

スクレラルレン ズの処方ガイド

Eef van der Worp

optometrist, PhD

スクレラルレンズの処方ガイド

内容

序文.....	IV
I. はじめに	1
II. 前眼部表面の形状および解剖学	8
III. スクレラルレンズデザイン	16
IV. 5段階フィッティング手法	23
V. スクレラルレンズ装用における管理.....	38
参考文献.....	52

編集委員会

編集者

Eef van der Worp, BOptom, PhD FAAO FIACLE FBCLA FSLs – アメリカ合衆国、ワシントンDC/ オランダ、アムステルダム

Eef van der Worpは、コンタクトレンズ分野における教育者であり研究者です。Eefは、オプトメトリーの学位をオランダのHogeschool van Utrechtで取得し、PhDをオランダのUniversity of Maastrichtで取得しました。彼は、オランダのアムステルダム及び米国ワシントンDCの両方に居住し、米国のPacific University College of Optometry及びオランダのUniversity of Maastrichtに所属して多くのオプトメトリー学部の客員講師をしています。

Pacific University College of Optometry, 米国オレゴン州フォレストグローブ



Pacific Universityは、20年以上前からコンタクトレンズに関する研究に意欲的で、スクレラルレンズについての教育、研究の最先端に位置しています。Pacific Universityで前眼部表面形状に関する特別プロジェクトの研究コーディネーターをしていただいたことに対し、ドイツのAalen UniversityからのTina Grafに感謝いたします。さらに、Pacific University College of OptometryのコンタクトレンズチームのPatrick Caroline, Beth Kinoshita, Matthew Lampa, Mark André, Randy Kojima と Jennifer Smythe等に感謝いたします。

国際編集委員会

Stephen P. Byrnes, OD FAAO – アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州ロンドンデリー

Steve Byrnesは、ボストンのThe New England College of Optometryでオプトメトリーを学び、米国ニューハンプシャー州ロンドンデリーでコンタクトレンズの専門クリニックを開業しています。彼は、多くのオプトメトリースクール及びカレッジに対してのBausch+Lombの学術教育コンサルタントをしています。また、ガス透過性ハードレンズのデザイン、フィッティング及び問題解決のための講演を世界各地で行っています。

Gregory W. DeNaeyer, OD FAAO FSLs – アメリカ合衆国、オハイオ州コロンバス、

Greg DeNaeyer、米国オハイオ州コロンバスのArena Eye Surgeonsの臨床部長をしており、スクレラルレンズのフィッティングの専門医です。彼は、American Academy of Optometryの特別会員であり、コンタクトレンズ・スペクトラムの編集者です。彼はまた、Review of Cornea and Contact Lenses and Optometric Managementへの寄稿者でもあります。彼は、スクレラルレンズ教育学会の会長です。

Donald F. Ezekiel, AM DipOpt DCLP FACLP FAAO FCLSA – オーストラリア、パース

Don Ezekielは、1957年にUniversity of Western Australiaのオプトメトリー学科を卒業し、イギリス、ロンドンで大学院を修了しています。ロンドンでは、コンタクトレンズの先駆者であるDr. Joseph Dallosの下で仕事をしていました。Dr. Joseph Dallosは、彼に研究の方法を指導し、患者へのコンタクトレンズの作成について影響を与えました。1967年に、彼はオーストラリアでコンタクトレンズの製造ラボを始め、スクレラルレンズのフィッティングのエキスパートでありまた先駆者でもあります。

Greg Gemoules, OD – アメリカ合衆国、テキサス州コッペル

Greg Gemoulesは、オプトメトリーの学位を米国 Illinois College of Optometryで取得し、テキサスに移った後、米国ダラス郊外の発展都市のコッペルで開業しました。彼は、直径の大きな特殊レンズの処方業務を確立し、いくつもの信頼のおける論文を執筆しています。彼は、スクレラルレンズ処方におけるOCT(光干渉断層撮影)の使用についての先駆者であり、このトピックで多くの講演を行っています。

Tina Graf, BSc – ドイツ、トリーア

Tina Grafは、2004年に光学の過程を終了した後、ドイツのAalen Universityのオプトメトリー・スクールに入学し、2010年に卒業しました。在学中から彼女はハイデルベルグの大学病院やいくつかのコンタクトレンズ診療所で働きました。彼女は、Pacific University College of Optometryで、前眼部表面形状に関するプロジェクトを主導し、その研究データは彼女の学位論文及び国際学会で発表されています。

Jason Jedlicka, OD FAAO FSLs – アメリカ合衆国、ミネソタ州ミネアポリス

Jason Jedlickaは、米国ミネソタ州ミネアポリスのCornea and Contact Lens Instituteの創設者であり、特殊コンタクトレンズ、角膜疾患の処置及び管理、コンタクトレンズの研究及び教育に特化して紹介診療に携わっています。彼は、スクレラルレンズ教育学会の会計を担当しています。

Lynette Johns, OD FAAO

Perry Rosenthal, MD

Deborah Jacobs, MD – アメリカ合衆国、マサチューセッツ州ボストン

Lynette Johns は、2005年からBoston Foundation for Sightの上級オプトメトリストです。彼女は、New England College of Optometryを卒業し、そこで角膜及びコンタクトレンズについての医師研修を終了しました。New England College of Optometryの非常勤臨床教員で、American Academy of Optometryの特別会員です。

Perry Rosenthalは、Massachusetts Eye and Ear Infirmaryのコンタクトレンズ部門の創設者で、またPolymer Technology Corporation(ボストンレンズ製品)(1983年にBausch+Lombによって買収)及びBoston Foundation for Sightの創設者でもあります。彼は角膜に障害がある患者の治療のための先進的なスクレラルレンズ/人工装具の開発の先駆者です。眼表面疾患、スクレラルレンズ及び神経因性疼痛に関する国内及び国際的な専門家会議のゲスト演者にしばしば招かれています。

Deborah Jacobsは、2006年からBoston Foundation for Sightの医療部長を務めています。彼女は、ロードス奨学金授与学生としてオックスフォード大学で科学修士を取得し、米国のハーバード・メディカルスクールで医学博士号を取得しました。彼女は角膜及び角膜表面疾患についてMassachusetts Eye & Ear Infirmaryで眼科学研修及びフェローシップを終了した後、学部教員となり、現在はハーバード大学の眼科学の臨床准教授です。

Craig W. Norman FCLSA – アメリカ合衆国、インディアナ州サウスベンド

Craig Normanは、米国インディアナ州サウスベンドのSouth Bend Clinicのコンタクトレンズ部門の部長です。彼は、Contact Lens Society of Americaの特別会員でGP Lens Instituteのアドバイザーでもあります。また、彼は、ボシュロムの臨床及び教育コンサルタントです。

Jan Pauwels – ベルギー、アントワープ

Jacob H. van Blitterswijk – オランダ、アーネム

Jan Pauwelsは、Lens Optical Technologyのオーナーであり、ベルギーにあるUZAアントワープ、UZGアントワープおよびCHUリエージュの3つの大学病院でコンタクトレンズ処方医として働くオプトメトリストです。彼は、ブリュッセル(ベルギー)で光学とオプトメトリーの研究過程を終了し、不整角膜へのコンタクトレンズのフィッティングを主に行っています

Jaap van Blitterswijkは、コンタクトレンズ処方医であり、またコンタクトレンズのデザイナーおよび製造業者であり、オランダで数軒のコンタクトレンズクリニックを所有しています。彼は、オランダのロッテルダムで光学、オプトメトリーおよびコンタクトレンズについての研究過程を終了しました。Jaapは、特殊レンズのフィッティングの教育を主に行っています。

Kenneth W. Pullum, BSc FCOptom DipCLP FBCLA – ハートフォード(イギリス)

Ken Pullumは、イギリスのシティー大学を1974年に卒業し、1975年にFCOptom、1978年にDipCLP、そして2006年にBCLAの特別会員の称号を授けられました。彼は、オックスフォード眼科病院およびモアフィールド眼科病院のコンタクトレンズ部門の上級オプトメトリストであり、またハートフォードシャー(イギリス)でオプトメトリーおよびコンタクトレンズの業務を行っています。彼はコンタクトレンズの医療用途での適用、その中でも特に円錐角膜の治療および最新のスクレラルレンズの臨床適用の開発を専門にしており、彼の講演および著書は広範囲にわたっています。

Christine W. Sindt, OD FAAO FSLs – アイオワ市、アイオワ州(アメリカ合衆国)

Christine Sindtは、オハイオ州立大学オプトメトリーカレッジ(アメリカ)の卒業生です。彼女は、クリーブランドVA医療センター(アメリカ)で疾病ベースの研修医過程を終了しました。彼女は、1995年にアイオワ大学眼科学および視機能科学の部門の学部に加わり、現在はその臨床眼科学の准教授およびコンタクトレンズサービス部門の部長です。彼女は、スクレラルレンズ教育学会の副会長です。

Sophie Taylor-West, BSc MCOptom

Nigel Burnett-Hodd, BSc FCOptom DipCLP – ロンドン(イギリス)

Nigel Burnett-Hodd および Sophie Taylor-Westの両氏は、ナイジェル セントラル ロンドン コンタクトレンズ専門クリニック(イギリス)で働いています。そこで、難しいコンタクトレンズ症例、特に円錐角膜、角膜移植後およびLASIK術後で悲嘆にくれている患者を専門にしています。Sophie Taylor-Westは、corneo-scleralコンタクトレンズおよびハイブリッドコンタクトレンズに強い関心を持っており、またモアフィールド眼科病院(イギリス)で非常勤医として働いています。Nigel Burnett-Hoddは、以前、イギリスコンタクトレンズ協会およびコンタクトレンズスペシャリスト国際学会の会長を務めていました。

Esther-Simone Visser, BOptom MSc

Rients Visser Sr – ナイメーヘン(オランダ)

Esther-Simone Visserは、1995年にユトレヒト(オランダ)にあるオプトメトリー スクールを卒業し、2004年にロンドンのシティー大学で修士号を取得しました。彼女はオランダの複数の大学病院で働くとともにVisserコンタクトレンズクリニックに加わり、医療用コンタクトレンズのフィッティングを専門に継続しました。その後、彼女はRients Visserのスクレラルレンズフィッティングおよび開発チームに加わりました。彼女は、スクレラルレンズに関して広く講演および著書を発表しています。

Rients Visserはオランダのロッテルダムで光学、オプトメトリーおよびコンタクトレンズに関する研究に従事していました。彼は、コンタクトレンズの医療適用を専門にし、19の姉妹施設から構成されるVisserコンタクトレンズクリニックを設立しました。それらのほとんどは病院内に設置されています。スクレラルレンズフィッティングおよび開発チームは、約1,700名のスクレラルレンズ装用患者のケアをしています。Rientsは、スクレラルレンズおよびバイフォーカルレンズに関しての多くの講演および著書を発表し、また彼自身のデザインを開発しています。

日本語監修

Dr. Masao Matsubara, M.D. D.M.Sc.

東京女子医科大学 東医療センター眼科教授 松原 正男

序文および謝辞

本ガイドブックは、スクレラルレンズのフィッティングに関する広範囲にわたる文献検索に基づいており、この興味深い視力矯正手段についての最新の知識および理解の概要を提供するものです。教育者である私は、本ガイドが、いかなるフィッティング技術、工業パートナーあるいは地域(すなわち、世界の異なった地域で異なったアプローチが存在しているように)についてさえもいかなる方法でもバイアスがかかっておらず、客観的で中立的な視点で書かれていると信じています。しかしながら、それぞれのデザインのスクレラルレンズを使って日頃から仕事をしている専門家からの重要なフィードバックをいただけたことは、スクレラルレンズについて完全に概観する上で大いに役立ち感謝します。大きなスクレラルレンズクリニックの施設へのたびたびの訪問やスクレラルレンズ専門家へのインタビューおよびsclerallens.orgウェブサイトのディスカッションフォーラムは、多大な見識を与えてくれるものでした。

いくつもの異なった原理およびアイデアを統合しようとする試みは、極めて困難であります。本ガイドを作成するにあたり最も価値のある部分でもあります。国際的な編集委員会からの情報提供無しでは、本ガイドを完成することは不可能でした。本ガイドの内容に対して寄稿者および査読者から直接に情報提供等の協力があっただけではなく、彼らのオンラインを含む出版物およびプレゼンテーションもまた非常に貴重なものでした。国際コンタクトレンズ教育者協会のコンタクトレンズコース部会もまた、素晴らしい情報源でありました。すなわち、スクレラルレンズについての基本的な理解を深める上でも、前眼部の解剖学を理解する上でも非常に有用であり、コンタクトレンズ処方者に大いに推薦できるものです。本ガイドに使用された全ての資料の詳細および概要については本書の最後の参考文献のセクションを参照してください。

本ガイドは、強膜形状、強膜トポグラフィーおよびスクレラルレンズデザインについて紹介するものです。また、スクレラルレンズの概念に親しむことができるよう役立つスクレラルレンズフィッティングの一般的なガイドでもあります。ここで提供されている一般的な概要は世界中の主要なスクレラルレンズの処方医によって支持されているものです。本ガイドのゴールは、コンタクトレンズ処方医に、スクレラルレンズというものを見渡し、業務の中にスクレラルレンズのフィッティングを組み込むための枠組みを与えることです。一般的な概要ですので、本ガイドは、利用可能なスクレラルレンズデザインの全てを網羅することはできませんし、利用可能な全てのタイプのレンズに対するフィッティングガイドではありません。

新しいスクレラルレンズのフィッティングは、まだ幼年期です。しかし、その治療には大きな可能性があります。しかしながら、スクレラルレンズのフィッティングは、白黒がはっきりしたものではありません。そして、処方者、文化、製造業者および国によって多くの違いが存在しています。この臨床ガイドは、前述のいくつもの原理の間に「共通基盤」を見いだそうとしています。特定のレンズのフィッティング法やガイドラインについては、そのレンズ製造業者およびそのコンサルタントやスペシャリスト等が、おのおの特定のデザインに関して最も多くの知識を持っていますから、レンズ処方医は彼らの知識を利用することができます。

2006年の国際コンタクトレンズ教育者協会は、彼らの包括的なコンタクトレンズコースの中で、特殊レンズのフィッティングに関して「ほとんどのコンタクトレンズ処方医が処方をしていないが、スクレラルレンズは適切な視力矯正を提供する上で主役を演ずることができる。」と記しています。

ほどなくこの治療法は非常に勢いがついたことによって、様相は劇的に変化しました。本ガイドは、視力矯正方法のダイナミックな分野における最新の研究開発を提供し、スクレラルレンズ患者の管理の概要を示します。

Eef van der Worp

スクレラルレンズに慣れる



1. 初めに

- 用語
- 適応症

角膜の前面に封入した貯留液で角膜を光学的に中和するという概念は、1508年にレオナルド ダビンチが最初に提案しました。この章では、スクレラルレンズの歴史に続けて、現在使用されている用語の解説およびスクレラルレンズ処方の方の広範囲な適応症について簡単に紹介します。

角膜の境界よりも大きくフィッティングされる大直径のコンタクトレンズは、不整角膜の視力矯正に最善の選択肢の一つと考えられます。角膜の癬痕化の危険性を減少させるだけではなく外科的処置を予防あるいは延期することができます。いかなる機械的な関与も無く角膜に全く触れない空間を得るためには、角膜の上に橋を架けるようにすることで、角膜とレンズとのいかなる接触をも避けることです。これらのレンズは、技術的には少なくとも角膜表面に接触する「コンタクトレンズ」ではなく、このことがこの治療法における最大の長所の一つと言えます。

数年前には、世界中でもたった一握りの非常に特別なコンタクトレンズ処方医しか、スクレラルレンズをうまく処方することができませんでした。そして、たった2-3の製造業者しかスクレラルレンズを作ることができませんでした。今では、多くのコンタクトレンズ製造業者が、彼ら

スクレラルレンズフィッティングの適応症は、ここ数年間で進化を続けています。非常に重篤な不整角膜用にしか使われなかったレンズが、今では広範囲な適応症に用いられるようになっていきます。



手に持ったスクレラルレンズ

の商品構成にスクレラルレンズのデザインを用意しています。製造加工の発達は、デザインを進歩させ、再現性良くそしてコスト低減を可能にしました。また、レンズ材料の発達とも相まって、角膜の健康を保ち、より長時間の装用を可能にし、処方を簡便にしています。近年導入されたウェブサイトや協会組織は、スクレラルレンズを専門的に取り扱い、学会および眼科系の文献は頻繁にスクレラルレンズのフィッティングについて報告するようになっていきます。最良の光学的補正方法を提供できる治療法に今後さらに多くのコンタクトレンズ処方医が精通することこそが患者の利益につながるのです。そして多くの場合、非常に難しい眼に対しての方法はスクレラルレンズになります。

最初のスクレラルレンズは、125年前にガラスを吹いて作ったシェルから製造されました。Tan等(1995a)によると、1936年にDallosによってガラスレンズのためのモールド技術が導入され、そして1940年代にFeinbloom、ObrigおよびGyoffry等のような研究者によってポリメチルメタクリレート(PMMA)が導入され、この種類のレンズ開発の重要な突破口となりました。現在では、これらのレンズは旋盤加工によって眼の前面形状に合わせてずっと精密な方法で製造されます。1983年に初めてEzekielによって述べられた酸素透過性レンズの使用は、角膜の健康に重要な進歩をもたらし、新たな突破口となりました。しかし小さなガス透過性角膜レンズの開発とその後のソフトレンズの発展が続く中で、スクレラルレンズ処方の開発は一時的に中断してしまいました。しかし今や、スクレラルレンズはバックトリーク、クオドラントスペシフィックデザインおよびバイフォーカルデザインとともに、より難しい眼に処方する手段として完全に復活しました。

用語

スクレラルレンズに対する用語および様々なレンズとレンズタイプの定義は極めて多様であり、地域によってそれぞれ定められています。そのためしばしば勝手に定義され非常に混乱しています。典型的には、直径の違いによってそれぞれ異なったレンズタイプとして定義されます。しかし、これには眼球の大きさが考慮されていないため、目的および“接地部位”に基づいてレンズタイプを分類することの方が良いと考えられます。この方式では、角膜レンズと称されるレンズは完全に角膜上に位置するレンズとなります。(通常、大人の眼でレンズ直径は12.5mm以下です。)

概観的な次のカテゴリーは、直径が大きくなることで、レンズの少なくとも一部分が強膜で支持される広義なスクレラルレンズに入るものです。このグループに含まれるレンズの最も小さなものは、レンズの接地部分の一部が角膜上に、そして一部が強膜部に位置するコーニオスクレラルレンズ(Corneo-Scleral) (またはCornea-Scleral)、コーニオリンバル(Corneo-Limbal)レンズあるいは単純にリンバル(Limbal)レンズと呼ばれます。しばしば使われるセミスクレラル(Semi-Scleral)という表現もまたこのタイプのレンズを意味しており、(強膜だけで支持されるものではないので)真のスクレラルレンズとは異なります。このカテゴリーの



多くの涙液を貯留する大直径のスクレラルレンズ

レンズは、一般的に標準的な眼で12.5 - 15.0mmの直径です。以後、本稿ではコーニオスクレラル(Corneo-Scleral)レンズと呼ぶことにします。

次のカテゴリーのレンズは、さらにレンズのサイズを大きくし、完全に前部強膜表面で支持される本来の意味でのスクレラルレンズまたはフルスクレラル(Full-Scleral)レンズです。このグループの中では、レンズのフィッティングおよび対象の違いによって異なったカテゴリーに細分されることがあります。概略すると、これらのレンズは接地部分(すなわち強膜および結膜上の機械的な支持領域)およびレンズデザインの両方において本質的な相違があることから、ラージスクレラル(Large-Scleral)レンズおよびミニスクレラル(Mini-

Scleral)レンズに分類されることができ、ミニスクレラルと言ってもコーニオスクレラルレンズよりサイズが大きく、通常直径は15.0 - 18.0mmの範囲にあることを心に留めておいてください。

狭義的には18.0 - 25.0mmの直径のレンズを言い表すために「スクレラルレンズ」という言葉が使用され、一方この言葉がまた、角膜の境界を越えた部分で少しでも支持される全てのレンズの総称としても使用されるために、幾分混乱を生じています。このガイドブックでは、スクレラルレンズという名称を直径の大きなレンズ類を広く意味するように用います。特定のレンズタイプに言及する際には、コーニオスクレラル、フルスクレラル、ミニスクレラルそしてラージスクレラルレンズというような命名法を使用することにします。

レンズの支持領域および位置を別として、小直径のレンズおよび大直径のレンズ間での最も大きな違いは、レンズ中央部の下に形成されるクリアランス量です。小直径のレンズにおける涙液貯留量は一般的に小さく、一方、大直径のレンズにおける涙液貯留量にはほとんど制限がありません。しかし、(セミ)スクレラルコンタクトレンズとしてのデザインではどのタイプであっても、角膜コンタクトレンズに比べ良好な頂点クリアランスをもたらす能力があります。そしてそれは、角膜に対する機械的なストレスを減少させ、それはいかなるタイプのスクレラルレンズにおいても主要な長所です。



小児無水晶体用スクレラルレンズ

スクレラルレンズは角膜に橋を架けるように覆うため、良好なレンズ装用感が最も大きな利点です。レンズの装用感が非常に良好なため、スクレラルレンズを使用する患者の中には担当医師になぜもっと早くスクレラルレンズについて紹介しなかったのかと苦言を呈する人もいるほどです。片方の眼にスクレラルレンズを装用する円錐角膜患者の多くが、もう片方の眼にも角膜GPLレンズの代わりにスクレラルレンズを装用したいと望みます。これもまた、装用感の良さからです。

Esther-Simone Visser y Riens Visser

命名法

	その他の名称	直径	支持部	涙液貯留
角膜レンズ		8.0 から12.5mm	角膜でレンズ全体を支持	涙液貯留無し
コーニオスクレラル	コーニアルリンバル セミスクレラル リンバル	12.5 から 15.0mm	角膜と強膜上とでレンズを支持	限定された涙液貯留能
(フル)スクレラル	ハプティック	15.0から 25.0mm	レンズ支持は強膜上のみ	幾分限定された涙液貯留能
		15.0 から 18.0mm		
		18.0から 25.0mm		

適応症

スクレラルレンズフィッティングの適応症は、過去数年間の間に拡大を続けており、強度の不整角膜にのみ用いられたことから、今ではずっと広範囲な適応症に使用されるようになっていきます。その概略を以下に述べます。

1. 視力の改善

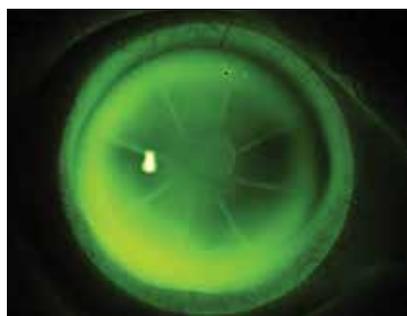
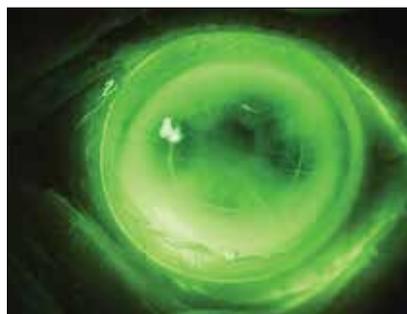
不整角膜を矯正して視力を取り戻すことが、スクレラルレンズの主要な適応症です。このカテゴリーにおける主なものは角膜拡張症であり、大きく二つのグループに分けられます。第一は、円錐角膜、球状角膜およびペルーシド角膜変性のような特発的角膜拡張症のグループです。第二の拡張症のグループには、LASIK (Laser Assisted in-situ Keraomileusis)、LASEK (Laser Assisted Epithelial Keratoplasty)、PRK (Photorefractive Keratectomy) そしてRK (Radial Keratotomy) などを含む屈折手術後患者および外傷患者が含まれます。

角膜移植、特に全層角膜移植術では、視力の完全な回復のために術後しばしばコンタクトレンズが必要になります。スクレラルレンズはこれらの症例

の多くに適用できるでしょう。その他の視力回復を目的とする不整角膜としては、外傷後の角膜が含まれます。外傷による癒痕化と強度の不正乱視角膜は、スクレラルレンズにより非常に良好な視力を得ることができます。しばしば、その結果は患者および処方医の両者を驚かせることがあります。また、角膜感染症の結果としての角膜癒痕、特に単純ヘルペスはしばしばスクレラルレンズの適応になります。またテリエン角膜辺縁変性症、ザルツマン結節状角膜変性症のような角膜変性症あるいは角膜ジストロフィーも適応症に入ります。

角膜GPLレンズで終日装用ができない患者にとっても、コーニオスクレラルレンズは順応が非常に容易であることを心に留めておいてください。直径が大きなことは眼瞼による作用を緩和することを意味し、非常に短時間での順応が可能です。

