

# Astygmatyzm

### Co to jest konoida Sturma?

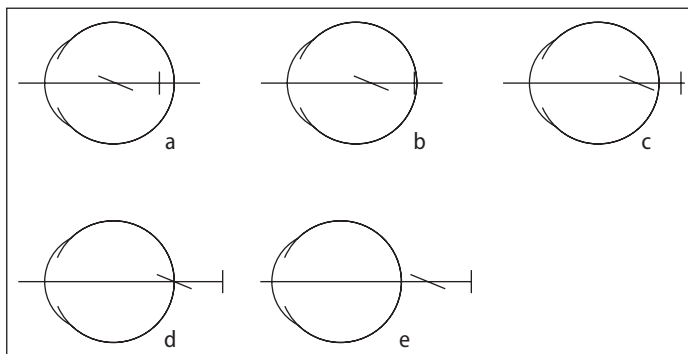
Konoida Sturma to trójwymiarowa obwiednia wiązki promieni utworzonej przez astygmatyczną soczewkę przekształcającą wiązkę promieni wychodzących z przedmiotu punktowego. Konoida Sturma zawiera obwód soczewki, dwie linie ogniskowe i krążek najmniejszego rozmycia. Oko astygmatyczne (czyli „niepunktowe”, od gr. *stigma*, *stigmatos* kropka, znak) nie ma punktu dali wzrokowej, tylko dwie linie dali.

### Co to jest krążek najmniejszego rozmycia?

Kiedy światło przechodzi przez soczewkę sferyczno-cylindryczną (astygmatyczną), nie jest skupiane w jednym punkcie, ale w dwóch kolejnych liniach ogniskowych. Każda z tych linii ogniskowych jest tworzona przez przekrój soczewki w południku prostopadłym do linii ogniskowej. Średnia moc optyczna soczewki, zwana ekwiwalentem sferycznym soczewki, jest związana z płaszczyzną leżącą w połowie (NIE odległości, ale mocy) między dwoma liniami ogniskowymi. W tej płaszczyźnie plamka świetlna jest jednakowo rozmyta na wszystkich południkach. Teoretycznie w tym punkcie najłatwiej jest pacjentowi rozpoznać litery, bo nieostrość jest równa na wszystkich południkach. To miejsce nazywa się *krążkiem najmniejszego rozmycia* i ma kształt okręgu, ponieważ jest wyznaczane przez okrągły otwór źrenicy.

### Jakie typy ametropii pokazano na rycinie 8.1?

**Rycina 8.1.** Nazwij różne typy ametropii



Poszczególne rysunki przedstawiają *linie ogniskowe* oka: a. astygmatyzm złożony krótkowzroczny, b. astygmatyzm prosty krótkowzroczny, c. mieszany, d. astygmatyzm prosty nadwzroczny i e. astygmatyzm złożony nadwzroczny.

### Co to jest astygmatyzm prosty (ang. *with-the-rule*, WTR)?

Astygmatyzm prosty (WTR) koryguje się dodatnią soczewką cylindryczną w osi  $90^\circ$  lub ujemną soczewką cylindryczną w osi  $180^\circ$  (tzn. południk pionowy jest bardziej zakrzywiony). Oś nie musi mieć *dokładnie*  $90^\circ$  lub  $180^\circ$ ; dopuszczalne jest odchylenie ok.  $20^\circ$  w obie strony. Po przekroczeniu tych wartości granicznych astygmatyzm kwalifikuje się jako skośny. Konwencje astygmatyzmu prostego i odwrotnego umożliwiają zwolennikom dodatnich i ujemnych soczewek cylindrycznych łatwe przejście z plusów na minusy i odwrotnie bez przeliczania.

