
ロービジョン・クリニック

国立身体障害者リハビリテーションセンター病院
第三機能回復訓練部 部長

築島 謙次*

はじめに

視覚障害者のリハビリテーションと言うと一般的には目が見えない、視覚の活用が出来なくなった人々に対して、視覚を活用しないで日常生活が出来るように指導・訓練するものと思われている。しかしながら身体障害者手帳を所有していないで、視覚的に日常生活に困難を感じている人は日本に約100万人いると言われており、今後の視覚障害者リハビリテーションはこれらの人々を主に考えなければならない時代になってきた。従来のリハビリテーションは視覚の活用が全く困難な人々を対象としているために、点字や白杖等の補助具の使用訓練が主であったが、これからは保有視覚を有する人々が主体となるために光学的補助具や、コンピュータや電子機器を使用した評価・訓練が主流となるであろう。我々がよく経験する例は、特に小児で残存視機能があるのに、視力が不良であるという理由で点字教育を受け、視覚の活用訓練を受けない子供達がいることである。そのために、新しい電子機器が開発され、字が見えるようになっても読み方を習っていないために読めないという問題が生じる。将来的にどのような機器が開発されるか判らない現在、我々が出来ることは、現在ある最も良い機器を使用して視覚障害者を指導・訓練することであると思われる。

*やなしまけんじ 國立身体障害者リハビリテーションセンター病院 第三機能回復訓練部
〒359 埼玉県所沢市並木4-1 電話 0429-95-3100 FAX 0429-96-2034

I 光学的補助具の評価・選定

残存視機能を有する低視力者に光学的補助具を処方する前にやるべきことは、各個人の屈折状態が異なっているために完全屈折矯正を行うことである。光学的補助具を使用して眼に入る入射角度を大きくしても、屈折矯正が不十分では網膜上に出来る像が歪み、倍率を上げても意味が無くなってしまう。また、低視力者が光学的補助具を長時間使用する際に調節をしなければ網膜上にシャープな像が出来ないようでは、低視力者は決してそのような補助具を長時間使用しない。そのためにも遠方からの平行光線が網膜面上にシャープな像を結ぶような完全屈折矯正が、まず行われなければならない。各個人がそのような状況になればこれから述べる光学的補助具は眼に対して平行光線として入射する光学系を考えれば良いことになり、すべての低視力者に共通して活用可能となる。

1 倍率の決定

低視力者は各個人が異なった視覚状態にあり、読み書きに関する条件は異なる。晴眼者は一般的に遠用と、近用の眼鏡を所持すれば日常生活に支障は無いが、低視力者は調節が働くかず、読みたい文字のサイズに対して使用する補助具の倍率が異なるので複数個の光学的補助具が必要となる。そのため、低視力者に何が読みたいのかを確認してそれぞれに対する必要倍率を決めなければならない。

近見に対しては表1に示す湖崎らの報告がある。新聞の漢字を読むためには矯正視力0.4~0.5が必要であり、必要倍率は0.4~0.5を矯正視力で割れば良い。外界からの情報の多くは新聞を通して収集されている。新聞は各社で文字サイズや型が違い、それらにより見易かったり、見にくかったりするので実際に各社の文字を利用し、基本文字サイズの2倍~12倍までの文字表を作成する。そして、矯正眼鏡で何倍の文字を何cm離れたところから読めるかということから比例関係で倍率が計算できる。

倍率は柔軟な基準に対して決まるもので近見視の場合は一般的に25cmの

I 光学的補助具の評価・選定

残存視機能を有する低視力者に光学的補助具を処方する前にやるべきことは、各個人の屈折状態が異なっているために完全屈折矯正を行うことである。光学的補助具を使用して眼に入る入射角度を大きくしても、屈折矯正が不十分では網膜上に出来る像が歪み、倍率を上げても意味が無くなってしまう。また、低視力者が光学的補助具を長時間使用する際に調節をしなければ網膜上にシャープな像が出来ないようでは、低視力者は決してそのような補助具を長時間使用しない。そのためにも遠方からの平行光線が網膜面上にシャープな像を結ぶような完全屈折矯正が、まず行われなければならない。各個人がそのような状況になればこれから述べる光学的補助具は眼に対して平行光線として入射する光学系を考えれば良いことになり、すべての低視力者に共通して活用可能となる。

