BrienHoldenVisionInstitute

LOẠN THỊ

TÁC GIẢ

GS. Earl L. Smith III: Đại học Houston

THẨM ĐỊNH

GS. Emeritus Barry L. Cole: Đại học Melbourne

GIỚI THIỆU VÀ ĐẠI CƯƠNG

Chương này bao gồm những nội dung:

- Phân loại loạn thị
- Các mô hình mắt giản đồ của loạn thị
- Sự tạo thành ảnh ở mắt loạn thị không được chỉnh kính
- Thị giác ở mắt loạn thị không được chỉnh kính
- Ảnh hưởng của kính chỉnh đối với kích thước ảnh võng mạc
- Điều tiết mắt ở mắt loạn thị không được chỉnh kính

Loạn thị là một tật khúc xạ xảy ra khi các tia từ một nguồn điểm ở xa không được hội tụ vào một điểm đơn bởi quang hệ của mắt (tức là khi mắt không tạo thành một ảnh điểm của một vật điểm ở xa). Thay vào đó, ảnh của một vật điểm gồm có 2 tiêu tuyến vuông góc, cách nhau một khoảng đã định. Loạn thị là tật khúc xạ thường gặp nhất ở người. Hầu như tất cả các mắt (khoảng 90%) đều có một độ loạn thị đo được, nhưng may mắn là độ loạn thị này tương đối nhỏ ở hầu hết mọi người.

Nguyên nhân thường gặp nhất của loạn thị là do mặt khúc xạ loạn thị. Thí dụ, mặt trước giác mạc thường không có hình cầu (tức là công suất của giác mạc không bằng nhau ở tất cả các kinh tuyến). Mặt sau giác mạc, cũng như các mặt của thể thủy tinh, cũng có thể loạn thị. Tuy nhiên, ngay cả khi các mặt giác mạc và thể thủy tinh có hình cầu thì sự lệch tâm hoặc nghiêng của thể thủy tinh so với trục quang học của giác mạc cũng gây ra “loạn thị chéo” và góp phần vào loạn thị chung của mắt.

PHÂN LOẠI LOẠN THỊ

Phân loại loạn thị của mắt không điều tiết thường dựa vào vị trí so với võng mạc của 2 tiêu tuyến được tạo thành của một nguồn điểm ở xa và dựa vào vị trí của các kinh tuyến chính, tức là kinh tuyến công suất khúc xạ thấp nhất và kinh tuyến công suất khúc xạ cao nhất. Nếu kinh tuyến công suất cao nhất ở gần hướng dọc (trong khoảng +/− 30 độ) thì gọi là loạn thị "thuận". Nếu kinh tuyến công suất cao nhất ở gần hướng ngang (trong khoảng +/− 30 độ) thì gọi là loạn thị "ngược". Thuật ngữ "loạn thị chéo" được dùng to mô tả tình trạng mà các kinh tuyến chính ở trong khoảng 15 độ của trục 45 độ hoặc trục 135 độ.

Hình 7.1 bên dưới minh họa phân loại các tật khúc xạ loạn thị theo vị trí của các tiêu tuyến (tức là ảnh của một nguồn điểm ở xa) so với võng mạc.

7.1a là **loạn cận kép**: thuật ngữ "kép" cho biết là cả 2 tiêu tuyến đều nằm ở cùng một phía của võng mạc. Trường hợp đặc biệt này (cả 2 tiêu tuyến đều nằm trong dịch kính) cho thấy là cả 2 kinh tuyến chính đều cận thị.

7.1b là **loạn cận đơn**: một kinh tuyến chính thị, tức là một tiêu tuyến được tạo thành trên võng mạc.

7.1c là **loạn thị hỗn hợp:** một kinh tuyến cận thị và tiêu tuyến của nó nằm trước võng mạc, kinh tuyến kia viễn thị và tiêu tuyến của nó nằm sau võng mạc.

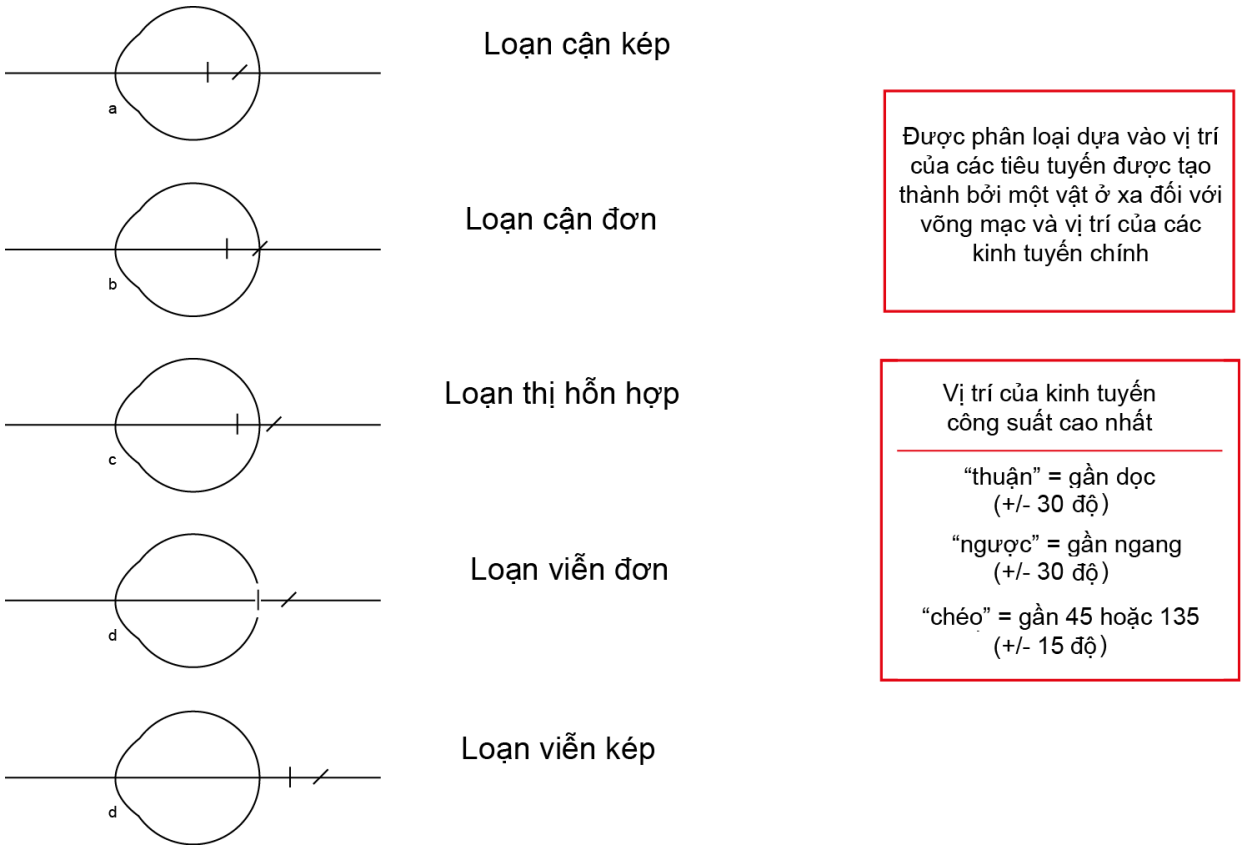
7.1d là **loạn viễn đơn**: một tiêu tuyến được tạo thành ở trên võng mạc còn tiêu tuyến kia ở sau võng mạc.

7.1e là **loạn viễn kép** trong đó cả 2 kinh tuyến đều viễn thị và các tiêu tuyến tương ứng được tạo thành sau võng mạc.

Ở các phần dưới đây, chúng ta sẽ xem xét 3 khía cạnh quang học của những mắt loạn thị:

1) Sự tạo ảnh trong điều kiện không chỉnh kính,
2) Ảnh hưởng của kính gọng và kính tiếp xúc đối với kích thước và hình dạng của ảnh võng mạc, và
3) Yêu cầu điều tiết mắt ở những mắt loạn thị có chỉnh kính.

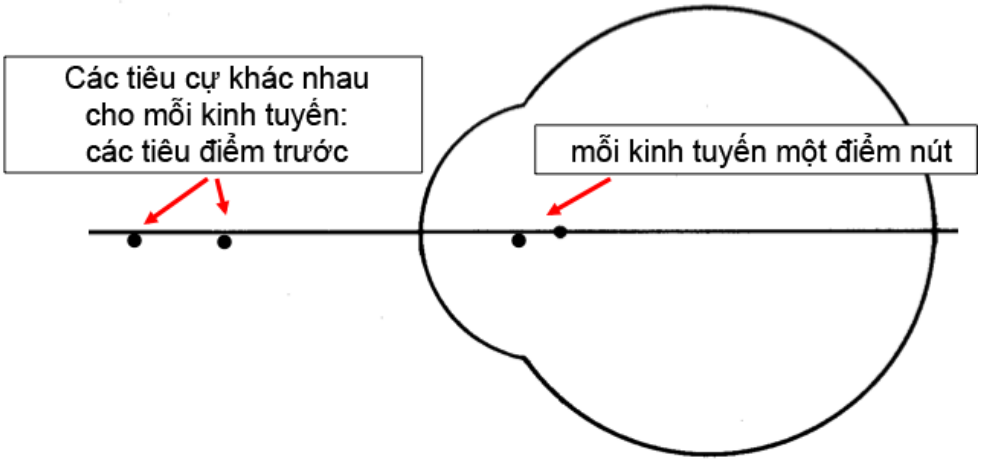
Cũng như ở các tật khúc xạ cầu, nhiều vấn đề trong số này được nghiên cứu tốt nhất bằng mắt giản đồ rút gọn.



