

43. コンタクトレンズの光学特性

川守田 拓志
北里大学医療衛生学視覚機能療法学

●コンタクトレンズによる屈折矯正の原理

コンタクトレンズ (CL) の屈折矯正の基本的な原理は、角膜の前にレンズを置くことで見かけ上、形状を変化させ、屈折状態を変化させることによる。近視矯正であれば、レンズは平坦 (フラット) な形状であり、遠視矯正であれば急峻 (スティープ) な形状である。屈折力の変化量は、以下の面屈折力の式で計算することができる (図 1)。

$$P = \frac{(n_{\text{Cornea}} - n_{\text{Air}}) \times 1,000}{r_{\text{Cornea}}}$$

ただし、P：面屈折力 (D)、r：曲率半径 (m)、n_{Cornea}：角膜の屈折率、n_{Air}：空気の屈折率とする。曲率半径は分母にあるので、曲率半径が大きくなるとフラットになるほど角膜の屈折力が低下し、近視を矯正することができる。

●コンタクトレンズと眼鏡の光学的特性の比較

CLは眼鏡と比べて眼に近いことから、眼鏡からCLに矯正法を変更するときは、眼鏡の頂間距離の分、度数

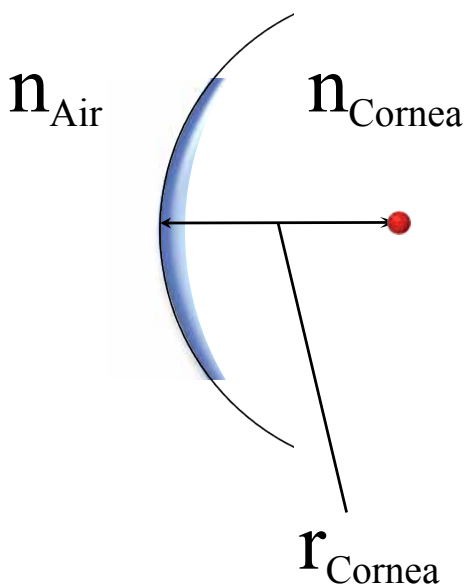


図 1 コンタクトレンズによる屈折矯正の原理

を補正する必要がある (表 1)。約 4.5D の眼鏡レンズからその差が 0.25D を超えるため、注意が必要である。そして、ハードコンタクトレンズ (HCL) では、レンズと角膜の間に涙液が入り込むことにより、涙液レンズとよばれる矯正効果が発生する。フラットなレンズではマイナスの矯正効果、スティープなレンズではプラスの矯正効果が発生するが、その大きさは、ベースカーブ 0.05 mm につき約 0.25D の差が生じることになる。また、式の詳細は割愛するが、Vergence の式より、CLによる近視矯正では、眼鏡に比べて必要調節量と輻湊量が多くなり、遠視矯正ではその逆で小さくなる。したがって、老視症例や眼位異常が大きな症例では注意を要する。

表 1 眼鏡レンズとコンタクトレンズの度数変換

眼鏡 (D)	CL (D)	眼鏡 (D)	CL (D)
10.00	11.36	0.00	0.00
9.50	10.72	-0.50	-0.50
9.00	10.09	-1.00	-0.99
8.50	9.47	-1.50	-1.47
8.00	8.85	-2.00	-1.95
7.50	8.24	-2.50	-2.43
7.00	7.64	-3.00	-2.90
6.50	7.05	-3.50	-3.36
6.00	6.47	-4.00	-3.82
5.50	5.89	-4.50	-4.27
5.00	5.32	-5.00	-4.72
4.50	4.76	-5.50	-5.16
4.00	4.20	-6.00	-5.60
3.50	3.65	-6.50	-6.03
3.00	3.11	-7.00	-6.46
2.50	2.58	-7.50	-6.88
2.00	2.05	-8.00	-7.30
1.50	1.53	-8.50	-7.71
1.00	1.01	-9.00	-8.12
0.50	0.50	-9.50	-8.53
0.00	0.00	-10.00	-8.93