Jason Jedlicka 2010b



RK手術後のCorneo-scleralレンズ

SOPHIE TAYLOR-WEST

角膜レンズでは十分な処方ができない強度の屈折異常の患者にもスクレラルレンズが有効ことがあります (Visser 1997)。スクレラルレンズは角膜上で安定的なので、場合によってはレンズに水平あるいはベースアッププリズムを組み込みこともできます。これは、レンズが回転する角膜レンズでは通常できないことです。

2. 角膜保護

スクレラルレンズ下に涙液が貯留されることによって特に恩恵を受ける兔眼性角膜炎／眼表面疾患患者もまた適応となる大きなグループです。シェーグレン症候群はよくスクレラルレンズの適応症とされます。このカテゴリーには持続性の角膜上皮障害、スティーブンスジョンソン症候群、移植片対宿主疾患、眼部瘢痕性類天疱瘡、神経栄養性角膜疾患そして萎縮性角結膜炎のような疾患も含まれます。

また眼瞼欠損症、眼球突出、眼瞼外反症、神経麻痺、眼瞼後退手術後 (Pullum 2005) のように、もし閉瞼が不完全である場合もスクレラルレンズの良い適応症となります。さらには睫毛乱生症および眼瞼内反症の場合、スクレラル

レンズは眼表面保護に効果的です。化学外傷後の眼瞼癒着では、スクレラルレンズは円蓋を維持するための装置として働きます。聴神経神経鞘腫においても、スクレラルレンズは極めて良好な結果を示すことが報告されています。

より最近では、スクレラルレンズは前眼部表面に薬物を搬送するために応用されています。そのような適応例の一つは、スクレラルレンズと抗生物質で持続性角膜上皮疾患を治療する際に、眼表面が回復あるいは治癒する間、抗生物質を投与する方法です (Lim 2009)。Jacob等は (2008)、血管新生に対する抗血管新生薬のための新しいドラッグデリバリーシステムの一つとしてスクレラルレンズの可能性を論じています。また、低濃度のナトリウムチャンネル調節薬をスクレラルレンズで投与することで痛みの緩和を図ることがBoston Foundation for SightのRosenthalによって提唱されています (Rosenthal 2009b)。



CHRISTINE SINDT

スクレラルレンズ以外の他のタイプのレンズを装用できない角膜移植眼

3. 美容／スポーツ

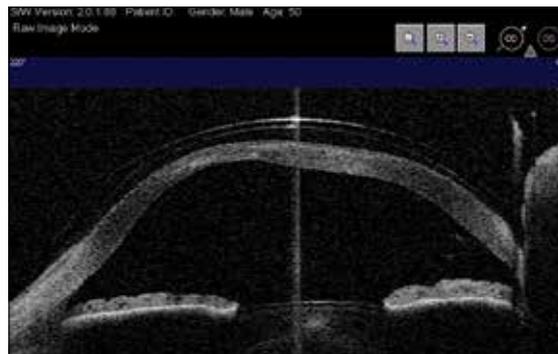
ハンドペイントスクレラルレンズは、しばしば眼球萎縮症に伴う様々な症例で美容目的のために使用されて来ました (Otten 2010)。ペイントレンズは無虹彩症および白子症における羞明を軽減するためにも使用されています (Millis 2005)、しかしこれは、美容目的の適用というよりむしろ技術的には視力改善の部類に入るものと言えます。スクレラルレンズは眼瞼下垂症にも美容目的で使用されています。

スクレラルレンズは、水球、カヌー競技、ダイビングおよび水上スキーのような激しいウォータースポーツまた、埃っぽい環境にさらされる人あるいは



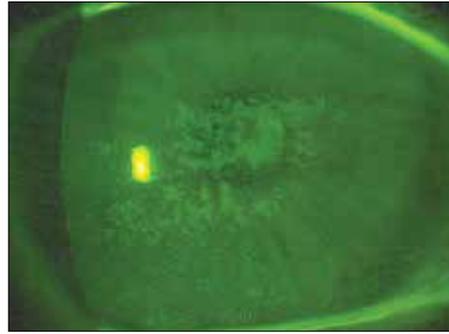
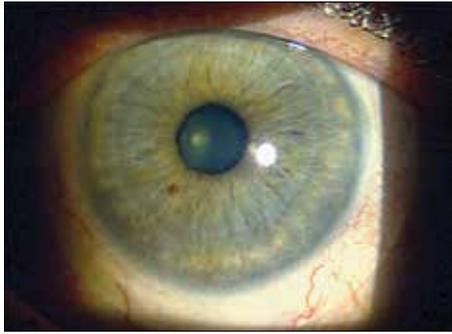
VISSER CONTACT LENS PRACTICE

ペルーシド角膜変性症 - スクレラルレンズの良い適用例



GREG GEMOULES

視力回復のためのスクレラルレンズ装着および装着しない状態での強度不正乱視角膜のOCT像 (Zeiss Visante®)



JASON JEDLICKA

55歳のドライアイでミニスクレラルレンズを処方した症例では、非常に良好な装用感とドライアイ症状の軽減が可能でした。レンズはフロント側の中心部2.0mmに+2.00Dの付加度数が加えられた前面バイフォーカルにもなっています。このレンズでの矯正視力は、遠方で1.0、近方で0.8です。 Jason Jedlicka

は他の活発なスポーツ活動をする人にも有用なことがあります。スクレラルレンズは特殊な眼の効果を作り出すために映画産業でもよく使用されています。

通常のGPレンズか、あるいはスクレラルレンズか

なぜ眼科医は、臨床的によく実証されている通常的气体透過性ハード(GP)レンズではなく、スクレラルレンズを処方しようとするのでしょうか。第一には、スクレラルレンズは人間の体で最も敏感な部分の一つである角膜を覆って避けることができます。角膜の透明性(主要な特徴です)を保持するために、角膜神経には人間の体の中の他のほとんどの神経に存在する不透明な有髄神経の鞘がありません。しかし、これは神経を暴露した状態にすることであり、コンタクトレンズのような機械的なストレスは神経を刺激して不快感を引き起こすきっかけになります。

スクレラルレンズには、年齢の制限は実質的に存在していないと言えます。The Boston Foundation for Sightは、屈折障害よりむしろ眼表面疾患としての適応が主要な目的であった7ヶ月から13歳の31人の小児患者47眼にスクレラルレンズをフィッティングして成功したことを後る向き研究で報告しています。

Gungor et al 2008

進行した拡張症におけるスクレラルレンズの利点は、拡張症は角膜に橋渡しをしている/天蓋のように覆っているレンズの下で進行することがあっても、患者はそれを決して認識しませんしレンズの再処方も必要としないことです

Lynette Johns

強膜は非常に知覚が低く、レンズを支持するのに大変適している部位です。スクレラルレンズを選択することは、ともするとその大きさゆえに反直感的に感じるかもしれませんが、スクレラルレンズは実際にはとても装用感の良いものとして経験されます。ほとんどの患者は初めてスクレラルレンズを装用すると例外無しにレンズ装用の快適さに興奮します。

基本的に、スクレラルレンズは角膜に接触しません。それ故にスクレラルレンズ装用による角膜変形(たとえば、角膜曲率の変化)はごく僅かか或いは全くありません。スクレラルレンズ装用は、PMMAレンズ装用後、オルソケラトロジー装用後、そして他の意図的あるいは望まざって角膜が変形する症例において、フラット化された角膜のベースラインを元に戻すのに最も優れた方法であると報告されています。

スクレラルレンズの装着感がなぜそれほど良いかというもう一つの確かな点は、大きな直径のレンズではレンズと眼瞼の相互作用が少ないという点です。角膜レンズでは角膜にレンズが接触するというだけでなく、瞬目のたびにレンズのエッジを眼瞼が擦り、レンズが動き回ってちくちくと引っ掻くような感触を与えるために、装着感が良くありません。スクレラルレンズのエッジは自然な位置で眼瞼の下にくわえ込まれるため、このような問題はなくなります。

Sophie Taylor-West y
Nigel Burnett Hodd

らです。角膜の上を天蓋のように覆うスクレラルレンズは、これらの不整角膜を矯正するのに役立ちます。また、一般的にスクレラルレンズの光学ゾーンは大きいので、レンズのセンタリングがずれた場合でも視力に大きな影響を及ぼしません。円錐眼球あるいは円錐の中心がずれた患者にとっては、このことは特に重要です(Bennet 2009)。一般的にスクレラルレンズは小さなGPレンズよりセンタリングは良好な傾向です。

GPレンズのフィッティングは、最近の10年間の間に劇的に発展し進化してきました。角膜トポグラフィに基づいて洗練されたデザインが加わり、高度に非球面なレンズあるいはクオドラントスペシフィックレンズデザイン(四半分円毎に特定のデザインを持ったレンズ)のようなものが作られるようになりました。しかしそれにもかかわらず、円錐角膜レンズを処方する上で、角膜上の機械的なストレスを減少さ

少なくともその一部が角膜の境界を越えた位置で支持される大直径のコンタクトレンズは、不整角膜のための最も良い視力矯正手段の一つであると考えられています。手術を延期あるいは受けずに済ませるだけでなく、角膜瘢痕化の危険も減らします。

アメリカ合衆国で行われた円錐角膜に関するCollaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) 研究では、1,209人の円錐角膜患者を数カ所の医療機関で8年間にわたって観察しました。CLEK研究によると円錐角膜の瘢痕形成は、視力の問題につながりかねないコントラスト感度の損失を招く可能性があります。これは特に問題であり、何故なら円錐角膜患者ではコントラスト感度の低下につながる高次収差、中でも特に垂直コマが既に増加しているためです。瘢痕化予測の基礎因子には、角膜曲率が52.00Dを越える場合、コンタクトレンズ着用患者、顕著な角膜ステインおよび20歳以下の年齢の患者が含まれています(Barr 1999)。コンタクトレンズで角膜頂点を圧迫するのを避けることが望ましく思われます。特に中心部の円錐角膜の場合において中心部の瘢痕はほとんど間違いなく視力の損失を導くため、これは真実のようです。

その上、円錐角膜患者は一般的に高度の乱視を持っており、理論的にはトーリックレンズの恩恵を受けることができると思われますが、実際にはこれらのレンズはほとんど適用できません。後面あるいはバイトーリックレンズにおいては、トーリック曲率および対応する矯正パワーは90度間隔です。これは円錐角膜患者にはしばしば当てはまらず、特に中等度および進行した例ではなおさ



虹彩を失った外傷眼とスクレラルレンズ

せることは常に難しい問題です。多くの場合、スクレラルレンズが視力の回復に非常に優れた選択肢となり得ます。それは角膜にいかなる機械的関与もせず真の角膜クリアランスを得るためには、そしてより良好な光学性を得るためには、角膜の上に橋を渡すようにすることによってレンズと角膜とを全く接触させないことが望ましいことを示唆しています。



VISSER CONTACT LENS PRACTICE

全層角膜手術後の不満足なGPLENズのフィット
ディング

スクレラルレンズか、あるいは手術か

円錐角膜を含む角膜拡張症は、視力の回復を目的とするスクレラルレンズ処方の主要な適応症です。米国のThe National Keratoconus Foundationによると(2010)、円錐角膜患者の15から20パーセントが最終的には手術を受けると推測されています。外科的手法は主に全層角膜移植術です。全層角膜移植を受けた移植片の生存率は、5年後で74%、10年後で64%、20年後で27%であり、30年後に至っては2%と非常に限定的です(Borderie 2009)。角膜の前側部分だけを切除する表層角膜移植は、拒絶反応を克服するのに役立つかもしれませんが、視力については不満足な状態が続くことが課題です(Jedlicka 2010a)。

しかし、合併症も無く医学的には成功した場合であっても、角膜移植術後の多くの患者は、依然として不整角膜および強度の角膜乱視があるために、視力を復元するためには通常角膜GPLENズのようなコンタクトレンズを必要とします。この分野での最新のテクノロジーは、角膜クロスリンクングです。このテクニックの長期に渡る観察結果はまだありませんが、円錐角膜の進行を停止させることを目指しており、それはかなり成功しているようです。しかし、進行が停止してもこのテクニックでは角膜の変化をベースラインまで復元することはできず、この処置の後でも視力を最適化するためには何らかの視力矯正が必要になります。

角膜移植手術の対象として紹介された患者の69%は、手術せずコンタクトレンズを成功裏に処方することができるという報告があります。

Smiddy et al 1988

大多数の角膜拡張症患者は、満足な視力を得るために人生のどこかの時点でGPLENズが必要になると考えられます。Smiddy等(1988)の研究では、角膜移植手術の対象として紹介された患者の69%は、手術せずしてコンタクトレンズを成功裏に処方できると報告しています。これらの記述は、手術のために患者を紹介する前に眼科医はスクレラルレンズを含むあらゆるコンタクトレンズを選択肢に入れて評価する必要があることを示唆しています。患者を角膜移植手術に紹介する前にはスクレラルレンズでどの程度視力が改善できるか常にチェックしてください。これは、特にHerpes Simplex角膜瘢痕を含むケースにもあてはまるものです。

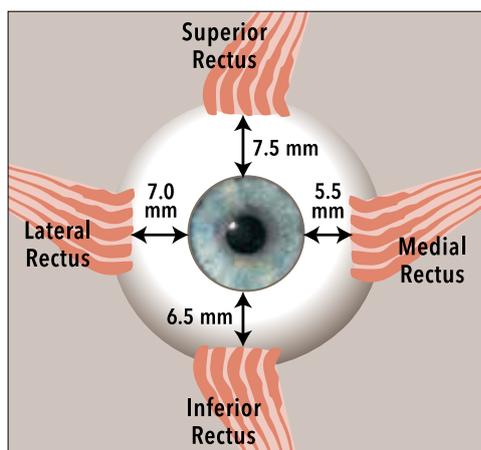
キーポイント:

- スクレラルレンズの適応症は、強度の不整角膜のみを対象としたものから、今では角膜保護および美容目的を含めた広い範囲へ進化しています。
- 合併症もなく医学的には成功した場合であっても、角膜移植術後の多くの患者は依存として不整角膜および強度の角膜乱視があるので、視力の回復のためにコンタクトレンズを必要としています。
- いかなる機械的な関わりも無くし、角膜に対し真のクリアランスを作るために、角膜に橋を渡すことによって角膜とレンズの接触を避けるようにすることが望ましいと言えます。

II. 前眼部表面の形状および解剖学

- 前眼部表面組織は、何で構成されているか。
- 角膜輪部および強膜前部は、どのような形状をしているか。

スクレラルレンズの需要は最近増加の一途をたどっています。しかし、スクレラルレンズの適切なフィッティングを可能にするために、前部強膜表面部分の形状および解剖学について我々は何を理解しているのでしょうか。



前眼部表面の解剖学

教科書によると前眼部表面を観察した場合、耳側、上方および下方方向の角膜輪部と眼筋附着点の間にはおおよそ7.0mmのスペースがあるように見えます(それぞれ、7.0mm、7.5mmそして6.5mm)。しかし、鼻側にはたった5.0mmのスペースしかありません。これは、角膜直径を平均的な11.8mmとし、スクレラルレンズが動かないと仮定するなら、平均的な眼で眼筋附着点に干渉しないで適用可能なスクレラルレンズの最大直径は、水平方向で22.00から24.00mmであることを意味しています。

結膜の解剖学

スクレラルレンズが接地する部位は、実際のところは結膜です。しかし、結膜には硬い組織が無いため(つまり、結膜は強膜の形状に従っています)、角膜を越えた前眼部は「強膜形状」と呼ばれます。そこで、ここに接地するタイプのレンズは結膜レンズと言わずにスクレラルレンズと呼ばれています。結膜は、ルーズで透明な脈管結合組織からなる粘膜です。結膜は、眼球の上で自由な独立した動きができるようにルーズになっており、そしてテノン囊の上で最も薄くなっています。結膜は上皮と実質層で形成されています。5層の角膜上皮が、輪部では10-15層の結膜上皮層になります。結膜上皮表面の細胞には、microplacaeおよび微絨毛があり、その表面は角膜表面ほど平滑ではありません。結膜実質は、きめの粗いコラーゲン組織がゆるく結びついた束からなっています。

眼球の耳側上方および下方の方向では、角膜輪部と眼筋附着部の間にはおおよそ7.0mmのスペースがありますが、鼻側には5.0mmのスペースしかありません。

スクレラルレンズの接地部位は、実際には結膜表面です。しかし、結膜には硬い組織が無いため(つまり、結膜は強膜の形状に従っています)、角膜を越えた前眼部は「強膜形状」と呼ばれます。

眼筋付着部

眼筋は結膜層の下で強膜の上に付着しています。眼窩の中での眼球の解剖学的位置関係のために、眼の動きに関係なく、外直筋は眼球の周囲に巻きつき常に接触した状態にあります。一方、内直筋は、眼球上での付着部がより前方位置にあるにもかかわらず、眼の内方への動きにともない眼球から離れていきます。Phillips and Speedwell, Pullum による書籍



正常な輪部－強膜の側面形状

PATRICK CAROLINE

「コンタクトレンズ」(2005)のある章に、次のような記述があります。

「このことは、大直径のスクレラルレンズでは、レンズの水平方向の動きあるいはレンズが角膜からわずかに浮くことを理論的に意味しています。」さらに、「耳側強膜部のカーブの曲率中心が反対側の方へずれているために、角膜の耳側輪部は鼻側と比べあまり突出していないように見える。」と彼は記しています。基本的にこれは、鼻側の強膜部は「よりフラット」に見えるということの意味しています。その上、Pullumによると、強膜の鼻側のカーブは、実際に耳側よりフラットになっていることが多いため、耳側よりも鼻側部でより強膜がフラットになる影響が一層強まっています。

耳側強膜部のカーブの曲率中心が反対側の方へずれているために、角膜の耳側輪部は鼻側と比べあまり突出していないように見えます。

Ken Pullum 2005

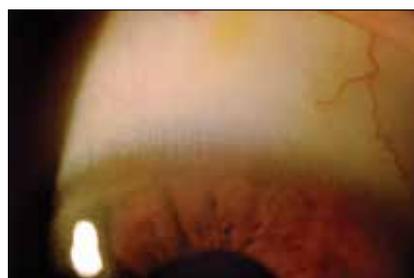
強膜の解剖

不透明な強膜は眼球の主要部分を形成しており、眼球上の前方で透明な角膜に変化しています。Duke-Elder (1961)によると、強膜の厚みは輪部で0.8mm、直筋付着部の前で0.6mm、直筋付着部の後ろ側で0.3mm、眼球赤道部で0.4 - 0.6mm、そして視神経乳頭の付近で1.0mmです。

強膜曲率は、平均的な眼で約13.0mmです。参考までに、角膜中心部の平均的な曲率は7.8mmです。眼球赤道部での径は横軸で24.1mm、縦軸で23.6mmです。これは、強膜の形状が全ての経線で均一ではないということを示しています。

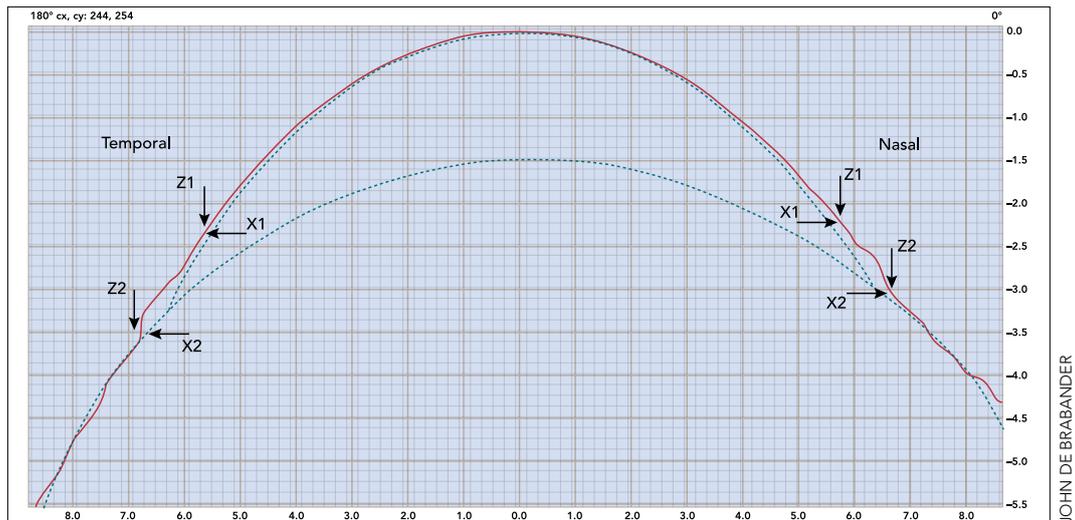
強膜は、代謝的には比較的不活性ですが、むしろ耐久性があり丈夫です。血管と神経はわずかにあるだけで、角膜に比べ鋭敏ではありません。最上層の上強膜層下には、強膜固有層(すなわち強膜実質)があります。これは強膜の最も厚い層で、絡み合ったコラーゲン線維から成っています。その線維が強膜を安定化させ、それにともない眼球を安定化させます。強膜は、不規則な線維配列のために不透明に見えます。強膜は、表面に平行して様々な向きに交差する平らな白いコラーゲン線維の束から成っています。

輪部は、透明な角膜と不透明な強膜との間の移行部です。角膜から輪部への正式な移行位置は、ボーマン層の末端です。しかし、輪部移行部の全体的幅はもっと大きく、角膜の水平方向の面ではそれぞれ約1.5mm、垂直方向では2.0mmまでの幅です。角膜実質の線維が厚さおよびその配列が不規則になり強膜実質に変化していきます。そしてその間に角膜の5層の上皮が、10から15層の結膜上皮へ移行するとともに、ボーマン層が無くなっておおよそ結膜実質とテノン嚢へと移行していきます。上皮の放射状の突起はPalisades of Vogtを形成します。それは下方および上方の輪部で多く見られ、より濃い色の人種では色素沈着があるかもしれません。角膜実質は強膜実質の中に広がっています。



Palisades of Vogtを伴う輪部領域

HANS KLOES



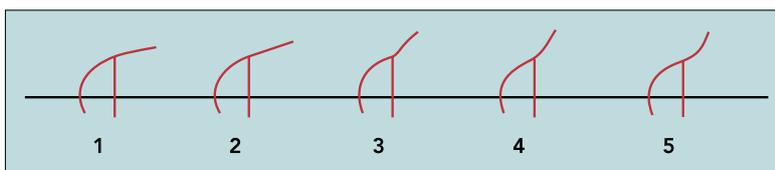
MSTによる輪部および強膜の側面形状、この図にあるようによりフラットな鼻側の形状に注目してください
 – John de Brabander.

