



Dr. Salmon Newsletter

World News & Views

-Letters from Dr. Salmon, NSU-

Dear readers,

先月末の1週間、Northeastern State University (NSU) は、春休みでした。学生も職員もリラックスする時間を持ってました。私が自宅にいて子供たちの面倒を見られますので、その間、私の妻は日本にいる彼女の母親に会いに行くことができました。私の妻は日本で育ち、今はアメリカでの生活に満足していますが、日本を訪れる時には日本の美しさや文化に感動すると言います。私自身も日本を訪れる時には、このような美しい国に住み、豊かな文化を持ち、毎日おいしいものを食べられる日本人は世界で一番幸せだと思います。去年の大災害や長い冬の後で咲いた今年の桜は、日本の皆さんにとって普段にまして美しいものだったのではないのでしょうか。日本では新しい年度や学期が始まる次期ですが、時々立ち止り、ご自分の国の美しさを楽しんでみてはいかがでしょうか。



今月のニュースレターは、いつもとは趣向を変え、ETDRS チャートと視力測定についての解説をしたいと思います。すでに、ETDRS チャートやそれを用いた視力測定に精通されている方もいらっしゃると思いますが、聞いたことはあるが詳しくはご存じない方や、中には全くご存じない方もいらっしゃるかも知れません。ETDRS チャートは世界中の眼科関係の多くの研究論文で使われているものですので、今回のニュースレターは皆さんのお役に立つものではないかと思っています。

Thomas O. Salmon, OD, PhD, FAAO
Professor, Northeastern State University

Enhance
Program

VIA AIR MAIL

LogMAR Visual Acuity

今月は、眼科関連の研究でよく使われる視力の測定方法について解説します。患者の視覚は様々な評価方法があります。たとえば、以下のようなものです。

- ・ 視力
- ・ コントラスト感度
- ・ 色覚
- ・ 視野
- ・ 暗順応
- ・ 視覚反応時間
- ・ フリッカーテスト
- ・ 最小検出可能光強度
- ・ 立体視

視力検査は最も一般的な視覚の評価方法と言えます。しかし、視力検査だけでは、視覚のほんの一部分を評価しているにすぎません。それは、ある患者の視力が正常値であっても、その患者の視覚が正常であるとは言い切れないということです。たとえば、緑内障の患者で視野のほとんどが欠けていても、視力を測定すると 1.0 ということもありますし、先天性の色覚異常も、多くの場合、視力は正常です。視力測定は、屈折異常による網膜像のぼけを評価するのに適した方法です。見えにくさの原因で最も多いのは屈折異常ですので、視力測定は最も一般的に用いられる視覚の評価方法です。

視力検査に影響を及ぼす要因

視力検査は簡単で単純です。しかし、検査の設定や条件が適切に管理されていなければ、視力検査の結果はばらつき、不正確になります。視力検査に影響する要因には以下のようなものがあります。

- ・ 屈折異常が矯正されていない、あるいは不適切な矯正
- ・ 屈折未矯正によるぼけに対する神経の適応
- ・ 瞳孔径
- ・ 毛様体筋麻痺剤を点眼するかしないか
- ・ 調節力、老視、年齢
- ・ 単眼検査か、両眼検査か
- ・ 部屋の照明と視力表の明るさ
- ・ 視力表のタイプ(前面から照明をあてる印刷されたもの、バックライトのもの、液晶など)
- ・ グレア
- ・ 視標のタイプ(記号、絵、正弦波格子、矩形波格子、ランドルト環、文字、数字など)
- ・ 文字の種類とフォント
- ・ 視標と背景の色
- ・ コントラスト
- ・ 1列あたりの視標の数
- ・ 列ごとの視標の大きさの変化

アメリカで臨床的に行われている視力検査法

最近まで、アメリカの多くの医師は投影式の文字視標を使って視力検査をしてきました。その最も一般的なものは American Optical Company 製のものです(図 1)。この視力表は、ほとんどの世代のアメリカの眼科医とオプトメトリストにはおなじみのものです。スライドで最もよく使われるのはこれです(図 2)。



図 1. American Optical Company 製 視力検査プロジェクター



図 2. 投影された視力表

表 1 に視標の大きさの変化を示します。なお、アメリカでは視力を日本のように小数では表わさず、20 を分子にした分数で表わすのが一般的です。この 20 という数字は、アメリカでの視力検査が昔から一般的に 20 フィート(約 6m) の距離で測定されていたことに由来しています。この視力表には以下のような特徴があります。

- ・ 白い背景で視標が黒。
- ・ 視標により、認識のしやすさに差がある。
- ・ 1 列あたりの視標数が異なる。
- ・ 列同士の間隔が異なる。
- ・ 列ごとの視標の大きさの変化は表 1 の通り。

表 1. 視力測定チャートの視標の大きさの変化

小数視力	2.0	1.6	1.25	1.0	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2	0.16	0.13	0.1
20/x	10	12.5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
MAR	0.5	0.63	0.8	1	1.26	1.6	2	2.5	3.16	4	5	6.3	7.9	10
logMAR	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

