



Dr.Salmon Newsletter

# World News & Views

-Letters from Dr.Salmon, NSU-

Dear readers,

このニュースレターを書いているとき、私はボストンにいて、American Academy of Optometry の学会に参加しています。いつか、この学会で学んだことを皆さんにお伝えできればと思っています。

日本でも過ごしやすい季節になったのではないかと思います。オクラホマでは夏が暑かった分、今は最高の季節を楽しんでいます。フットボール、サッカー、狩猟、釣りなど野外で活動的にすごすなら、本当に最高ですね。私と私の家族は Northeastern State University (NSU)の男子サッカーチームの試合を見るのがとても好きです。特に今年のチームは強いので、とても楽しみです。



大学で働いているメリットの一つは、たくさんのイベントに参加できることです。つい先日にも、ミニ世界フェアが開催されました。これは、様々な国から来ている学生がそれぞれの文化を紹介するものです。日本から来た学生はソーラン節を披露し、他の国からの学生はそれぞれ伝統的な衣装を身に着け、それぞれの国の料理を準備しました。

今月のニュースレターでは、コントラスト感度について簡単に解説します。また、いろいろなウェブサイトやニュースレターに掲載されていた、面白い情報を紹介したいと思います。どうぞ、楽しんでください。

Sincerely,

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

**Enhance**  
Program

**VIA AIR MAIL**

## CONTRAST SENSITIVITY

Southern California College of Optometry の Dr. William Ridder は、Ophthalmology Times でのインタビューで、ドライアイ患者の視覚を評価するためにコントラスト感度を活用したと言及しました。コントラスト感度は、多くの科学的な研究で視覚評価方法の一つとして使用され、臨床的なコントラスト感度測定装置はいくつも出回っています。しかし実際の臨床では、視覚の評価には視力だけが用いられ、コントラスト感度にはあまりなじみがないのが現状です。今月のニュースレターでは、コントラスト感度の基本原理についてまとめます。

### 視覚を、大きさを測るのか、濃淡(コントラスト)で測るのか？

一般的な視力測定では、患者が見える一番小さい視標(ランドルト環や E の文字など)を測定します。普通は、視標が小さくなると見えにくくなりますので、小さい視標が見える方が、視覚が良いということになります。図 1 に白地に黒文字の視力表の例を示します。この例では、文字の濃さは一定で、その大きさが左から右に小さくなっています。右に行くにしたがい、見えにくくなるということです。

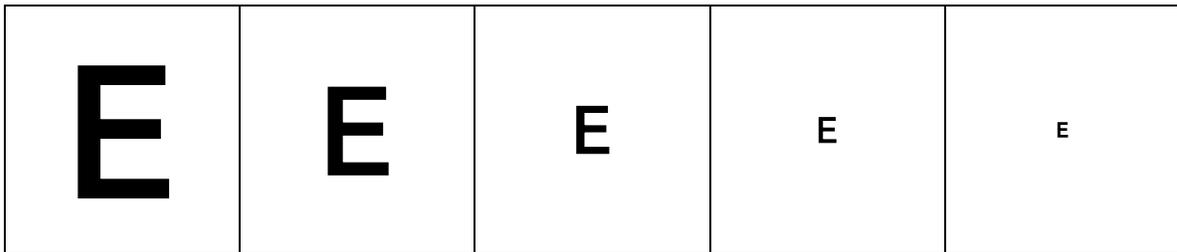


図 1. 視力表の例 文字の濃さは一定で、大きさが変化します。

別の視覚評価方法に視標の濃さを薄くして(コントラストを低下させ)、患者が見える最も薄い(コントラストが最も低い)視標を測定する方法があります。コントラストが低いほど見えにくくなりますので、低いコントラストでも視標が認識できれば、よく見えているということになります。図 2 に、コントラストを変化させた視標の例を示します。この場合、視標の大きさは同じですが、コントラストが左から右に低下しています。