Hình 7.1: *Phân loại loạn thị. (Hình của H. Obstfeld, Optics in Vision. Butterworth, London, 1982)*

CÁC MÔ HÌNH MẮT GIẢN ĐỒ CỦA LOẠN THỊ

Loạn thị là bất chính thị do khúc xạ. Do các mô hình mắt rút gọn có một mặt khúc xạ đơn tương đương nên mắt loạn thị được mô hình hóa bằng cách sử dụng mắt rút gọn có một mặt khúc xạ loạn thị. Do mỗi kinh tuyến chính có tật khúc xạ riêng nên mỗi kinh tuyến chính cũng sẽ có viễn điểm, các tiêu điểm, và điểm nút của nó. Các mặt phẳng chính của các kinh tuyến chính sẽ trùng với đỉnh của mặt khúc xạ tương đương. Tất nhiên là chỉ có một độ dài trục nhãn cầu, tuy nhiên những người loạn thị cũng có thể có một tật khúc xạ cầu do khúc xạ. Nói một cách khác, khoảng cách giữa mặt phẳng chính của mắt loạn thị không phải bao giờ cũng bằng khoảng cách của một người tật khúc xạ cầu do khúc xạ (tức là 22.22 mm). Xem Hình 7.2.



Hình 7.2: *Ở loạn thị, mỗi kinh tuyến sẽ có một tiêu điểm trước và điểm nút khác*

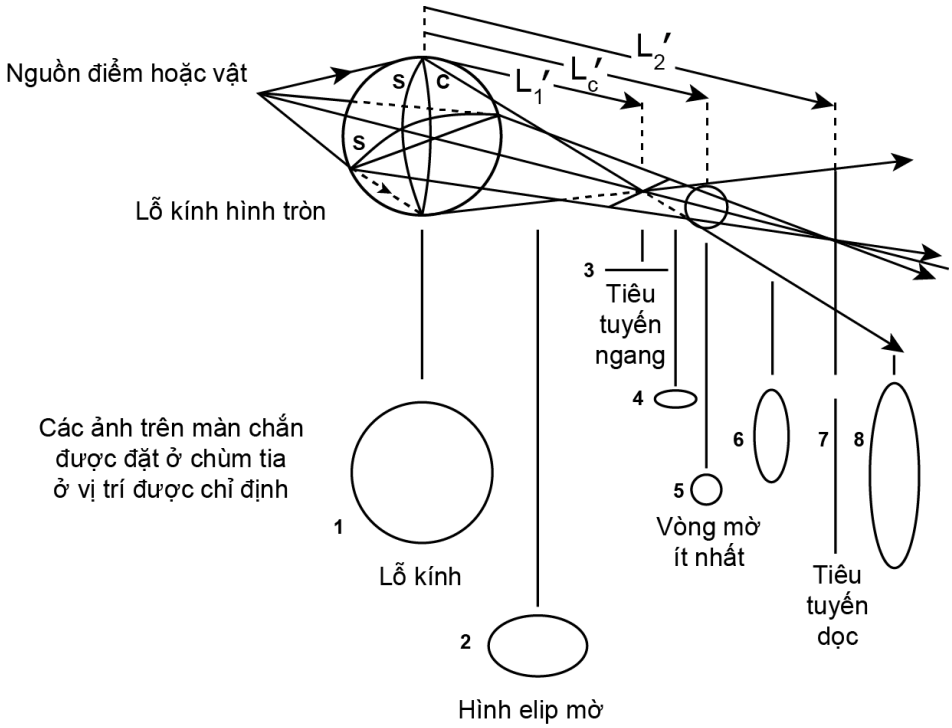
SỰ TẠO THÀNH ẢNH Ở MẮT LOẠN THỊ KHÔNG ĐƯỢC CHỈNH KÍNH

Thị lực của những người loạn thị không được chỉnh kính bị ảnh hưởng bởi loại loạn thị và các đặc tính không gian của các chữ thử được dùng để đo thị lực. Những ảnh hưởng của loạn thị đối với ảnh võng mạc (do đó hiệu năng thị giác) có thể được đánh giá bằng cách xem xét ảnh hưởng của tật khúc xạ này đối với hình dạng ảnh võng mạc của một nguồn điểm ở xa và với hình dạng ảnh võng mạc của một vật mở rộng. Các phép tính cần thiết hầu như giống với các phép tính ở Chương 4 cho tật khúc xạ cầu, tuy nhiên đối với loạn thị thì cần tính cho cả 2 kinh tuyến chính. Về bản chất, nó cũng tương tự tính kích thước ảnh của 2 mắt khác nhau trong đó mỗi mắt đại diện cho một kinh tuyến chính.

Giả định một bệnh nhân có loạn cận kép thuận và có khúc xạ mắt là -5.00/ -5.00 X 180. Cũng giả định là tật khúc xạ của bệnh nhân này hoàn toàn là do khúc xạ (tức là khoảng cách giữa mặt phẳng chính và võng mạc là 22.22 mm) và đồng tử của bệnh nhân có đường kính 10 mm (và như là các tật khúc xạ cầu ở mặt phẳng chính).

VẬT ĐIỂM

Có thể tính được kích thước ảnh võng mạc của một nguồn điểm ở xa bằng cách xét vị trí của các tiêu tuyến so với võng mạc. Hình 7.3 minh họa chùm tia loạn thị được tạo thành bằng cách đặt các mặt cắt chồng lên 2 kinh tuyến chính. Như minh họa ở các hình nhỏ của Hình 7.3, khúc xạ mắt ở kinh tuyến ngang là -5.00 D và ở kinh tuyến dọc -10.00 D. Do đó, tổng công suất khúc xạ của kinh tuyến dọc của mắt sẽ là +70 D (tức là cao hơn 10 D so với mắt chính thị) trong khi công suất khúc xạ của kinh tuyến ngang sẽ là +65 D. Các tia sáng từ vật ở xa đi tới kinh tuyến dọc sẽ hội tụ (sau khi khúc xạ) để tạo thành một tiêu tuyến ngang ở điểm 3 và sau đó phân kì theo chiều dọc khi các tia này đến võng mạc. Các tia ở kinh tuyến ngang của mắt này sẽ hội tụ để tạo thành một tiêu tuyến dọc. Do kinh tuyến ngang cận thị ít hơn kinh tuyến dọc nên tiêu tuyến dọc sẽ được tạo thành ở một khoảng cách xa hơn so với mặt khúc xạ tương đương và đồng thời gần võng mạc hơn. Sau khi tạo thành tiêu tuyến dọc ở điểm 7, ánh sáng bị khúc xạ bởi kinh tuyến ngang sẽ phân kì về phía võng mạc ở kinh tuyến ngang sau điểm 7.



Hình 7.3: *Chùm tia loạn thị của một hệ thống có một lỗ tròn*

Chiều ngang và chiều dọc của ảnh võng mạc được vẽ bởi các tia đi vào quang hệ ở bờ đồng tử (như được miêu tả bằng các tia trong hình 7.3). Sau khi tạo thành tiêu tuyến ngang ở điểm 3, các tia sáng bị khúc xạ bởi kinh tuyến dọc sẽ phân kì hơn so với các tia bị khúc xạ bởi kinh tuyến ngang (hội tụ ở điểm 7) trước khi giao cắt võng mạc. Vì đồng tử (là một khẩu độ chắn của mắt) có hình tròn nên mặt cắt của chùm tia khúc xạ ở mặt võng mạc trong trường hợp này sẽ có hình ellip với trục dài theo hướng dọc. Tuy nhiên, cần thấy rằng mặt cắt của chùm tia khúc xạ sẽ thay đổi về kích thước và hình dạng theo khoảng cách đối với mặt khúc xạ tương đương. Thí dụ, nếu võng mạc được di chuyển về phía trước để nó nằm ở trước điểm 3 thì ảnh võng mạc lại có hình ellip, nhưng trong trường hợp này trục dài của hình ellip sẽ nằm ngang. Tất nhiên, nếu võng mạc ở điểm 3 hoặc điểm f_{ngang} thì chùm tia khúc xạ sẽ tạo thành một đường thẳng. Ảnh võng mạc sẽ là hình tròn nếu võng mạc nằm ở vòng mờ ít nhất, tức là trung điểm điốp giữa các tiêu điểm thứ hai của kinh tuyến ngang và kinh tuyến dọc.

Các kích thước vật lí của ảnh võng mạc hình ellip có thể được tính bằng một phép xấp xỉ hình học. Cần tính vị trí của tiêu tuyến cho mỗi kinh tuyến, sau đó các kích thước võng mạc tương ứng có thể được tính bằng các hệ thức của tam giác đồng dạng.

Đối với kinh tuyến dọc:

Độ tụ ánh sáng sau khúc xạ

$L'_{dọc} = L + F$
$L'_{dọc} = 0 + 70\ D = 70\ D$

Vị trí ảnh

$L'_{dọc} = n' / L'_{dọc}$
$L'_{dọc} = 1.333 / 70\ D$
$L'_{dọc} = 0.01905\ m$

tức là tiêu tuyến ngang được tạo thành cách mặt phẳng chính của mắt 19.05 mm và trước võng mạc 3.17 mm (22.22 mm - 19.05 mm).

Ở Hình 7.3, bạn có thể thấy rằng tam giác tạo thành bởi đồng tử như là đáy của nó và điểm 3 như là đỉnh của nó sẽ đồng dạng với tam giác tạo thành bởi kích thước dọc của ảnh võng mạc và điểm 3. Do đó, kích thước ảnh dọc ($h'_{dọc}$) có thể được tính bằng hệ thức sau, tức là các tỉ số giữa đáy và độ cao của các tam giác đồng dạng.

Kích thước ảnh dọc

$h'_{dọc}$ / 3.17 mm = kích thước đồng tử / 19.05 mm
$h'_{dọc}$ = (10 mm / 19.05 mm) (3.17 mm)
$h'_{dọc}$ = 1.66 mm

tức là chiều dọc hoặc trục dài của ảnh võng mạc là 1.66 mm.

Đối với kinh tuyến ngang:

Độ tụ ánh sáng sau khúc xạ

$L'_{ngang} = L + F_{ngang}$
$L'_{ngang} = 0 + 65\ D = +65D$

Vị trí ảnh

$l'_{ngang} = n' / L'_{ngang}$
$l'_{ngang} = 1.333 / 65\ D$
$l'_{ngang} = 0.02051\ m$

tức là tiêu tuyến dọc được tạo thành ở sau mặt khúc xạ tương đương của mắt 20.51 mm và ở trước võng mạc 1.71 mm.