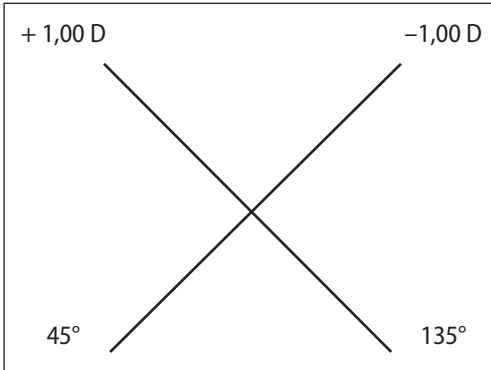
U dzieci występuje z reguły astygmatyzm prosty. Może to być spowodowane elastycznością powiek u dzieci lub giętkością rogówki. Ciasne powieki wywierają nacisk na górną i dolną część rogówki i zwiększają krzywiznę jej południka pionowego. U osób dorosłych, ponieważ ich powieki są rozciągnięte i zwiotczałe, istnieje tendencja do astygmatyzmu odwrotnego... przynajmniej dopóki chirurg nie założy w pozycji na godzinie 12 zbyt ciasnego szwu i nie zmieni astygmatyzmu z powrotem na prosty!

### Podczas określania refrakcji metodą subiektywną zwiększasz soczewkę cylindryczną o 0,50 D. O ile musisz zmienić ekwiwalent sferyczny i w jakim kierunku? Dlaczego? Odpowiedz, biorąc pod uwagę cylindry dodatnie i ujemne.

Ekwiwalent sferyczny należy zmienić o 0,25 D w kierunku przeciwnym, aby zachować krążek najmniejszego rozmycia na siatkówce. Jeśli badasz refrakcję przy dodatniej soczewce cylindrycznej i zwiększysz jej moc o +0,50 D, zmień ekwiwalent sferyczny o -0,25 D. Podobnie jeśli badasz refrakcję przy ujemnej soczewce cylindrycznej i zwiększasz jej moc o -0,50 D, zmień ekwiwalent sferyczny o +0,25 D.

### Jaki jest ekwiwalent sferyczny dla $-1,00/+2,00 \times 045$ ?

Zero. Do ekwiwalentu sferycznego dodaj połowę mocy soczewki cylindrycznej. Pamiętaj o pilnowaniu plusów i minusów. Tak się składa, że jest to opis cylindra skrzyżowanego Jacksona  $\pm 1$  D (zobacz rycina 8.2) (zauważ, że *nie jest* to cylinder skrzyżowany Jacksona  $\pm 2$  D).



**Rycina 8.2.** Cylinder skrzyżowany Jacksona  $\pm 1$  D.

$$R_p = -1,00 + 2,00 \times 045.$$

Zobacz wartości osi poniżej

### Wypisz receptę na cylinder skrzyżowany Jacksona $\pm 0,50$ D w notacji cylindrów ujemnych i dodatnich.

$$+0,50/-1,00 \times 090 \text{ (cylinder minus)}$$

$$0,50/+1,00 \times 180 \text{ (cylinder plus)}$$

Zauważ, że oś jest określona losowo (zależy od tego, jak trzyma się cylinder); jeśli oś ujemnego cylindra jest oddalona o  $90^\circ$  od cylindra dodatniego, masz prawidłową odpowiedź.

### Dlaczego dostępne są cylindry Jacksona o różnych mocach?

Pacjentom o gorszej ostrości wzroku trzeba pokazywać większą różnicę do porównywania podczas subiektywnego korygowania osi i mocy cylindrów. Z reguły używa się cylindra  $\pm 0,12$  D dla pacjentów z ostrością widzenia od  $5/3$  do  $5/5$ , cylindra  $\pm 0,25$  D dla pacjentów z ostrością od  $5/6$  do  $5/8$  (takie rozwiązanie jest wbudowane w typowy foropter), cylindra  $\pm 0,50$  D dla pacjentów z ostrością od  $5/10$  do  $5/16$  i cylindra  $\pm 1,00$  D dla pacjentów z ostrością od  $5/25$  do  $5/50$ .