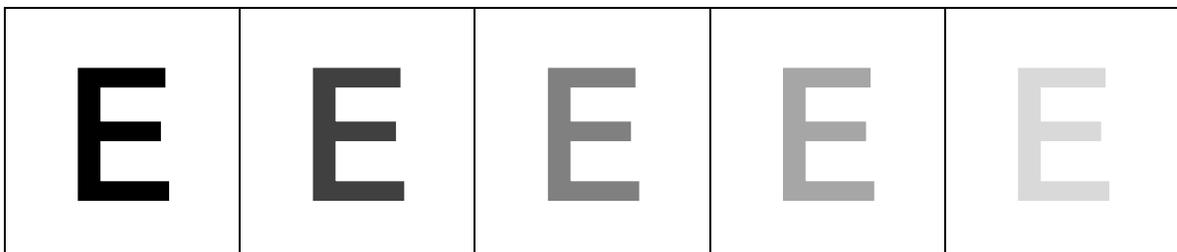


図 2. コントラスト感度測定用の視標 文字の大きさは同じですが、コントラストが変化しています。

### コントラストとコントラスト感度の定義

コントラスト(C)は、下の公式のように視標の最高輝度(Lmax)および最低輝度(Lmin)によって決まります。

$$C = \frac{(L_{\max} - L_{\min})}{(L_{\max} + L_{\min})}$$

白地に黒い文字に視標を例にとると、白い背景の輝度(Lmax)が 200 で、黒文字(Lmin)が 0 なら、コントラスト(C)は、下記のようになります。

$$C = \frac{(200 - 0)}{(200 + 0)} = \frac{200}{200} = 1.0$$

文字が黒ではなく、グレーで、最低輝度が 160 の場合、このようになります。

$$C = \frac{(200 - 160)}{(200 + 160)} = \frac{40}{360} = 0.11$$

この公式によると、コントラストの最大値は 1.0 で、最低値が 0 ということになります。個人が認識できるコントラストの最小値をコントラスト閾値といい、その逆数が「コントラスト感度(CS)」ということになります。ある人が認識できる最小のコントラスト(コントラスト閾値)が 0.01 とすると、コントラスト感度は 100 です。

$$CS = \frac{1}{C} = \frac{1}{0.01} = 100$$

### 低コントラスト視力

多くの視力表は、白地に黒文字のコントラストが 1.0 になる視標を用いています。しかし、それより低コントラストの視標を用いて視力表を作ることができます。図 3 に低コントラスト視力表の例を示します。ただし、これはコントラストが同じ視標を使用しているのでコントラスト感度検査ではありません。これは、低コントラスト視力表です。

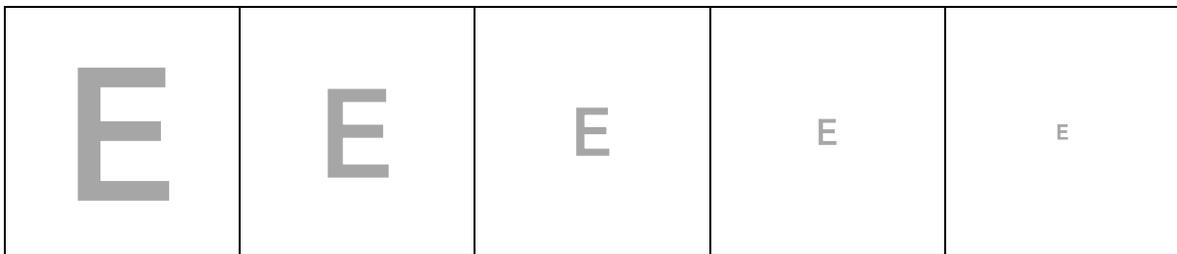


図 3. 低コントラスト視力表 コントラストは一定で文字の大きさが変化します。

**視力とコントラスト感度、両方の測定**

低コントラストの視標は見えにくいものですが、視標の大きさが異なれば、認識できる最低コントラスト(コントラスト閾値)も異なります。したがって、その人のコントラスト感度をより完全に測定しようとする、大きさの異なるいくつかの視標を使わなければなりません(図4)。この視標は、コントラストと大きさどちらも変化していますので、コントラスト感度と視力を同時に測定していることとなります。

E	E	E	E	E
E	E	E	E	E
E	E	E	E	E
E	E	E	E	E

図4. 視標の大きさとコントラストが両方変化する視力表 各行で視標のコントラストは左から右に低くなり、見えにくくなる。各列で視標の大きさは上から下に小さくなるが、コントラストは変化せず、視力が測定できる。