患者が読める最も小さな視標の列を医師が記録します。たとえば、患者が 20/20 (小数視力の 1.0) の列を全て読めたら、医師は迷うことなく 20/20 とカルテに書くでしょう。しかし、患者が 1、2 文字間違ふことはよくありますし、次の列の 1、2 文字が読めることもあります。そのような場合に視力をどう記録するのかを明確にした基準はありません。NSU Oklahoma College of Optometry の学生は以下のように教えられます。

- ・ 患者が視標の半分以上が読めた最も小さい視標の列を視力として記録する。
- ・ さらに、読めなかった視標の数や次の列で読めた視標の数を - と + で表わす。
- ・ たとえば、20/20 のほとんどが読めたが、2 文字だけ読めなかった場合、20/20⁻² と表記する。

ETDRS チャート

臨床現場で使われる標準的な視力測定方法は患者の検査には適していますが、National Eye Institute (NEI) は研究に用いる検査としては十分ではないと考えました。1979 年に始まった糖尿病性網膜症の早期治療の研究 (Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study: ETDRS) の中で、NEI は視力を記録するのにより良い方法を使いました。ETDRS は、糖尿病性網膜症患者に対するレーザー治療の効果を測るために、多施設で行われ、3,000 人を対象にした、4 年間に及ぶ臨床研究です。ETDRS で用いられた視力表はよく考えられたものであったため、その後、多くの良質な研究で視力測定に用いるよう推奨されるようになりました。現在、アメリカの主要な医学雑誌では視力測定に ETDRS の視力表が使用されています。ETDRS チャートの例を図 3 に示します。



図 3. ETDRS チャート

ETDRS チャートは、臨床でよく使われている視力表と以下の点で異なります。

- ・ 列同士の視標の大きさの差は、0.1 log MAR 単位
- ・ 1 列に 5 つの視標
- ・ 視標の文字は、Sloan Letter set (C, D, H, K, N, O, R, S, V, Z の 10 文字) で、フォントも Sloan font
- ・ それぞれの視標の間隔は視標 1 つ分
- ・ 結果は列ではなく、視標によって数値化される

これらのポイントをさらに細かく説明します。

logMAR

logMAR は、“the logarithm of the minimum angle of resolution”の頭文字をとったものです。最小分離角／最小視角 (MAR) は視力表の視標 (文字) サイズによって規定されます。MAR がどのように規定されているかを図 4 に示します。アメリカでよく使われる“E”視標を例にとると、MAR は基準の距離から見たときの黒い線のなす角度の大きさです。実際には E は ETDRS チャートには用いられていません。図 4 に示した正弦波格子や矩形波格子も同様です。



図 4. 最小視角 (MAR)

感覚的な変化は一般的には対数的に進むというように言われています。もし、列同士の視標の読みにくさの差を均一にしたいのであれば、視標の大きさを対数的に変化させる必要があります。ETDRS チャートでは、列同士の視標の大きさの差は 0.1logMAR になっています。こうすることで、大きな視標から小さな視標までが均一な間隔で変化します。また、どんな距離で視力を測ろうとも視標の変化幅は同じになります。臨床現場で多く使われている一般的な視力表は、視標の大きさの差が均一ではありませんので、このことは ETDRS チャートの利点の一つと言えます。

The Sloan letter set

視力検査は自覚的な検査です。視標が見えた、あるいは見えていないと患者が我々に伝えることで検査が成り立っています。患者が本当に見えているかを確認するために、正しい答えをきちんと確認できなければなりません。日本では、ランドルト環視標が最も使われています。ランドルト環を用いた視力検査では答えは、上、下、右、左の 4 種類ですので、患者は当てずっぽうで答えたとしても 25% の確率で正解できます。もし、英語のアルファベット全てを視標に使える、アルファベットは 26 文字ありますので、約 4% の確率になります。しかし、アルファベット全てを使うと問題がでできます。明らかに読みやすい“l”や、形が似ていて混同しやすい“Q”と“O”のようなものもあります。ETDRS チャートでは、Sloan letter set を使っています。Sloan letter set は、特定のフォントで書かれた C, D, H, K, N, O, R, S, V, Z の 10 文字です。これらの文字とフォントは、認識しやすさがほぼ等しく、お互いに似すぎていないものが選ばれています。Sloan letter set には文字が 10 種類ありますので、10% の確率になります。これも ETDRS チャートの利点の一つです。

1 列に 5 文字

アメリカで臨床的に用いられている視力表は列によって視標の数が異なります。指標の大きさによって数を変えているのです。一般的には、20/200（小数視力の 0.1）の列は 2 文字、20/20（小数視力の 1.0）は 6 文字となっています。ETDRS チャートでは全ての列で指標は 5 つになっていて、文字の間隔は 1 文字の幅と同じです。このことで、各列間で得られる視力値の差が均一になります。

表 2. ETDRS チャートと小数視力の対応表

logMAR	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
小数視力	2.0	1.6	1.25	1	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2	0.16	0.13	0.1