「コンタクトレンズの臨床マニュアル、Bennett and Henry (Van der Worp 2009)」より

輪部および強膜前面形状

輪部領域および輪部を超えた強膜部の最初の部分の形状は、常に湾曲していると言われてきました。しかし、それは必ずしも本当というわけではないようです。人間の眼(正常な眼および円錐角膜)の前眼部から取られた型によると、少なくとも場合によっては、強膜はしばしば角膜周辺部から先へ直線(接線)を保っているように見えます。また、前眼部表面の18.0mm径までの強膜部分および輪部を画像化するための初期の形状解析装置の一つである実験的なMaastricht Shape Topographer(マストリッヒ形状解析装置)(Van der Worp 2009)からの等高線図を使用すると、上図に見られるように個別的な解析では、移行部はしばしばカーブというよりむしろ接線であるように見えます。

輪部領域および輪部を超えた強膜部の最初の部分の形状は、常に湾曲していると言われてきました。しかし、それは必ずしも本当というわけではないようです。



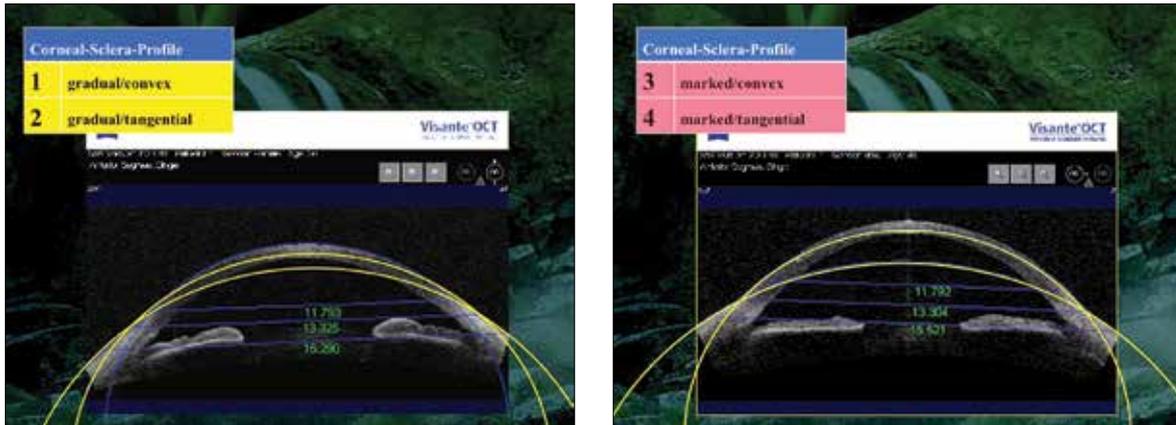
角膜から強膜への異なる移行プロファイル

Daniel Meier/die Kontaktlinseの好意による

は、ドイツのコンタクトレンズ文献の中に見つけることができます。Meier(スイスの眼科医)は、die Kontaktlinse(1992)の中で、角膜から強膜への移行形状を定義して、5つの異なるモデルに分けています。角膜から強膜へ徐々に移行しながら強膜部分が凸面(プロファイル-1)あるいは接線(プロファイル-2)であるもの。あるいは顕著な移行部を呈して強膜部分が再び凸面(プロファイル-3)となるか接線(プロファイル-4)となるもの。5番目のオプションとして、彼は凹面形状強膜を伴う凸面形状角膜(プロファイル-5)があると述べています。サグはスクレラルレンズ処方のための重要なパラメーターの一つですが、マイヤースケールでは、プロファイル-1は最も高いサジタル高さを持ち、プロファイル-5は最も低いサジタル高さを持つようにプロファイルのサジタル深さは減少します。

輪部の側面形状

輪部の形状についていかにわずかしかなかったかということに驚かされます。輪部の形状はソフトおよびスクレラルレンズを処方する際に非常に重要なパラメーターです。この問題に関する数少ない発表物の一つ



緩徐な移行を伴う(左図)および顕著な移行(右図)を伴う前眼部のOCT画像に基づく角膜強膜プロフィール(Zeiss Visante®) 著作権を所有するContact lens Spectrum, Wolters Kluwer Pharma Solutions, Inc., © 2010 の許諾の上転載

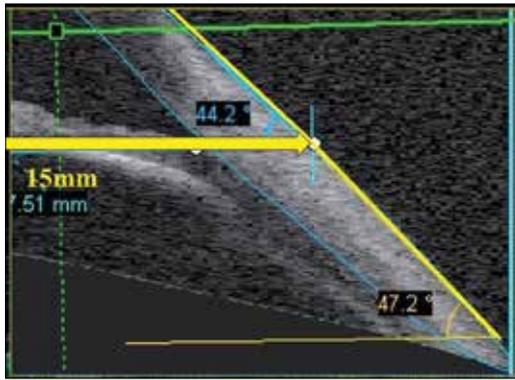
マイヤーによる研究やRott-Muff等(2001)によってdie Kontaktlinseに発表された研究では、一般集団におけるそれぞれのプロフィールの頻度を確認しようとした。それらの研究の結果は、著しく類似していました。プロフィール-2(緩徐な接線)に次いでプロフィール-3(顕著な凸面)が頻度で1番と2番であり、プロフィール-1(緩徐な凸面)がそれに続きました。プロフィール-4と5、「顕著な接線」および「凸面-凹面」は極わずかに見られるだけで、とくに後者はほとんど存在しませんでした。

しかし、どの程度正確にこれらのプロフィールは眼科医によって主観的に評価できるでしょうか。このことも、数年後die Kontaktlinse (Bokern 2007) の記事で扱われています。その著者らは、73人の研究者の評価の再現性はたった54%であったこと、いくつかのプロフィールに関しての再現性はさらに低かったことを報告しています。

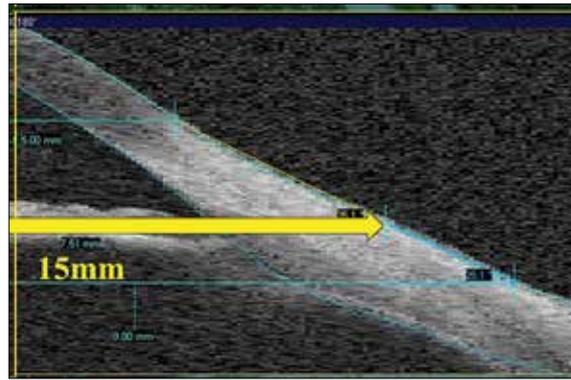
光干渉断層撮影(OCT)の使用は前眼部形状の画像化を可能にする有用な支援システムとして文献で提案されています。Van der Worp 等(2010b)による小規模な研究では、角膜強膜プロフィールをより良好に確認しようという試みがなされました。OCT画像処理とソフトウェアによって、角膜周辺部および強膜前部を通る強制的な円がマニュアルで引かれました。46のプロフィールの解析結果では、平均の角膜周辺曲率は9.10mm(7.80mmから10.80mmの範囲)で、平均の前部強膜曲率(鼻側および耳側の平均)は12.40mm(10.10mmから16.60mmの範囲)でした。角膜周辺曲率の値の中には、前部角膜の曲率として測定された値よりもフラットな数値が実際にあったことに注目してください。両曲率値の差の中間値は3.40mm(1.50mmから6.50mmの範囲)でした。我々はこの値を、マイヤーの研究で述べられているように、顕著な移行部と緩徐な移行部とを規定するための基準値として使用しました。この基準を用いると顕著な移行部と緩徐な移行部の割合は50-50になりました。三人の異なった研究者が同じ輪部プロフィールをマスキング法で観察し評価すると、75%の例においてこれら研究者による主観的な観察結果は、コンピュータ化された方法による観察測定結果と相関していました。70%の例において、観察者同士でプロフィールのタイプについての結果が一致していました。

輪部および強膜角度

前のセクションでは移行ゾーンについて洞察し、それによるレンズ処方の可能性を提供しましたが、OCTでは単一の経線(たとえば、水平断面のような)しか測定できず、角膜トポグラフィのように完全な形状マップを作ることはできません。しかし、実験的に異なった経線部をマニュアルで画像化することによって、正常な輪部および強膜前部がどのように見えるかを探求することができます。もう一つの限界は、OCTは標準的な方法では、16.0mmまでの前眼部表面しか測定できません。しかし、装置をわずかに中心からずらすと、20.0mmおよびそれ以上の範囲を簡単に画像化できます。(van der Worp 2010a)



スティーブな前眼部部分の角度：Zeiss Visante® OCT
による輪部および強膜角度のそれぞれは 44.2および
47.2度 (Pacific University – 強膜形状研究)



フラットな前眼部部分の角度：Zeiss Visante® OCT
による輪部および強膜角度のそれぞれは 26.1および25.1度
(Pacific University – 強膜形状研究)

純粹に理論的な考察に基づいて、我々は、輪部は凹面形状であると思っていました。しかし一般的な考えとは逆に、角膜と強膜間の移行部の形状は、OCTによる正常48人の96眼についての8方向(鼻側、鼻側下方、下方、耳側下方、耳側、耳側上方、上方および鼻側上方)での測定に基づくと、多くの場合で直線的であるように見えます。1/4の症例で凹面形状であり、凸面形状は極わずかでした。また、輪部形状の個人別の特徴を表すように、一つの眼の中で異なった経線方向では異なったプロファイルが測定されました。そして、強膜前部形状(15.0mmおよび20.0mm径の間)についてはどのようなものでしょうか。この領域については、我々は強膜前部形状は凸面形状と思っていました：すなわち眼球というように結局は眼はボール状であると。しかしそうではなく、ほとんどの例で強膜前部形状は接線(言い換えると「直線」)状でした。期待された凸面形状は、大きく離れて二番目(おおよそ1/3以下の例)でした。凹面形状は最少でした。

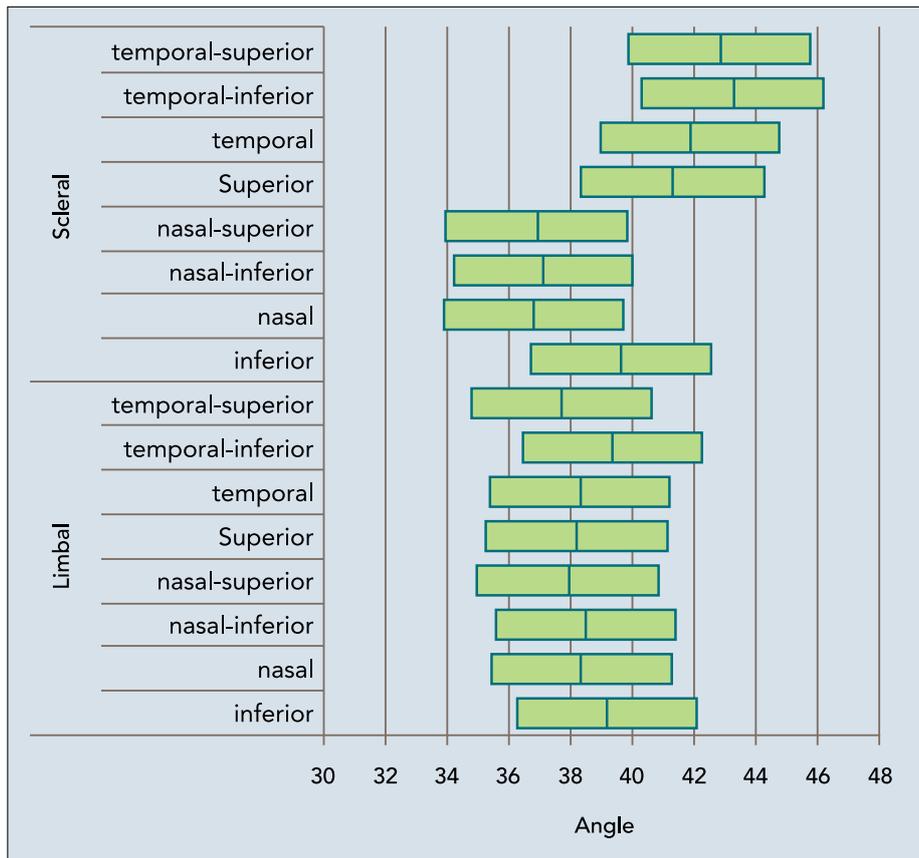
要約すると、Pacific Universityの研究からの結果は、次の二つのことを示しています。眼科医は、スクレラルレンズを処方あるいはデザインする際に、輪部部分および強膜前部が理論的考察に基づいて期待されるような凹面あるいは凸面形状であるということを期待すべきではありません。スクレラルレンズを処方する際には多くのケースで、曲面形状(あるいは非常にフラットな曲面形状)を用いることよりむしろ接線角度を用いた方が適切であるということを示唆しています。しかし、輪部および強膜前部形状は、同一の眼の中であっても、経線間で大きく異なっているように見えます。

Pacific University College of Optometryの研究は、さらに正常48名の96眼について、10.0mmおよび15.0mmの間の角膜—強膜の接線角度(この研究では「輪部角度」として定義)と15.0mmから20.0mmまでの接線角度(強膜角度)とを測定しました。全て水平方向の面に関して測定されています。

「純粹に理論的考察に基づいて、我々は輪部部分が凹面形状で、強膜前部形状が凸面形状(眼は結局のところ眼球である)であると期待していました。しかし、一般的な信念に反して、OCTでの計測に基づくと、角膜と強膜の間の移行部分の形状および強膜前部の形状は多くの例で直線的であるように見受けられる。

Pacific University –
the Scleral Shape Study

次のページのサマリーテーブルは、全ての区画の平均の角度を示しています。この表からまず指摘されることは、平均的な眼の鼻側部分は他の部分に比べフラットなことです。周辺角膜は鼻側において一般的に最もフラットになっているので、このことは角膜形状解析結果とも一致しているように見えます。しかし、この効果は強膜角度よりも輪部角度の方が小さいものでした。概して輪部角度はどの区画でも同一範囲内にあり互いに統計的に顕著な違いはありませんでした。しかし強膜角度においては、状況は異なります：特に鼻側部分と耳側下部区画との間には、顕著な相違があります。強膜角度においては、下方部分がほぼ「水準基標」になっているように見えます。すなわち、鼻側角度はそれよりも低く、耳側角度はそれよりも高くなっておりこれらの間には統計的に顕著な相違が認められます。

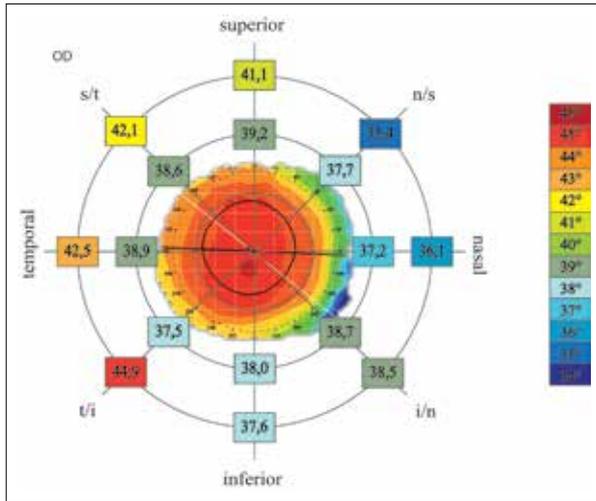


異なった経線での輪部および強膜角度測定の平均についてのサマリー。横棒は、平均値(中央線)および84%信頼区間を表しています。
(Pacific University – the Scleral Shape Study)

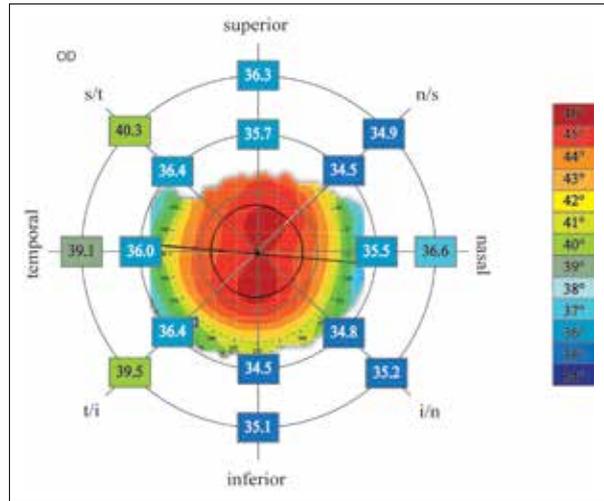
一般的に、このデータに基づく「モデル眼」は次に似ています。すなわち、眼の下方区画は、一般的に輪部および強膜角度の両方に関して「同等」です。二つの角度にはほとんど違いはないということです。前眼部表面の耳側部分は、他の部分に比べスティーブです。すなわち角度の値は、高くなります。上方区画の形状は、鼻側と耳側の中間程度ですが、輪部角度と強膜角度の間には顕著な相違を伴っています。

輪部ゾーンの中での角度の違いは、平均で1.8度ですが個人間で大きく変動します。強膜ゾーンでのその違いはより大きく(平均で6.6度まで)なっています。しかし、また個人間で大きく異なります。平均的な強膜角度における1度の違いは、サジタル高さにするとおおよそ60ミクロンの違いがあると推定されます。これは、輪部領域内で、一般的にサジタル高さで100ミクロン違いが起こることを意味しています。一方これは、強膜領域では400ミクロン近くになり得ます。強膜形状に関し、これは高度に臨床的に関連することが分かります。

強膜のトリシティーに関して、角膜トリシティーが強膜にまで拡張(たとえば、もし角膜シリンダーが存在する場合、強膜に正乱視トリシティーが現れる)されるかどうかは現時点では、明らかではありません。特に、もし角膜シリンダーが先天性のものであるなら、これは事実であるかもしれません。今のところこの件でこれを確認するための公表された科学的研究は見つかっていません。



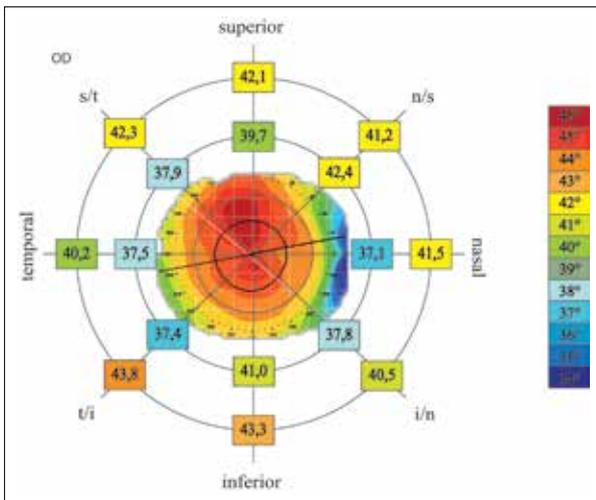
Pacific Universityの研究での典型的な眼。8方向における輪部および強膜の角度が示され、そして角膜トポグラフィーの画像が重ねられています。角膜表面は球状で；鼻側で輪部および強膜はフラットに、同時に耳側でスティープに見えます。(Pacific University – the Scleral Shape Study)



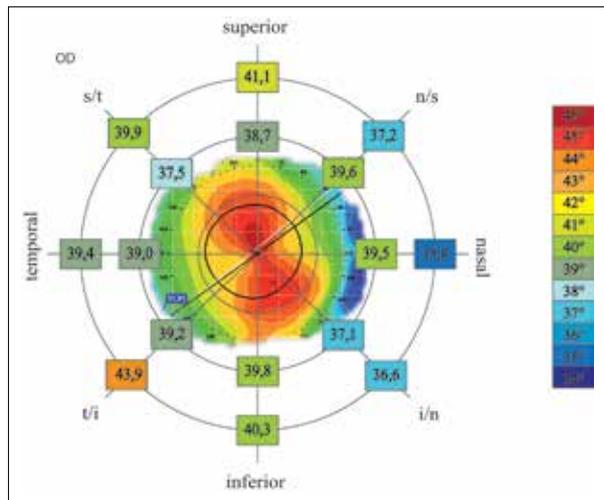
正常な患者の右眼、輪部角度および強膜角度は非常にフラットな形を示しています。(Pacific University – the Scleral Shape Study)
 版權を所有するContact Lens Spectrum, Wolters Kluwer Pharma Solutions, Inc., © 2010,の許諾の上転載

これらの結果が示していると思われることは、平均的な眼において角膜を越えた眼表面は非回転対称であるということです。そして、平均的な眼でトーリックおよびクオドラントスペシフィックレンズのような非回転対称デザインレンズの両方が実用化されており、これらは眼の形状を最適な方法で考慮するための最適な選択肢であるように思われます。これは、特にもしレンズの直径が15.0mmを越える場合は事実です。

輪部ゾーン内での、角度の違いは平均で1.8度であり、強膜ゾーンにおいての相違はもっと大きい(平均で6.6度までであった)。強膜領域では、これは臨床的に極めて妥当なものであると考えられます。



正常な患者の右眼：輪部および強膜リングの両方の中での比較的小さな相違を伴うむしろスティープな形状(この研究の中では、これは典型的な所見ではありません)。(Pacific University – the Scleral Shape Study)



トーリック角膜および非回転対称前眼部形状を持つ正常人の右眼。(Pacific University – the Scleral Shape Study)

Pacific Universityの研究の結果は、角膜の範囲を越える眼表面の非回転対称の特徴は、臨床経験と一致していることを示唆しています。実際に多くの診療で、スクレラルレンズを処方する際に、今日では通例、非回転対称レンズデザインが使用されています。



トーリック眼上のバイトーリック・コーニオスクレラルレンズ

同じ効果が臨床経験から報告されています。すなわち、強膜の非球面性状がVisser等 (2006)によって以前に述べられています。実際に、スクレラルレンズを処方する際、実務的に多くのケースで非回転対称レンズデザインが今日よく使われています。

要点

- 一般的に、平均的な眼で鼻側部分は他の部分に比べフラットであり、これは角膜トポグラフィーにも一致します。
 - 輪部の形状および強膜前部の形状は、しばしば曲面というより接線であるように思われます。
 - 多くの眼は、角膜境界を越えると本質的に非回転対称です。これは、トーリックおよびクォドラントスペシフィックレンズのような非回転対称レンズを必要とするかもしれません。
-

III. スクレラルレンズデザイン

- 標準的なスクレラルレンズの形状はどのように見えますか。
- どのような先進的なスクレラルレンズのデザインが適用可能ですか。

スクレラルレンズのフィッティングは、19世紀終わりのガラスを吹いて作ったシェルから今日のコンピュータによって作られる最先端の洗練されたカスタムメイドのレンズに至るまで発展を続けています。最新のスクレラルレンズのフィッティングは基本的に既製のスクレラルレンズに基づいて行われます。トライアルレンズが使用されて、望ましい最適なスクレラルレンズが選択されます。この章ではこれらの既製のレンズのデザインについて、その詳細を明らかにします。初期の頃のスクレラルレンズのフィッティングでは、インプレッション(鋳型形成)テクニックがより普通に使われていました。この章の後半で簡単にそれについて考察します。

既製のスクレラルレンズ

各メーカーによるスクレラルレンズデザインはそれぞれ幾分か異なりますが、全てのスクレラルレンズは本質においては、同じ基本的な形状を共有しています。この章では、一般の標準的な球面(回転対称)レンズデザインについて概説するほか、非回転対称(トーリックあるいはクォドラントスペシフィックデザイン)及びバイフォーカルレンズデザインのようなより先進的なレンズデザインにも触れます。レンズ材料及びレンズフェネストレーションはどちらもレンズデザイン及びフィッティングに大きく関与するのでこの章の後半で考察します。

球面デザイン

全てのコンタクトレンズの原型は球面スクレラルレンズです。レンズの形状は3つの部位に分けられます。

1. 光学ゾーン
2. 移行ゾーン
3. 接地ゾーン

スクレラルレンズでの経験を重ねるに従って、あなたはどれか一つのメーカーのコンサルタントに頼るようになるかもしれません。コンサルタントとともに仕事をするのは、パラメーター決定の余地が減るかもしれませんが、成功へはより迅速に導いてくれるでしょう。

Stephen Byrnes

私は診断用レンズを使って患者に処方始めるのが普通で、経験的フィッティングはあまり行いません。スクレラルレンズのフィッティングを行い始めるとき、手持ちのフィッティングセットのパラメーターの範囲外に逸脱することは恐ろしいことになりかねません。もし必要なら、処方用トライアルレンズの直径より0.5mm大きいかあるいは小さいレンズをオーダーします。しかし、変更が0.5mmを越えてしまうと顕著に異なったフィッティングをもたらしてしまうことがわかりました。

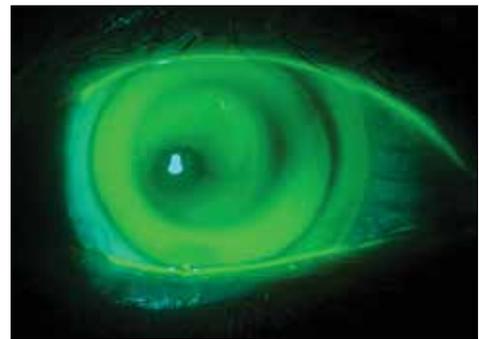
Lynette Johns

1. 光学ゾーン

光学ゾーンは、希望の光学的効果を生み出す光学機器としての役割をします。この部位の前面形状は、球面あるいは非球面に作ることができます。レンズのセンタリングが良好であれば、非球面なレンズ形状は普通の眼の収差をある程度減少させることが出来ます。

光学ゾーンの後面形状は、少なくとも理論上は、角膜と概ね同じ形状をしているのが理想的です。この場合、均一な層を成すレンズ後面クリアランスがスクレラルレンズの光学ゾーン裏側に観察されます。角膜の形状に沿うようにするために、後面光学部はよりフラットあるいはスティーブなカーブ曲率から選択されます。

角膜GPレンズと異なり、スクレラルレンズの光学部の後面は通常、角膜に接触しません。しかしコーニオスクレラルレンズのようなより直径の小さいスクレラルレンズを使用する際には完全なクリアランスを得ることが困難なため、進行した円錐角膜のように難しい角膜では角膜の中央で「フェザータッチ」させることをメーカーは一般的に示唆しています。コーニオスクレラルレンズのエキスパートによると、レンズの大部分の領域の下に十分なクリアランスがある限り、良好な結果を得ることができます。代わりに、必要とされるクリアランスを増加させるのなら、より大きな直径のレンズを選択すべきです。この話題の詳細については、十分な角膜クリアランス及びサジタル深さを作ることを扱っている本書の次章のフィッティングステップ2を参照してください。



円錐角膜眼上でのCorneo-Scleralレンズの軽い接触

角膜レンズの場合と同じ光学法則がスクレラルレンズに適用されます。レンズ後面の涙液レンズパワーの変化は、「0.1mmの曲率変化は、0.5Dのパワー変化をもたらす。」という近似ルールに基づいて調整することができます。もしトリアルレンズのベースカーブ曲率と、オーダーされるスクレラルレンズのベースカーブ曲率との間の相違が例外的に

センタリング不良のスクレラルレンズは、レンズ光学系がずれるだけでなく、角膜上の大きな涙液レンズをも変位させてしまうでしょう。下方に偏倚するスクレラルレンズでは、ベースダウンプリズム効果を生じます。視軸からカーブの中心の変位(cmの単位で)と表面パワーの積で、レンズ変位によるプリズムパワーを決定できます。適切あるいはほぼ適切にフィッティングされたコンタクトレンズならばプリズム効果は、わずかです。