**正弦波格子**

視力やコントラスト感度の検査には様々な種類の視標が用いられています。アメリカではEなどの文字が多く使われていますし、日本ではランドルト環を使うことが多いです。コントラスト感度測定には、視覚の研究者は正弦波格子をよく使用します。正弦波格子は一見ただの縞模様ですが、白い部分と暗い部分の境界がグラデーションになっています。正弦波格子を用いる事の理論的なメリットはいくつか挙げられますが、誌面が限られていますので、ここでは述べません。図5に正弦波格子を用いたチャートの例を示します。これはコントラスト感度測定ではなく、視力を測定するためのチャートです。コントラストが一定で視標の縞の幅が変化しています。

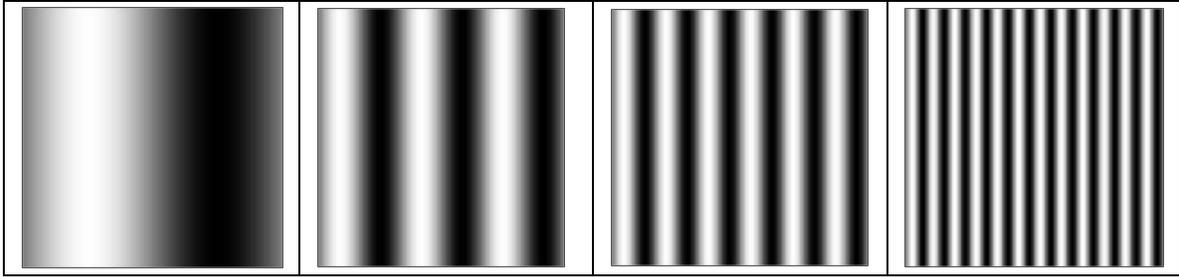


図 5. 高コントラストの正弦波格子を用いた視力表の例

同様に、図 6 に示したような正弦波格子を用いたコントラスト感度検査用のチャートを作成することもできます。これは視標の縞の幅が変わらず、コントラストのみが変化していますので、視力測定用ではなく、コントラスト感度測定用です。図 4 に示したように、コントラスト感度と視力を両方測定できるチャートを作成することもできます。図 7 に臨床的に使用されている、Vistech 社のコントラスト感度チャートの例を示します。このチャートでは、縞の幅が上下方向で異なり、左右方向でコントラストが変化します。