Kích thước ảnh ngang

$h'_{ngang} / 1.71\ mm = 10\ mm / 20.51\ mm$
$h'_{ngang} = (10 \times 1.71\ mm) / 20.51\ mm$
$h'_{ngang} = 0.834\ mm$

Do đó, kích thước ngang của ảnh võng mạc là 0.834 mm, về cơ bản bằng nửa kích thước dọc.

VẬT MỞ RỘNG

Kích thước ảnh võng mạc "được xác định" của một vật mở rộng ở một mắt loạn thị không được chỉnh kính có thể tính được bằng cách xét các tia chính ở 2 kinh tuyến chính. Ở Hình 7.4a các tia chính và các chùm tia loạn thị của 2 kinh tuyến chính của mắt loạn cận kép không được chỉnh kính (-5.00 / - 5.00 X 180) được biểu diễn bằng các mặt cắt chồng nhau. Trong thí dụ này, vật ở xa là một hình vuông (có 2 cạnh bên và bờ trên và bờ dưới); các cạnh của hình chữ nhật đối diện với góc nhìn 0.1 radian ở mặt phẳng chính của mắt. Mặc dù 2 kinh tuyến của mắt có công suất khúc xạ khác nhau, 2 tia chính hầu như giống hệt nhau bởi vì trong trường hợp này cả thành phần cầu và thành phần loạn thị của tật khúc xạ đều có bản chất là do khúc xạ. Do đó, kích thước ảnh võng mạc được xác định sẽ bằng nhau cho cả 2 kinh tuyến và có thể được tính bằng cách nhân góc khúc xạ của các tia chính với khoảng cách giữa mặt phẳng chính và võng mạc.

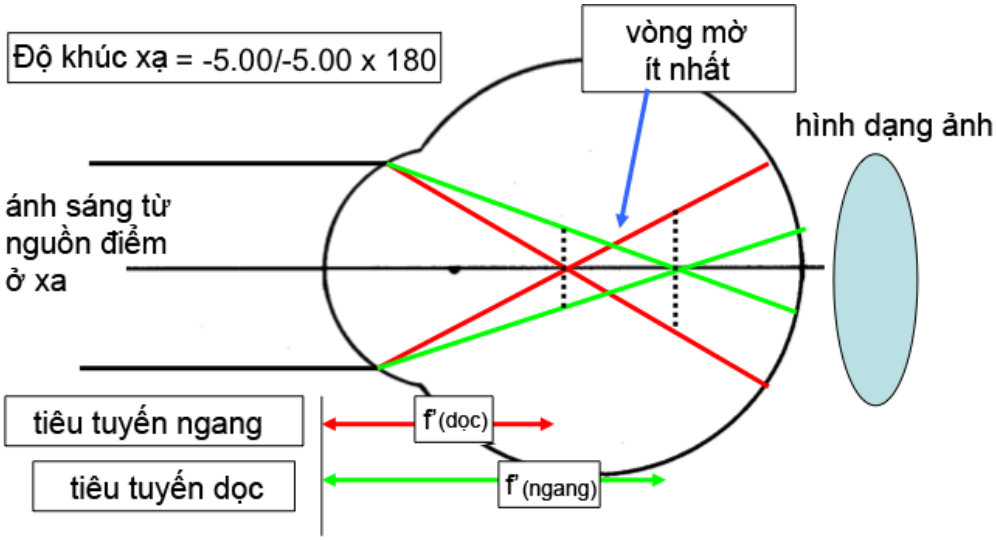
Góc khúc xạ (của cả 2 kinh tuyến)

$i' = i / n'$
$i' = (0.75)(0.1rad) = 0.075\ rad$

Kích thước ảnh võng mạc (của cả 2 kinh tuyến)

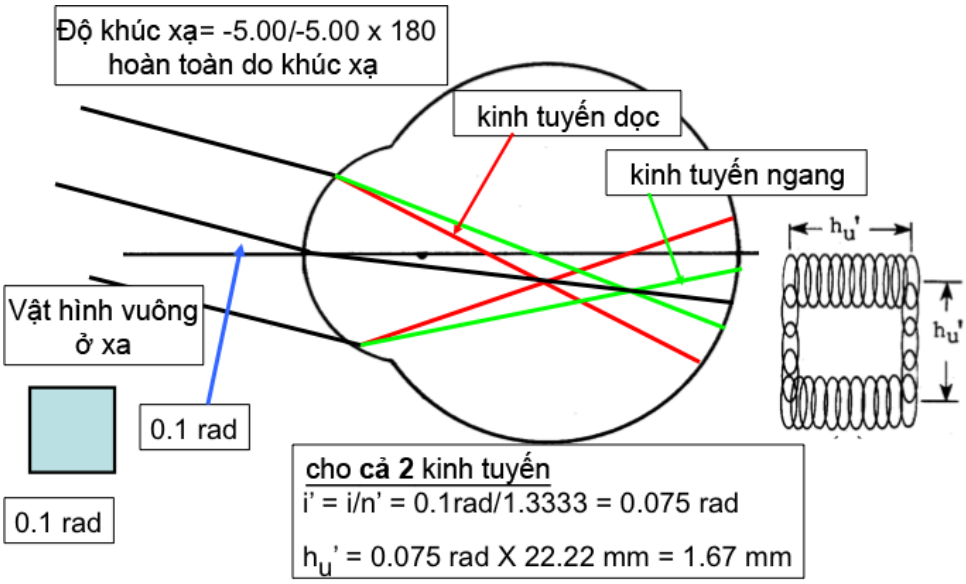
$h' = (0.075\ rad)\ (22.22\ mm)$
$h' = 1.67\ mm$

Do đó, ảnh võng mạc sẽ là hình vuông, chiều ngang và chiều dọc sẽ là 1.67 mm.



Hình 7.4a: *Ảnh võng mạc ở mắt loạn thị không được chỉnh kính: nguồn điểm*

Do mỗi điểm của ảnh võng mạc không được chỉnh kính sẽ là một "hình bầu dục" mờ nằm dọc nên kích thước vật lí thực của ảnh võng mạc sẽ lớn hơn ảnh được vẽ ra bởi các tia chính và sẽ (trong trường hợp này) không đối xứng. Như ở hình nhỏ trong Hình 7.4b, độ dài của các cạnh dọc của ảnh võng mạc sẽ là 3.33 mm. Giá trị này được xác định bằng cách cộng độ dài mà các hình ellip mờ rộng hơn đỉnh và đáy của kích thước ảnh được xác định (tức là 1.66 mm, kích thước trục dài của hình ellip mờ) với kích thước ảnh "được xác định" bởi tia chính. Kích thước tổng cộng của ảnh ở kinh tuyến ngang sẽ là 2.50 mm (1.67 mm cộng 0.834 mm).



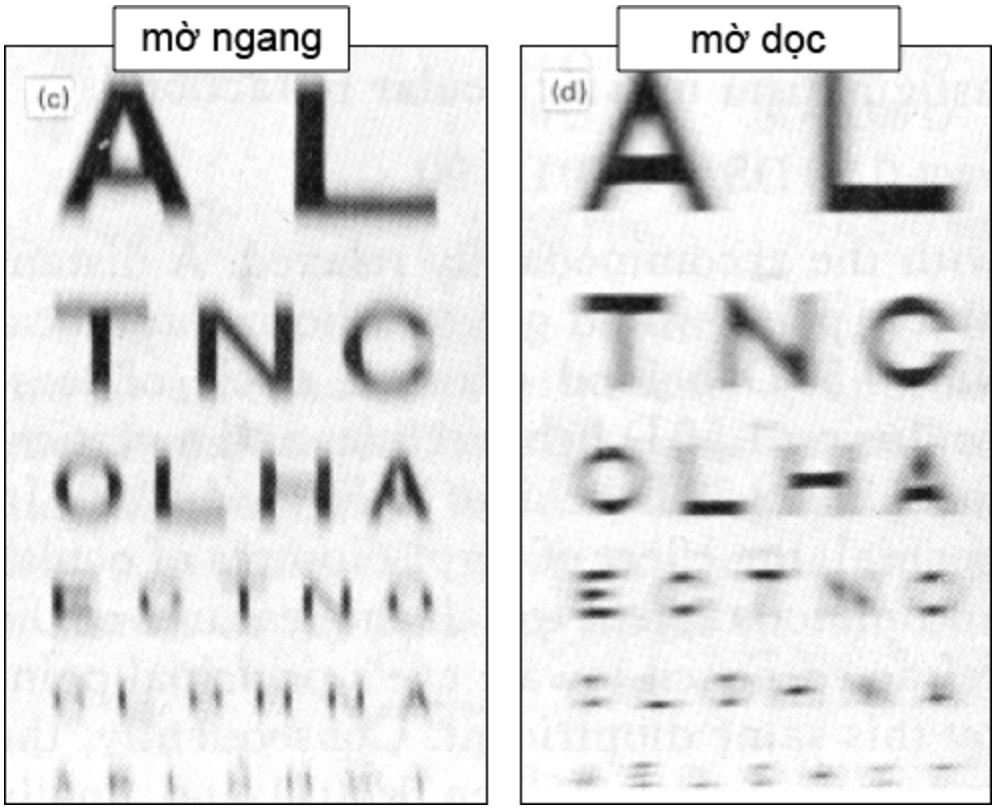
Hình 7.4b: *Kích thước ảnh võng mạc ở mắt loạn thị không được chỉnh kính: vật hình vuông ở xa*

Ghi chú: Ở một mắt loạn thị, hướng của tiêu tuyến ở xa nhất so với mặt phẳng chính của mắt bao giờ cũng song song với kinh tuyến của mắt có công suất hội tụ nhất, do đó lệch 90 độ so với trục của kính trụ trừ điều chỉnh. Cần nhớ mối quan hệ này khi sử dụng đồng hồ loạn thị (hoặc bảng loạn thị) để xác định trục trụ thích hợp cho bệnh nhân. Để hiểu đúng các dấu hiệu ở bảng loạn thị, cần đảm bảo sử dụng đủ độ kính sương mù. Phải tăng thêm đủ công suất cộng để đặt cả 2 tiêu tuyến vào trong dịch kính ở trước võng mạc. Trong tình trạng này, có thể chắc chắn rằng tiêu tuyến sau nằm gần võng mạc hơn và bệnh nhân sẽ thấy các đường thẳng ở bảng loạn thị song song với kinh tuyến công suất hội tụ nhất ở mắt là màu sẫm hơn và khác biệt rõ hơn so với tất cả các đường thẳng khác.