1 倍率の決定

低視力者は各個人が異なった視覚状態にあり、読み書きに関する条件は異なる。晴眼者は一般的に遠用と、近用の眼鏡を所持すれば日常生活に支障は無いが、低視力者は調節が働くかず、読みたい文字のサイズに対して使用する補助具の倍率が異なるので複数個の光学的補助具が必要となる。そのため、低視力者に何が読みたいのかを確認してそれぞれに対する必要倍率を決めなければならない。

近見に対しては表1に示す湖崎らの報告がある。新聞の漢字を読むためには矯正視力0.4~0.5が必要であり、必要倍率は0.4~0.5を矯正視力で割れば良い。外界からの情報の多くは新聞を通して収集されている。新聞は各社で文字サイズや型が違い、それらにより見易かったり、見にくかったりするので実際に各社の文字を利用し、基本文字サイズの2倍~12倍までの文字表を作成する。そして、矯正眼鏡で何倍の文字を何cm離れたところから読めるかということから比例関係で倍率が計算できる。

倍率は柔軟な基準に対して決まるもので近見視の場合は一般的に25cmの

所の文字サイズを基準とする。それに対して遠方視の場合には何cmと基準距離を決めることが出来ず、眼に入る入射角が光学系を通す前後でどのようになるかで決まる。

遠方視に対する倍率は、矯正視力が5m視力で評価されるためにその視力を0.5で割ることにより決める。そのため、おおよその倍率は矯正視力が決れば決まることになる。

2 光学的補助具の決定

視覚的補助具を決定する前にどのようにして倍率を獲得するか。倍率を得ると言うことは網膜像を大きくすることを意味し、次の4つの方法、(1)相対的文字拡大法(Relative size magnification)、(2)相対的距離拡大法(Relative distance magnification)、(3)角度拡大法(Angular magnification)、(4)投射拡大法(Projection magnification)がある。相対的文字拡大法とは、拡大コピーや拡大本等で文字自体を拡大する方法である。数倍は拡大可能であるが、強拡大は得にくい点が問題である。相対的距離拡大法は、物を見るときに近づくと物が大きく見えることと同じで、凸レンズを用いて焦点距離を短くすると網膜像が大きくなることを意味する。この方法は距離を無限に近づけることは出来ず、レンズの度数を上げると中心の厚さが非常に厚くなり、レンズ口径が小さくなつて有効視野が狭くなる。一般的に視野内に1文字しか入らない状態では字を見ることはできても、読むことにはならず、補助具を選定する際にはこの点を充分考慮して、最大有効視野で最低倍率の補助具を処方するように心掛ける必要がある。相対的距離拡大法は近見視用の網膜像拡大法である。角度拡大法は、眼に入る入射角を拡大させる方法で、単眼鏡を使用するのはこの拡大法の応用であり、遠方視用に活用される。投射拡大法は、スライドプロジェクターでスクリーンに映し出すとスライドが大きく見えるのが良い例である。この拡大法はかなりの倍率が得られるために重度障害者に活用され、身体障害者手帳の1級・2級の人の中にはこの拡大法の応用である拡大読書器(CCTV:closed circuit TV)の使用により新聞を読んでいる人々がいる。

（i）近見視用光学的補助具

a) ルーペ類

ルーペは凸レンズを用いたもので、手で保持する部分の付いた手持ち式ルーペや、凸レンズの焦点距離に合わせた指示部の付いたスタンド式ルーペ、それに照明用のライトの付いたライト付ルーペ、ライト付スタンドルーペがある。これらのルーペは2倍～10倍ぐらいまで、倍率が高いと有効視野が狭くなる欠点があるが、持ち運びには便利である。

b) 眼鏡式ルーペ類

凸レンズにより焦点距離を短くするという考え方は一般の老眼鏡にも応用可能で、新聞を読むのにあえて25cmと決めるではなく、凸レンズの度数を上げて、焦点距離を短くして眼鏡式で処方することも可能である。例えば4倍が必要ならば、25cmが基準であるから、25／4cmの所に焦点距離を有する凸レンズを用いれば良いわけで、16ジオプター（4ジオプター×4倍）の凸レンズを眼鏡枠にマウントし、眼鏡から6.25cmの所に文字を持ってくれば4倍サイズの文字を読むことになる。この際注意すべきことは、文字と凸レンズ面までの作業距離（working distance）が6.25cmとなり、照明を必要とする。そのため照明に対するアドバイスが必要になることである。