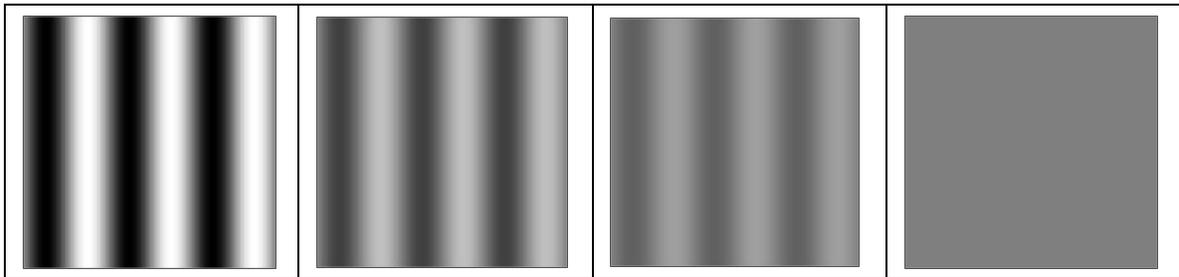


図 6. 正弦波格子を用いたコントラスト感度チャートの例

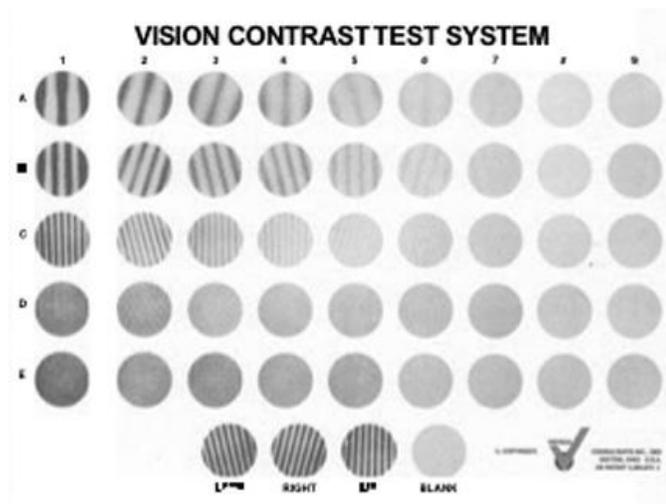


図 7. Vistech コントラスト感度チャート

### 空間周波数による縞の幅の規定

多くの視力表は視標の大きさを 0.5 や 1.0 などのような小数視力に合わせて規定しています。正弦波格子を用いたチャートでは、視標の大きさ(縞の幅)は、視角 1° に含まれる格子のサイクル数 (c/d: cycles/degree) で規定されます。1 サイクルは、繰り返している縞の 1 セット分ということです。視角 1° に含まれるサイクル数を、空間周波数と言います。空間周波数が大きいということは、細かい縞が多く含まれることを示し、空間周波数が低いとは、縞の幅が広いということです。空間周波数 30c/d は、視力 1.0 に相当し、15c/d は、視力 0.5 に相当します。下に示す簡単な公式を用いると、空間周波数(c)を小数視力(d)に換算することができます。

$$c = d \times 30$$

$$d = c / 30$$

### まとめ

視力の測定には、コントラストが一定で大きさの異なる視標を用います。コントラスト感度測定には、大きさが一定で濃淡の異なる視標を用います。多くのコントラスト感度測定チャートは視標の大きさ、濃淡の両方が変化するもので、通常の視力表よりも多くの情報を得る事ができます。コントラスト感度測定結果は図 8 のようにグラフに書くことができます。横軸は空間周波数で縦軸がコントラスト感度(コントラスト閾値の逆数)です。

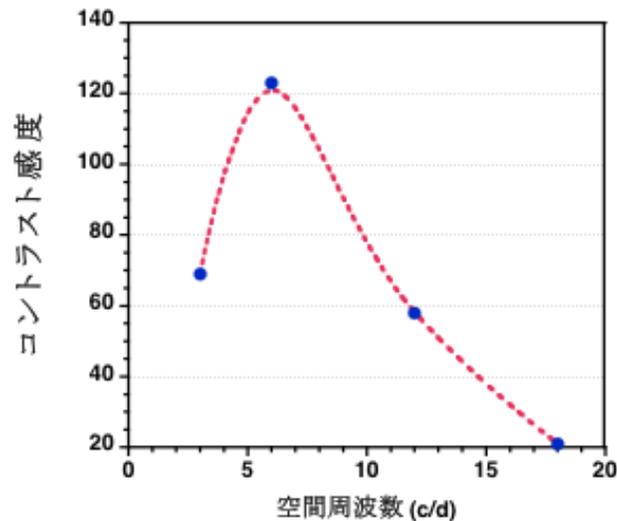


図 8. 典型的なコントラスト感度のグラフ  
空間周波数ごとのコントラスト感度を示しています。

## Contact Lens News

All About Vision(<http://www.allaboutvision.com/>)という患者向け情報を提供しているウェブサイトがあります。そこでの情報は、屈折異常、コンタクトレンズ、メガネ、屈折矯正手術、よくある目の病気、スポーツビジョン、コンピュータービジョン、サングラス、栄養など多岐にわたります。9月下旬に以下のコンタクトレンズ関連ニュースが掲載されました。

### こすり洗いとすすぎの組み合わせが効果的

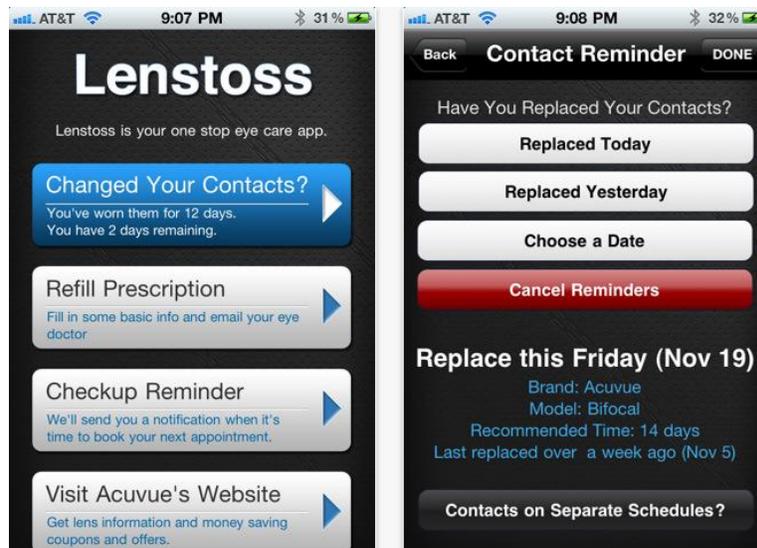
ソフトコンタクトレンズを最もきれいに洗浄できる方法は、洗浄過程にこすり洗いとすすぎの両方を取り入れることであることが、オーストラリアの Brien Holden 視覚研究所で行われた研究で確認されました。シリコーンハイドロゲルレンズとハイドロゲルレンズにアカントアメーバを含む数種類の微生物を接種し、その後マルチパーパスソリューションを用い 3 つの方法で洗浄しました。