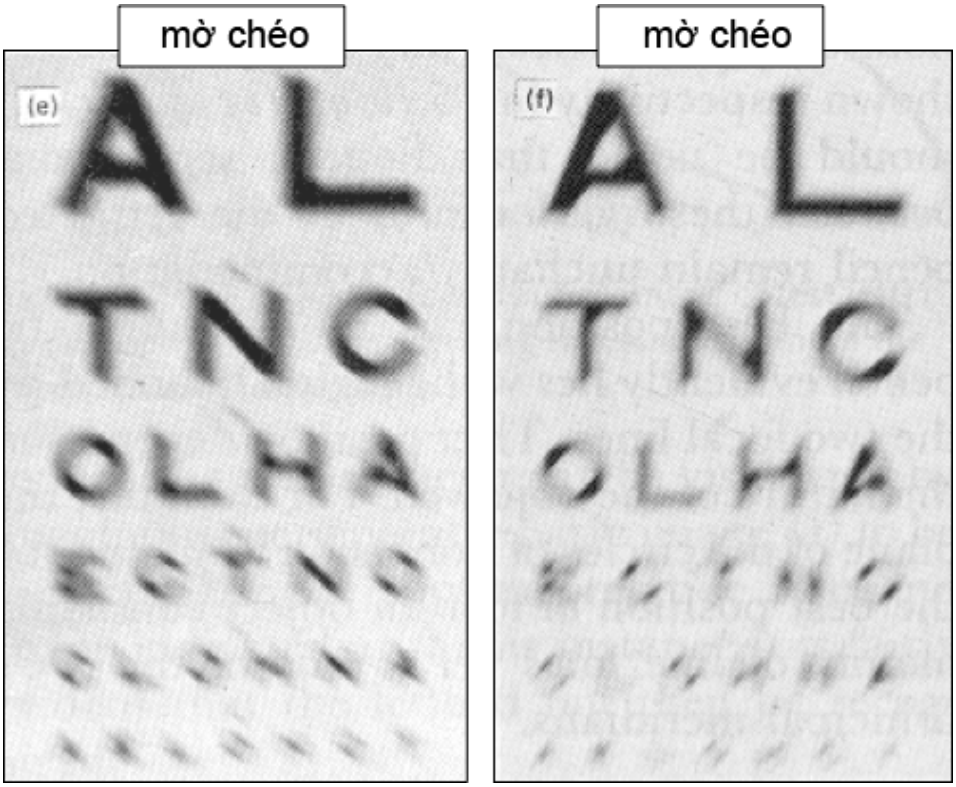
THỊ GIÁC Ở MẮT LOẠN THỊ KHÔNG ĐƯỢC CHỈNH KÍNH

Do ảnh tổng thể ở một mắt loạn thị không được chỉnh kính thường không đối xứng (vòng mờ ít nhất bao giờ cũng nằm ngoài võng mạc), người loạn thị thường thấy một số chữ rõ hơn các chữ khác. Về mặt này, sự giảm sút thị lực chính xác sẽ phụ thuộc vào mức độ và loại loạn thị, và cũng phụ thuộc vào loại kích thích thị giác được sử dụng. Thí dụ, hãy xét 2 hình chữ E. Trong cả 2 trường hợp, các nét dọc của các chữ này sẽ bị biến dạng ở mức độ ít hơn so với các nét ngang (đối với người loạn cận kép thuận được mô tả ở trên). Tuy nhiên, do các nét quan trọng của chữ E xoay nằm ở hướng dọc nên người loạn thị không được chỉnh kính được mô tả ở trên sẽ có thể phân giải được chữ E xoay dễ dàng hơn là chữ E có hướng thông thường. Và đúng như được chờ đợi, nếu được hỏi những đường thẳng nào ở mặt đồng hồ loạn thị là rõ nhất thì bệnh nhân này sẽ nói rằng các đường thẳng từ 12:00 đến 6:00 là rõ nhất (tức là ít mờ hơn).

Các bảng thị lực Snellen thông thường sử dụng các chữ in hoa chủ yếu gồm các nét ngang và các nét dọc. Những người loạn thị thuận và ngược có khúc xạ bằng nhau sẽ thường có thị lực gần bằng nhau ở các bảng này. Khả năng nhìn rõ của bất kì chữ nào đã cho sẽ phụ thuộc vào tiêu tuyến nào gần võng mạc nhất và hình dạng chính xác của chữ. Do đó, đối với các dòng chữ gần giới hạn phân giải, những người loạn thị không được chỉnh kính sẽ nhận biết đúng một số chữ và không đúng các chữ khác (tức là họ sẽ thường không đọc được ít nhất một số chữ ở vài dòng trước khi tới một dòng chữ quá nhỏ không đọc được chữ nào). (Hình 7.5) Những người loạn thị chéo độ bằng nhau sẽ thường có thị lực thấp hơn so với những người loạn thị thuận và ngược bởi vì cả các nét ngang và các nét dọc của bảng thị lực Snellen sẽ không đúng tiêu điểm và ít chữ Snellen có các nét quan trọng ở hướng chéo. (Hình 7.6).



Hình 7.5: *Thị lực ở mắt loạn thị không được chỉnh kính: "thuận" (trái) và "ngược" (phải)*



Hình 7.6: *Thị lực ở mắt loạn thị không được chỉnh kính: 45 độ (trái) và 135 độ (phải)*

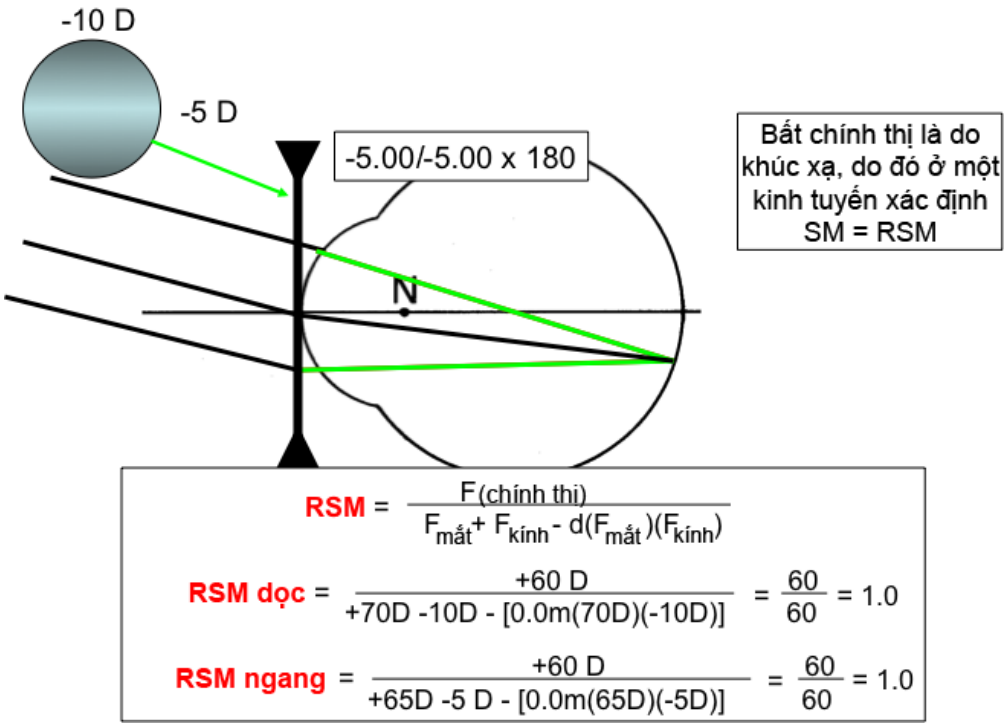
Trong một số trường hợp, thị lực Snellen có thể đánh giá quá cao hiệu năng thị giác của những người loạn thị không được chỉnh kính đối với các công việc thị giác khác. Thí dụ, khác với các chữ hoa, các chữ thường chủ yếu là các nét dọc và các nét dọc này rất quan trọng cho việc nhận biết chữ. Ngoài ra, ở các sách in thì khoảng cách ngang giữa các chữ cạnh nhau thì nhỏ hơn so với khoảng cách dọc giữa các dòng chữ. Kết quả là những người loạn thị có các hình bầu dục mờ nằm ngang được tạo thành trên võng mạc sẽ không đọc được sách in chữ thường tốt như những người loạn thị có các hình bầu dục mờ nằm dọc (giả sử là những người loạn thị có thị lực Snellen bằng nhau). Lệch tiêu nhiều hơn ở kinh tuyến ngang sẽ che lấp các nét chữ quan trọng và làm cho các chữ cạnh nhau cùng bị nhòe, tức là những người loạn thị này sẽ hoạt động dưới mức thị lực Snellen của họ khi nhìn sách in chữ thường.