c) 拡大読書器（CCTV）

平成5年より日常生活用具として身体障害者手帳所持者に給付されるようになった補助具で、ビデオカメラシステムを読書用に改良したものと考えれば判り易い。大きく分けると文字読み取り部分が文字面に密着して、焦点合わせを必要としないスキャナ式と、文字読み取り部分と文字面に距離があって書きにも使え、テーブル上に読みたいものを置いて、モニター面上に文字を写し出すテーブル移動式がある。スキャナー式は小型で、持ち運びが便利であるが、文字面と読み取り部分との距離が短いために、一度に読み取れる範囲が狭く、強拡大は得やすいが、弱拡大は得にくい欠点がある。これに対してテーブル移動式は、文字面と読み取り部分との距離があるために一度に広い範囲を読みとることができ、弱拡大から強拡大まで可能であるが、大型で持ち運びが面倒である欠点がある。

また、最近では欧米並に日本においても、高齢化の問題があり、黄斑変性症等で中心暗点を有する疾患が増加傾向を示している。これらの患者の多くは色覚が維持されているためにカラーの拡大読書器を所望する人々がいる。網膜の中心部分に病変があり、視細胞の内の錐体細胞が傷害されると色覚も傷害される。このため色の識別が不可能と考えている眼科医も多いが、色覚が残っていれば積極的にそれらの情報を活用させるように指導することも必要である。最近ではモニターTVで眼鏡類似の型をしたものも開発され、拡大読書器の読み取り部分と接続すれば、電車の中でも低視力者が本を読むことが可能となる時代になった。これらの眼鏡式TVシステム（HMD : head mounted display）は今後、小型軽量化が進み、低視力者にとっても期待のもてる商品となるようと思われる。

（ii）遠方視用光学的補助具

a) 単眼鏡

単眼鏡にはケプラー式とガリレオ式とがあり、ともに無焦点式（afocal）の光学系である。ケプラー式は平行な入射光線が対物レンズ（凸レンズ）を通して、対物レンズの焦点距離に像を結び、その点が接眼レンズ（凸レンズ）の焦点であれば、その像是接眼レンズを通して平行光線となり、単眼鏡から射出することになる。しかし、単眼鏡への入射角と、接眼レンズを通ってからの射出光線の眼への入射角は上下、左右反転しており、このままでは像是倒立像になる。そのためこの単眼鏡は光路内にプリズムを挿入し、光路を上下、左右反転させる必要がある。これに対してガリレオ式は接眼レンズとして凹レンズが用いられ、対物レンズの焦点よりも対物レンズ側で、焦点が両者で重なるような光学系として設計される。そのためガリレオ式は単眼鏡への入射方向と、眼への入射方向とが同じであり、正立像が得られ、プリズムを必要としない利点がある。

b) 単眼鏡の近見視、中間視への応用

単眼鏡は先述したように無焦点式の光学系であるために、単眼鏡の前面に凸レンズを付加すると、凸レンズの焦点の物体は凸レンズ入射後平行光線となり、単眼鏡に平行光線として入射する。そのために単眼鏡からの射出光線も平行光

線となり、完全矯正してあれば網膜上にシャープな像が結像する。その際の倍率は、キャップにより得られた倍率と、単眼鏡の倍率との積となる。このシステムの活用法は広汎で要は作業距離をどのくらい必要とするのか、また、倍率は何倍必要とするのかにより決まる。例えば、作業距離が30cmで、倍率が5倍の場合を必要とする、焦点距離30cmの凸レンズを用い、倍率は $25/30=0.8$ 倍で、6倍の単眼鏡を用いると、 $25/30\times 6\text{倍}=5\text{倍}$ となる。

c) 遮光レンズ

低視力者の多くは屋外で羞明を訴えるケースが多い。羞明の原因の多くは人が知覚する可視光線のある種の波長の光が作用して羞明を訴えるわけで、それを防ぐために遮光レンズが処方される。眼に対して不快な感情をひきおこす有害な光線を総称してグレアードと/orい、グレアードを大別すると、真っ暗な部屋の中で1カ所だけ明るい部分があると、眼が明るい所と暗い所を交互に見る際に瞳孔が反応し、縮瞳したり散瞳したりして、眼精疲労や頭痛の原因となる。このようなグレアードを不快グレアード(discomfort glare)といい、それをさけるためには照明等により環境を変化させねばならない。