1. こすり洗いとすすぎ
- 2.すすぎのみ
3. こすり洗いもすすぎもしない

こすり洗いとすすぎを行う方法が最も効果的で、逆に両方をしない方法は効果が最も少なかったです。この研究は、*Optometry and Vision Science* の 2011 年 8 月号に掲載されています。多くのドクターは、こすり洗いとすすぎを行う事の重要性を認識しているのですが、昨年の CLAO で一人のドクターが、こすり洗いをすることで実際は最近性角膜炎の危険性が増えると言っていました。したがって、こすり洗いとすすぎの価値を科学的に示したこの研究は意味があるものだと思います。

### コンタクトレンズの交換時期を教えてくれる iPhone アプリ

オクラホマのオプトメトリスト、Dr. Troy Flax が、「Lenstoss」という iPhone アプリを開発しました。このアプリはコンタクトレンズの交換時期を知らせてくれるものです。多くのコンタクトレンズ患者は、故意に交換時期を超えて装用しているわけではなく、コンプライアンスが悪いのです。単純に今装用しているコンタクトをいつからつけ始めて、いつ交換すればよいのかを忘れてしているのです。コンタクトレンズ患者にも多くの iPhone 使用者がいますので、この方法は装用スケジュールを守らせる、単純でなおかつ効果的な方法です。また、このアプリからコンタクトレンズメーカーやケア用品メーカーのウェブサイトに行けるリンクが貼ってあります。アメリカの iTunes ストアより\$0.99 でダウンロードできます。



### コンタクトレンズケースをティッシュで拭く

Investigative Ophthalmology and Visual Science の 2011 年 7 月号に掲載された研究で、マルチパーパスソリューションや蒸留水を満たしたコンタクトレンズケースの中のバイオフィルムを除去するための 4 つの異なる方法を試験しました。

1. すすぎと空気乾燥
2. こすり洗い、すすぎと空気乾燥
3. ティッシュを用いた拭き取りと空気乾燥
4. こすり洗い、すすぎ、ティッシュ拭き取りと空気乾燥

この試験で、4 つ目の方法(こすり洗い、すすぎ、ティッシュ拭き取りと空気乾燥)が最も効果的に細菌をコンタクトレンズから除去できることが分かりました。また、ケースの内側が滑らかな方が細菌が残りにくく、突起物などがあれば、細菌が残りやすいこともわかりました。

### コンタクトレンズケースを乾燥させる時は逆さまに空いておいた方がよい

コンタクトレンズを取り出しレンズケースをすすいだ後、レンズを乾かす時に上を向けて置いた方がよいのか、逆さまにして置いた方がよいのかを比べる研究がありました。その結果、上に向けて空気乾燥させたレンズケースにより多くの細菌が残っていることが分かりました。また、トイレの近く、洗面所、寝室、オフィスの 4 つの環境における汚染についても検討しました。レンズケースを上に向けて置いたとき、湿度の高くなるトイレの近くや洗面所で汚染がひどく、乾燥している寝室やオフィスではあまり汚染されないこともわかりました。レンズケースを逆さまにしておいた場合、4 つの環境で汚染度合は同程度でした。この研究は、Optometry and Vision Science の 2010 年 7 月号に掲載されています。



American Optometric Association のニューズレター、AOA First Look に以下のことが掲載されていました。

### アデノウイルス結膜炎(流行性角結膜炎)に対する点眼薬

一般消費者向けの健康サイト WebMD(<http://www.webmd.com/>)に、スウェーデンの科学者がアデノウイルス結膜炎の治療薬を開発したとの記事がありました。この点眼薬は、ウイルスをだまし、目ではなく点眼薬に含まれる人工的表面に吸着させるということです。

### 喫煙を規制する法律

アメリカの多くの企業では勤務中の喫煙が禁止されています。喫煙者を雇わない企業もあります。ある病院では、従業員が休憩中に喫煙することも禁止しました。たばこの臭いがついている従業員は、職場から追われるかもしれません。