ẢNH HƯỞNG CỦA KÍNH CHỈNH ĐỐI VỚI KÍCH THƯỚC ẢNH VÕNG MẠC

Xem xét kích thước ảnh võng mạc ở những mắt loạn thị được chỉnh kính cũng gần tương tự so sánh các ảnh võng mạc giữa 2 mắt có tật khúc xạ khác nhau. Về bản chất, ở những người loạn thị, chúng ta phải xem xét ảnh hưởng của khúc xạ ở cả 2 kinh tuyến chính để xác định ảnh hưởng của kính chỉnh đối với kích thước ảnh võng mạc. Nói một cách khác, phải xác định RSM và SM của cả 2 kinh tuyến

KÍNH TIẾP XÚC

Kính tiếp xúc và kính gọng có ảnh hưởng khác nhau đối với ảnh võng mạc tạo thành ở mắt loạn thị. Như đã đề cập ở Chương 4, SM sẽ bằng 1.0 khi mắt bất chính thị do khúc xạ được chỉnh kính tiếp xúc (giả sử kính tiếp xúc được đặt ở mặt phẳng chính của mắt). Vì loạn thị là một tật bất chính thị do khúc xạ nên SM sẽ bằng nhau ở cả 2 kinh tuyến chính khi người loạn thị được đặt kính tiếp xúc. Hãy xem xét mắt loạn thị được mô tả ở trên (Hình 7.7). Mắt này có khúc xạ mắt là -5.00 / -5.00 X 180 và toàn bộ tật khúc xạ (cả cầu và trụ) đều có bản chất khúc xạ (tức là khoảng cách giữa mặt phẳng chính và võng mạc sẽ bằng khoảng cách ở mắt chính thị, 22.22 mm). RSM và SM của các kinh tuyến chính sẽ là bao nhiêu khi mắt được chỉnh kính tiếp xúc đặt ở mặt phẳng chính của mắt?



Hình 7.7: *Độ phóng đại kính tương đối khi chỉnh loạn thị bằng kính tiếp xúc*

Do tật bất chính thị hoàn toàn do khúc xạ nên SM sẽ bằng RSM và cách dễ nhất để xác định các giá trị này là xét công suất tương đương của hệ thống mắt-kính ở cả 2 kinh tuyến chính.

Đối với kinh tuyến dọc

$F_{kính}$ = -10.0 D
$F_{mắt}$ = +70.0 D

RSM = ($F_{mắt\ chính\ thị}$) / ($F_{hệ\ thống\ mắt\ bất\ chính\ thị\text{-}kính}$)
RSM = +60 D / +70.0 D − 10.0 D − [(0)(70.0D)(−10.0D)]
RSM = 60.0 D / 60.0 D

Do đó, RSM = SM = 1.0

Đối với kinh tuyến ngang

$F_{kính}$ = −5.00 D
$F_{mắt}$ = +65.0 D

RSM = +60.0 D / +65.0 D − 5.0 D

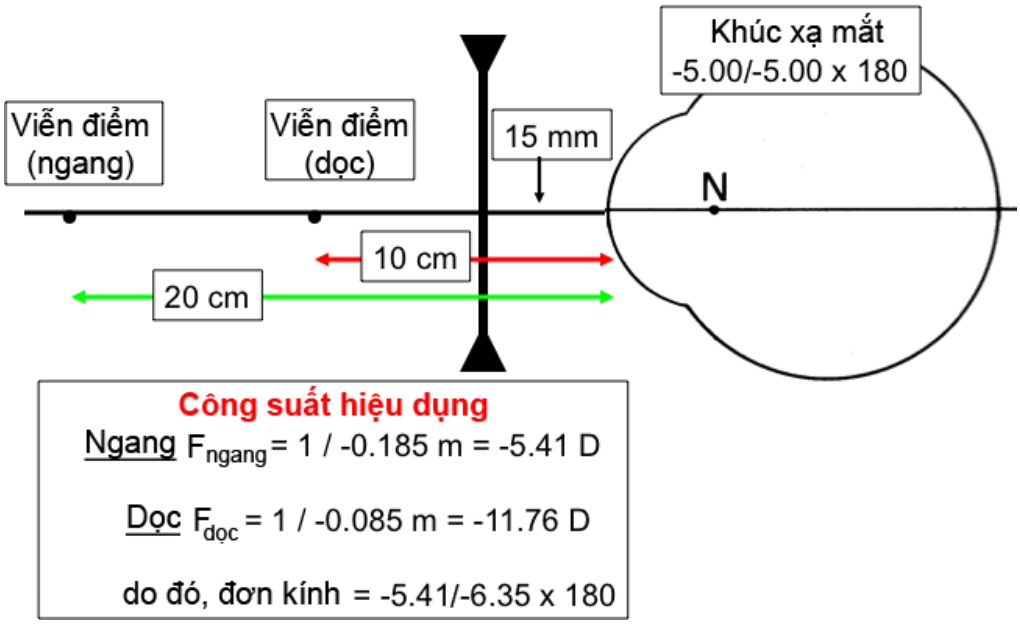
Do đó, RSM = SM = 1.0

Đối với mắt loạn thị này, ảnh võng mạc sẽ đồng nhất về mọi mặt với ảnh được tạo thành ở một mắt chính thị, tức là cả kích thước và hình dạng của ảnh sẽ giống như là ở mắt chính thị.

SM của cả 2 kinh tuyến chính bao giờ cũng bằng 1.0 khi loạn thị được chỉnh ở mặt phẳng chính. Tuy nhiên, nếu người loạn thị cũng có một tật khúc xạ cầu bản chất do trục thì RSM của một kinh tuyến đã cho sẽ không bằng SM mặc dù các RSM của 2 kinh tuyến chính bằng nhau. Chẳng hạn, trong thí dụ trên, thành phần cầu của tật khúc xạ có thể là do trục, tức là ngoài giác mạc loạn thị 5.0 D, độ dài trục nhãn cầu còn có thể dài hơn bình thường. Trong tình trạng này, RSM sẽ lớn hơn 1.0 đối với cả 2 kinh tuyến, nhưng SM vẫn bằng 1.0 (xem Chương 4 và ảnh hưởng của kính tiếp xúc đối với RSM ở những mắt cận thị trục).

KÍNH GỌNG

Ở tật bất chính thị do khúc xạ được chỉnh kính gọng, RSM và SM thay đổi theo công suất và vị trí của kính chỉnh. Do đó, khi những người loạn thị được chỉnh kính gọng, RSM và SM của 2 kinh tuyến chính có thể rất khác nhau. Để minh họa điểm này, hãy xem xét ảnh hưởng của việc chỉnh kính đối với một người loạn cận kép được mô tả ở trên với kính gọng đặt ở trước mặt phẳng chính của mắt 15 mm (xem Hình 7.8). Một lần nữa, chúng ta giả định rằng tật khúc xạ hoàn toàn do khúc xạ và khúc xạ mắt của bệnh nhân là -5.00 / -5.00 X 180.



Hình 7.8: *Chính loạn thị bằng kính gọng*

Đầu tiên, tính công suất tương đương thích hợp cho mặt phẳng kính.

Đối với **kinh tuyến ngang**

Viễn điểm của mắt của kinh tuyến ngang ở trước mặt phẳng chính 20 cm (1 / -5.0 D). Mặt phẳng kính mới ở trước mặt phẳng chính của mắt 1.5 cm, do đó kinh tuyến ngang của mắt kính phải có một tiêu cự thứ hai -18.5 cm (20 - 1.5 cm). Do đó, công suất của mắt kính ở kinh tuyến ngang phải là:

$$F_{ngang} = 1 / -0.185 \text{ m}$$
$$F_{ngang} = -5.41 \text{ D}$$

Đối với **kinh tuyến dọc**

Viễn điểm của mắt của kinh tuyến dọc là ở trước mặt phẳng chính 10 cm, do đó ở trước mặt phẳng kính 8.5 cm. Do đó, công suất của mắt kính ở kinh tuyến dọc phải là:

$F_{dọc}$ = 1 / −0.085 m
$F_{dọc}$ = −11.76 D

Do đó, công suất kính là: −5.41/−6.35 × 180.

Do tật bất chính thị hoàn toàn là do khúc xạ nên RSM = SM của một kinh tuyến đã cho và cả 2 giá trị này có thể được tính bằng nhiều cách. 2 cách đơn giản nhất là tính RSM bằng phép tính công suất tương đương và SM bằng hệ thức giữa viễn điểm và mắt kính.

RSM của kinh tuyến ngang

$F_{kính}$ = −5.41 D
$F_{mắt}$ = +65.0 D
$F_{chính\ thị}$ = +60.0 D
t = 0.015 m

$RSM_{ngang} = F_{chính\ thị} / F_{mắt} + F_{kính} - [t(F_{mắt})(F_{kính})]$
RSM_{ngang} = 60.0 D / 65.0 D − 5.41 D − [(0.015 m)(65.0 D)(−5.41 D)]
RSM_{ngang} = 60.0 D / 64.86 D
RSM_{ngang} = 0.925

RSM của kinh tuyến dọc

$F_{kính}$ = −11.76 D
$F_{mắt}$ = +70.0 D

$RSM_{dọc}$ = 60.0 D / 70.0 D − 11.76 D − [(0.015 m)(70.0 D)(−11.76 D)]
$RSM_{dọc}$ = 60.0 D / 70.59 D
$RSM_{dọc}$ = 0.85

SM của kinh tuyến ngang

SM_{ngang} = (khoảng cách giữa viễn điểm$_{(ngang)}$ và mặt phẳng kính) / (khoảng cách giữa viễn điểm$_{(ngang)}$ và mặt phẳng chính)
SM_{ngang} = 18.5 cm / 20.0 cm
SM_{ngang} = 0.925

SM của kinh tuyến dọc

$SM_{dọc}$ = 0.85 cm / 10.0 cm
$SM_{dọc}$ = 0.85

Các phép tính trên cho thấy là mắt kính thu nhỏ ảnh võng mạc đối với cả trường hợp không chỉnh kính và mắt chính thị chuẩn. Nhưng quan trọng hơn, chúng chứng minh rằng độ phóng đại của một ảnh võng mạc mở rộng đúng tiêu sẽ khác nhau ở 2 kinh tuyến chính, tức là ảnh võng mạc sẽ bị biến dạng khiến cho hình dạng của ảnh võng mạc sẽ không giống như hình dạng của vật. Hãy xem xét hình dạng ảnh võng mạc cuối cùng của một vật hình vuông ở xa có cạnh ngang và cạnh dọc đối diện với góc nhìn 0.1 radian. Như được chứng minh ở trang 7, ảnh võng mạc được

xác định của vật này ở trạng thái không chỉnh kính sẽ là một hình vuông có các cạnh dài 1.67 mm (vật này cũng sinh ra một ảnh hình vuông 1.67 mm ở mắt chính thị). Để xác định kích thước ảnh võng mạc ở trạng thái có chỉnh kính, chúng ta nhân kích thước của ảnh võng mạc không được chỉnh kính với SM của mỗi kinh tuyến trong khi luôn nhớ rằng SM của kinh tuyến ngang quyết định chiều ngang của ảnh võng mạc đúng tiêu và SM của kinh tuyến dọc quyết định chiều dọc. Do đó, ở thí dụ này các kích thước của ảnh võng mạc có chỉnh kính sẽ là:

Kinh tuyến ngang

$h'_{ngang} = SM_{ngang} \times$ (kích thước ảnh ngang không được chỉnh kính)

$h'_{ngang} = 0.925 \times 1.67$ mm

$h'_{ngang} = 1.54$ mm

Ghi chú: Đây sẽ là các kích thước của cả cạnh ngang và cạnh dọc của ảnh võng mạc tạo thành ở một mắt cận thị -5.41 D do khúc xạ.