### Jaka będzie notacja sferyczno-cylindryczna, plus i minus, dla kombinacji następujących 2 soczewek cylindrycznych (zauważ, że jest to notacja osiowa):

**Soczewka nr 1:  $+3,00 \times 170$**

**Soczewka nr 2:  $-5,25 \times 080$**

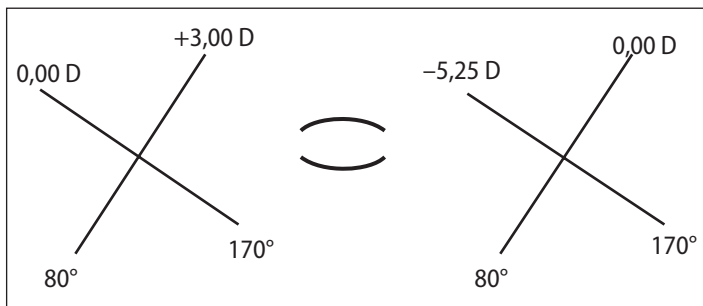
$$+3,00/-8,25 \times 080 \text{ lub } -5,25/+8,25 \times 170$$

Takie zadanie można rozwiązać na kilka różnych sposobów. Jeden może wydawać ci się bardziej sensowny niż pozostałe w zależności od tego, w jakim stylu lubisz rozwiązywać zadania. Poniżej przedstawiono trzy podejścia.

- Metoda 1

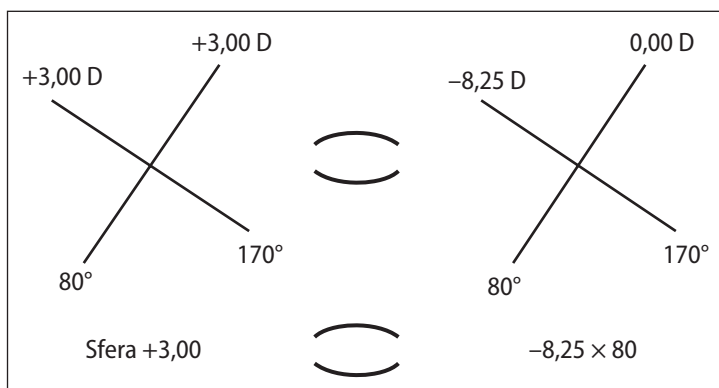
1. Narysuj 2 soczewki w postaci krzyża mocy (rycina 8.3).

**Rycina 8.3.** Dwie soczewki narysowane w postaci kombinacji dwóch krzyży mocy. Dwa łuki oznaczają „w połączeniu z”



2. Dodaj +3,00 do poziomego ramienia z lewej. Aby uniknąć zmieniania połączonej mocy dwóch krzyży mocy, należy następnie odjąć +3,00 od poziomego ramienia na krzyżu z prawej strony (rycina 8.4).

**Rycina 8.4.** Konwersja krzyża mocy na notację sferyczno-cylindryczną jest uzupełniana przez dodanie do odpowiednich południków równych i przeciwnych mocy



3. Teraz należy po prostu skopiować dane na receptę bezpośrednio z krzyży mocy: +3,00/-8,25 × 80 (zwróć uwagę na oś).  
Gdybyśmy zaczęli od dodania -5,25 D do pionowego ramienia krzyża mocy z prawej strony, wynik też byłby poprawny (dla dodatniego cylindra). Musielibyśmy tylko pamiętać o odjęciu wartości -5,25 D od poziomego ramienia krzyża z lewej strony (+3,00 - (-5,25) = +8,25). Rp = -5,25/+8,25 × 170.
- Metoda 2  
Poniżej przedstawiono kolejną 3-etapową metodę, która wymaga więcej pracy pamięciowej, ale mniej myślenia.
    1. Wybierz 1 soczewkę i obierz ją arbitralnie jako sferyczną część soczewki sferyczno-cylindrycznej. Aby uzyskać ujemną notację cylindryczną, wybierz bardziej dodatnią lub mniej ujemną soczewkę minusową.
    2. Znajdź część cylindryczną, która stanowi różnicę mocy między obiema soczewkami.
    3. Znajdź oś cylindra korygującego.  
W powyższym zadaniu ustal soczewkę nr 1 jako sferę (sfera = +3,00). Teraz znajdź różnicę (soczewka nr 2 – soczewka nr 1 = -8,25 D). Oś soczewki nr 2 jest osią cylindra korygującego (80°). Uważaj, aby nie obrać niewłaściwych soczewek, bo otrzymasz nieodpowiedni znak przy mocy cylindra.