検査結果の表わし方

ETDRS システムでは、logMAR の値によってそれぞれの列を規定しています。ETDRS チャートのそれぞれの列における視標の大きさを表 2 にしました。logMAR の値の下に小数視力の値を示してあります。ETDRS チャートには以下の特徴があります。

- ・ 列ごとの指標の大きさの差は、0.1 logMAR 単位。
- ・ 小数視力での 1.0 は、log MAR では 0 になる。logMAR=0 の視標よりも大きい視標では、logMAR 値も大きくなる。したがって、視力が悪いほど、logMAR 値も高くなる。たとえば、logMAR=1.0 は、logMAR=0.5 よりも悪い視力となる。
- ・ logMAR=0（小数視力 1.0）より小さい視標では、logMAR はマイナスの値になる。認識できる視標が小さいほど、視力はよく、logMAR 値はよりマイナス側になる。たとえば、logMAR=-0.3 は logMAR=-0.1 よりも良好な視力を示す。

ETDRS チャートは、それぞれの列に 5 つの視標があり、視標の読みやすさはほぼ同等であるので、1 つの視標はその列の 1/5 としてカウントできます。各列間の logMAR 値の差は 0.1 なので、一つの視標は 0.1 の 1/5 で、0.02 となります。つまり、正しく答えられた最小指標の列よりも小さい列の視標が答えられた場合、一つの視標に対して 0.02 引いてください。また、逆に正しく答えられなかった視標があれば、視標一つに対して 0.02 加えてください。

logMAR 視力検査の例

患者が logMAR=0 の列を全て正しく答えたら、視力は 0.0 となります。もし、正しく答えられなかった視標が 1 つあれば、 $0.0 + 0.02 = 0.02$ となります。2 つ間違えたら、 $0.0 + (0.02 \times 2) = 0.04$ です。3 つ間違えたら、0.06、4 つなら 0.08 となります。logMAR=0 の列を全て間違えたら、 $0.0 + (0.02 \times 5) = 0.1$ となり、1 段階大きい視標の列が示す視力になります。

0.1 の列の視標のほとんどに正解したが、2 つの視標で間違った場合、logMAR 視力は、 $0.1 + (0.02 \times 2) = 0.14$

患者が logMAR = 0 の列を全て正しく答え、さらに次の列のいくつかの視標にも答えられた場合、その数に 0.02 をかけて 0 から引きます。たとえば、logMAR = 0 の次の列の視標 2 つにも答えたら、 $0.0 - (2 \times 0.02) = -0.04$ となります。

-0.1 の列の視標の全てに正解し、さらに次の列の視標 1 つに正解したら、logMAR 視力は、 $-0.1 - (0.02 \times 1) = -0.12$ となります。

検査の進め方

ほとんどの場合、患者が容易に読める大きな指標の列から始め、徐々に下の小さい視標の列に移動し、患者が正しく答えられなくなるまで続けます。ただし、医師によって検査の終わらせ方は異なるようです。

- ・ 患者が 1 つの視標で間違えうまで続けさせ、全て正解した最後の列と、次の列で正解した視標の数を数えて記録する方法
- ・ 1 つの列の内 3 つの視標で間違えうまで続けさせ、全て正解した最後の列と、正解した視標と不正解の視標の数を数えて記録する方法
- ・ 1 つの列の視標が全く正解しなくなるまで続け、全てに正解した最後の列と、正解した視標と不正解の視標の数を数えて記録する方法

小数視力と logMAR 視力の換算

小数視力の値(d)を logMAR 視力に換算するのは、簡単な計算でできます。

$$\log MAR = \log\left(\frac{1}{d}\right)$$

$$\log MAR = -\log(d)$$

逆に、logMAR 視力を小数視力(d)に換算するのは次の式を用います。

$$d = \frac{1}{10^{(\log MAR)}}$$

$$d = 10^{(-\log MAR)}$$

まとめ

ETDRS チャートを用いた視力検査は、研究などで広く用いられています。もし、研究論文などを読む機会があるのでしたら、ETDRS チャートによる視力検査について知っておいた方が良いでしょう。基本的なポイントは以下の通りです。

- ・ 小数視力の 1.0 は、logMAR では 0.0
- ・ 視力が悪いほど、logMAR の値は増加（プラス側になる）
- ・ 視力が良いほど、logMAR の値は減少（マイナス側になる）

Upcoming ophthalmology and optometry meetings

今年、アメリカで開催される眼科関係の学会を下の表にまとめました。

学会名	主催	開催場所	日程
2012 ASCRS Annual Symposium and Congress	American Society of Cataract and Refractive Surgery	イリノイ州、シカゴ	4 / 20~24
2012 ARVO	Association for Research in Vision and Ophthalmology	フロリダ州、フォートローダーデール	5 / 6~10
International Vision Expo West 2012	The Vision Council	ネバダ州、ラスベガス	9 / 5~8
AAO Academy 2012	American Academy of Optometry	アリゾナ州、フェニックス	10 / 24~27
AAO 2012 Annual Meeting	American Academy of Ophthalmology	イリノイ州、シカゴ	11 / 10~13

(翻訳: 小淵輝明)