Douthwaite 2006

大きい場合、Heine'sスケールのようなより正確なスケールを適用する方が良いでしょう。たとえば、もし7.80mmのコンタクトレンズの曲率を0.4mm変えて8.20mmにした場合、パワーのおおよその補正は2.00Dとなりますが、実際には2.33Dのパワー変化が起こります(1.336の屈折率を使用)(Douthwaite 2006)。その上、サジタル深さが100ミクロン増加する毎に、その系の有効度数は約0.12D付加されます。しかしながら、強度の不整角膜についてはこれらの理論的な光学法則は、常に正確とは限りません。これを避けるためには、もし可能であるなら患者が必要とするものにできるだけ近いトリアルレンズを使うことや、あるいは経験的にレンズをオーダーすることが好まれます。

前面非球面スクレラルレンズは、前面球面表面とは対照的に角膜拡張症の患者の視力をスクレラルレンズで光学補正を改善することを可能にするかもしれません(Hussoin et al 2009)。

2. 移行ゾーン

スクレラルレンズには、光学ゾーンと接地ゾーンとの間に移行ゾーンがあります。これは中間周辺部あるいは輪部ゾーンとも呼ばれています。それは、ポイントA(光学ゾーンの終端の位置)とポイントB(外側に向かっている接地ゾーンの始まり)を結合します。このゾーンは、レンズのサジタル高さを設定します。既製レンズのトリアルセットが、サジタル高さに基づいて揃えられる時、次のステップの高さに上げる(あるいは下げる)というのは、基本的に移行ゾーンの変更を意味します。これは通常、光学ゾーン及び接地ゾーンのパラメーターとは独立しています。

直径の大きなスクレラルレンズでの移行ゾーンは、レンズが角膜と輪部から離れている状態に保ちます。移行ゾーンの形状それ自体は、直径の大きなデザインのレンズではあまり重要な意味を持ちません。スプライン曲線あるいはより洗練された対数曲線がこのゾーンを定義するために良く使用され(Rosenthal 2009b)、様々なレンズデザイン間の相違のいくばくかはこの点にあります。他の手法ではこのゾーンは、接地ゾーンへ向かって広がる連続した複数の周辺カーブから構成されます。

小さなサイズのスクレラルレンズ、特にコーニオスクレラルレンズでは移行ゾーンの形状を考慮することが重要です。一般的に(ここでレンズが接地する)輪部のクリアランスが無いため、その部分での機械的圧力を最小限にするために輪部形状に一致するようにしなければなりません。レンズデザインによっては、できるだけ正確に輪部形状に従うように、異なったプロファイルを適用できるようにして移行ゾーンの形状を調整します。他のレンズデザインでは、やはり連続した複数の周辺カーブがこのゾーンを調整するために使用されます。

3. 接地ゾーン

前眼部表面の形状を模倣したレンズ形状を持ち、前眼部表面で接触するレンズの領域を接地ゾーン、あるいはしばしば

接地ゾーンは、またハプティックゾーンとも呼ばれ、この部分で実際にレンズは「フィット」され眼に接触します。「ハプティック」という言葉は、「締める」あるいは「取り付ける」を意味するギリシャ語に由来しています。

スクレラルゾーンあるいはハプティックゾーンと呼びます。この領域は、レンズが実際に「フィット」する部分で、眼に接触する部分でもあります。ハプティックという言葉は、「締める」あるいは「取り付ける」を意味するギリシャ語に由来するものです。この領域のデザイン及び特徴は、少しばかりレンズのカテゴリ(このガイドの第I章を参照してください。)に依存しています。「接地ゾーン」は、レンズのサイズにかかわらずこの部分でレンズが接触する部分を表す用語であり、今後このガイドではこのパラメーターに関するものとして使われます。

接地ゾーンの後表面の形状は、フルスクレラルレンズを処方の場合は強膜形状に、そしてコーニオスクレラルレンズの処方の際には輪部形状に沿っていなければなりません。接地ゾーン全体で圧力が均等に分散されていることが重要です。これによって完全な角膜ブリッジが達成でき、適切なクリアランスを作ることができます。

一般に接地ゾーンはフラットなカーブあるいは連続した複数のカーブとして定義され、大部分の眼へ処方可能なように通常13.5mmから14.5mmの範囲の曲率を持っています(Pullum 2007)。よりフラットあるいはよりスチープな曲率のカーブを使用することによって接地ゾーンの領域を修正することができます。臨床経験及び最近の研究の両方によると、多くの例で眼表面の形状が曲面形状というよりも接線形状をしているため(このガイドの第II章を参照してください。)、いくつかの会社は、接線形状の接地ゾーンデザインを開発しています。これらのレンズは、カーブではなく「開放角度(opening angles)」(直線による)を使用して接地ゾーンのフィッティングを変化させています。あるいは、少しばかり混乱を来すかもしれませんが、接線形状レンズデザインのいくつかは湾曲した接地ゾーンを持っていますが、接地ゾーンを変更する際でも曲率自身は一定に保たれ、接地ゾーンをフラットあるいはスチープにするために(接地ゾーンの

接地ゾーン領域は、良好なレンズの装用感を提供するように少なくとも3mmの幅でなければなりません。通常接地ゾーンの直径を大きくすると装用感は良くなります。

*Esther-Simone Visser e
Rients Visser*

曲率を変えるのではなく)角度を使って変更します。



非常にトリシティーの大きな強膜上の回転対称レンズの四半分円での特異的なリフト

トーリックレンズデザイン

ごく最近では特殊なスクレラルレンズデザインとして多様なものが手に入るようになって来ました。今やフロント、バックあるいはバイトーリックスクレラルレンズなど様々なトーリックレンズデザインを使うことができます。このセクションでは、最初にバックトーリックレンズについて述べ、次にフロントトーリックオプションに触れます。フロントトーリックオプションは視力性能を向上させるために使用され、レンズの中心光学ゾーンに位置しています。バックトーリックスクレ

ラルレンズでは、トーリック形状で作られるのは接地ゾーン(あるいは、ハプティック)領域です。これはレンズのフィッティングを改善するためのものなので、レンズの中央ゾーンは含まれません。バック及びフロントトーリックを組み合わせたレンズがバイトーリックデザインとみなされるもので、このデザインはバックトーリックレンズ形状(接地ゾーンにおける)のフィッティング特性と中央光学ゾーンにおけるフロント表面による視力の利点を組み合わせ持っています。

このガイドの前段で述べたように、大部分の眼で少なくともある程度は、前眼部表面は非回転対称の形をしているように見えます。非回転対称レンズでは局所的に圧力が加わる領域が少ないため、より良好な眼の健康状態をもたらします。またこれは結膜ブランピング —局所的な結膜血液供給の減少を表す用語— を結果的に減らします(第IV章のステップ3を参照してください)。コーニオスクレラルレンズを用いる処方医はえてして、より大きな直径のスクレラルレンズを用いるレンズ処方医に比べ、トーリックあるいはクオドラントスペシフィックレンズのような非回転対称デザインをそれほど必要としないと報告しています。しかし、たとえ小さめなレンズデザインであっても、かなりの症例で一つか二つの象限でレンズと眼表面がタイトな状態になるため、失敗あるいは最適とは言えない状態にあるかもしれません。そして結果的に局所的な機械的圧力が発生し、おそらく結膜ステイニングを起こすことになるかもしれません。スクレラルレンズの直径が大きくなればなるほど、強膜の非回転対称特性はさらに顕著に表れます。



JAN PAUWELS

非回転対称形状の結膜上の回転対称スクレラルレンズ
© Universitair ziekenhuis Antwerpen

バックトーリックレンズはレンズ下の気泡の発生を避け、そしてレンズエッジによる結膜血管の圧迫を防ぐことに役立ちます。眼の上でレンズを安定させることにも役立ちます。Visser (2006)の研究では、トーリックレンズが異なったポジションに手で回転された後、そのレンズがもとの位置に戻るのに平均で6秒かかったと報告しています。

一般的に、レンズの接地ゾーンが輪部を越えてより外側になればなるほど(スクレラルレンズの直径が大きくなればなるほど)、非回転対称レンズの必要性は大きくなると信じられています。これは、少なくともある部分、レンズ処方のされ方に大きな違いがあることの説明となるかもしれません。すなわち、処方医によってはほとんど全てに非回転対称レンズを使用していると報告しているのに対し、他の多

くの処方医は非回転対称レンズをほとんど使用しておらず、そして多くのレンズデザインはそのオプションすら持っていないのです。

これよりもう一步ステップアップする方法は、第II章で述べられている強膜形状のデータによって裏付けされているように、クオドラントスペシフィックデザインにアップグレードすることです。強膜は、全ての方向で均一な形状をしているように見えないので、これは、スクレラルレンズの進化において価値ある次のステップです。現在クオドラントスペシフィックスクレラルレンズを成功裏に製造する能力を持つメーカーは限られています。これらのレンズのフィッティングは、ほとんどが臨床経験及び試行錯誤に基づいて行われており、主に局所的に圧力がかかる領域あるいはレンズの接地ゾーンのリフトの観察に頼っています。

Visser (2006)は、バックトーリックスクレラルレンズの有用性を疑いもなく強調していました。そして、Gemoules (2008)は、フィッティングテクニックを最適化する方法としてZeiss Visante® OCTを使用したテクニックを紹介しました。どちらの研究でも、接地ゾーン領域に非回転対称形状を有するこれらのバックトーリックデザインを上手くフィットさせることで、装用時間を長くでき装用感をより良くできたと強調しています。

バックトーリックスクレラルレンズの有用性は明白と思われれます。すなわち、大きなスクレラルレンズに関して特に当てはまることですが、バック表面を上手くフィットさせるデザインでは装用時間がより長く、そして装用感が改善することが述べられています。

非回転対称レンズは、角膜を越えた眼表面形状をより正確に追従しているため、それらは眼の上で極めて安定であり、フロント面のシリンダーのようなさらなる光学補正の可能性ばかりでなく、円錐角膜などでしばしば見られる垂直コマ収差のような高次収差補正の可能性をも開いています。これは光学性能を改善することに役立ち、ひいては角膜拡張症や他の不整角膜を持つ患者にも利益をもたらすことでしょう。もし、バックトリック形状が使用されなかったり、あるいは何らかの理由でレンズが眼の上で安定しないならば、フロントトリックによる光学補正が必要とされるかもしれません。これらの種類のレンズのフィッティングについてのより詳細な説明に関しては、第IV章のステップ5を参照してください。

バイフォーカルコンタクトレンズデザイン

ごく最近になって、数種のバイフォーカルスクレラルレンズデザインが市場に現れました。おそらくこれらの多くは、病的疾患のない眼にこそより適しています。しかし、この組み合わせは病的眼にも事前に排除されるべきではありません。これらのレンズのデザインは、「同時視型バイフォーカル」のグループに属するもので、異なった焦点による二つの影像が同時に眼に映し出されます。これらのスクレラルバイフォーカルレンズが同時視型角膜GPバイフォーカルレンズを上まわる主な利点としては、スクレラルバイフォーカルレンズは眼上で非常に安定であること、眼上で過度と言えるほどに動くレンズに比べその同心円中心ゾーンを狙い角膜及び瞳孔により正確に合わせることができることです。

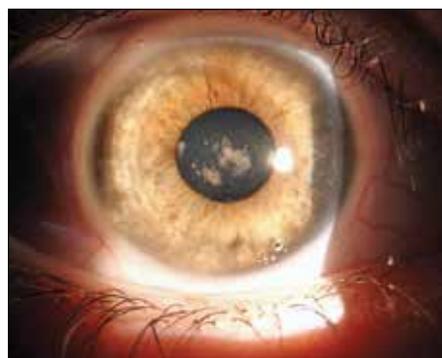
スクレラルレンズは、ソフトレンズに比較してさえある程度この点で優れているかもしれません。スクレラルレンズ材料の光学品質はソフトレンズ材料に比べ非常に優れているので、スクレラルレンズの光学品質はソフトレンズに比べて大きな利点となっています。

レンズ材料

スクレラルレンズ材料は、DKが0のPMMAから進化し、現在では角膜GPLレンズと同様の高DKレンズ材料が使われるようになっています。スクレラルレンズは通常のGPLレンズよりかなり厚く、0.4mmから0.6mmの厚みがあるため、レンズの実用上のDk/t値を劇的に減少させてしまっています。スクレラルレンズは、26mmまでの直径を有する特別なレンズブランクから製造されます。

酸素透過性レンズでは酸素がレンズを透過することが可能です。レンズ下の涙液交換がもし可能であれば、これもまた角膜が要求する酸素を補足するために酸素を豊富に含む涙液を供給することができます。通常、スクレラルレンズではレンズが輪部をアーチを作って飛び越えているので、結膜及び輪部血管からの酸素もまた涙液層への酸素供給に貢献しています。フィッティング用のフェネストレーション(小孔)付のレンズを用いると、この効果をさらに高めることができるとする処方医もいます。

スクレラルレンズは、レンズの変形を起こさない程度の十分な厚みを必要とします。薄いスクレラルレンズは、眼の上では非対称性の前眼部表面形状の影響で、あるいは眼外ではレンズ取り扱い動作のためのいずれかで、変形を早く来す



スクレラルレンズ上に蓄積された大量のタンパク質汚れ

スクレラルレンズ後面の洗浄は難しいので、後面についた汚れのためにレンズの装用感が時間とともに悪くなることがあります。

Jason Jedlicka

傾向にあります。スクレラルレンズを装用した上からのケラトメトリーまたはトポグラフィ検査はレンズのたわみの検出に役立ちます。球面スクレラルレンズについては、前眼部表面が球状であることが必要です。もしケラトメトリーの値がシリンダーを示しているなら、レンズは変形していて視力に問題を起こすかもしれません。レンズの交換や、場合によってはレンズの中心厚みを厚くすることによって問題を解決できるかもしれません。トリックレンズデザインに変更することも示唆されます。レンズのたわみについての詳細は第V章を参照してください。

フェネストレーションを持たないレンズは、眼の上でより浮かんだ状態になり、フェネストレーション付のレンズは前眼部表面に「沈み込み」ます。通常フェネストレーション付レンズの角膜クリアランスは、フェネストレーション無しのレンズよりずっと低くなっています。

フェネストレーション(小孔)

「PMMAスクレラルレンズの時代」では、フェネストレーションあるいはチャンネルが、酸素を含んだ新鮮な涙液循環のために一般的に使用されてきました。しかし、近代のスクレラルレンズは全てガス透過性であり、もはやフェネストレーションによる酸素供給は最も重要な考慮事項ではなくなりました。どの程度のフェネストレーションが角膜へ効果的に酸素を供給するために有効かということは未だに議論されています。

スクレラルレンズの分野では、フェネストレーションが議論の中心になってきています。理論的には、レンズのより強い「吸引」がフェネストレーションのないレンズに起こ

り、フェネストレーション付のレンズはレンズの取り外しをより容易にし、代謝老廃物の交換を改善することが示唆されていますが、これらの理論に有効な科学的根拠はありません。

フェネストレーション付レンズのフィッティングは、フェネストレーションの無いレンズのフィッティングとは非常に異なります。フェネストレーションの無いレンズは眼の上でより浮き上がりますが、フェネストレーション付のレンズは前眼部表面に沈み込みます。通常、フェネストレーション付のレンズのクリアランスは、フェネストレーションの無いレンズよりずっと低くなっています。通常の適切なクリアランスは、フェネストレーションの無いレンズでは200 - 600ミクロンですが、フェネストレーション付のレンズでは、レンズデザイン及び直径が同じであっても100 - 200ミクロンへ低くなります。

フェネストレーションはクリアランス領域を気泡が発生しないように保つのにには有益かもしれませんが、穴の部分に気泡が生じさせてしまうこともあります。より小さいスクレラルレンズの場合、フェネストレーションは陰圧を軽減するのに有益かもしれませんが。忘れてはいけないことは、フェネストレーションの穴は手で清浄にすることができないため、レンズ

フェネストレーションは時には気泡を作ることがありますが、特に小さなタイプのスクレラルレンズにおいては、穴を通して気泡を逃がすこともできます。

Jason Jedlicka



フェネストレーションレンズ

フェネストレーション付レンズは、眼の上で沈み込む傾向があり、一般的にレンズのフィッティングが難しいとされています。しかし、最初のレンズの発注に際してこの効果を推定し、これを補正することは困難ではありません。

1. フェネストレーションは角膜上の涙液の交換を促進させ、そしてレンズ下から老廃物を除去するのに役立つかもしれません。
2. フェネストレーション付レンズは、レンズを装用する際にレンズ内側の凹面の中にソリューションを入れる必要はありません。これは、特に小児患者にとってレンズの装用及び取り外しを極めて容易にします。

Don Ezekiel

ソリューションや汚れ、もしかすると微生物が穴の中に蓄積するかもしれないということです。レンズメーカーによれば、フェネストレーションの無いレンズの方が、より容易にそして単純にレンズを処方することができるようです。

もし、フェネストレーションが用いられるなら、それはおおよそ0.5mmから1.0mmのサイズで、そして輪部の上の最も深い涙液貯留領域におかれるべきです (DePaolis 2009)。もし、フェネストレーションの穴の内側が角膜あるいは結膜組織上で隠れている場合には効果はありません。(結膜弛緩のような)ゆるい結膜の場合には、レンズ下の陰圧によって結膜がレンズの下や、時にはその穴を通して吸引されるようなことがあります。

スクレラルレンズのインプレッション(鑄型形成)テクニック

最近のコンタクトレンズ処方においてはそれほど一般的に使用されるわけではありませんが、インプレッション(鑄型形成)テクニックが長い間使用されて来ました(Pullum 2007)。このテクニックでは、前眼部表面の成型型(雄型)が作られます。この成型型から雌型が作られます。一般的に歯科材料が前眼部表面形状を再現するのに使用されます。この雄型がスクレラルレンズ専門の製造メーカーへ送付されます。この手法には特別な専用の装置が必要で、通常局所麻酔が行われます。これらのレンズは前眼部表面形状を正確に模倣しており、そしてレンズが後で再製造できるように成型型は無期限に保管されます。

光学的仕様書にはその型から中心クリアランスを明記し、最もフラットなケラトメトリー値より0.20から0.50mmフラットな光学曲率を要請しオーダーします。一回目の成型型での中心クリアランスはおおよそ200ミクロンとされます。Douthwaite (2006)によれば、これは結果的に約100ミクロンの角膜頂点クリアランスとなります。

このテクニックは非常に侵襲的で時間がかかる方法であるとされており、今日では通常のレンズの処方としてはあまり一般的ではありません。最大の不利な面は熱を必要とすることであり、そのため基本的にこのテクニックはPMMA材料に限られます。

さらに、既製のスクレラルレンズならば鑄型形成レンズより薄く作ることができます。また、既製レンズはより正確なレンズ仕様によって再現性がさらに良く、そしてレンズをより簡単に調整することができます。鑄型形成レンズが非常に緊密に前眼部形状を追従しているかもしれないという事実は利点として述べられてきましたが、一方ではこれは不利となるかもしれません。すなわち、レンズの固着が起こる可能性が有ります。このシステムでの利点は処方医が高価なフィッティングセットを必要としないということです。著しく外観が損なわれた眼あるいはカスタムフィットの義眼の場合には、鑄型形成法を行う必要が今でもあるかもしれません。

以前にも述べましたが、前眼部形状を画像化するためのOCTのような新しい技術は、もしかすると侵襲的な型どり及び鑄造を行わないでこれらのカスタムメイドレンズの復活を導くことができるかもしれません。そうすれば利用可能な最もDKの高い材料で製造することができます。

要点:

- スクレラルレンズは、基本的に光学ゾーン、移行ゾーンそして接地ゾーンの三つのゾーンで構成されています。
 - トーリック及びバイトーリックスクレラルレンズが適用可能であり、患者によっては非常に有用です。
 - スクレラルレンズの鑄型形成テクニックは、今日ではあまり一般的ではありません。最近のスクレラルレンズのフィッティングは、ほとんど全てで既製のスクレラルレンズが利用されています。
-

IV. スクレラルレンズのフィッティング：5段階フィッティング手法

- スクレラルレンズを処方する場合どんなパラメーターを考慮すべきか。
- 一般的なスクレラルレンズのフィッティングについて、どのように5段階フィッティング手法を用いればよいか

これまでのスクレラルレンズの処方における大きな難点は常に、時間、技術及びレンズ処方に要求される費用でした。これらは眼表面についての知識の進歩、材料の進化及びデザイン対応力の拡大の結果として、ここ数年の間に劇的に変化しました。既製のスクレラルレンズについてここに示される5段階フィッティング手法は概説的なガイドとして、現在使用されている種々のタイプのスクレラルレンズ処方のエッセンスを示すものです。テキストに記されているように、レンズが異なればそれぞれに異なったルールが適用されるかもしれません。5段階フィッティング手法の順番は、ほとんど任意です。たとえば、多くのスクレラルレンズ処方医は標準的な角膜GPレンズとは逆に、後面周辺から中心に向かって処方作業をすることを好みます。

既製のスクレラルレンズに対するこの5段階フィッティング手法においては、レンズの全直径及び光学ゾーン直径が、最初に考慮されるポイントです(第一段階)。続いて中心及び輪部のクリアランスを定めます(第二段階)。そして適切な接地ゾーンのアライメントを考慮し(第三段階)、レンズエッジのリフトを適切になるようにします(第四段階)。そして最後にレンズの回転対称デザインを検討します(第五段階)。

スクレラルレンズは、基本的にサジタル高さに基づいて処方されます。ケラト値は比較的限定的にしか使用されません。同じケラト値を持つ二つの眼であっても、サジタル高さは全く異なることがあります。レンズがフィッティングされる領域の平均的なサジタル高さは、健常眼でも容易に4,000ミクロン(15mmの弦直径上で)に達します。サジタル高さは、レンズの直径、曲率半径、角膜の非球面度及び前部強膜形状を含む多くの変数に依存しています。前部強膜形状を測定することができないことは、臨床診療においてサジタル高さの計算を事実上不可能にしています。OCT(このガイドの第II章を参照してください。)のような先進的な形状解析技術だけが、前眼部の総サジタル高さの測定を可能にしています。しかし、臨床的にこれまで証明されたようにトライアルセットを使用することによってでも、経験的効果的な方法で前眼部表面形状に適合させることができます。

この章ではメーカー及びデザインとは無関係に、スクレラルレンズを処方するために必要とされる個々のステップに焦点を置きます。

ステップ1:直径

- スクレラルレンズの全直径を選択する方法
- 光学ゾーン/クリアランスゾーンの直径を評価する方法

全直径

レンズの全直径は、スクレラルレンズ処方医がレンズの処方プロセスの中で最初に考慮しなければならない最も基本的な検討事項です。この判断については、スクレラルコンタクトレンズの分野で議論の対象になっているところです。ここでは、個々の処方医の好みが大きくかかわっています。しかし、多くの考慮すべき独立変数もまた存在します。

レンズの直径がより大きな利点は、作られる涙液貯留の量です。一般的に、要求されるクリアランスが大きければ大きいほど、より大きな直径のレンズが選択されます。これは、繊細な角膜上皮のために、角膜に全く触れないようにするには、より大きなレンズが要求されることを意味しています。また角膜拡張症のような角膜上でサジタル高さに大きな違いがある角膜には、より大きな直径のレンズが勧められます。大きなレンズほど非常に大きなベアリング領域が接地ゾーンに形成され、これによって局所的な過剰な圧迫が防がれ装用感が良くなります。小さな直径のレンズは一般的に結膜上での「沈み込み」がより大きくなるので、大きな直径のスクレラルレンズよりも動きが小さくなることがあります。

小さなレンズの場合は取り扱いが容易で、レンズ装用の際に溶液を満たす必要が無いかもしれません。レンズ下の

気泡の発生も少ないでしょう。正常に近い形状の角膜や健常眼において、これは有効なオプションとなることがあります。クリアランスは、より大きな直径のスクレラルレンズの場合より小さくなるため、これらのレンズでの視力は一般的に良好です。また、大きな直径のスクレラルレンズより、これらのレンズは安価な傾向があります。多くの症例で鼻側側が耳側側よりフラットな形状をしているので、レンズ直径が大きいと典型的には耳側にずれてセンタリング不良となる傾向があるかもしれません。また、極めて大きなレンズ直径の場合、鼻側の眼筋付着部と輪部の間には限られた余地しかないかもしれません(本ガイドの第Ⅱ章を参照してください。)。もし大きなスクレラルレンズでセンタリング不良がおきる場合、もっと小さな直径へ変更することでこの問題が解決することがあります。鼻側の圧迫によって発生するセンタリング不良は、非回転対称レンズによっても軽減されるかもしれません(本章のステップ5を参照してください。)

スクレラルレンズは小さな直径のものでも大きな直径のものでも、それぞれに存在価値があります。患者にとっての正しい直径というものがないため、直径の選択は実のところ任意です。同じ患者で15mmの直径のレンズでもあるいは23mmの直径でも許容可能なフィッティングを得ることができます(Jedlicka 2010b)。多くのメーカーが、それぞれのレンズデザインにおいて異なった直径のオプションを提供しています。レンズデザインによっては単一のレンズ直径しかないものもあります。そのような場合、直径の異なる他のレンズデザインも取り扱えるようにしておく、スクレラルレンズ処方における難問全てに対処できるでしょう。