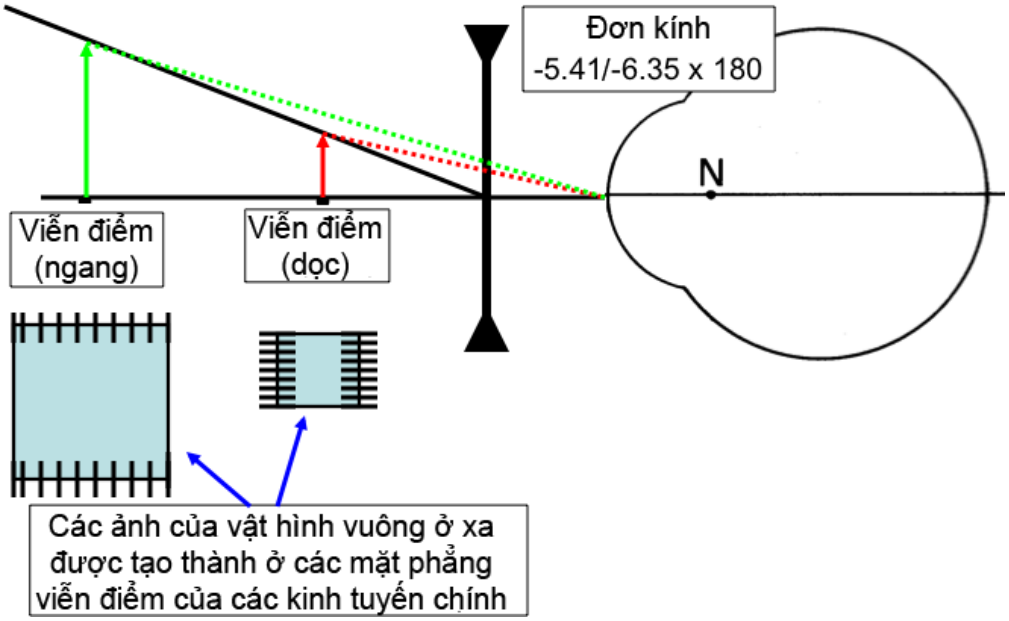
Kinh tuyến dọc

$h'_{dọc} = 0.85 \text{ X } 1.67$ mm

$h'_{dọc} = 1.42$ mm

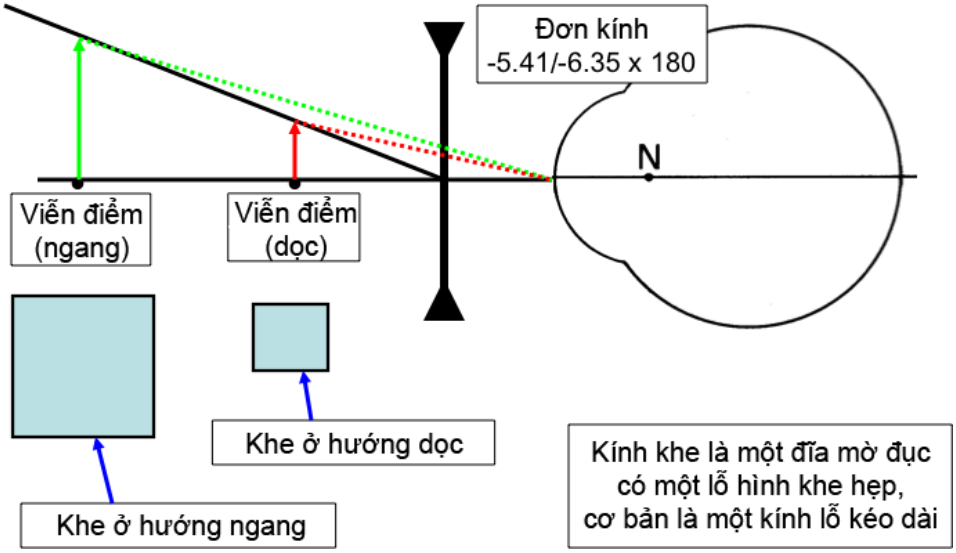
Do đó, ảnh võng mạc đúng tiêu cuối cùng của vật ở xa hình vuông sẽ là một hình chữ nhật có trục dài nằm ngang. Một qui tắc quan trọng cần nhớ là sự phóng đại ảnh lớn nhất (tức là kích thước ảnh lớn nhất) ở một mắt loạn thị được chỉnh kính bao giờ cũng song song với trục của kính trụ trừ (trong trường hợp này là kinh tuyến ngang).

Thoạt nhìn, thí dụ trên có vẻ khó hiểu. Ở những mắt loạn thị không được chỉnh kính, kinh tuyến dọc tạo ra một tiêu tuyến ngang đối với mỗi nguồn điểm ở xa trong khi kinh tuyến ngang tạo ra một tiêu tuyến dọc. Cần nhớ rằng trong thí dụ trên, chúng ta đề cập đến một *vật mở rộng* và một ảnh *đúng tiêu*. Những chênh lệch kích thước ảnh cuối cùng phản ánh những chênh lệch kích thước ảnh của các vật ở xa được tạo thành bởi 2 kinh tuyến của kính chỉnh ở 2 viễn điểm của mắt. Như thấy trong Hình 7.9, ảnh của một hình vuông ở xa được tạo thành bởi kinh tuyến ngang và kinh tuyến dọc của mắt kính được dùng trong thí dụ trên có thể được minh họa bằng cách xét các tia từ các điểm mút của vật đi qua quang tâm của kính chỉnh (2 kinh tuyến chính lại được minh họa như là 2 mặt cắt chồng nhau). Ảnh được tạo thành ở viễn điểm cho kinh tuyến ngang của mắt bởi công suất ở kinh tuyến ngang của kính sẽ là một hình vuông ở trước kính 18.5 cm. Mỗi điểm của hình vuông này sẽ (trong thực tế) là một đường thẳng dọc (tức là tiêu tuyến được tạo thành bởi kinh tuyến ngang của kính). Kinh tuyến dọc của kính sẽ tạo thành một ảnh hình vuông ở viễn điểm dọc ở trước kính 8.5 cm. Một lần nữa, ảnh của vật hình vuông ở xa sẽ là một hình vuông, nhưng mỗi điểm sẽ được biểu diễn như là một đường thẳng ngang. Rõ ràng là ảnh được tạo thành ở viễn điểm ngang là lớn nhất về mặt hình thể, nhưng điểm cần chú ý là góc tới ở mặt phẳng chính của mắt sẽ khác nhau đối với 2 ảnh này. Và trong trường hợp này, góc tới của các tia chính từ ảnh ở viễn điểm ngang sẽ lớn hơn góc của ảnh ở viễn điểm dọc. Kết quả là do độ dài trục nhãn cầu bằng nhau ở cả 2 kinh tuyến nên ảnh võng mạc cuối cùng sẽ lớn hơn ở kinh tuyến ngang.



Hình 7.9: *Ảnh của một hình vuông ở xa được tạo thành bởi kinh tuyến ngang và kinh tuyến dọc của kính*

Ghi chú: Hãy xem xét điều gì sẽ xảy ra đối với các ảnh trong Hình 7.10 nếu bạn đặt một kính khe ở trước kính điều chỉnh; đầu tiên là khe nằm dọc và sau đó với khe nằm ngang. Kính khe là một đĩa mờ đục ở giữa có một lỗ hình khe rộng khoảng 1mm (về bản chất nó là một kính lỗ kéo dài). Các thiết bị đơn giản này trước đây thường được dùng để thử loạn thị. Khi đặt kính khe ở một hướng nhất định thì bạn (về một khía cạnh nào đó) đã tách biệt công suất của một kinh tuyến và giảm quang học của một hệ loạn thị thành quang học của một hệ cầu. Những người loạn thị sẽ biểu hiện các tật khúc xạ khác nhau thay đổi tùy theo hướng của khe.



Hình 7.10: *Ảnh hưởng của kính khe đối với các ảnh võng mạc tạo thành bởi kính gọng*

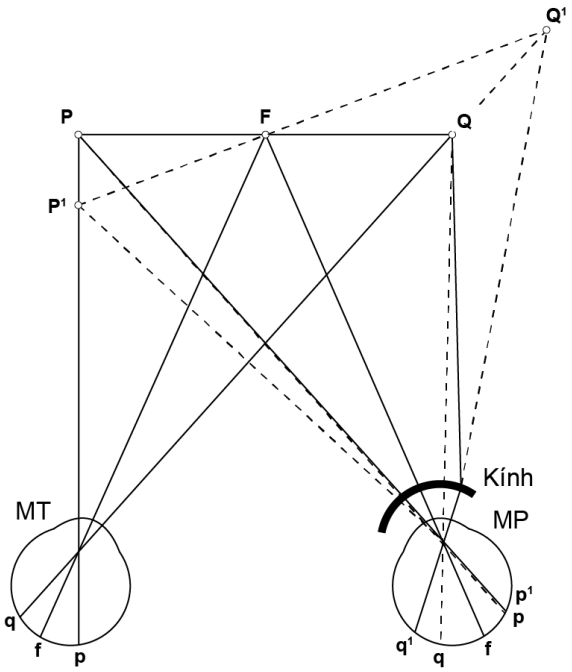
Như đã đề cập ở Chương 4, chênh lệch kích thước ảnh 2 mắt có thể sinh ra biến dạng không gian nhìn, và nếu đủ lớn thì sẽ phá vỡ hợp thị. Hãy xem xét 2 người sau: cả 2 bệnh nhân đều có mắt trái chính thị. Mắt phải của bệnh nhân A cận thị do khúc xạ -5.00 DS. Mắt phải của bệnh nhân B có loạn cận đơn do khúc xạ (plano / -5.00 X 180). Giả sử cả 2 bệnh nhân đều được chỉnh bằng kính được đặt ở trước mặt phẳng chính của mắt 15 mm. Ở bệnh nhân A, ảnh của mắt phải sẽ nhỏ hơn ảnh mắt trái (khoảng 7.5%), nhưng 2 ảnh sẽ giống nhau. Ở bệnh nhân B, chiều ngang của ảnh mắt phải sẽ bằng ảnh ở mắt trái, tuy nhiên chiều dọc của ảnh ở mắt phải sẽ nhỏ hơn của mắt trái, tức là ảnh của mắt trái và mắt phải của bệnh nhân B sẽ khác nhau. Theo bạn, bệnh nhân nào có thể gặp khó khăn do chênh lệch ảnh võng mạc 2 mắt?

