritas den en bit under pupillens centrum.
- Mät i figuren hur långt ljusspalten har rört sig från pupillens centrum längs med HS140 = 30 mm (O till C). Eftersom hastigheten här är -1 så har reflexen också rört sig 30 mm ifrån pupillens centrum, men åt andra hållet (motrörelse, O till C').
- Mät i figuren hur långt ljusspalten har rört sig från pupillens centrum längs med HS50 = 26 mm (O till D). Eftersom hastigheten här är -2 så har reflexen rört sig dubbelt så långt 52 mm ifrån pupillens centrum, men åt andra hållet (motrörelse, O till D').
- Reflexen ut ur pupillen kan nu ritas som ett rött streck (C' till D' , motsvarande mitten av den möjliga reflexen) som har rör sig snett uppåt.

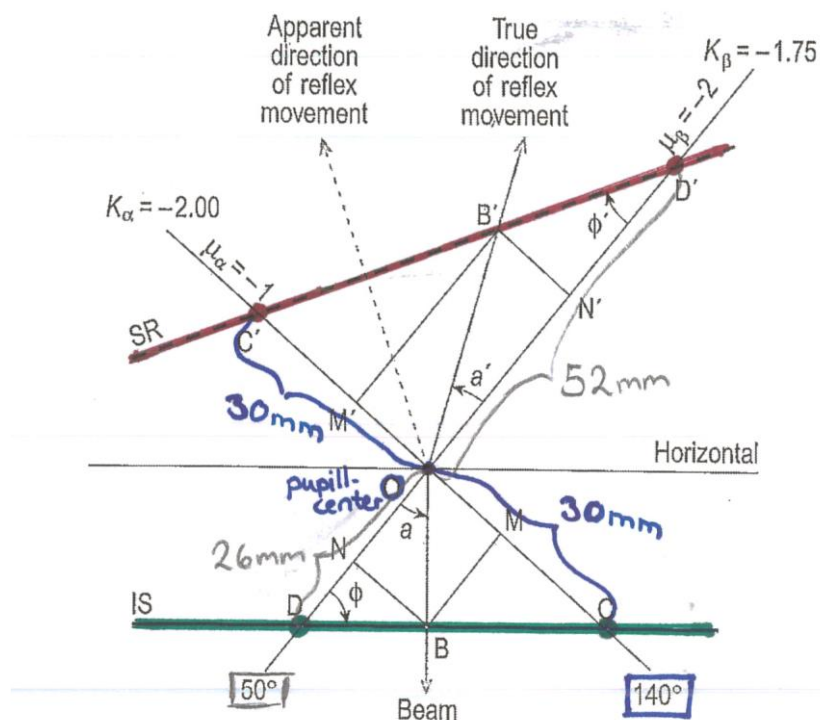


Figure 17.29 Derivation of orientation and true and apparent directions of movement of the reflex in streak retinoscopy. IS, illuminating streak; SR, streak reflex.