レンズ直径を少し大きくするだけで、眼表面のカバー面積に劇的な影響を及ぼします。レンズ直径を14.0mmから15.0mmに増加すると、結果的にレンズの下の総表面積は154mm²から177mm²と23mm²増加します。直径がもっと大きくなるとこの効果はさらに大きくなり、20.0mmのレンズの直径から21.0mmの直径のレンズになると、314mm²から346mm²となります(32mm²の違いです。)

小さな子供の場合、顔を下に下げる姿勢のまま座ることが難しく、装着時にレンズに溶液を満たす必要のあるフルスクレラルレンズを装用することが難しいことがあります。それ故、しばしばヴォールトを減少させる必要があります。しかし、子供らが成長するとそれは可能であり、上手に装用できるようになります。

Christine Sindt

光学／クリアランス領域の直径

スクレラルレンズの処方プロセスにおける直径を考慮する場合、光学ゾーンの直径を考察することもまた重要となります。これは理論的に極めて重要な考慮事項ですが、多くのスクレラルレンズデザインで光学ゾーンの直径は固定されています。そのため、ある一つのレンズデザインの中でこのパラメーターを変えることがいつも可能とは限りません。光学ゾーン径は、光学的に良好な結果を得るために重要です。そしてそれ故に、レンズのクリアランスを含め前房の深さを考慮しつつ、瞳孔直径に干渉しないように光学ゾーン直径を決めなければなりません。光学ゾーン径を決定する際には、スクレラルレンズでもセンタリングがいくぶんずれる可能性があることを考慮しなければなりません。

完全な角膜ヴォールトが目標点です。そして輪部のクリアランスも求められるのがスクレラルレンズです。そのため適切な光学ゾーン直径を決定することが非常に重要です。角膜直径をそのガイドラインあるいは出発点として使用することができます。クリアランスゾーン領域は、スクレラルレンズの光学ゾーン及び移行ゾーンで構成され(しばしば一定の直径です。)、角膜直径よりおよそ0.2mm大きいものが選択されます。

もし、光学ゾーン及び移行ゾーンの直径が固定されている場合、そのゾーンの直径が適切であるかどうか装用した状態でチェックします。そしてもし適切でない場合、別なレンズのデザインへ変更されることがあります。光学ゾーン直径の大きさ自体は、使用されるレンズのデザインに依存します。それは、いかなる光学的な問題をも防止するように瞳孔領を完全に覆っていなければなりません。前述のように、しばしば光学ゾーン直径は決められており、全てのレンズデザインでこのパラメーターを変更できるとは限りません。この場合、全直径がもっと大きなレンズがオプションとなる場合があります。

ステップ2:クリアランス

- 角膜クリアランスを決定する方法
- 輪部クリアランスを決定する方法

おそらくスクレラルレンズが角膜レンズより優れている唯一で最も重要な利点は角膜クリアランスです。

角膜クリアランス

次のステップは、角膜中央部のクリアランスを決定することです。角膜クリアランスは、おそらくスクレラルレンズが角膜レンズより優れる唯一で最も重要な利点であり、その利点は活かされるべきです。もし必要であれば、600ミクロンまでの角膜クリアランスを達成することは簡単です。「フラット」及び「スティーブ」という言葉は、混乱を招きやすかつ十分な表現でないので、角膜クリアランスに関してこれらの言葉の使用は避けるべきです。サジタル高さの「増加」あるいは「減少」と言う用語の方が、より適切と考えられます。そして、多くのレンズデザインは、もっぱらサジタル高さでもってトライアルレンズを規定しています。レンズのサジタル高さを増すとそのレンズは眼から離れてフィットし、レンズのクリアランスあるいはヴォールトが増加します。

角膜中央部のクリアランスの量

正確な角膜中央部クリアランスに対する定則はありませんが、一般的に最低100ミクロンが必要とされています。コーニオスクレラルレンズにおいてはわずか20 - 30ミクロンという低いクリアランスが報告されています(DeNaeyer 2010)。本来のスクレラルレンズでは、200 - 300ミクロンのクリアランスが、通常十分であると考えられています。しかし、処方最終段階でもし必要なら500ミクロンまでも容易に増やされます。ミニスクレラルレンズは、クリアランスの程度に関してはコーニオスクレラルレンズと大きなスクレラルレンズの間に位置づけられます。

実際のクリアランスを評価する際の比較及び参考としては、健常眼の平均的な角膜厚(たとえば、円錐角膜の場合は、これは著しく薄くなっています。)が、角膜中心部で約530ミクロンであり、輪部に近い角膜周辺部で約650ミクロンまでの厚さです(Doughty 2000)。これらの値は臨床的に角膜クリアランスを評価する際に参考として利用できます。もしレンズの中心厚が既知であれば、これもまた参考になります。

望ましいサジタル深さは、条件によって様々です。

たとえば、円錐角膜患者は、角膜移植後の患者とは異なった(より大きな)総サジタル高さを必要とします。しかし、そうは言っても、中心部及びニップル形状の円錐角膜においては、通常のサジタル高さが必要になるかもしれません。眼表面疾患の場合には、通例的に大きなサジタル高さが要求されます。



図のように、18mmのレンズには1600ミクロンの涙液貯留があります。

GREG DENAEYER

前眼部形状を評価するために、我々は、総サジタル高さについて、「浅い」、「普通の深さ」、あるいは「非常に深い」のいずれかに等級付けを試みます。そして、これに基づいて最初のトライアルレンズを決定します。

*Esther-Simone Visser and
Rients Visser*

理想的なサジタル高さは、条件により異なります。一たとえば、円錐角膜患者では、角膜移植後の患者とは異なった(より大きな)サジタル高さが必要です。しかし、そうは言っても、中央部及びニップル形状円錐角膜では、通常のサジタル高さが必要になるかもしれません。

眼表面疾患においては、一般的に大きなサジタル高さが要求されます。メーカーによっては、異なった条件(レーシック後、PK後及び角膜移植後から健常眼及び角膜拡張症までを含んで)のためにそれぞれ異なったフィッティングセットを用意しています。これは、適切なレンズクリアランスを見いだすことを容易にするでしょう。いくつかのメーカーではケラト値を使用して、最初のトライアルレンズのサジタル高さを推定します。非常にスティープな角膜に対しては、(円錐角膜の場合のように)最も高いサジタル高さが推奨されます。一方非常にフラットな

角膜(一般的には、角膜移植後及び屈折矯正手術後の角膜)に対しては、トライアルレンズ処方における最初のステップとして、最も低いサジタル高さのレンズが推奨されます。

角膜中央部クリアランスの評価

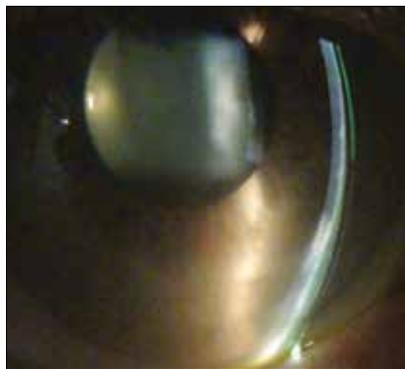
処方を始める時、その角膜に対して常にサジタル高さが低めのレンズから開始することをお勧めします。それからレンズが角膜上で頂点タッチをしなくなるまで、あるいはコーニオスクレラルレンズの場合では「フェザータッチ」になるまで、診断用レンズのサジタル高さを徐々に大きく試していきます。(逆の手順を好む処方医もいます。つまり高いサジタル高さのレンズで処方を開始してから徐々に下げて行きます。)これらについては、この章の後半で論じます。

クリアランス部は溶液貯留機能を持つため、スクレラルレンズ装着の際にはレンズを生理食塩水で満たすことが推奨されます。コーニオスクレラルレンズでは、これは常に必要とされるわけではありませんが、非常に不整な角膜においては、(特に、レンズにフェネストレーションがない場合は、)コーニオスクレラルレンズであっても溶液で満たして気泡を避けることを推奨します。レンズが眼に装着されると涙液交換は限定的であるため、レンズを溶液で満たす際にフルオレスセインを加えておきます。なるべくならどこも触れずに、緑色の均一なフルオレスセインパターンが正面から観察されるべきです。人間の眼は、20ミクロン厚のフルオレスセイン層でも観察することができます。それより薄いと黒く見えますが、これは必ずしも「タッチ」があることを意味するものではありません。レンズのずれも同様に容易に観察することができます。



球状角膜の患者への処方は難しいことがあります。角膜全体がスティープなので、これらの極端な角膜にヴォールトを作るには、光学ゾーンを通常より大きくそしてサジタル高さも大きなスクレラルレンズがしばしば必要です。全体のクリアランスを改善するには、リバースジオメトリーデザインを用いると、大きなリフトが得られるかもしれません。上図は、PK手術の15年後に球状角膜を再発した患者です。このレンズのサジタル深さは8,000ミクロン以上です。 *Greg DeNaeyer*

大きな直径のスクレラルレンズで角膜にベアリングがある場合、そのレンズのサジタル高さが小さすぎることを意味します。一般的に、中央部でのレンズの接触領域が広ければ広いほど、よりサジタル高さを大きくする必要があります。一方、(もし、レンズがずれているために気泡が発生しているのでなければ)レンズ下の気泡は、角膜クリアランスが過剰であることを表します。多くの処方医がこの単純な事実によってスクレラルレンズを処方しています。すなわち彼らは角膜へのベアリングと気泡の存在を基準としてサジタル高さを浅いものから深いものに変えて、ベアリングがなくなりそれでいて／あるいは気泡が存在しないようもっていきます。ベアリング領域の広さや気泡の大きさも目安になります。つまり、ベアリング領域あるいは気泡の発生が大きいほど、サジタル高さをより大幅に変更しなければなりません。「偽の気泡(False bubbles)」(「第V章—スクレラルレンズの管理」を参照してください。)を防ぐためには上手な装着テクニックが鍵であることを知っていることが重要です。また、気泡は前眼部部分が非対称性の形状であるために発生することがあります(本章のステップ5を参照してください。)。小さな気泡が動いていても、それらが瞳孔領域を邪魔しない限り許容しても良いかもしれませんが、大きくて動かない気泡はいけません。過剰なクリアランス(500ミクロン以上)は、たとえ気泡が発生しなくても、視力を低下させて視力不良を起こすことがあります。



角膜移植眼の光学部位の上の不適切なヴォールのミニスクレラルレンズ

高い角膜サジタル高さを伴う円錐角膜あるいは他の状態の眼において、完全なクリアランスを達成するには大きめのレンズ直径が必要かもしれません。小さなスクレラルレンズの製造メーカーは、これらのレンズでの角膜の頂点で最小限の「フェザータッチの角膜ベアリング」あるいは「軽微なタッチ」を許していますが、これらのレンズでも目標はやはり、頂点接触がほとんど無く角膜にヴォールトを作る最低限のサジタル高さを見つけ出すことです。中心部のクリアランスは常に理想ですが、多くの経験豊かな処方医によるとスクレラルレンズの中心接触があっても、恐らくスクレラルレンズは通常コーンの頂点を刺激するような大きな動きが無いため、一般的に角膜GPレンズに比べよく患者から受け入れられます。

角膜クリアランスをさらに評価するために、(フルオレスセインの有りおよび無しで)レンズの後ろの涙液層の厚みを観察するために、スリットランプの光を45度の角度で当てながら横切るように移動させます。角膜GPレンズ

ではレンズの後ろの涙液フィルムをイメージするのは難しいですが、スクレラルレンズではずっと容易に観察できます。スクレラルレンズは、ある程度の結膜上でのレンズの「沈み込み」が有るため、落ち着くまで少し時間が必要かもしれません。しかし、これは個々の患者で大きく異なります。装着されたレンズを評価する前に約20—30分待つことをお勧めします。もし、クリアランスが減少しすぎて適切でなくなった場合、より高いサジタル深さのレンズを試さねばなりません。フェネストレーション付きのレンズは、フェネストレーションの無いレンズよりも沈んで落ち着くかもしれません。すなわち、レンズは長い時間の間に徐々に沈むかもしれないので、常に角膜表面にレンズが合っているようにするために十分に大きな角膜クリアランスを選択して下さい。

もしレンズがずれているために気泡が発生しているのでさえなければ、レンズ下の気泡は角膜クリアランスが過剰であることを表しています。多くの処方医が、この単純な事実によってスクレラルレンズを処方しています。すなわち彼らは角膜への接触と気泡の存在を基準としてサジタル高さを浅いものから深いものに変えて、接触がなくなりそれでいて／あるいは気泡が存在しないようもっていきます。

スクレラルレンズは、ある程度の結膜上でのレンズの「沈み込み」が有るため、落ち着くまで少し時間が必要かもしれません。しかし、これは個々の患者で大きく異なります。装着されたレンズを評価する前に約20—30分待つことをお勧めします。

レンズのクリアランスを角膜上で最小限タッチするようになるまで減少させることによって、しばしば視力を改善することができます。これは、視力表で1段階から2段階視力を改善するかもしれません。そのことは時には極めて重要なことですが、フォローアップ検査が頻繁に必要になります。

Esther-Simone Visser y
Rients Visser

周辺角膜クリアランス

角膜頂点上で角膜クリアランスが確立されたならば、次に角膜上の残りの部分のクリアランスを調整しなければなりません。この時点で、レンズのベースカーブ曲率が考慮の対象となります。通常、弱主径線値よりも僅かにフラットな後面光学ゾーンを選択すると、光学周辺ゾーンおよび輪部領域の圧力を軽減するのに役立ちます(第IV章を参照して下さい)。ベースカーブ曲率の調整によって、レンズの後ろ側の涙液貯留層が適切に形成されるように、スクレラルレンズの後面形状を調整することができます。同様に、よりフラットなベースカーブ曲率は輪部クリアランスを形成させるためにも用いられます(この章の次段を参照して下さい)。

ベースカーブ曲率を変えることは、またレンズのサジタル高さを変えることを意味します。ベースカーブをフラットにするとレンズのサジタル高さが低くなります。これは、曲率の変更に伴ってサジタル高さを補正する必要があることを意味します。しかしながら、多くのメーカーは、既にこれを自動的に補正するようにしています。すなわち、曲率を変更してもサジタル高さを変化させ結果的に初期設定値にします。(カーブの曲率が変わっても、サジタル高さは一定に保持されます。)同様に、サジタル高さはレンズの直径に依存します。後面光学ゾーン曲率を一定に保ちつつレンズ直径を大きくするならば、全体のサジタル高さは高くなり、容積に関しては劇的に大きくなります。逆に、製造メーカーが自動的に補正しない限り、もしベースカーブを一定に保ちながらレンズを小さくしていくとサジタル高さは減少します。要するに、他を考慮に入れることなく一つのパラメーターだけを変更することは原則的にできません。しかし、処方プロセスを簡略化するために、製造メーカーはこれを自動的に調整します。サジタル高さの二重補正を避けるために、この点についてあなたの製造メーカーに確認してください。

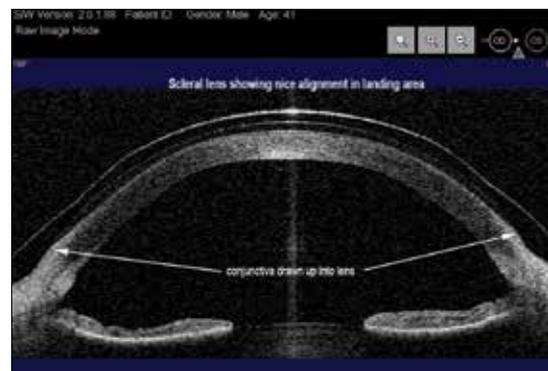
輪部クリアランス

前述したように、角膜全体の上に橋を架けるようにヴォールトを作ることが重要です。これはまた、幹細胞が位置する輪部領域を含んでいます。特に幹細胞は、新しい上皮細胞を作りそしてそれらが角膜全体に分配されるために角膜の健康にとって非常に重要であると信じられています。輪部上の涙液貯留は壊れやすい輪部の幹細胞を涙液に浸すために重要です。100ミクロンの輪部クリアランスを得るようにしばしば努力されますが、実際はレンズのサイズに依存します。この領域のレンズのクリアランスが低いと、レンズが動く際に角膜への接触を招くことがあります。輪部ステイニングはいかなるタイプのものであれ受け入れることはできないと考えられています。

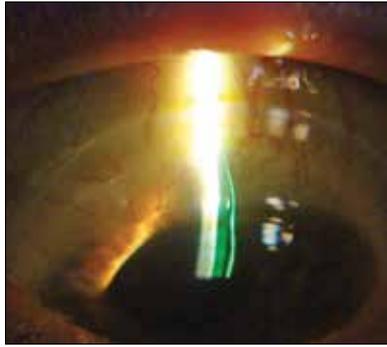
製造メーカーの処方手順及びレンズのデザインによりますが、輪部クリアランスは異なる方法でも達成することができます。基本的には弱主径線値よりわずかにフラットな後面光学ゾーンを選択することが、輪部領域の圧力を緩和するのに役立ちます。

コーニオスクレラルレンズの場合、定義上このレンズの接地ゾーンは輪部に位置する大きさなので、輪部ゾーンを避ける

幹細胞は輪部領域に位置し、角膜の健康のために非常に重要です。特に、新しい上皮細胞を作り角膜全体に分配するために重要な働きをします。レンズ処方医は、輪部領域上での機械的な圧迫避けるように努めなければなりません。



OCTで画像化した角膜及び輪部クリアランス
(Zeiss Visante®)



ミニスクレラルレンズの輪部のヴォールト

STEPHEN BYRNES

のは困難です。それでも輪部ゾーンで過剰な圧を避けることが目標になります。フルオレスセイン評価では、輪部領域では最小限のベアリングになるようにしなければなりません。そのために、定期的にステイニングを確認しなければなりません。コーニオスクレラルレンズのデザインによって移行ゾーンのプロフィールはそれぞれ異なるので、それによって輪部クリアランスは増加あるいは減少します。異なる輪部ゾーンプロフィールを選択すると、輪部ゾーンの圧力を変えることができます。

もし、しつこい気泡が輪部ゾーンに存在するなら、(後面光学ゾーン曲率を低くするかあるいは輪部ゾーンプロフィールが低いデザインを選択することによって)輪部クリアランスを減少させると、この問題を緩和できるかもしれません。

OCT画像検査法は、異なった経線上で角膜中央から輪部までのクリアランスの量を示し、正確にその量を測定することができます。OCTはレンズのフィッティングを評価する上で有用な手段となり得ます。



フルオレスセインパターンで示される鼻側の輪部ベアリング

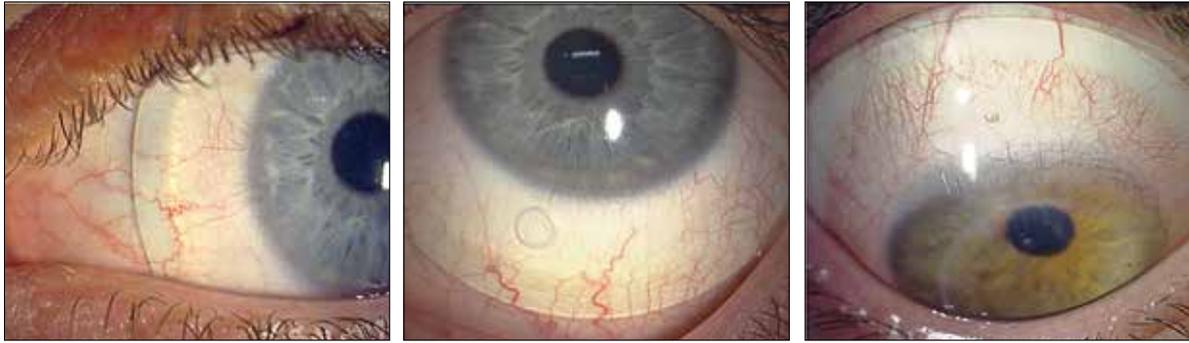


GREG DENAEYER

サジタル高さの量が、「低い」、「中程度」あるいは「高い」診断用レンズのいずれで、処方を開始すべきかどうかを判断するために、私は側面から患者の目を観察します。Greg DeNaeyer

Visser等によって「Eye & Contact Lens」に述べられている、大きな直径のスクレラルレンズに関する等級区分システムで、低すぎてわずかに最適でないクリアランスをグレード[- 1](100から200ミクロンのクリアランス)、そしてグレード[- 2]は100ミクロン以下として等級区分されます。クリアランスが300から500ミクロンの間で「大きい」と考えられるけれど受け入れ可能なものを(グレード[+ 1])、クリアランスが500ミクロンより大きく過剰とみなされるもの(グレード[+ 2])としています。輪部クリアランスに関しては、クリアランスがないものをグレード[- 2]、そして0から100ミクロンのクリアランスをグレード[- 1]とみなします。おおよそ100ミクロンのクリアランスが最適と考えられます。そして200ミクロンまでのクリアランスは、わずかに過剰と考えられグレード[+ 1]と区分されます。200ミクロンより大きいものは過剰(グレード[+ 2])とされます。他のレンズ処方と同様に、どの変数もグレード[1]は通常受け入れ可能と考えられ、一般的にグレード[2]は、問題を緩和するためのアクションが要求されることを意味します。

Visser et al 2007a
Visser Contact Lens Practice



大きな直径のスクレラルレンズで接地ゾーンの下に圧力が良好に分散されています。大きな直径のスクレラルレンズで接地ゾーンの下に局所的にブランピングが観察されています。

ステップ3: 接地ゾーンのフィッティング

- (コーニオ)スクレラル形状のレンズの周辺フィッティングを調整する方法
- 結膜ブランピングを評価する方法

接地ゾーンは、クリアランスに密接に関係しています。すなわち、スティープ過ぎる接地ゾーンはクリアランスを大きくして角膜からレンズ全体を離すように持ち上げます。もし、角膜中央で過度の接触があるなら、そのレンズの接地ゾーンが眼表面から離れて持ち上げられてしまい、そのフィッティングを評価することは困難になります。

このゾーンでのゴールは、強膜あるいは角強膜移行部(レンズのタイプによります。)でのアライメントを得ることです。臨床診療においてこれを測定することができる装置は現在ありません。ただ二つの選択可能な方法として、他覚的なスリットランプ評価及び実験的なOCTテクニックが考えられます。レンズ処方医の中にはスリットランプを使用して前眼部表面の断面で、あるいは前眼部表面形状の第一印象を得るために患者に下方視させ拡大せずに単純に前眼部形状を観察することによって、角強膜プロフィールを評価している人達があります。他の医師達は、完全にトライアルレンズに頼り前眼部形状と接地ゾーンのアライメントを観察し調整しています。

トライアルレンズが装用されたら眼表面上で接地ゾーンがどのように支えられているかに基づいてフィッティングを評価してください。

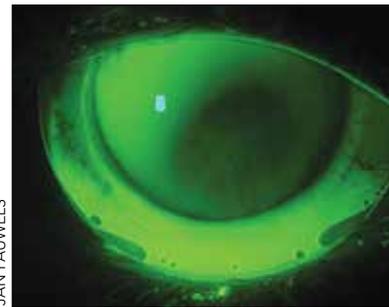
潜在的な圧痕及圧迫に関して、小さなスクレラルレンズがピンヒールのハイヒールに例えられるのに比べ、大きなスクレラルレンズはかんじきに例えられます。

DePaolis et al 2009

接地ゾーンはクリアランスに密接に関係しています。スティープ過ぎる接地ゾーンはレンズ全体を角膜から離すように持ち上げるので、より大きなクリアランスを作ります。もし過度な角膜中央でのレンズの接触がある場合、レンズの接地ゾーンが眼表面から離れて持ち上げられ、フィッティングの評価を困難にします。

一般的に言ってレンズの製造メーカーは、それぞれのレンズデザインにおける接地ゾーンの平均的形状について長い経験を持っています。彼らの知識及び見識に従って、推奨される接地ゾーンを持つトライアルレンズを最初に使用してください。

評価してください。接地ゾーンの中でも内側の部分に表れる環状の接触は、接地ゾーンがフラット過ぎることを示しています。レンズの周辺部の気泡もまたこれを示しています。周辺部リフトの下あるいは付近での泡立ちも同じことを示しています。いく人かのレンズ処方医が報告しているように、追加的にフルオレスセイン評価が接地ゾーンを評価するのに有用かもしれませんが、角膜GPレンズのフィッティング評価に比べ限定的です。



スクレラルレンズの周辺部の気泡／泡立ち 大きなスクレラルレンズの接地ゾーンの下
の角膜を囲むブランチング 接地ゾーン周辺下の気泡
© Universitair ziekenhuis Antwerpen

接地ゾーン領域でのレンズフィッティングがスチープな場合には、ベアリングが接地ゾーンの中でも外側の部位にあり、フルオレスセイン貯留が角膜クリアランスから接地ゾーンの下の内側へ広がっているのを観察できるでしょう。スチープな接地ゾーンはレンズ全体のヴォールトを増加させ、角膜から引き離すようにレンズ全体を持ち上げます。