それに対して空気中の霧やスモッグや眼内の微粒子等により光線が散乱することにより物が見えにくくなる状況がある。これを障害グレアード(disability glare)といふ。障害グレアードは光線が空気中や眼内の微粒子に当たり散乱するために生ずるわけで、レ・レーの法則によると散乱の強さは波長の4乗に反比例する。すなわち波長が短ければ短い程光線は散乱するわけで、遮光レンズは短波長光を遮断するために障害グレアードに有効である。障害グレアードが生じるとコントラストが低下し、そのために物が見えにくくなつて視力が低下する。遮光レンズは短波長光を遮断するためにコントラストが向上し、視力改善にも良影響を与えるだけではなく、順応に対しても屋外で遮光レンズを装用しているとその段階ですでに暗順応をしている状態となり、屋外から屋内に入るとには遮光レンズを外すとスムーズに行動することが可能である。

そのために暗順応に問題のあるケースでは遮光レンズを一度試してみる価値がある。遮光レンズを処方する際に注意しなければならないことは、両外側からの光(側光)や下方からの光が予想以上に視覚に影響を与えるという点であ

る。そのために出来ることならば遮光レンズを処方する際にはサイドカバー等も工夫する必要がある。

d) プリズム

視野狭窄を有する低視力者に対しては、何らかの方法で視野を広げる必要があるが、中心部分の視機能が低下している低視力者に像を縮小させることにより視野拡大をはかる方法は使えない（逆単眼鏡）。また、左右方向に関しては視野を拡大する必要はあるが、上下方向は視野を拡大すると足元が不安定となり、実際の使用は不可能である。そのためフレネル膜プリズムが用いられる。膜プリズムを使える低視力者は視野の周辺部に島状に視野が残っておらず、かつ中心視力が比較的保たれているケースが対象となる。

膜プリズムを通した映像は鮮明でなく、物が有るか無いかが判る程度で、何か物があれば残っている中心で物を確認すれば良いと考える。視野狭窄の低視力者は見える範囲が狭いために眼を動かすと眼を元の位置にもどすことが困難となるために自分からは眼を動かさない。プリズムの処方はその眼の動きを習得させるために持ちいるのであって、永続的に使用するものではない。眼球運動の重要性が理解できればその時点で使用を中止する。

II 非光学的補助具

非光学的補助具の多くは最新の電子機器を使用したもので、コミュニケーション用、歩行・行動用、日常生活動作用に分けて考えられる。

(i) コミュニケーション用補助具

コンピュータを活用したものが主で、低視力者用にディスプレイの文字をソフト的に大きくするもの（Macintosh InLarge, Vista等）やハードを用いて文字を大きくするもの（PC-WIDE等）等がある。また、最近では音声を活用してコンピュータを使いやすくすることも可能となっている。

(ii) 歩行・行動用補助具

低視力者は視野狭窄の患者以外はそれ程、歩行には問題はないようであるが、両眼視機能を必要とするような遠近感や立体感については欠落しているために必要ならば白杖の携帯を勧めている。単眼の場合に立体視は困難であるが眼の

位置を左右に動かすことにより針穴に糸を通すことは可能で、このような運動視差を活用させることも重要である。

最近流行の仮想現実(バーチャル・リアリティ)の分野で眼鏡型モニターTV(HMD : Head Mounted Display)が開発され、外界の状況をビデオカメラで読み込んで、眼鏡内のTVモニターに撮し出すシステムがある。このシステムを応用すると夜盲のある人の夜間歩行が可能となる。あるいは、従来のビデオカメラと接続することにより低視力者も野球を野球場で雰囲気を感じながら観戦することが可能であり、今後の発展が期待される。

(iii) 日常生活動作用補助具

低視力者用の日常生活動作用補助具が特別にあるわけでは無く、全盲者も使用する視覚障害者用のものとなる。日常生活動作用補助具も電子機器を応用したもののがほとんどで、例えば音声出力を備えた音声電卓や、音声時計、音声方向計や色を音声で表す機器等も発表されている。また、視覚障害者用の電子手帳、例えばユリーカA 4のように全盲者用にスケジュール管理やワープロとしての機能以外にも、作曲や電話回線と連結してファックスとしての使用も可能で、今後さらなる小型軽量化が望まれるが低視力者のみならず全盲者にとっても日常生活を有意義に過ごすことが可能になりつつある。

まとめ

低視力者に対しては必要に応じて複数個の補助具の処方が必要とはなるが、それらを通じて彼らのQOL (Quality of Life) の向上に貢献することがローバジョン・クリニックの真の目的であり、前述したことがらを心にとめて日常生活において活用していただきたい。