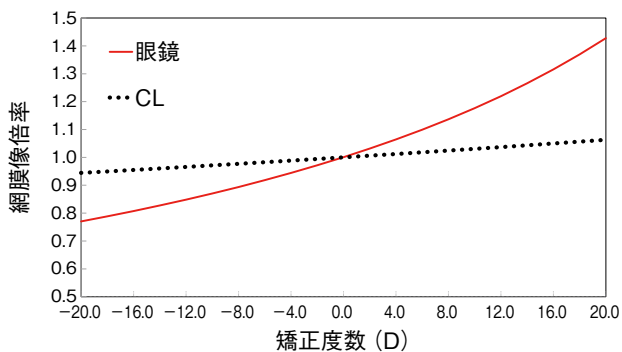


図2 眼鏡とコンタクトレンズの網膜像倍率 (眼鏡倍率)

CLが眼鏡よりも優れる点は、屈折矯正前後の網膜像倍率の変化の小ささである(図2)。屈折矯正法は、瞳の面から離れば離れるほど像の変化が大きくなる。そのため、眼鏡では強度の屈折異常や不同視の症例では不利となる。たとえば、 -20D の屈折異常を眼鏡で矯正すると、眼鏡倍率は -20% 以下となり、網膜に投影されるLandolt環も小さくなることから、理論的には矯正視力も1段階程度、悪化する可能性がある。また、像倍率の変化には眼鏡倍率と相対眼鏡倍率がある。眼鏡倍率は、おもに矯正眼の網膜像の大きさと裸眼の網膜像の大きさの比であり、相対眼鏡倍率は矯正眼の網膜像の大きさと標準的な網膜像の大きさの比である¹⁾。相対眼鏡倍率は、軸性と屈折性の屈折異常で拡大縮小効果が大きく異なるが、あくまで標準的な網膜像との大きさとの比較であるので、眼鏡倍率のほうが自覚的な違和感や不等像に寄与しやすいと考えられる。

●コンタクトレンズの種類と光学特性

涙液の状態や装用時間²⁾、角膜とCLのレンズ中心がずれる³⁾ことで、結像性に影響を与えやすい。そのため、少しでも涙液や角膜の状態、フィッティングのいいレン

ズを選ぶよう配慮が望まれる。また、CLは眼鏡と同様に各社さまざまな光学設計のコンセプトで作製されており、その度数と素材のバリエーションからすべての詳細な光学特性を把握することは困難である。しかし、概要として最近では、光学特性に影響を与えるCLを非球面化することで、中心と周辺を通る光線が光軸との交点が一致しない現象である球面収差を減らすようなCLや、遠近光学部の面積比を瞳孔径の加齢変化から最適化している斬新な設計の遠近両用CLも登場している。

●おわりに

以上、CLの光学特性の概要を述べたが、手術療法に比べて、CLによる保存療法の最大の利点は、屈折の経年変化への対応のしやすさ、そして、遠方から近方までのニーズへの対応のしやすさである。とくにディスプレイCLはさまざまなレンズを試すことができ、可逆的に自分にあったレンズを選ぶことができる。これは大きな利点と思われる。一方で、バリエーションの多さにより、医療者がCLの光学的特徴や素材の特徴をしっかりと学び、正確な情報をユーザーに提供することが求められる。また、CL装用後の光学特性を評価する方法論の確立も課題である。

文 献

- 1) 水流忠彦(監修), 魚里 博, 清水公也(編): 屈折矯正のプロセスと実際. 金原出版, 1998
- 2) Montes-Mico R, Belda-Salmeron L, Ferrer-Blasco T et al: On-eye optical quality of daily disposable contact lenses for different wearing times. *Ophthalmic Physiol Opt* **33**: 581-591, 2013
- 3) Guirao A, Williams DR, Cox IG: Effect of rotation and translation on the expected benefit of an ideal method to correct the eye's higher-order aberrations. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* **18**: 1003-1015, 2001



過酷な環境でも一日中、疲れ知らずな眼へ。



ワンデーアキュビュー® オアシス®

◎コンタクトレンズは高度管理医療機器です。眼科医による検査、処方をお願いします。特に異常を感じなくても定期検査は必ず受けるようにご指導ください。◎患者さんがコンタクトレンズを使用する前に、必ず添付文書をよく読み、取り扱い方法を守り、正しく使用するようご指導ください。

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社 ビジョンケア カンパニー 〒101-0065 東京都千代田区西神田3丁目5番2号
販売名: ワンデーアキュビュー オアシス 承認番号: 228008ZX00049000 ®登録商標 ©J&J KK 2016