実際にレンズがフィッティングされるのは眼球結膜なので、球結膜上へのレンズ周辺部の圧力を観察することが大変有用です。輪部を囲む結膜の局所的領域が、レンズの圧迫で結膜の血流が阻害されるため「白くなっている」ことがあります。これは結膜ブランチングと呼ばれます。単一領域のブランチングなら受け入れ可能かもしれませんが、角膜全周のブランチングあるいは一領域以上のブランチングはしばしば多くの問題を抱えています。センタリングがずれたレンズでは、眼の向きを変えると前方視で静止状態での観察とは異なるパターンを示すことがあるため、いろいろの向きでブランチングを観察評価することが推奨されます。

実際にレンズがフィッティングされるのは眼球結膜なので、球結膜上へのレンズ周辺部の圧力を観察することが大変有用です。輪部を囲む結膜の局所的領域が、レンズの圧迫で結膜の血流が阻害されるため「白くなっている」ことがあります。これは結膜ブランチングと呼ばれます。

結膜血管のブランチングは、スクレラル

レンズ周辺カーブ上での過剰なベアリングの結果であり、しばしば圧迫とも呼ばれます。一般的には、圧迫はレンズをはずした後に結膜ステイニングをもたらすものではないですが、圧迫されていた部分にリバウンド充血が観察されるかもしれません。

もしレンズのエッジが、局所的に結膜組織を締め付けているのであれば、これは結果としてインピンジメントとなり、これはレンズをはずした後結膜ステイニングを起こすかもしれません。長期間インピンジメント状態が続くと結膜肥厚を起こすかもしれません。

レンズ直径についての議論ではこのパラメーター、即ち接地ゾーンのフィッティングに文字通り重要なウエイトがおかれます。すなわちスクレラルレンズが大きくなるのに従って、レンズの重量は重くなって強膜のより大きな領域に分散されます。このことによって大きなスクレラルレンズではより「浮き上がり」をおこし、結果として常識とは逆に小さなスクレラルレンズに比べ大きなスクレラルレンズではしばしば(限定的ではありますが、)動きがかって良くなります。



GREG DENAEVER



SOPHIE TAYLOR-WEST

結膜インピンジメント

レンズの周辺を評価するためには「プッシュ・イン」法を使用してください。すなわちわずかにレンズエッジを浮かせるにはどのくらいの圧力が必要とされるのかを評価するために、レンズエッジの下方の下眼瞼をそっと押して強膜を優しくへこませてください。良好なエッジのフィッティングでは、そっと押すだけで十分です。もし、強い圧力が必要なら、周辺部がタイトだと示唆されます。もし極めてわずかな圧力しか必要としないならば、エッジはフラット過ぎるかもしれません。

Sophie Taylor-West 2009

ステップ4: レンズエッジ

- スクレラルレンズのエッジのフィッティングを評価する方法
- エッジリフトを増加あるいは減少させる方法

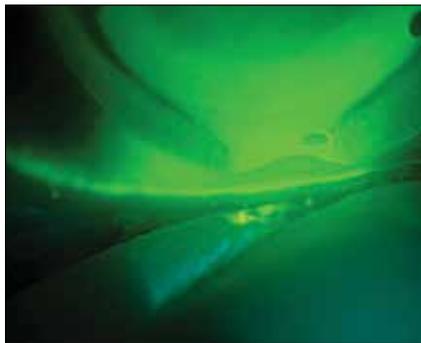
角膜GPLレンズの場合と同様に、スクレラルレンズもいくらかのエッジリフトを必要とします。しかしながら、これは過剰であってははいけません。さもないとそれは装着感に影響します。スクレラルレンズの動きは、必ずしも可能というわけではなく、通常動きません。しかし、良好なエッジリフトは健康的なレンズ装着を提供します。レンズを上向きに押し上げた際、そのレンズがいくらかの可動性を示すものが好まれます。これは、小さなスクレラルレンズの場合と言うより大きなスクレラルレンズの場合に当てはまります。

大きすぎるエッジリフトは、レンズの存在感を意識するとともに不快感をもたらす可能性があります。その場合、接地ゾーンの角度を変更したり、より小さな接地ゾーンカーブ曲率を選択することによってエッジリフトを減少させるようにします。

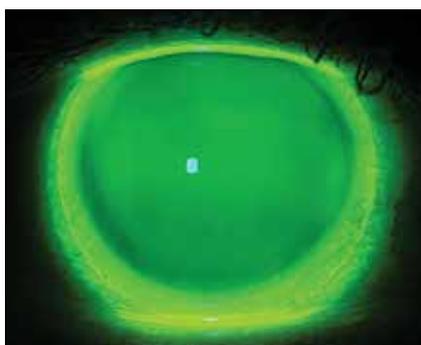
低いエッジリフトは、レンズを取り外した後に結膜上に完全なあるいは部分的なインピンジメントリングを残すことがあります。そしてより大きな血管がレンズのエッジによって塞がれ血管内の血流を妨げられるかもしれません。経験を積んだスクレラルレンズ処方医によれば、いかなる充血あるいは結膜ステイニングも無い場合にはこれは重要ではないかもしれませんが、長期間のインピンジメントは結果的に結膜ステイニング及びことによると肥厚を起こすことになるかもしれません。

エッジリフトは多くの方法で評価することができます。単純に白色光でエッジリフトを観察し、エッジがどのくらい結膜内に沈み込んでいるか、そして/あるいは浮き上がりがあるかどうかを観察してください。浮き上がりがある場合、暗い帯あるいは影がレンズエッジの下に見えます。あるいは、角膜GPLレンズの場合と同様にフルオレスセインが有用です。このパラメーターを評価するためにレンズエッジの周囲に存在する涙液メニスカスの量を観察する処方医もいます。

またレンズ処方医によっては、レンズを眼に装着させた後眼にフルオレスセインを加え、外側のフルオレスセインがレンズの内側の涙液貯留層に達するまでどのくらいの時間を要するかを観察することによって、どの程度の涙液フィルムの交換があるかを評価します。しばしば、フルオレスセインがレンズの後ろ側の涙液フィルム貯留層に達するのにたった1分しかかかりません。しかし、フルオレスセインがレンズの裏側へ浸透するの



レンズ周辺の評価のための「プッシュ・イン」法



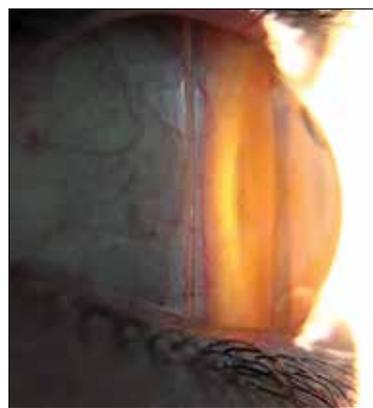
レンズをはずした後このケースで観察されるインピンジメントリング

他のいくつかのパラメーターの場合と同様に、全てのレンズデザインでレンズのエッジデザインを変えられるというわけではありません。もしそのレンズエッジが好ましくない場合、そのエッジリフトそれ自身が固定されているなら、エッジリフトを最適化するために接地ゾーン(ステップ3)を変更する必要があるかもしれません。

圧迫:スクレラルレンズの周辺カーブの過剰なベアリングの結果としての結膜血管のブランチング。一般的に圧迫は、レンズをはずした後に結膜ステイニングをもたらすものではありませんが、圧迫された場所にリバウンド充血が観察されるかもしれません。

インピンジメント:レンズのエッジによる局所的な結膜組織の締め付け。インピンジメントは、レンズをはずした後に結膜ステイニングをもたらします。長期間のインピンジメントは結膜肥厚をもたらすことがあります。

Lynette Johns



STEPHEN BYRNES

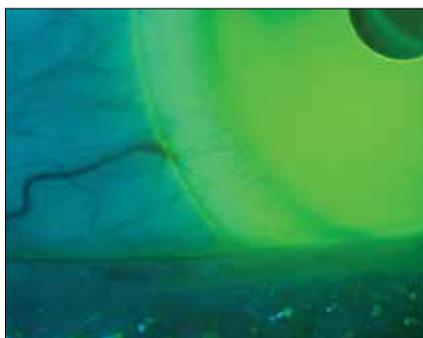
極度の円錐角膜眼上のミニスクレラルレンズのレンズエッジ及び側面像-レンズの裏側の気泡に注意

に数分あるいは際限がないと思えるほどの時間がかかることがあります。似た方法で、フルオレスセインがレンズを装着する際に装着液に加えられた場合、スクレラルレンズの裏側からフルオレスセインが無くなるまでに要する時間も涙液フィルム交換の指標となりえます(Ko 1970)。

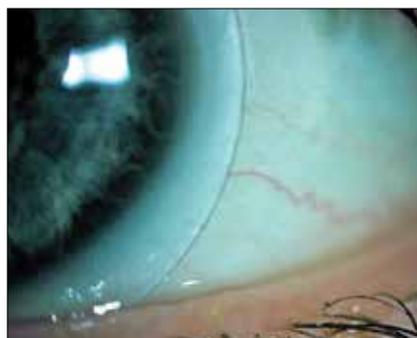
他のいくつかのパラメーターと同様に、全てのレンズデザインでレンズエッジのデザインを変えられるとは限りません。しかし、それはレンズのフィッティングを評定する際に重要な変数です。もし好ましくなければ、そのエッジリフトそれ自身が固定されている場合、エッジリフトを最適化するために接地ゾーン(ステップ3)を変更する必要があるかもしれません。接地ゾーンが接線デザインの場合、接地ゾーンの角度としては低い傾斜が選択されます(水平方向の平面から見て)。接地ゾーンがカーブになっている場合は、レンズの周辺はカーブの曲率を大きくすることによって変更することができます。両方とも周辺部に「よりフラット」にする効果を与えます。それ故に、このガイドのステップ3及びステップ4は

スクレラルレンズでどこに問題が起こっているかを判定する方法は、その患者の眼をレンズの上から圧迫することです。良好にフィッティングしているスクレラルレンズでは、患者の眼が圧迫されたとき、何の徴候も示さないかあるいはレンズの存在感を増すだけです。インピンジメントあるいはエッジの浮き上がりのどちらかがあると、圧迫テストによって患者は特定の四半象限に特定した症状を示します。

Lynette Johns



より大きな血管がレンズエッジによって塞がれるかもしれません。



SOPHIE TAYLOR-WEST

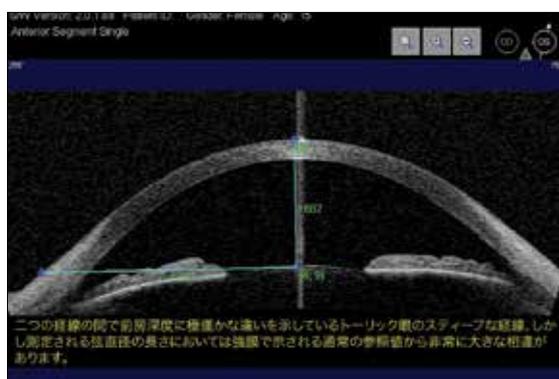
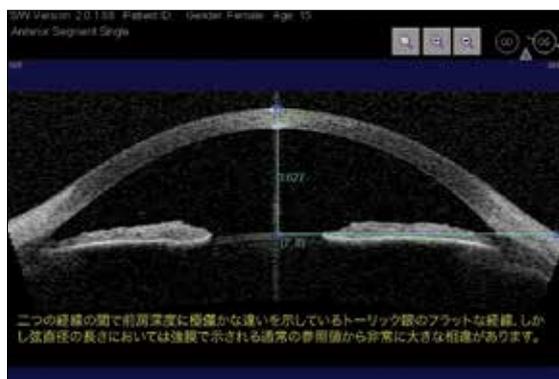
密接に関係しています。特定のレンズデザインにおけるさらなる詳細については、このガイドの第Ⅲ章を参照してください。

レンズのそれぞれの部分は、前述した前眼部表面の非回転対称特性のために、角膜周辺360度で大変異なるようにできます。もし一カ所あるいはそれ以上の領域が、持ち上がり(気泡を発生を伴う)あるいはインピンジメント/ブランチングのどちらかによって顕著な異常を示す場合、非回転対称レンズデザインが必要とされるかもしれません(この章の次のステップを参照してください)。

ステップ5:非回転対称レンズデザイン

- トーリックスクレラルレンズを選択する方法
- クオドラントスペシフィックスクレラルレンズデザインを選択する方法

臨床経験から、そしてこのガイドの第Ⅱ章に述べられている角膜形状の予備研究から、たいていの場合、前眼部表面がその形状において非回転対象のように見受けられます。これは、強膜の一つあるいはそれ以上の部位が、他の部分に比べよりスティープかあるいはよりフラットのどちらかになっていることを意味します。スクレラルレンズが眼に装用されたとき、しばしば結膜の一つの部位が他の部位よりも圧迫され、レンズの下の一カ所かあるいは二カ所の部位に結果としてブランチングをもたらす可能性があります。これは、対処が困難です。会社によっては、ブランチングが起こっている場所で圧力を緩和するためにレンズの縁を切り取るかあるいは、特定の領域で圧力を減少させるためにスクレラルレンズ



GREG GEMOULES

トーリックの前眼部形状を有する眼のフラット及びスティープな経線 = 通常の参考ポイントから測定される弦直径の長さの違いに注意してください。Zeiss Visante® OCTで、フラットな経線(165度)で8.02mmであるのに対し、スティープな経線(75度)で7.34mmです。

もし、瞼裂斑がないのに3時-9時ブランチングが観察される場合、トーリックの接地ゾーンをオーダーするかあるいはベースカーブをフラットにするか周辺カーブを調整するかどちらかでレンズ全体のサジタル高さを減少させてください。但し、結果的にこれにより12時から6時の方向でエッジの浮き上がりを起こさないということを条件とします。

Christine Sindt 2008

の後面を「削り取る」という試みをします。これらの方法は、効果があるかもしれませんが、またそれらには限界があります。現在ではこれらに替わってこの問題を解決するために、トーリックあるいはクオドラントスペシフィックスクレラルレンズが、より組織的で制御された方法として適用可能です。これらのレンズのトーリックあるいはクオドラントスペシフィックデザイン部分は接地ゾーンに設けられており、フロントトーリックによる光学的な矯正が必要とされそのレンズに加えられない限り、光学ゾーンにはトリシティーはありません。

トーリック及びクオドラントスペシフィックレンズの適用は、スクレラルレンズのフィッティングにおけるより挑戦的な側面を持つ方法の一つであるかもしれません。しかし、同時にそれは最も有望な方法の一つでもあります。すなわち非回転対称スクレラルレンズは、スクレラルレンズのフィッティングを顕著に改善することができそして快適に装用することができます。この技術は、標準的なスクレラルレンズに成功裏に追加できる技術であることが証明されています。通常スクレラルレンズは高Dk材料で作られます。高Dk材料は、眼の上でのたわみのために不整な眼表面をある程度平滑にすることができます(DeNaeyer 2010)。しかしやはりこれはレンズのたわみを導くことなので、もし眼表面に不整な形状が認められる場合には非回転対称レンズが推奨されます。



JAN PAUWELS

非回転対称形状強膜上の回転対称スクレラルレンズ
© Universitair ziekenhuis Antwerpen

トーリックスクレラルレンズのフィッティング

Visser等(2006)は、トーリックスクレラルレンズは、強膜上でのより均一な圧力分散を可能にし、前眼部表面の健康状態を促進しレンズの装用感を改善すると報告しています。また、それは眼の上でのレンズの安定性を良好にします。そのレンズは、後面トーリック角膜GPレンズとちょうど同じように、それ自身で安定位置を見つけ出します。しかし、患者が躊躇なく正しくレンズを装用する向きを認識できるようにそのレンズにマークをつけることを推奨します。もっともVisserによれば、レンズを手動で回転させた後でさえ、レンズは眼の上で数秒間で自然な位置に戻ります。

一般的に、トーリックスクレラルレンズは、二つの主要経線の間で固定された異なったサジタル高さを持っています。二つの主要な

経線間の差が最初の最も小さなレンズには、「トーリック-1」続いて「トーリック-2」などとラベルに表示されるかもしれませんが(角膜GPレンズのようにディオプターでの相違が反映されているものではありません)。二つの経線間のミクロン単位での正確な差は、レンズ製造メーカーによって異なっており、それはしばしば秘密になっています。その範囲は、100ミクロンから1,000ミクロンの間で作られるものですが、文献上の平均的な角膜におけるサジタル高さの相違に対する理論的な考察に基づくと、平均的な眼でさえその相違は500ミクロンにも達することがあります。

スクレラルレンズのフィッティングは、ちょうど回転対称レンズのように評価することができます。すなわち、眼表面上の接地ゾーンでの圧迫あるいは浮き上がりが無いかあるいは限定的であるかどうかを評価します。もしレンズのフィッティングが受け入れられないものであれば、許容可能な状態に達するまで、経線間のサジタル高さの違いが次のステップのものを試みます。もしフィッティングが受け入れられるものであるなら、追加矯正が行われます。

そしてもし視力が最適値に達しないなら、フロントシリンドーを加えます。これは、乱視軸を決定するために標準的な角膜レンズの場合と同じように(たとえば、LARSルール:左/加算、右/減算)レンズの傾きを考慮に入れて、プリズムバラスト無しで行うことができます。これは、しばしば垂直COMA(円錐角膜において広く一般的です。)のような不整角膜のために必要とされる他のフロント表面の光学的アプリケーションのための治療の道を開きます。

トーリックあるいはクオドラントスペシフィックのスクレラルレンズフィッティングは、回転対称レンズと同じように評価します。すなわち、前眼部表面の接地ゾーンにブランピングあるいは浮き上がりが無いかあるいは限定的であるかどうかを評価します。

クオドラントスペシフィックレンズのフィッティング

クオドラントスペシフィックレンズについては、一般的に経験的なレンズフィッティング手法が用いられます。すなわちレンズ処方医は、標準的なフィッティングセットを使用し、レンズエッジの持ち上がりの領域を明らかにします。そして、一つあるいはそれ以上の四半象限でのリフトの量を見積もります。持ち上がりの程度は、光学セクションを用いたり角膜中央部の角膜厚を参考にすることによって判定できるかもしれません。もし、一つの四半象限だけが変更される場合は理論的にはレンズが眼の上でその位置を見つけ出すため、製造メーカーがどこの象限を変更してもかまいません。しかし実際にはこれらのレンズはそれほど動きません。そして、一般的に患者が装用する際に正しい向きにレンズをすぐ装用できるように、ちょうどトーリックスクレラルレンズのようにレンズにマークが付けられます。そうするためには、処方医はどの象限を調整するかを製造メーカーに指示しなければなりません。また、もし、一つ以上の象限を変更する必要がある場合(一つの象限をフラットにして他の象限をスティープにすることが技術的に可能です。)、特定する象限の場所を明示する必要があります。

スクレラルレンズの処方が上手な医師は、望ましいクオドラントスペシフィックデザインの極めて詳細な説明を製造メーカーに与えることができるでしょう。たとえば、そのレンズは下方セグメントで100ミクロンフラットに、上方で200ミクロ

フロントトーリックの倒乱視円柱レンズは、丁度上下で垂直に向かい合う眼瞼縁を持つ眼では、自然と垂直の軸に沿うことに気づくことは興味深いことです。これらのレンズには6時及び12時の方向で厚さが薄いゾーンがあるためです。もし、互いに向かい合う眼瞼縁が斜めになっているとレンズは斜めに回転するでしょう。正乱視の光学矯正では、安定化のために何か他の様式を設けないと、軸から離れて回転してしまいます。フロントトーリックスクレラルレンズが最も良く成功するのは、白人で倒乱視円柱レンズを使う眼です。

Stephen Byrnes

ンなど。もし必要なら、トーリックスクレラルレンズの場合と同様にLARSルール(上述の項を参照してください。)を用いて、フロントの光学機能を適用することができます。

フロントトーリックスクレラルレンズのフィッティング

もし追加矯正がシリンダー補正を含む必要性を示していながら、後面トリシティーのトーリックが存在しない場合、フロントトーリックスクレラルレンズが必要かもしれません。これらのレンズは、ちょうどフロントトーリック角膜GPレンズやトーリックSCLと同じように、眼の上で何らかの形で安定化する必要があります。眼の上でフロントトーリックでの光学補正を安定化するために、ダブルスラブオフバラストで安定化するレンズが使用されて来ました。眼瞼圧はレンズの回転及び傾きに影響するかもしれません。

これらのレンズがオーダーされる際には、標準的な角膜レンズ(たとえば、LARSルール)の場合と同じように、レンズの乱視軸を決定するためにレンズの傾きを考慮に入れることが必要です。

動き

一般的にスクレラルレンズは動きません。上述で議論したように、より大きなレンズは眼の上でいくぶん可動性がある傾向にあります。プッシュ・アップ法でわずかに圧力を加えた際に、レンズは理想的にはほどよい可動性を持っていなければなりません。瞬目によるレンズの自発的な動きはあまり一般的ではありません。実際に、過度の動きには問題があります。角膜レンズとは異なり、スクレラルレンズの垂直方向の動きが涙液交換を増すということはありません(DePaolis 2009)。むしろそれは患者に不快感を与え不満足な結果となります。

接地ゾーンは、レンズの動きに関する重要な変数です。そしてこの領域でのブランピングを避けなければなりません。必ずしもレンズエッジの変更がレンズの動きに影響を及ぼすというわけではありませんし、特にもしブランピングが存在すればなおのことです。非常に小さな頂点クリアランスを持つスクレラルレンズは角膜頂点で「揺れ動く」かもしれません。そしてこれは、レンズの可動性を増加させ不快感とセンタリング不良を起こすことがあります。しばしば動きは強膜トリシティーと対応します。レンズはフラットな経線

私は、回転を止めるために眼瞼斑ノッチを効果的に使用してきました。すなわち、私は眼の軸上にレンズを沿わせるように調整します。そしてレンズにマークを付けそれから眼瞼斑にレンズに刻みを入れ、レンズが軸上で止まって回転しないようにします。フロントトーリックスクレラルレンズを眼の上で安定させる上で、下眼瞼でのトランケーションはあまりうまく機能しません。

Stephen Byrnes



EMILY KACHINSKY

スクレラルレンズ患者に処方するためには独創的であることが必要とされる場合があります(たとえば、瞼裂斑ノッチの使用のような)。このような変更は結膜濾過胞のある患者に合わせるために行われることさえあります。Emily Kachinsky

良好にフィッティングされた、吸引を起こさないスクレラルレンズが涙液交換を示さないかもしれませんが、それでもフィッティングは成功しています。涙液交換を有すると言うことはレンズが吸引を起こしていないことを意味しますが、涙液交換を持たないことが必ずしも吸引することを意味するわけではありません。過剰な涙液交換は、涙液残渣がレンズの涙液貯留層の中にもちこまれるかもしれないことを意味します。 *Lynette Johns*

に沿って揺れ動くかもしれません。この場合、非回転対称レンズデザインに変更することでレンズを安定化することができます。

追加矯正

レンズのフィッティングの間、レンズのパワーは重要な考慮事項ではありません。適切なレンズのフィッティングを行うことが最初で最も重要な目標であり、それ自体相当に挑戦的なことと言えます。屈折力はその後に考慮することです。前眼部形状に重点を置きレンズをフィッティングするよう努力してください。最適なレンズフィッティングが達成され

たら、追加矯正が必要になります。もし追加矯正が4.0Dの等価球面度数を上回るなら、追加矯正値の角膜頂点距離補正を行います。

追加矯正に関して、一部のレンズ処方医はホロプターを使用してレンズフレームとレンズでの試行を推奨しています。

もし最終レンズのベースカーブ曲率が診断用レンズと異なったレンズがオーダーされる場合、標準的な角膜GPレンズの「経験則」が適用されます。すなわち、SAM/FAPルール(SAM－スティープはマイナスを加え、FAP－よりフラットにはプラスを加える)に従って、曲率が0.10mm変化すると屈折は0.5D変化します。本ガイドの第Ⅲ章「光学部」のセクションを参照してください。

キーポイント

- スクレラルレンズは、十分な涙液貯留層を作りだし、レンズ全体の重量を前眼部表面で支えるのに十分な全直径を持っていないければなりません。(ステップ1)
 - 適切で十分な角膜クリアランスを作ることが、スクレラルレンズのフィッティングで重要な鍵となります。(ステップ2)
 - 前眼部表面の形状に重点を置き、接地ゾーンを前眼部表面に沿わせ(ステップ3)、十分なエッジリフトを作る(ステップ4)ことが、重要です。そしてその上、非回転対称レンズデザインがこのゴールに到達するために望ましいかもしれません。(ステップ5)
-

v. スクレラルレンズ装用の管理

- スクレラルレンズの取り扱い、保存、ケアの方法
- スクレラルレンズの最も一般的な合併症の管理

この章では、スクレラルレンズのフィッティング、装用、フォローアップにおいて重要な役割を演じる因子について議論します。この章の最初の部分は、スクレラルレンズの取り扱いと保存方法並びにレンズのケアそして溶液の役割についての概要を、続いて第2部ではスクレラルレンズの合併症及び問題解決について解説します。