- Metoda 3

Dodawanie równych i przeciwnych (anulujących) cylindrów do mocy południków. To znaczy, że można dodać kombinację soczewek  $+3,00$  i  $-3,00$  D na tym samym południku do 2 soczewek powyżej, nie zmieniając ogólnej mocy całej kombinacji:

$$+3,00 \times 170 \text{ } \ominus \text{ } -5,25 \times 080$$

$$+3,00 \times 080 \text{ } \ominus \text{ } -3,00 \times 080$$

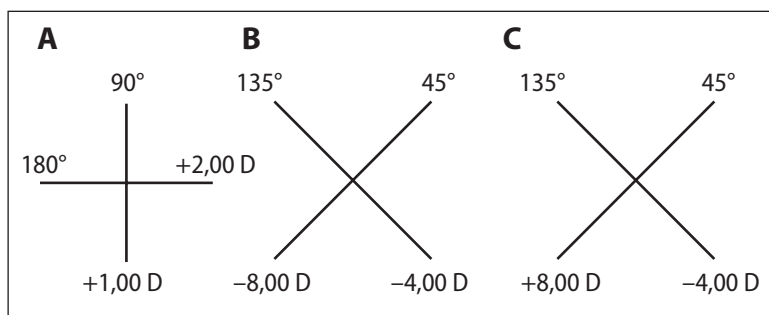
---


$$+3,00 \text{ sph } \text{ } \ominus \text{ } -8,25 \times 080$$

Wybierz metodę, która najbardziej ci odpowiada, a potem stosuj ją konsekwentnie.

Ważna jest praktyka. Aby skontrolować swoją pracę, narysuj krzyż mocy według powyższego przepisu. Powinien doprowadzić cię z powrotem do pierwotnej kombinacji 2 soczewek cylindrycznych.

**Przekształć krzyże mocy z ryciny 8.5 na korekcje okularowe. Podaj notacje zarówno dla cylindrów dodatnich, jak i ujemnych.**



**Rycina 8.5.** Przekształcanie krzyży mocy na korekcje okularowe

Pamiętaj, że soczewka cylindryczna umieszczona na danej *osi* zapewnia *moc* na południku oddalonym o  $90^\circ$  od tej osi. Niektórzy wolą posługiwać się wyłącznie krzyżami mocy, pamiętając o konieczności dodania lub odjęcia  $90^\circ$  przy wypisywaniu recepty na okulary na podstawie wyników z krzyża mocy. Inni uważają, że mniej prawdopodobne jest, że pomylą południki, jeśli przekształcą krzyż mocy na krzyż osi przed przeprowadzeniem jakichkolwiek obliczeń. Jeśli decydujesz się na używanie krzyża osi, **starannie to opisuj!** W przypadku tego zestawu zadań będziemy korzystać bezpośrednio z krzyża mocy.

A. Postać cylindra dodatniego:  $+1,00/+1,00 \times 90$

Postać cylindra ujemnego:  $+2,00/-1,00 \times 180$

Podejście do tego zadania jest podobne do zastosowanego w poprzednim. Użyj dowolnej z 3 opisanych metod. Albo zastosuj zmodyfikowaną wersję drugiego podejścia: w przypadku notacji cylindra dodatniego zacznij od południka, który ma moc najmniej dodatnią (lub najbardziej ujemną):  $+1,00$  D. Teraz sprawdź, ile dioptrii cylindra dodatniego trzeba dodać, aby uzyskać tę moc dla drugiego południka ( $+1,00$  D). Która oś określa południk wymagający tej dodatkowej mocy ( $90^\circ$ )? Zatem otrzymasz korekcję okularową  $+1,00/+1,00 \times 90$ .