Mặc dù về một khía cạnh nào đó bệnh nhân A sẽ có chênh lệch ảnh võng mạc 2 mắt lớn nhất (thí dụ về mặt diện tích), nhưng bệnh nhân B lại nhiều khả năng có triệu chứng hơn do chênh lệch ảnh võng mạc 2 mắt. Nói chung, chênh lệch độ phóng đại giữa 2 mắt ảnh hưởng đến khả năng hợp nhất các hình ảnh từ 2 mắt. Tuy nhiên, chênh lệch kinh tuyến gắn với loạn thị lại gây biến dạng không gian nhận thức lớn hơn nhiều. Thường thường, khi một người được cho một kính mới gây ra chênh lệch kích thước ảnh 2 mắt theo kinh tuyến thì bệnh nhân sẽ nói rằng họ nhìn rõ, nhưng mọi vật nhìn qua kính mới "trông khác lạ" (hoặc mọi vật nhìn không bình thường). Người khám cần nhận thấy khi nào một kính mới sẽ có khả năng thay đổi cân bằng kích thước ảnh võng mạc 2 mắt thường lệ. Trong nhiều trường hợp, bệnh nhân sẽ nhanh chóng thích nghi với sự bất cân bằng mới nếu họ được tư vấn thích hợp. Tuy nhiên, trong một số trường hợp có thể cần tìm một dạng kính chỉnh mới. Cần thấy rằng một bệnh nhân đã thích nghi với bất cân bằng 2 mắt có thể nhất thời có những triệu chứng tương tự nếu được chỉnh bằng một kính mới loại bỏ sự bất cân bằng này (thí dụ chuyển bệnh nhân B từ kính gọng sang kính tiếp xúc).

ĐỘ PHÓNG ĐẠI HỆ SỐ HÌNH DẠNG

Như đã đề cập ở chương nói về mắt không thể thủy tinh, độ phóng đại góc cũng có thể được gây ra bởi hình dạng của kính chỉnh. Nói chung, đối với những người có tật khúc xạ cầu, độ phóng đại hình dạng chỉ trở thành có ý nghĩa ở kính cộng công suất cao. Tuy nhiên, ở những người loạn thị thì thiết kế mắt kính có thể ảnh hưởng đáng kể đến chênh lệch kích thước ảnh võng mạc theo kinh tuyến, ngay cả đối với những kính trụ công suất tương đối thấp. Cần nhớ rằng hệ số hình dạng S tỉ lệ thuận với độ dày thể thủy tinh và với công suất mặt trước của kính. Hãy xem xét chênh lệch có thể có giữa dạng kính trụ âm và kính trụ dương. Với dạng kính trụ âm, mặt trước mắt kính có hình cầu; mặt sau có hình trụ. Tuy nhiên, với dạng kính trụ dương thì mặt sau lại có hình cầu và mặt trước lại có hình trụ. Kết quả là độ phóng đại hình dạng sẽ khác ở các kinh tuyến chính của kính trụ cộng (hệ số hình dạng không đổi ở tất cả các kinh tuyến của kính trụ trừ).

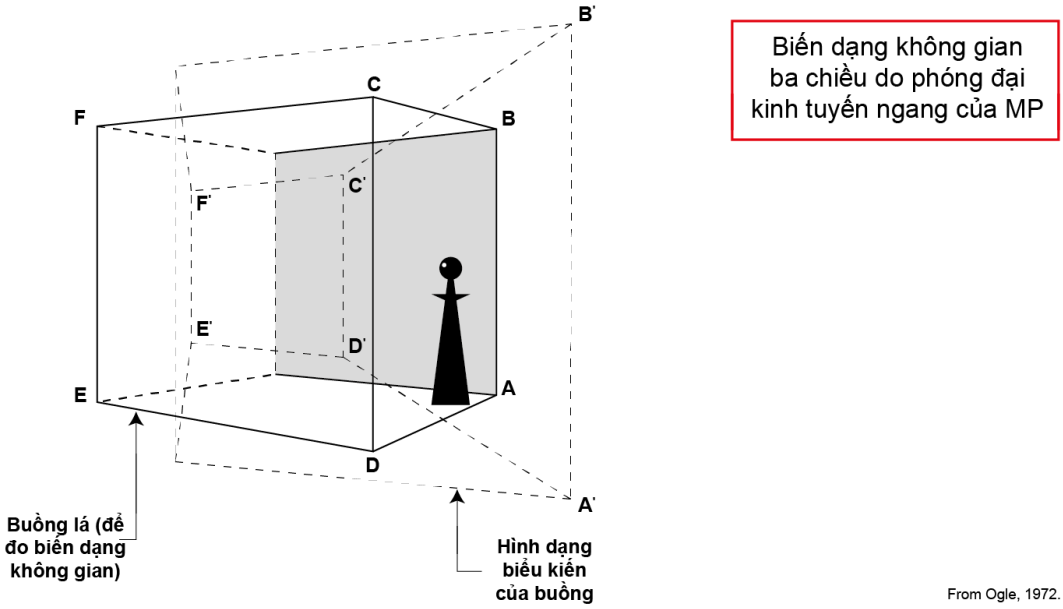
Do đó, cần biết rằng thay đổi hình dạng của mắt kính từ dạng trụ dương sang dạng trụ âm, và ngược lại, có thể có những ảnh hưởng tương tự những ảnh hưởng được mô tả ở trên đối với công suất của kính loạn thị. Trong thực tế, những bệnh nhân có dạng kính điều chỉnh được thay đổi một cách không chủ ý thường có những triệu chứng tương tự (thí dụ cặp kính mới làm cho mọi vật trông khác lạ) (xem Hình 7.11, 7.12 và 7.13).



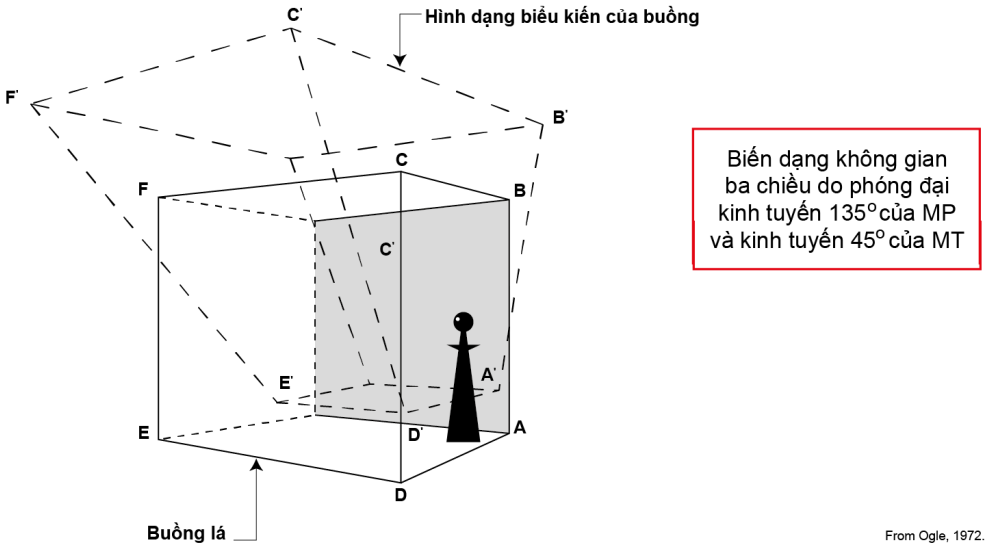
Phóng đại chọn lọc kinh tuyến ngang của MP làm cho một mặt phẳng ngang được nhận thấy là bị xoay quanh một trục dọc khiến cho cạnh phải ở xa người quan sát hơn cạnh trái

From Ogle, 1972.