取り扱い、保存及び溶液

取り扱い

取り扱い、および特に「気泡無し」でレンズを装用することが患者及びレンズ処方医の両者にとって最も大事で難しい部分の一つかもしれません。

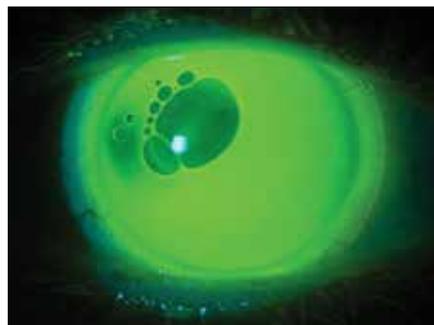
レンズ装用

1. レンズが眼に装用されるとき、患者の顔を水平面(一般的にはテーブル)に対し完全に平行にすることが最大級に重要な点です。
2. レンズを装用する際には、スクレラルレンズは溶液でいっぱい満たされていなければなりません。
3. レンズを保持するには、親指、人差し指及び中指(時には薬指も)を使ってください。あるいは、スクレラルレンズ用のプランジャーを使用してください。
4. 他の手を使って眼瞼を眼窩縁へ押しつけるようにして上眼瞼をわずかに引き上げます。そして上眼瞼の下にレンズエッジを優しく滑らせます。
5. レンズをその位置に保ち、そして患者は少し下を見るようにしながら下眼瞼を後ろへずらします。
6. レンズを眼に当ててください(溶液がレンズからあふれるかもしれません)。そして下眼瞼を放してください。眼瞼はレンズのエッジ下側の部分の上に滑り、レンズが装用されます。
7. 上眼瞼もこの時点で同様に放すことができます。もしプランジャーを使っていたなら、それを取り去ります。

レンズ評価のためには、スクレラルレンズは溶液及びフルオレスセインで完全に満たされていなければなりません。フルオレスセインは衣類にシミを付けるかもしれないことに注意してください。フィッティングの過程で、レンズが落ちつくまでに20～30分かかります。しかし、患者を待合室に戻す前に、適度なクリアランスがあるかどうか、レンズのウェッタビリティが適切かどうかをスリットランプで常にチェックしてください。レンズの裏側の異物もチェックしてください。異物は眼に刺激を与えますが、(角膜レンズの場合のように)必ずしも直ちに不快感を導くとは限りません。また気泡も直ぐにチェックしてください。気泡があるならレンズを入れ直してください。

レンズの取り外し

レンズの取り外しには一般的に、二つの方法があります。二本の指を使って手ではずす方法そして/またはプランジャーを使用する方法です。普



スクレラルレンズの下の装着時の気泡

通、両方の方法が患者に説明されます。付加的な補助具を必要としないので、最初は手ではずす方法を試すのが良いでしょう。もし何らかの理由で、手ではずす方法がうまくいかない場合、たとえば患者が高齢の場合などは、代わりの方法としてプランジャー法を指導して下さい。

レンズの取り外し

手を使う方法について：

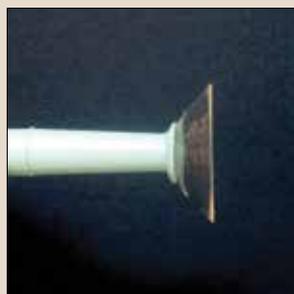
1. 患者に少し下を見るよう指示してください。
2. 眼球にわずかな圧力をかけながら下眼瞼を優しく外側へずらしてください。
3. レンズの下方エッジの下で、人差し指で下眼瞼を優しく押してください。
4. レンズの下下部が眼表面上から浮き上がることでレンズは眼から「落ちる」ので、できれば手で外れたレンズを受け止めます。

プランジャーを使ってスクレラルレンズを取り外すときは、

1. プランジャーでレンズの下半分を狙いを付けます。
2. プランジャーで吸引し、眼から引き離すようにしながら上方に動かしてください。こうすることで、レンズの密着を破り容易にはずすことができるようになります。
3. 眼からレンズのエッジを持ち上げてください。

レンズを取り外す際には、レンズ下の陰圧を弱めることが重要です。指を用いる方法で問題がある場合、レンズのエッジに隣接する強膜を優しく押すことによって、陰圧を弱めることができます。

プランジャー法には、レンズが装着されていない状態で患者がレンズを取り外そうとすると(プランジャーが角膜に直接当たり)角膜を損傷する可能性があるという欠点があります。これは、特に角膜移植患者で懸念されることです。眼に取り返しのつかないダメージを負った角膜移植患者の偶発的事例が報告されています。



GREG DENAEYER

レンズを取り外している間、プランジャーをスクレラルレンズのエッジ部分に当てていることが重要です。左側の写真のように、この位置でレンズのエッジが持ち上げられると、前眼部表面でレンズが引っ張り上げられるのを妨げている陰圧が解放されます。

プランジャーでレンズを取り外す時に、右側の写真のようにレンズの中心部に当てると、眼を著しく傷つける危険性があります。この位置に当てたのでは、スクレラルレンズ自体が巨大なプランジャーとなってしまいます。もしこの状態で取り外しが試みられると、著しい痛みや表皮剥離を生じたり、角膜移植後の患者の場合、接合部の裂開を起こす可能性があります。

他に危険な状況として、実際には眼にレンズが装着されていないのに、プランジャーでレンズを取り外そうとすることがあります。無造作に角膜あるいは結膜にプランジャーを突っ込んでしまうことで著しい外傷を負ってしまいます。このようなことを考慮して、プランジャーの使用方法についての完全な指導を行い、もし適切に使用されない時に被る危険性を患者に理解させることが重要です。

Greg DeNaeyer

保存及び溶液

消毒

微生物の繁殖の危険性及びその結果として生じる細菌性角膜炎の危険性があるので、レンズを生理食塩水で夜間保存してはいけないということは患者に強調しても強調しすぎることはありません。保存の際にはコンタクトレンズの消毒溶液が常に使用されなければなりません。そして毎晩、溶液を新しいものに取り替えなければなりません。GPマルチパーパスソリューション並びにGPレンズ消毒液が、スクレラルレンズのケアのために推薦されてきました。中性で眼に安全な良いケアシステムの一つとして、過酸化水素システムもまたしばしば推薦されています。スクレラルレンズ用に特別に考案された大きなサイズの容器がこの目的に使用できます。過酸化水素システムには、時々過酸化水素が眼に入って刺激をおこす可能性があり、またひとたび溶液が中和されると通常は継続した消毒効果が無くなってしまうため、一晩以上の長時間レンズを保存することが推奨されていないという欠点があります。

レンズの装用

スクレラルレンズは、通常溶液で満たされていなければなりません。全ての処方医に共通して推薦することは、レンズを

スクレラルレンズ裏側の涙液フィルム交換は限定的なために、レンズの裏側での溶液物質への暴露はしばしば角膜コンタクトレンズ装用の場合より大きくなるので、大多数の処方医は最も中性なシステムを使うことを推奨しています。

眼表面に装用する際、防腐剤を含まない生理食塩水を使うことです。しかし、アメリカ合衆国では、医薬品局(FDA)によって認可されていない方法なので、これは適応外使用と考えられます。スクレラルレンズ裏側の涙液フィルム交換は限定的なために、レンズの裏側での溶液物質への暴露はしばしば角膜コンタクトレンズ装用の場合より大きくなるので、大多数の処方医は最も中性なシステムを使うことを推奨しています。生理食塩水に含まれる緩衝剤でさえ、眼への過敏反応を起こすことが報告されています(Sindt 2010b)。

レンズを装用する前に、コンディショニングソリューションをもし使っているなら、それを防腐剤を含まない生理食塩水ですすぎ流すことが、繰り返し助言されています。保存剤を含まない溶液は、一旦開封されたら

非常に限られた回数しか使用しないことを患者に指導してください。この目的のためには単回投与型が強く推薦されません。

繰り返しますが、患者に対し生理食塩水を夜間のレンズ保存に絶対に使用しないことを理解させてください。エアゾールは、小さな気泡を発生させる傾向があり不快感を生ずることが報告されているので、エアゾールの使用は最も避けられています。

ウェッタビリティー

ウェッタビリティーの問題は、レンズフィッティングの成否に影響します。患者によってはレンズを装用する際に、通常使用する生理食塩水の代わりにコンディショニングソリューションを使用することが有益であると報告されています。しかし、前述のように溶液の粘性及び保存剤の問題があるため、これらの溶液を使用したレンズ装用に関しては注意をして進めてください。レンズを装用する際にレンズをコンディショニングソリューションで満たすことは、通常推奨されません。レンズ処方医の中には、レンズの表面にできるだけ多くのコンディショニングソリューションを残すために、コンディショニングソリューションの入った保存ケースからレンズを取り出した際に、レンズに生理食塩水を穏やかにかけるよう勧めています。他の医師達は、ウェッタビリティーを改善するためにレンズ装用の前にレンズ表面をコンディショニングソリューションで擦ることを勧めています(しかし、レンズボールをコンディショニングソリューションで満たすことはしません)。

洗浄

スクレラルレンズの洗浄は通常手で行い、しばしばアルコールベースの洗浄液を使用します。これは、レンズ表面のウェットビリティに効果があると信じられています。十分にすすぎ洗いをするのが、レンズから全ての洗浄液を取り去るために重要です。時々、次亜塩素酸ナトリウム及び臭化カリウムを含む二組成強力洗浄液で洗浄することが、特にタンパク質の蓄積に対する追加の手順としてしばしば推薦されています。

処方医によっては、洗浄ステップでソフトレンズ用のマルチパーパスソリューションを使用することを勧めています。洗浄の効果は特殊洗浄液ほどよくはありませんが、眼との適合性は良いかもしれません。これもまた、アメリカ合衆国では適応外使用と考えられます。

スクレラルレンズの製造メーカーの推奨及びガイドラインが、どのようなレンズの溶液システムを選んでいるかを調べてください。たとえばトライアルセットやスペアレンズのような長期間の保存については、スクレラルレンズは通常乾燥状態で保存されます。レンズを装用する際には、ウェットビリティを最適化するためにアルコールベースの洗浄液が使用されます。

スクレラルレンズでは、終日装用のみが推奨されます。しかし、スクレラルレンズの終夜装用が必要とされる場合があります(Pullum 2007)。けれどもそれは、痛みの軽減あるいは角膜の水和を維持するために終夜装用を必要とする治療的適用など、つまり酌量すべき事情がある場合のみに限られます。終夜装用は終日装用に比べ、より低酸素反応を起こすことが示されているので、終夜の角膜保護あるいは終夜の角膜水和のような正当と認められる理由がなければなりません。レンズの連続装用においても、洗浄操作及び溶液の再充填のためにレンズを定期的に取り外す必要があります。連続装用が必要とされる場合、一組を夜間もう一組を終日装用というように二組のスクレラルレンズを使用させる処方医もいます。一組が装用されている間、もう一組は洗浄消毒されます。

ウェットビリティに影響したり毒性反応を起こす可能性があるため、患者がどのような薬物をレンズと一緒に使用することに注意してください。

Jason Jedlicka 2008

スポーツ

たびたび言われるスクレラルレンズの利点には、主に紛失、偏位、センタリング不良の恐れが無いこと、激しいスポーツに大変有利だということがあります。水上スポーツに対してもスクレラルレンズが良いと指摘されています。スクレラルレンズは、水上スポーツの時にも洗い流されることなく、汚染物を吸収せず、またフィッティング特性も変わりません。そして水中においてさえ紛失の恐れがありません。しかしレンズを装用した状態での水泳は、衛生的な面では通常のレンズ装用の場合と同じことが当てはまります。そして角膜感染症の危険性が高いことを明確にレンズ装用者に説明しなければなりません。

要点：取り扱い、保存及び溶液

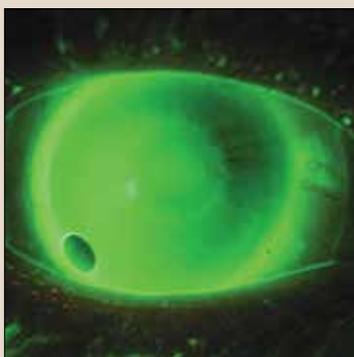
- 取り扱い及び気泡を入れないで装用することが、スクレラルレンズのフィッティングの過程で、最も大事で難しい部分の一つです。
 - レンズ処方医は、プランジャー法でのスクレラルレンズの取り外しについて患者に説明する際には注意しなければなりません。特に角膜移植後の患者の場合には格別の注意が必要です。
 - 涙液貯留層による眼表面への暴露時間が長いこと、中性の溶液が推奨されます。
-

スクレラルレンズの合併症

スクレラルレンズの装用で起こるかもしれない合併症として最も一般的に記述されていることをアルファベット順にリストアップします。重要な学習ポイントが、このガイドブックの他の章ではその章の最後に記述されていますが、この部分ではそれぞれの項目に続いて記述されています。

成功したフィッティングとは、レンズをはずした後充血あるいはステインの徴候が無いかあるいは最小限で、患者が快適であることを意味します。初期の合併症を観察するのに最も良い時間は、レンズ装用後3時間から6時間後です。レンズのフィッティング状態を観察した後で、レンズをはずした時どのようなステインが観察されるか見てください。

Jedlicka et al 2010b



GREG DENAEYER

レンズの装着に起因する二次的な気泡を伴う18mm以上の直径のスクレラルレンズ

Greg DeNaeyer

気泡

スクレラルレンズのフィッティングで最もよくある「合併症」の一つがレンズの裏側に捕らえられる気泡です。不適切なレンズの装着動作、あるいは不適切なフィッティングのどちらかの理由で発生します。気泡は不快感の元になり、視力に問題を起こし、角膜の表面にドライスポットを作るかもしれません。第一の原因は取り扱いの問題です。この章の前の「レンズ装用」のセクションを参照してください。第二の原因は、レンズのフィッティングに関係しているので、気泡の場所及び大きさを観察することによって検討します。もし、気泡の発生が頻繁に起こるのであれば、レンズのフィッティングに問題がある可能性が大了。もし、それが頻繁に発生するのでなければ、レンズの装着のテクニックに関係している可能性があります。次に述べることはレンズ裏の気泡に対処するいくつかのヒントおよび秘訣です。

まず第一に、レンズが眼の上で落ちつくのに伴って気泡は消えるかもしれません。少し時間をおくことをお勧めします。しかし、もし気泡が残る場合にはそれらの場所を観察してください。中央部の気泡は、中央のサジタル高さの値が大きすぎなので、その高さを低くすることが必要なことを表しています。レンズの裏側を動く小さな気泡は、それらが瞳孔にかからない限り受け入れ可能かもしれません。大きな静止した気泡はいけません。

周辺部の気泡は、アーチ形状をしていることがあります。水平経線上の強膜形状の相違のために鼻側より耳側に気泡ができやすい傾向があります(第II章を参照してください)。鼻下側の気泡は、読書の際に邪魔になるかもしれません。輪部領域の気泡は、輪部クリアランスが大きすぎることを示唆しています。そしてこの場合は、使用しているレンズのデザインによって異なりますが、ベースカーブ曲率を調整するか(ベースカーブをスティープにする。)あるいは輪部形状のプロファイルを下げることによって処理する必要があります。特に涙液貯留が均一でないとき、たとえば角膜拡張症のようなケースでは、不幸にも気泡を常に防止できるとは限りません。レンズの装着の際に一貫して気泡が発生する場合、より粘性のある溶液をレンズ装着のときに使用することを勧める処方医もいますが、毒性反応については留意してく

ださい。もし気泡の発生が持続性ならば、小さなサイズのレンズだけでなくフェネストレーションの無いレンズの使用を試みても良いでしょう。

気泡が入り込む通り道を特定することが、フィティングを変更し気泡の発生を無くするためのガイドとして役立ちます。気泡が入り込む部分は、涙液交換の行われている所です。眼表面でレンズを「密閉」し、レンズの裏側に出現する気泡を防ぐために、しばしば、非回転対称デザインが必要とされることがあります。トーリックおよびクオドラントスペシフィックレンズについては第4章のステップ5を参照して下さい。

気泡

- 気泡の発生位置によって、中央あるいは輪部クリアランスを減少してください。
 - より粘性のある溶液、フェネストレーションの無いレンズそして非回転対称レンズが、この問題を軽減するのに役立つかもしれません。
-

球結膜充血

球結膜充血は、スクレラルレンズ装用にとまない様々な理由で発生します。これらには、結膜上での機械的ストレス、角膜低酸素症(浮腫)、毒性反応そして結膜あるいは輪部上でのレンズのベアリングが含まれます。通常これは、最初に処理されるべきフィッティングの問題がある場合に二次的に発生するものです。固着を起こすレンズでは(この章の「レンズ固着」のセクションも参照してください。)、リバウンド効果として充血がレンズを取り外した後に起こるかもしれません。機械的ストレスに対し非常に過敏な患者もいますが、これらの場合充血は短時間で消退します。

充血が直接レンズに関係していないこともあるので、微生物関与及びアレルギー反応を含めて、球結膜充血の外的要因を常に除外してください。特にこれについての徴候の一つとして前房内の細胞をチェックしてください。



SOPHIE TAYLOR-WEST

スクレラルレンズを取り外した後のリバウンド
球結膜充血

球結膜充血

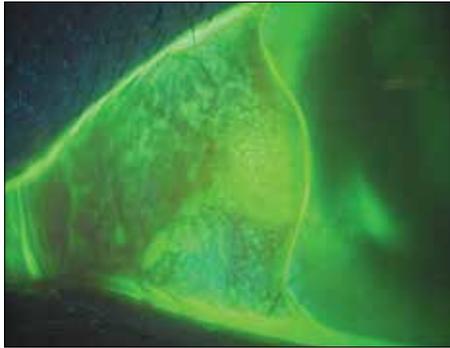
- 結膜充血は、とりわけ、レンズのフィッティング不良、低酸素症あるいは毒性反応の徴候である場合があります。
 - 充血が直接的にレンズに関与していない場合があるため、球結膜充血の外的要因を除外してください。
-

結膜ブランピング及びステイニング

結膜ブランピングは、結膜上の局所的な圧迫によって起こります。そしてそれは、部分的にあるいは角膜全周に存在します(第IV章を参照してください。)。もしブランピングが部分的であるなら、これは不整な強膜形状から来ているかもしれません。瞼裂斑もまた、局所的な圧迫及びブランピングを起こします。周辺部をルーズにするとうまくいくかもしれませんが、非回転対称レンズあるいはエッジにノッチを付けたレンズの方がこの局面を改善するかもしれません。



瞼裂斑ノッチレンズを新たに装着させた、炎症を起こしている瞼裂斑：フルオレセイン染色像及び非染色画像



CHRISTINE SINDT

角膜全周のブランチングは、レンズ接地ゾーンが適切でない結果として生じます(スティーブ過ぎあるいはフラット過ぎ)。スクレラルレンズの下の全領域にブランチングが認められる場合、接地ゾーン表面領域を増加すること、通常はレンズの直径を大きくすることが役に立つかもしれません。もし、結膜組織をレンズのエッジが局所的に挟んでいる場合、レンズを取り外した後に結膜ステイニングを招く結果になるかもしれません。これが長期続くと結膜肥厚となる可能性があります。このテーマについての詳細は(第IV章)「フィッティング手法」のステップ3を参照してください。

スクレラルレンズのフィッティングにおいては、角膜は結膜ほど直接的な関与がないので、角膜ステイニングよりも結膜のステイニングの方がより普通に観察されるかもしれません。時々、結膜膨潤及び肥厚が起こります。鋭いレンズエッジあるいは損傷したレンズエッジによって(結膜が損傷されて)起こる結膜弁あるいは流涙が時折観察されます。

結膜ステイニングは、スティーブなレンズエッジあるいはレンズの接地ゾーン部分の機械的な圧力によっても発生します。強膜形状に上手にレンズを沿わせることによって、よりうまく圧力を分散でき、結膜ステイニングの量を減少することができます。ステイニングは水平経線上でより多く発生します。もしステイニングが接地ゾーン領域の下

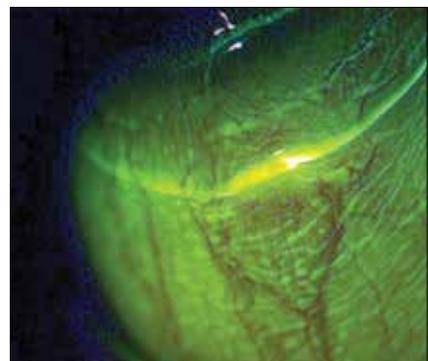
に存在するのであれば、これは水平経線上がフラットで、水平経線領域に機械的なストレスが多く発生していることを暗示しています。このような場合、非回転対称レンズが適するかもしれません。

もしステイニングがスクレラルレンズの境界を越えて存在するのであれば、これは特により小さなスクレラルレンズに起こりますが、露出及びそれに伴う乾燥の問題が関わっているかもしれません。角膜GPレンズ装用においては、直接レンズエッジに隣接する鼻側及び耳側の部分の乾燥が、顕著なレベルの角膜ステイニング(3時及び9時ステイニング)を導く可能性があります。スクレラルレンズでは同じ現象が結膜上に起こりえます。より直径の大きなレンズを用いてレンズの接地ゾーンでこの領域を覆うことがこの問題を解決するかもしれません。



結膜ブランチング及びステイニング

- スティーブなレンズエッジあるいは結膜上の接地ゾーン領域の圧迫によって起こります。
- また、露出も結膜ステイニングを起こします。



LYNETTE JOHNS

スクレラルレンズの結膜インピンジメント(上)が局所的な結膜ステイニングを起こしている様子(下)

結膜のルーズな組織

レンズの下の陰圧のために(結膜弛緩におけるような)ルーズな結膜組織が、レンズの下で吸い込まれることがあります。ルーズな結膜は時にはレンズの移行ゾーンに吸い込まれ、さらにそれが光学ゾーンに現れることさえあります。フェネストレーション付のレンズでは、結膜がフェネストレーションの穴に吸い込まれることがあります。過剰な結膜組織は手術によって取り除くことができますが、再発する傾向があります(Bartels 2010)。血管新生が結膜弁の下に時々発生することが報告されています。



スクレラルレンズの下で吸い込まれているルーズな結膜組織

ルーズな結膜

- ルーズな結膜は、レンズの下に吸い込まれることがあります。
- 手術で取り除くことができますが、再発する傾向があります。

角膜ステイニング

角膜のほとんどの部分あるいは角膜全体にレンズが橋を架けるようにしているためでしょうが、スクレラルレンズ装用において、角膜ステイニングは頻繁に起こる問題ではありません。

もし角膜上に局所的なステイニングが現れた場合は、レンズの取り扱いによる機械的な関与が含まれます。取り扱いによるステイニングの発生は、主に高齢者、運動技量が限定的な患者あるいは視力の悪い患者に時々起こる傾向があります。取り外しの際にスクレラルレンズが角膜を削ってしまうと結果的に垂直方向のステイニングパターンをもたらすことがあります。ついであるが、もしフェネストレーション付きレンズの下の涙液貯留が少なすぎると、フェネストレーションの穴で擦過傷を起こすことがあります。レンズのヴォールトを増加させることがこの問題を軽減します。ダメージのあるレンズも角膜擦過傷を起こすことがあります。大きな気泡は局所的な乾燥を起こし、その結果として角膜ステイニングを起こすことが示されています。

角膜全体にステイニングがある場合は、毒性反応あるいは低酸素症の可能性を考慮してください。前述したように、レンズ下で角膜が溶液に暴露される時間が非常に長くなるため、レンズケアに使用されているいかなる物質についても特別な注意を払わなければなりません。レンズ裏側の涙液フィルム中の保存剤及び他の化学物質の存在は、可能な限り少なくしなければなりません。角膜ステイニングについては非常にかすかなものであっても角膜上でチェックしてください。それは、角膜表面全体を覆っている可能性があります。たいていの処方医は、毎回眼をチェックする際に必ずレンズを外しフルオレスセインを使用して眼表面を評価することを推奨しています。

他方、ソフトレンズでの脱水そしてGPレンズ装用における3時-9時ステインのような通常のレンズに起こるタイプの角膜ステイニングを、スクレラルレンズ装用ではほとんど見ることはありません。実際に、たとえばGPレンズを装用している円錐角膜患者に見られる持続性の3時-9時ステインは、スクレラルレンズへの変更を示唆しているかもしれません。

角膜ステイニング

- 局所的なステイニング：取り扱いからの発生あるいはレンズに関する問題を考慮してください。
- 角膜全体のステイニング：毒性反応あるいは低酸素症を考慮してください。

不快感

一般的に言ってスクレラルレンズの良好な装用感はその主要な長所の一つです。しかし、たとえ技術的に適切に処方されているように見えても、全てのスクレラルレンズのフィッティングで良好なレンズの装用感を達成できるとは限りません。光学ゾーン領域のどこかでのレンズのベアリング、輪部での閉塞あるいは不適切な接地ゾーンのフィッティングは、不快感につながります。レンズのフィッティングを変更することが、装用感の問題を軽減します。

タイトなレンズでは、最初の装用感は良好ですが、結膜圧痕、血管のインピンジメント及び陰圧の増加を伴うために、レンズをはずした後に不快感を訴えます。そしてしばしば次の日にレンズを装用できなくなります (DePaolis 2009)。