Aby sprawdzić wynik, przekształć krzyż mocy bezpośrednio na postać cylindra ujemnego, a następnie porównaj z postacią cylindra dodatniego i sprawdź, czy się zgadzają. Ewentualnie przekształć z powrotem wyniki na krzyż mocy i sprawdź, czy uzyskasz wartości wyjściowe.

- B. Cylinder dodatni:  $-8,00/+4,00 \times 45$   
 Cylinder ujemny:  $-4,00/-4,00 \times 135$

(Najmniej plusa [najwięcej minusa]:  $-8,00$  D. Dodana moc:  $+4,00$  D. Oś dodanej mocy: 45. LUB

Najwięcej plusa [najmniej minusa]:  $-4,00$  D. Dodana moc:  $-4,00$  D. Oś dodanej mocy: 135)

- C. Cylinder dodatni:  $-4,00/+12,00 \times 135$   
 Cylinder ujemny:  $+8,00/-12,00 \times 45$

Zauważ, że żeby przejść z  $-4,00$  D do  $+8,00$  D, potrzebna jest soczewka cylindryczna 12 D.

**Dla każdej z poprzednich soczewek oblicz ekwiwalent sferyczny. Jak daleko znajdują się 2 ogniska liniowe i krążek najmniejszego rozmycia od soczewki przy założeniu, że przedmiot punktowy pojawia się w nieskończoności?**

- |  |  |
|--|--|
| A. Ekwiwalent sferyczny $+1,50$ D<br>Linia ogniskowa mocy przy osi 180: $+1$ m     | Krążek najmniejszego rozmycia: $+0,67$ m<br>Linia ogniskowa mocy przy osi 90: $+0,5$ m   |
| B. Ekwiwalent sferyczny $-6,00$ D<br>Linia ogniskowa mocy przy osi 135: $-0,125$ m | Krążek najmniejszego rozmycia: $-0,167$ m<br>Linia ogniskowa mocy przy osi 45: $-0,25$ m |
| C. Ekwiwalent sferyczny $+2,00$ D<br>Linia ogniskowa mocy przy osi 135: $+0,125$ m | Krążek najmniejszego rozmycia: $+0,5$ m<br>Linia ogniskowa mocy przy osi 45: $-0,25$ m   |

Dla części A ekwiwalent sferyczny = (sfera) +  $(1/2) \times$  (cylinder) =  $(+1,00) + (1/2) \times (+1,00) = +1,50$ . Krążek najmniejszego rozmycia wyznacza płaszczyznę ogniskową ekwiwalentu sferycznego  $(1/+1,50) = +0,67$  m. Znak plus oznacza, że leży ona z prawej strony soczewki. Linia ogniskowa na południku  $180^\circ$  jest tworzona przez zdolność skupiającą działającą  $90^\circ$  dalej, na południku  $90^\circ$ . Ponieważ na południku  $90^\circ$  działa moc  $+1,00$  D, linia ogniskowa na południku  $180^\circ$  zostanie utworzona w odległości 1 m z prawej strony soczewki. Podobnie linia ogniskowa na południku  $90^\circ$  znajduje się w odległości  $(1/2) = 0,5$  m.

Dla części B linia ogniskowa i krążek najmniejszego rozmycia znajdują się z lewej strony soczewki. Dla części C linie ogniskowe znajdują się po obu stronach soczewki.

**Przeprowadź transpozycję następujących recept na notację cylindra dodatniego lub ujemnego. Oblicz ekwiwalent sferyczny i narysuj krzyż mocy. Określ typ astygmatyzmu. Czy jest to astygmatyzm prosty, odwrotny czy skośny?**