(著者メモ: Northeastern State University を含むアメリカの多くの大学では、たばこのないキャンパスを実現しました。建物の中はもちろん屋外でもたばこを吸うことはできません。)



Photo by Chizuru Matsuoka @NSU

### 自己調節眼鏡

AOA First Look に、英国のオックスフォード大学物理学教授、Joshua Silver 氏に関する記事が載りました。Joshua Silver 氏は、自分でピント調節可能な眼鏡を開発したとのことです。その眼鏡のレンズは、透明な液状シリコンで満たされています。眼鏡の両側のツルに取り付けられたダイヤルを使ってレンズ内の液体の圧力を調節することで、もっともよく見えるようにピントを合わせることができます。この技術はこれまで何年も利用されていて、世界中の 20 カ国で 40,000 本以上の眼鏡が使用されています。この自己調節眼鏡は、眼鏡処方をするアイケアプロフェッショナルのいないような発展途上国の患者のために開発されたものです。Joshua Silver 氏は、この眼鏡 1 本に対して 1 ドルまで価格を下げましたので、多くの人が買うことができるようになりました。YouTube に Joshua Silver 氏の発明に関する動画があります。

( [http://www.youtube.com/watch?v=H-R1k9t\\_zSQ](http://www.youtube.com/watch?v=H-R1k9t_zSQ) )



図 11. 自己調節眼鏡

Figure drawn by Chizuru Matsuoka@NSU

### 眼窩に埋め込まれた小型カメラ

The BBC health news web site が、子供のころに銃による事故で片目を失ったカナダのドキュメンタリー制作者について掲載しました。彼の眼は摘出され、義眼を使用しています。彼は最近、彼の眼窩に埋め込むことができる小さなビデオカメラを開発した技術者と仕事をしています。そのカメラは反対の眼と一緒に動き、外部にある受信機に動画を送ることができます。このカメラの開発目的は、彼に視力を与える事ではなく、彼の視点でビデオを撮影することです。BBC のウェブサイトでこの装置の動画が見られます。( <http://www.bbc.co.uk/news/health-14931681> )

### 新製品

Rapid Pathogen Screening (RPS)社は、アメリカの眼科医によって 2004 年に設立された医療機器メーカーです。彼らは眼表面の疾患の診断や、化学あるいは生物兵器の成分を検出できる装置を開発しました。それは臨床で、素早く簡単に使えるものです。開発したのは、PRS Adeno Detector Plus と RPS InflammaDry Detector の 2 種類の機器です。PRS Adeno Detector Plus は、アデノウイルス結膜炎(流行性角結膜炎)の診断機器です。シルマー試験紙と同じくらいの幅のサンプル採取用の紙片があり、小さな容器に入っています。その紙片を下眼瞼の内側にやさしく触れさせ、そこで採取したサンプルを試験器に移すと、約 10 分後にカラーコードによる診断結果を示します。試験器は 1 回の使い捨てとして設計されているので、ホイルパックに入れられ、廃棄されます。

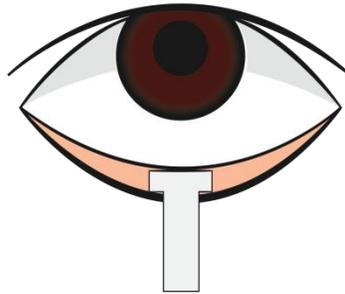


図 12. RPS InflammaDry Detector と PRS Adeno Detector Plus の紙片  
下眼瞼の内側から涙液サンプルを採取します  
(Figure drawn by Chizuru Matsuoka. 松岡千鶴)

RPS InflammaDry Detector は、PRS Adeno Detector Plus とよく似ていますが、眼表面の炎症によって作られる MMP-9 (マトリックス メタロプロテイナーゼ 9)というタンパク質を検出するように設計されています。MMP-9 はドライアイ患者の涙液中で増加しますので、ドライアイ診断の他覚的な検査に使えます。PRS Adeno Detector Plus のように、サンプルを収集するために患者の下眼瞼の内側に紙片をやさしく触れさせます。サンプル処理した後、約 10 分で MMP-9 の上昇レベルを診断できます。一度使った試験器は廃棄されます。これも 1 回の使い捨てです。詳しい情報は RPS のウェブサイトをご覧ください。( <http://intl.rpsdetectors.com/> ).

(翻訳: 小淵輝明)