レンズの不快感はまたしばしば、使用された溶液中の保存剤及び／あるいはレンズ裏側の涙液貯留層の中の涙液残渣に対する毒性反応のサインであることがあります。

一日の終わりの時点での不快感は、点眼薬の使用により軽減できるかもしれませんが、しかし、保存剤を含んでいない点眼薬を使用することが推奨されます。

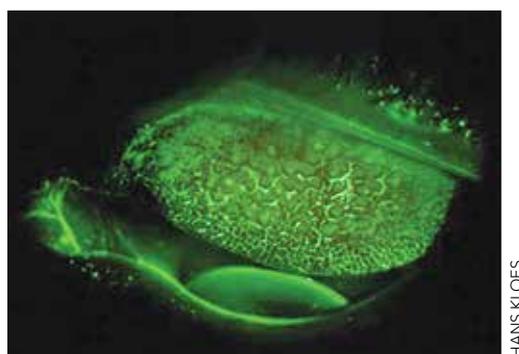
不快感

- 不適切なレンズのフィッティングに起因している可能性があります、必ずしも避けることができるとは限りません。
 - 保存剤あるいは涙液貯留層の中の残渣に対する毒性反応の結果である可能性があります。
-

巨大乳頭結膜炎 (GPC)

レンズ装用の時間が長いこととレンズ表面の汚れの蓄積の可能性が有るため、スクレラルレンズ装用においてGPC (コンタクトレンズで誘発された乳頭結膜炎 [CLPC] として文献に引用されています。) は、まれではないかもしれません。しかし、それは通常のソフトレンズ及び角膜GPLレンズ装用におけるほど大きな問題では無いように見受けられます。GPCは、機械的な刺激そして／あるいはアレルギー反応あるいはコンタクトレンズ溶液中の物質に対する毒性反応またはレンズ表面の変性したタンパク質のいずれかとの組み合わせによって発生すると考えられています。レンズ表面の変性したタンパク質は、また瞬目のたびに「粗い」表面を上眼瞼が動くことによって機械的な問題を起こす可能性があります。レンズを清浄に保ち、時々取り替えることがこれらの問題を防止するのに役立つかもしれません。

GPCは、レンズ表面の過剰な汚れの問題及びウェットビリティの問題を起こす可能性があります。眼の検査のたびにGPCに関してのチェックを常に行ってください。もし徴候があるなら防止のための対策を取ってください。



HANS KLOES

GPLレンズ装用におけるGPC

GPC

- GPCは、角膜GPLレンズあるいはソフトレンズの場合より頻繁ではないようです。
 - 機械的な刺激及び毒性／アレルギー性物質を減少させてください。
-

低酸素症及び浮腫

低酸素ストレスに関して、最近のレンズ材料であってさえ、レンズ装用中の角膜浮腫及び角膜の透明性に注目して下さい。スクレラルレンズ装用における「Dk値」対「Dk/t」についてのさらなる情報については、第Ⅲ章のレンズ材料のセクションを参照してください。今日、高Dk-GPレンズ材料が使用可能です。しかし、良好な酸素透過率(Dk/t)を得るために、同様にレンズ厚が調整されなければなりません。薄いレンズではDk/tはより良くなりますが、薄いためにレンズフレクチャーが問題になる可能性が有ります。また、高Dk材料は、結果的に汚れ、ウェッタビリティ及び「曇り」の問題を招くことが報告されています。頻繁なレンズ交換だけでなく、洗浄及びレンズの維持管理のために特別な注意を払わなければなりません。特に一日の終わりに低酸素状態の状況をモニターするために、視力の低下に気をつけるように患者を指導してください。血管新生が発生する可能性があります(この章の「血管新生」のセクションを参照してください。)、PMMA材料が使用されていた当時とは、より一層多くの合併症があったものです。



LYNETTE JOHNS

移植片の小嚢胞浮腫

輪部の血管系から酸素の供給が行われるので、機械的なストレス或いはレンズの固着の結果として、輪部の浮腫がより起こりやすくなる傾向があります(Sindt 2010a)。もし輪部の圧迫が浮腫を起こしているのであれば、輪部クリアランスを増加することでこの問題を軽減できます。もし、持続的であるならば、角膜GPレンズ、ピギーバック或いはハイブリッドレンズを含めた他のコンタクトレンズに変更することを考慮してください。

内皮が十分な酸素を角膜に供給するために重要な役割を演じているため、低い内皮細胞数の患者は、スクレラルレンズが禁忌となる数少ない症例の一つになるかもしれません。800 cell/mm²未満の内皮細胞数は問題を起こす可能性があり(Sindt 2010a)、そして1,000 cells/mm²未満の内皮細胞数は特別なケアで取り扱う必要があり、浮腫を避けるためにスクレラルレンズを処方しない方が良いかもしれないと報告されています。進行したフックス角膜内皮変性症は、実際にスクレラルレンズ装用の禁忌となります。また、移植拒絶反応が懸念される角膜移植例では注意する必要があります。スクレラルレンズが問題の引き金になる可能性が有り、大きな問題を起こす転換点になるかもしれません。特にこれらの症例では、光源の周囲の虹のパターンとして患者に認識されるような(Sattler's veil)、あるいは小嚢胞角膜浮腫としてレンズ処方医に観察されるような移植片の膨潤に注意してください。いずれにせよ、良好な角膜クリアランス及び高Dk/t材料、おそらくフェネストレーション付レンズ(それらはより多くの酸素を角膜に供給するかもしれません)、そしておそらくレンズ装用の中止を選択してください。

低酸素症及び浮腫

- 高Dk/t材料が角膜浮腫を防止するために考慮されます。
 - 輪部浮腫は、機械的なストレス或いはレンズの固着の結果としてよく起こります。
-

レンズ固着

レンズ固着は普通あまり見られませんが、長期間レンズ装用を続けた場合などには起こりえるものです。レンズ固着は顕著な不快感を起こし、装用時間を減少させ、そしてもしそれが適切に対応されない場合、眼の健康に大きな影響を与えます。ごくまれに、特に角膜移植のような虚弱な角膜の場合、レンズの下で角膜が吸引される結果、レンズの固着が眼に損傷を与える可能性があります。



CHRISTINE SINDT

退形成性上衣腫切除術によって第5、6及び7番脳神経麻痺があり、神経障害性角膜炎を伴う2歳の患者。この子供は、保護のためにスクレラルレンズをフィッティングするまで慢性の眼感染症にかかっていた。信じがたい高さの癬痕(左の写真)に注目してください。フィッティングに成功したスクレラルレンズ(右の写真) Christine Sindt

低い角膜クリアランスは、レンズ固着を起こしやすくする傾向があり、サジタル高さの増加がこの問題の改善に役立ちます。もしレンズが、シェーグレン症候群のようなドライアイの状態で見目の密封状態を作っていると、レンズ固着はより頻繁に発生するようです。結膜上で過剰な圧迫があるかどうかフィッティングをチェックしてください。レンズフレクシャーもまた、レンズ固着の原因となり得ます。レンズの厚さを厚くすることがこれを避けるのに役立ちます。点眼薬の使用及び日中の追加的なクリーニングが役立つとも報告されています。

フェネストレーションは圧迫を緩和するのにも役立ちます。眼表面に固着しているレンズを取り外す時、密封状態から解放するために眼球に圧力をかけレンズの裏に溶液が入るようにしてください。

結膜膨潤のためにレンズ固着が起こることがあります。レンズは結膜のクッションの中に沈み込みます。結膜膨潤は、しばしば輪部クリアランスの不足から起こることがあります。

レンズ固着

- レンズ固着は、より低い角膜クリアランス及びドライアイの状態の際に多く観察されます。
 - レンズのフィッティング、レンズ厚を変更してください。そして/あるいはフェネストレーション付レンズ、点眼薬の使用及び追加の洗浄操作を考慮してください。
-

細菌性角膜炎及び浸潤

繰り返し報告されているように、GPレンズ装用において細菌性角膜炎は非常にまれです。このことは、スクレラルレンズ装用にも当てはまるようです。それでも、特定のケースプレゼンテーションでは、角膜感染症が起こりうることを示唆しています。特に、しばしば眼表面がスクレラルレンズ装用で傷つけられるので、その徴候がある場合、衛生的なレンズケア(この章の「消毒」のセクションを参照してください。)に特別な注意を払うことが必要です。

浸潤はスクレラルレンズ装用においても記録されてきました。浸潤は必ずしも角膜感染症を意味するというわけではありません。それらは炎症カスケードの一部であり、多くのことによって引き起こされます。微生物に起因する原因を除外するためには、浸潤の位置、大きさ及びフルオレスセインのステイニングが球結膜充血、痛み及び前房反応の全てと同様に重要です。スクレラルレンズの裏側の涙液フィルム交換の不足が、角膜浸潤を起こす部分的な原因となる場合があります。

細菌性角膜炎及び浸潤

- GPLenz装用における罹患率は低いです。
 - 感染症防止のために、衛生的なレンズケアに特別な注意を払わなければなりません。
-

粘液及び残渣

スクレラルレンズ装用における極めてありふれた特徴は、レンズの裏側の涙液貯留部分での粘液物質の堆積です。そして、これはアトピー体質、眼表面疾患及び術後眼の患者により多く見られるようです。

もしこれが起こると装用感及び視力に影響を及ぼすことがあります。一日に一度か二度レンズを取り外し、手で洗浄しそして再装用しなければならない患者もいます。粘性の高いGPLenz溶液がレンズの裏側の汚れの蓄積を促進するかもしれません。そのような場合、粘性の高いGPLenz溶液の使用は避けた方が良いでしょう。Visser 等他(2007b)による大きなフルサイズのスクレラルレンズを使用した患者についての研究では、50%の患者が、レンズを再装用することなく一日中そのスクレラルレンズを装用することができました。そして他の半分は、一日に一度か二度レンズをはずして再装用しなければならませんでした。ドライアイの症状がある患者ではこの割合が増加しました。



スクレラルレンズ表面及び裏側の汚れ

レンズの裏側の涙液残渣の問題は、コーニオスクレラルレンズのように小さなタイプのスクレラルレンズでは少ないように見えます。おそらく涙液貯留層がより小さいためと考えられます。

新しい患者に対しては、一日の装用の間に追加的な洗浄操作の可能性について話し合うことを推奨します。新しい患者は前もって説明されているならば、この追加の洗浄操作を受け入れやすいでしょう。この処置で、装用時間及び全体的な満足度は、大変良くなります。もっと頻繁にレンズを取り外すなら、問題のいくつかについては発生をさらに減少させることができます。

ウェットバリエーの深刻な問題及び前眼部汚れの問題がある場合、マイボーム腺の機能障害をチェックし、そしてもし必要なら治療してください(Sindt 2010a)。また、GPC(この章の前のセクションを参照してください。)についてチェックしてください。GPCは過剰な表面汚れを招く場合があります。これらの状況に対しては、レンズのプラズマ処理及び過酸化水素溶液が奨励されています。眼の上のレンズの外側表面を綿棒で洗浄することも言われています。また、涙液フィルムの動態に影響を及ぼすかもしれない他の局所的な治療についてチェックしてください。

ムチン及び残渣

- 一日に一度か二度レンズを手で洗浄し装用し直してください。
 - レンズクリアランスを減少させてください。
-

血管新生

スクレラルレンズの真の合併症は、角膜血管新生です。PMMAスクレラルレンズでは深刻な問題でしたが、高Dk材料が使用されている現代のスクレラルレンズ装用では極めて珍しい現象です(この章の「低酸素症」のセクションを参照してください)。

長期間の低酸素症は別として、血管新生は長期間の機械的なストレスの結果として生じることがあります。検眼の際に毎回、角膜輪部領域の機械的ストレスすなわちステイニング、結膜ブランピング及び充血を常にチェックしてください。長期間のレンズ固着もまた角膜血管新生を導くことがあります。レンズの移行ゾーンの中に吸い込まれるルーズな結膜組織(この章に前述した「ルーズな結膜組織」を参照して下さい)の下の血管新生が時々報告されているので、綿密にモニターされなければなりません。

血管新生

- 角膜血管新生は低酸素症によって起こる可能性があります。
 - 機械的なストレス、レンズ固着あるいは結膜のルーズな組織もまた血管新生を導くことがあります。
-

視力の問題

視力の問題は通例レンズの下の気泡によって発生し、そして単眼複視が存在する場合があります。レンズを正しく装用し直すとこの問題を軽減できることがあります。過剰な涙液貯留もまた、視力に関する不満を起こすことがあります。角膜上に最小限のタッチがでるまでクリアランスを減らすことによって、視力を改善できることがあります。

レンズ表面の乾燥が、視力の問題のもう一つのかなり一般的な原因です。通常これは一時的なものです。レンズの再研磨及び取り替えばかりでなく、追加的な洗浄、人工涙液の点眼及びコンディショニングソリューションの使用が考慮されます。もし角膜が何らかの原因で損傷されている場合、レンズを取り外した後の霧視が、低酸素症及び浮腫あるいは角膜変形によって起こることがあります。

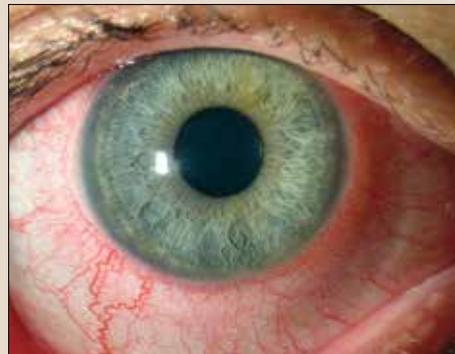
レンズフレクチャーは、意図しない乱視あるいはレンズの変形を起こす可能性があります。これをチェックするためにはレンズの上から角膜形状解析あるいは角膜曲率測定を行い、フロント表面の光学的特性を判定してください。持続的なレンズフレクチャーがある場合、レンズ厚を厚くしてください。

視力の問題

- レンズの下に気泡(レンズのフィッティングあるいはレンズ装用のテクニックの改善)あるいはウェットビリティの問題(レンズの洗浄)が一般的な原因です。
 - レンズのフレクチャーは、レンズの変形につながります。(レンズの厚みを厚くしてください。)
-



上述のレンズ(左の写真)は、眼の上で半密閉状態を示し、患者は快適に一日で 16 時間装用しています。レンズ装用によるブランチングはありません。レンズを取り外した後、圧痕リングが観察されますが、充血はありません。(右の写真)



GREG DENAEYER

眼の上で半密閉状態のスクレラルレンズ。しばしば、それらは結膜の中に安定し、レンズを取り外した後にそれとわかる圧痕リングを残します。血管のブランチングが無い限り、これは重要ではありません。顕著なブランチング及び輪部の鬱血は、密封していること示唆しており、レンズは装用できなくなっていくでしょう。左の写真のレンズは、完全に密封しています。これは、右の写真にあるような顕著な充血及び刺激を起こします。このレンズは、2-3時間以上装用することはできません。接地ゾーン領域をフラットにすることでフィッティングをルーズにし、患者がフルタイムで装用できるようにします。

Greg DeNaeyer

参考文献

- Barr JT, Schechtman KB, Fink BA, Pierce GE, Pensyl CD, Zadnik K, Gordon MO, the CLEK Study Group (1999) Corneal scarring in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) study: baseline prevalence and repeatability of detection. *Cornea*; 18, 34–46
- Bartels MC (2010) personal communication; Deventer Ziekenhuis
- Bennett ES, Barr JT, Szczotka-Flynn LB (2009) Keratoconus. In: *Clinical Manual of Contact Lenses*. Bennett and Henry, Wolters Kluwer. Chapter 18, 468–507
- Bleshoy H, Pullum KW (1988) Corneal response to gas-permeable impression scleral lenses. *Journal of the British Contact Lens Association*; 2, 31–34
- Bokern S, Hoppe M, Bandlitz S (2007) Genauigkeit und wiederholbarkeit bei der klassifizierung des corneo-skleral profils. *Die Kontaktlinse*; 7–8, 26–8
- Borderie VM, Touzeau O, Allouch C, Boutboul S, Laroche L (2009) Predicted long-term outcome of corneal transplantation. *Ophthalmology*; 116, 2354–60
- De Brabander J (2002) With an eye on contact lenses — technological advancements in medical and optical applications. PhD thesis; University of Maastricht, the Netherlands
- DeNaeyer G, Breece R (2009) Fitting Techniques for a Scleral Lens Design. *Contact Lens Spectrum*; 1, 34–37
- DeNaeyer G (2010) Modern scleral contact lens fitting. *Contact Lens Spectrum*; 6, 20-5
- DePaolis M, Shovlin J, DeKinder JO, Sindt C (2009) Postsurgical contact Lens fitting. In: *Clinical Manual of Contact Lenses*. Bennett and Henry, Wolters Kluwer. Chapter 19, 508-41
- Doughty MJ, Zaman ML (2000) Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Survey of Ophthalmology*; 5, 367–408
- Douthwaite WA (2006) The contact lens. In: *Contact Lens Optics and Lens Design*. Elsevier. Chapter 2, 27–5
- Duke-Elder S (1961) System of Ophthalmology. *The anatomy of the visual system*, Henry Kimpton.
- Eggink FAGJ, Nuijts RMMA (2007) Revival of the scleral contact lens. *Cataract & Refractive Surgery Today Europe*; 9, 56–7
- Ezekiel D (1983) Gas permeable haptic lenses. *Journal of the British Contact Lens Association*; 6, 158-61
- Gemoules G (2008) A novel method of fitting scleral lenses using high resolution optical coherence tomography. *Eye & Contact Lens*; 3, 80–83
- Graf T (2010) Limbal and anterior scleral shape. Thesis; Faculty of Optik und Mechatronik HTW Aalen, Germany
- Gungor I, Schor K, Rosenthal P, Jacobs DS (2008) The Boston scleral lens in the treatment of pediatric patients. *Journal of AAPOS*; 3, 263–7
- Hussoin T, Carrasquillo KG, Johns L, Rosenthal P, Jacobs DS (2009) The effect of scleral lens eccentricity on vision in patients for corneal ectasia. ARVO poster; 6349
- IACLE - International Association of Contact Lens Educators (2006) contact lens course; module 1 (anterior segment of the eye) and module 9 (special topics)
- Jacobs DS (2008) Update on scleral lenses. *Current Opinion in Ophthalmology*; 19, 298–301
- Jedlicka J (2008) Beyond the limbus: corneoscleral lenses in today's contact lens practice. *Review of Cornea & Contact Lenses*; 4, 14–21

- Jedlicka J, Awad O (2010a) Differences in deep lamellar keratoplasties. *Review of Cornea & Contact Lenses* – online; posted 6/17/10
- Jedlicka J, Johns LK, Byrnes SP (2010b) Scleral contact lens fitting guide. *Contact Lens Spectrum*; 10, 30-36
- Ko L, Maurice D, Ruben M (1970) Fluid exchange under scleral contact lenses in relation to wearing time. *British Journal of Ophthalmology*; 7, 486-89
- Kok JHC, Visser R (1992) Treatment of ocular surface disorders and dry eyes with high gas-permeable scleral lenses. *Cornea*; 6, 518-522
- Lim P, Jacobs DS, Rosenthal P (2009) Treatment of persistent corneal epithelial defects with the Boston ocular surface prosthesis and an antibiotic adjunct. ARVO poster; 6530
- Legerton JA (2010) It's Time to Rethink Mini-Scleral Lenses. *Review of Cornea & Contact Lenses* – online; posted: 4/16/10
- Meier D (1992) Das cornea-skleral-profil – ein kriterium individueller kontaktlinsenanpassung. *Die Kontaktlinse*; 10, 4-11
- Millis EAW (2005) Scleral and prosthetic lenses. In: *Medical contact lens practice*. Elsevier. Chapter 12, 121-128
- National Keratoconus Foundation (2010); www.nkcf.org
- Otten H (2010) True Colors – a case report. *I-site newsletter*; Edition 6, posted 6/14/10
- Pickles V (2008) Super-size it! Making a difference with scleral lenses. *Boston Update*; Nov, 1-6
- Pullum K (1997) A study of 530 patients referred for rigid gas permeable scleral contact lens assessment. *Cornea*; 6, 612-622
- Pullum K (2005) Scleral lenses. In: *Clinical Contact Lens Practice*. Philadelphia, USA: Lippincott, Williams and Wilson. Chapter 15, 629-48
- Pullum KW (2007) Scleral contact lenses. In: *Contact Lenses*. Phillips and Speedwell, Elsevier. Chapter 15, 333-353
- Rosenthal P, Cotter, JM, Baum J (2000) Treatment of persistent corneal epithelial defect with extended wear of a fluid-ventilated gas-permeable scleral contact lens. *American Journal of Ophthalmology*; 1, 33-41
- Rosenthal P, Cotter J (2003) The Boston scleral lens in the management of severe ocular surface disease. *Ophthalmology Clinics of North America*; 16, 89-93
- Rosenthal P, Baran I, Jacobs DS (2009a). Corneal pain without stain: is it real? *The Ocular Surface*; 1, 28-40
- Rosenthal P (2009b). Evolution of an ocular surface prosthesis. *Contact Lens Spectrum*; 12, 32-38
- Rott-Muff D, Keller U, Hausler M, Spinell M (2001) Das cornea-skleral-profil und seine auswirkungen auf die form von weichlinsen. *Die Kontaktlinse*; 5, 26-34
- Segal O, Barkana Y, Hourovitz D, Behrman S, Kamun Y, Avni I, Zadok D.. Scleral lenses (2003) Scleral contact lenses may help where other modalities fail. *Cornea*; 4, 612-622
- Sindt CW (2008) Basic scleral lens fitting and design. *Contact Lens Spectrum*; 10, 32-36
- Sindt CW (2010a) Scleral lens complications slideshow; www.sclerallens.org/resources
- Sindt CW (2010b) Buffered Saline. Forum at www.sclerallens.org/buffered-saline. Posted 04/19/10
- Smiddy WE, Hamburg TR, Kracher GP, Stark WJ (1988) Keratoconus – contact lens or keratoplasty? *Ophthalmology*; 95, 487-92
- Tan DTH, Pullum KW, Buckley RJ (1995a) Medical application of scleral lenses: 1. A retrospective analysis of 343 cases. *Cornea*; 2, 121-29
- Tan DTH, Pullum KW, Buckley RJ (1995b) Medical application of scleral lenses: 1. Gas permeable applications of scleral contact lenses. *Cornea*; 2, 130-137

- Taylor-West S (2009) Lens file: SoClear. *The Optician*; Nov 6, 32-3
- Van der Worp E, De Brabander J, Jongsma F. Corneal topography (2009) In: *Clinical Manual of Contact Lenses*. Bennett and Henry, Wolters Kluwer. Chapter 3, 48-78
- Van der Worp E (2010a) New technology in contact lens practice. *Contact Lens Spectrum*; 2, 22-29
- Van der Worp E, Graf T, Caroline P (2010b) Exploring beyond the corneal borders. *Contact Lens Spectrum*; 6, 26-32
- Visser ES (1997) Advanced contact lens fitting part five: the scleral contact lens: clinical indications. *The Optician*; Dec 5, 15-20
- Visser ES, Visser R, Van Lier HJ (2006) Advantages of toric scleral lenses. *Optometry & Vision Science*; 4, 233-6
- Visser ES, Visser R, Van Lier HJ, Otten HM (2007a) Modern Scleral Lenses Part I: Clinical Features. *Eye & Contact Lens*; 1, 13-6
- Visser ES, Visser R, Van Lier HJ, Otten HM (2007b) Modern Scleral Lenses Part II: Patient Satisfaction. *Eye & Contact Lens*; 1, 21-5
- Yoon G, Johns L, Tomashevskaya O, Jacobs DS, Rosenthal P (2010) Visual benefit of correcting higher order aberrations in keratoconus with customized scleral lenses. ARVO poster; 3432



Scleral Lens Education Society (SLES)、はコンタクトレンズ処方医に対し不整角膜および眼表面疾患を処置する目的のためのスクレラルコンタクトレンズの全てのデザインのフィッティングの科学と技術を指導するために設立された非営利団体です。SLESは、スクレラルコンタクトレンズの有益性と有効性に焦点を当てた公共教育を支援しています。

SLESは、スクレラルコンタクトレンズの開発および／あるいは処方するビジョンケア専門家のための国際的な団体です。SLESの会員資格は、無償で、眼科医およびオプトメトリスト、学生、Contact Lens Society of Americaのフェロー、教育者、研究者および他のスクレラルレンズに興味のあるアイケア専門家のために閾戸を開いています。SLESは、その会員に対し最新の研究、啓蒙的で実践的な教育プログラム、症例報告、トラブルシューティングの場を提供しています。

SLESは、全てのブランドおよび直径のスクレラルコンタクトレンズを支援しています。

メンバーシップに加えて、スクレラルレンズのフィッティングの分野で自分自身を証明するために、公開されるデータベースにスクレラルレンズの処方医としてリストアップされる資格を与え、スクレラルレンズ専門家としての資格を願ひ出ることができ、そしてScleral Lens Societyのフェローシップ (FLES) に対し願ひ出ることができます。

詳細については、www.sclerallens.orgを参照して下さい。

Supported by an unrestricted
educational grant from:

BAUSCH + LOMB

Boston[®]
Materials and Solutions