Hình 7.11: *Ảnh hưởng của sự phóng đại chọn lọc kinh tuyến ngang của mắt phải khi dùng mắt kính (hình của K N Ogle. Optics.Springfileld, Illinois,1972)*



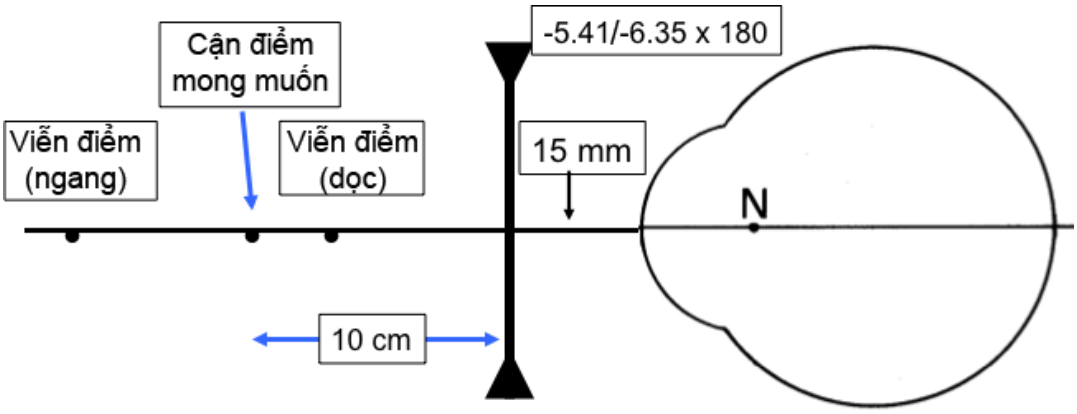
Hình 7.12: *Biến dạng không gian ba chiều do phóng đại kinh tuyến ngang của mắt phải (hình của K N Ogle. Optics.Springfileld, Illinois,1972)*



Hình 7.13: *Biến dạng không gian ba chiều do phóng đại các kinh tuyến chéo của cả 2 mắt (hình của K N Ogle. Optics.Springfileld, Illinois,1972)*

ĐIỀU TIẾT MẮT Ở MẮT LOẠN THỊ CÓ CHỈNH KÍNH

Như đã đề cập ở Chương 4, kính gọng có thể có một ảnh hưởng đáng kể đến yêu cầu điều tiết mắt. Ảnh hưởng của kính chỉnh đối với điều tiết mắt phụ thuộc vào vị trí và công suất của kính. Do công suất của kính trụ thay đổi ở mỗi kinh tuyến nên những người loạn thị được chỉnh kính phải đối mặt với một tình huống khó khăn khi họ hội tụ từ xa đến gần. Thí dụ dưới đây minh họa những khó khăn này. Giả sử người cận thị (khúc xạ: -5.00/-5.00 × 180) ở các thí dụ trước được chỉnh bằng kính đặt ở trước mặt phẳng chính của mắt 15 mm (khúc xạ: -5.41/-6.35 × 180). Cần điều tiết bao nhiêu để hội tụ từ vô cực tới một điểm trước mặt phẳng kính 10 cm (xem Hình 7.14)?



Điều tiết mắt

Biên độ mắt = L_{xa} - $L_{cận\ điểm}$

Kinh tuyến ngang = -5.0 D - (-12.5 D) = 7.5 D

Kinh tuyến dọc = -10.0 D -(-16.4 D) = 6.4 D

Hình 7.14: *Điều tiết ở mắt loạn thị được chỉnh kính gọng*

Kinh tuyến dọc và kinh tuyến ngang của kính chỉnh có công suất khác nhau, do đó chúng cần được phân tích riêng rẽ. Về bản chất, nó giống như xác định yêu cầu điều tiết cho 2 mắt khác nhau.

YÊU CẦU ĐIỀU TIẾT KÍNH

Yêu cầu điều tiết được qui chiếu theo mặt phẳng kính là bằng nhau cho tất cả các kinh tuyến bởi vì điều tiết kính độc lập với kính nhìn xa. Do đó, đối với cả kinh tuyến dọc và kinh tuyến ngang, yêu cầu điều tiết kính cho điểm ở trước mặt phẳng kính 10 cm là 10.00 D.

Yêu cầu điều tiết mắt: kinh tuyến dọc

Cũng như với các tật khúc xạ cầu, để xác định yêu cầu điều tiết mắt thì phải xác định sự thay đổi độ tụ ánh sáng ở mặt phẳng chính của mắt của một vật ở vô cực và của một vật ở trước mặt phẳng kính 10 cm. Và phải xét đến ảnh hưởng của kính chỉnh đối với cả 2 điểm vật. Ở khía cạnh này, cần xác định vị trí của các ảnh của một vật ở xa và gần được tạo thành bởi khúc xạ qua kính. Chênh lệch độ tụ của 2 vị trí này được đo ở mặt phẳng chính của mắt sẽ cho biết công suất của mắt phải tăng bao nhiêu để hội tụ từ vô cực quang học vào điểm ở cách 10 cm. Nhưng mỗi kinh tuyến chính phải được xét riêng biệt.

$F_{kính} = -11.76$ D

Vật ở xa, độ tụ ánh sáng rời khỏi kính

L' = L + F
L' = 0 − 11.76 D = −11.76 D

Vật ở xa, vị trí ảnh

l' = n' / L'
l' = 1 / −11.76 D = −0.085 m

Vật ở xa, độ tụ ánh sáng ở mặt phẳng chính của mắt

$L_{viễn\ điểm}$ = n / l
$L_{viễn\ điểm}$ = 1 / (−0.085 m − 0.015 m)
$L_{viễn\ điểm}$ = −10 D

Vật ở gần, độ tụ ánh sáng rời khỏi kính

L' = L + F
L' = −10.0 D − 11.76 D = −21.76 D

Vật ở gần, vị trí ảnh

l' = n' / L'
l' = 1 / −21.76 D = −0.046 m

Vật ở gần, độ tụ ánh sáng ở mặt phẳng chính của mắt

$L_{cận\ điểm}$ = n / l
$L_{cận\ điểm}$ = 1 / (−0.046 m − 0.015 m)
$L_{cận\ điểm}$ = −16.4 D

Yêu cầu điều tiết mắt của kinh tuyến dọc là hiệu số giữa $L_{cận\ điểm}$ và $L_{viễn\ điểm}$.

Yêu cầu điều tiết = −10.0 D − (−16.4 D) = 6.4 D

Khi nhìn qua kính, mắt phải điều tiết 6.4 D ở kinh tuyến dọc để hội tụ từ vô cực vào điểm ở trước kính 10 cm.

Yêu cầu điều tiết mắt: kinh tuyến ngang

$F_{kính}$= −5.41 D

Vật ở xa, độ tụ ánh sáng rời khỏi kính

L' = L + F
L' = 0 − 5.41 D = −5.41D

Vật ở xa, vị trí ảnh

$l' = n' / L'$
$l' = 1 / -5.41\ D = -0.185\ m$

Vật ở xa, độ tụ ánh sáng ở mặt phẳng chính của mắt

$L_{\text{viễn điểm}} = n / l$
$L_{\text{viễn điểm}} = 1 / (-0.185\ m - 0.015\ m)$
$L_{\text{viễn điểm}} = -5.0\ D$

Vật ở gần, độ tụ ánh sáng rời khỏi kính

$L' = L + F$
$L' = -10.0\ D - 5.41\ D = -15.41\ D$

Vật ở gần, vị trí ảnh

$l' = n' / L'$
$l' = 1 / -15.41\ D = -0.065\ m$

Vật ở gần, độ tụ ánh sáng ở mặt phẳng chính của mắt

$L_{\text{cận điểm}} = n / l$
$L_{\text{cận điểm}} = 1 / (-0.065\ m - 0.015\ m)$
$L_{\text{cận điểm}} = -12.5\ D$

Yêu cầu điều tiết mắt

$L_{\text{viễn điểm}} - L_{\text{cận điểm}} = -5.0\ D - (-12.5\ D) = 7.5\ D$

Khi nhìn qua kính, công suất kinh tuyến ngang của mắt phải tăng 7.5 D để hội tụ từ vô cực vào một vật ở gần nằm trước mặt phẳng kính 10 cm.

Căn cứ vào những phép tính trên, bệnh nhân này sẽ phải điều tiết 6.4 D ở kinh tuyến dọc và 7.5 D ở kinh tuyến ngang để hội tụ vào vật ở gần. Do sự tăng công suất gắn với điều tiết từ xa đến gần là công suất cầu (tức là công suất tăng cùng một mức độ ở mọi kinh tuyến), nên không thể có được một ảnh võng mạc rõ nét. Thay vào đó ảnh sẽ bị giảm chất lượng ở mức độ bằng với một tật khúc xạ loạn thị không được chỉnh kính tương đương (về độ lớn) với chênh lệch yêu cầu điều tiết mắt của 2 kinh tuyến chính. Hầu hết các sách giáo khoa cho rằng trong tình trạng này bệnh nhân sẽ điều tiết khoảng 6.95 D để cho vòng mờ ít nhất nằm trên võng mạc. Tuy nhiên, một nghiên cứu tương đối gần đây cho thấy rằng mắt có thể sẽ điều tiết cho kinh tuyến dọc (hoặc 6.4 D). Dường như là mắt điều tiết cho tiêu tuyến ở gần võng mạc nhất, do đó cần độ gắng sức ít nhất. Trong trường hợp này, kinh tuyến ngang sẽ lệch tiêu khoảng 1.1 D.

Đôi khi có thể gặp một bệnh nhân loạn thị có những triệu chứng do những yêu cầu điều tiết khác nhau gây ra bởi kính chỉnh. Những bệnh nhân này thường có kính trụ tương đối cao, yêu cầu làm việc rất gần, yêu cầu nhìn gần đòi hỏi thị lực không gian rất tốt (thí dụ những chi tiết nhỏ) và họ là những người quan sát rất kĩ tính. Triệu chứng của bệnh nhân sẽ giống như của một người loạn thị không được chỉnh kính. Trong những tình huống này, có nhiều cách để giải quyết vấn đề. Nếu có thể thì điều chỉnh cho bệnh nhân bằng kính tiếp xúc. Kính tiếp xúc sẽ hầu như loại trừ

vấn đề này bởi vì với kính tiếp xúc yêu cầu điều tiết mắt để nhìn gần sẽ bằng nhau ở tất cả các kinh tuyến. Hoặc có thể cho bệnh nhân một cặp kính đơn tròng thứ hai để nhìn gần, kính này có một kính trụ khác với kính trụ để nhìn xa. Với phương pháp này, bạn phải xác định kính loạn thị nhìn gần thích hợp bằng cách tính toán hoặc theo chủ quan. Một phương pháp khác là cho một công suất cộng thêm cho cả 2 mắt để nhìn gần. Phương pháp này về bản chất là giảm yêu cầu điều tiết tổng cộng cho cả 2 kinh tuyến để cho chênh lệch yêu cầu điều tiết giữa 2 mắt trở thành đủ nhỏ để có thể được bỏ qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- H. Obstfeld, Optics in Vision. Butterworth, London, 1982.
- K N Ogle. Optics.Springfileld, Illinois,1972.