

Supplement to

September 2022

Sponsored by

CRST EUROPE

Cataract & Refractive Surgery Today



Look closer. See further.

PRECISION DIAGNOSTICS

Versatile technologies
and tools designed for
the ambitious surgeon.

アイスター900

白内障スイートの使用と臨床的有用性

白内障手術：トポグラフィー、ゼルニク解析、視覚シミュレーションを使用した臨床実践

BY WARREN E. HILL, MD



白内障の相談に来られる方は、予め自身で下調べを行い、白内障手術に関する基本的な知識を得ています。多くの人にとっての目標は眼鏡を使用しないで済むような生活を実現することです。とりわけプレミアムIOLを選択する際の手術計画は非常に重要です。今日では、患者にとって最も適切なIOLを決定するのに眼軸長とケラトメトリーだけではなく、それ以上のデータが必要とされています。

アイスター900(Haag-Streit)の白内障スイートには、白内障の眼を総合的に評価する多くの機能が用意されています。特定のIOLについて適合性をレビューして、手術計画および術後の結果を向上するのに役立てることができます。さらに視覚シミュレーションを使用して、現在の状態や治療の選択肢について患者と話し合うことができます。

臨床的価値

アイスター900はスウェプトソースOCTを採用し、多くの白内障障で、角膜から網膜まで眼軸長を高精度に測定します。また、正確な角膜屈折力の測定に定評のある、デュアルゾーンを採用した反射式のスタンダードなケラトメトリーを備えており、同時に白内障スイートでは7.5mm径、オプションの前房スイートでは角膜前後面の最大12mm径のトポグラフィーデータを取得します。さらに、測定で得られる前房のBスキャン画像は水晶体全体を捉え、その傾きと偏心の解析も行われます。これらの測定が可能で、手術計画を妨げる可能性のある解剖学的異常を特定することができます。

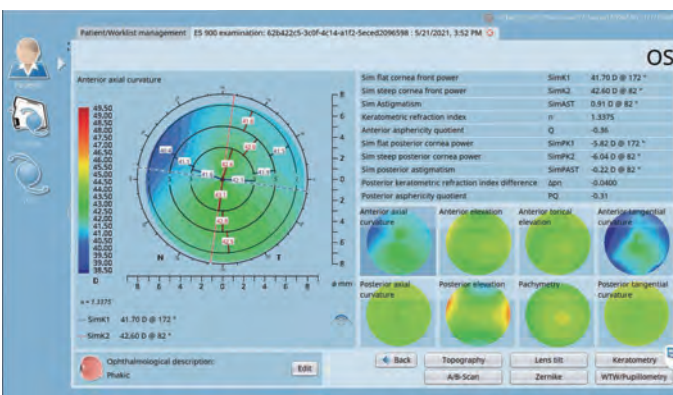


図1. トポグラフィーマップ上の螺旋状形状は、乱視における歪みと非対称性を示しています。さらに、ゾーンベースケラトメトリーは、乱視の不規則性を明確に定量化して描写することができ、眼科医が最適なIOLを選ぶ際の意思決定をサポートします。

白内障スイートの他の利点としては、ゼルニク解析や視覚シミュレーションなど臨床的有用性を高める機能が挙げられます。本稿では、これらの機能についてトポグラフィーの臨床実践について焦点を置いていきます。

トポグラフィー

白内障スイートのトポグラフィーマップは、7.5mmの範囲をカバーしています。前房スイートでは、角膜の前面と後面を最大12mmの範囲で測定します。

ケラトメトリーはバイオメトリーの中できわめて重要な機能であり、アイスター900は複数の手法でこのパラメータを取得します。まずはスタンダードなケラトメトリーで、楕円体に基づき垂直に交差する弱主経線と強主経線を計測します。さらには、アイスターには分割したゾーン毎に屈折力から判断した独立した4つの経線（曲率が最も強い2箇所と曲率が最も弱い2箇所）を算出するゾーンベースケラトメトリーも搭載されています。

臨床的な観点で言うと、ゾーンベースケラトメトリーは、視覚に影響を及ぼす可能性のある角膜病変のスクリーニングを可能にします。この形式のケラトメトリーは、乱視の対称性を識別するのに使用でき、またスタンダードな反射式ケラトメトリーとトポグラフィーからシミュレーションした換算ケラトメトリーの異なる箇所を検証するのに使用することができます。この検証は、トーリックや多焦点IOLの候補を検討する際に特に有用です。（図1）

ゼルニク解析

ゼルニク多項式は、コントラストの低下につながる角膜や水晶体の波面収差を説明するために用いられる、とても有用な臨床ツールです。3次・4次の収差がある場合、コントラスト感度の低下により、視力の質は大きな影響を受けます。

眼科医の視点から見ると、3次のコマ収差は、ものが何重にも見えたり、ずれて見えたりする原因である不正乱視の一種と考えます。

4次の球面収差は、特徴的な像の歪みやハローグレアを引き起こす原因になります。ゼルニク多項式という数学的な構造に変換することで、これらの収差をミクロン単位で把握し、視覚シミュレーションや白内障術前評価の一部としても使用することが可能になります。

アイスター900によるゼルニク波面解析は、個別の収差や収差のグループが視覚にどのように影響するかを判断するのに非常に役立ちます。この機能により、あらゆる収差が数値化でき、理解しやすい画像シミュレーションに変換することができます。

視覚シミュレーションで個々の収差を取り除いていくことを実演することで、トーリックIOLを使用した角膜乱視の矯正がどのような視力改善をもたらすかを示す強力な判断ツールとなります。例えば、すべての収差を取り除くと、高度な不正角膜表面が原因のコントラスト損失が、ガス透過性コンタクトレンズまたは強膜コンタクトレンズによって矯正されたように見えます。

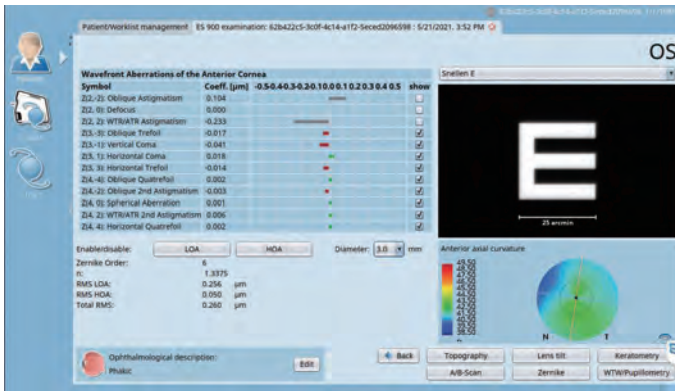


図2. ゼルニケ波面解析、視覚シミュレーション、角膜前曲面率マップを組み合わせて表示することで、トータルIOL挿入後の見え方を患者に示すことができる有用なツールになります。周辺光の影響は、瞳孔径の設定を変更することによって確認できます。

過去に屈折矯正手術（放射状角膜切開術[RK]、レーシック、PRK等）を受けたことのある患者に、球面収差およびコマ収差の増加が視覚にどのように影響するかを視覚シミュレーションを用いて示すのは有用な方法です。また、多焦点IOLのような特定の選択肢が良い選択とならない場合も、シミュレーションで確認することができます。

波面解析を確認することで、IOLの選択について患者と有意義な話し合いをする機会が得られます。なぜ特定のIOLが、その患者に対して適しているのか説明し易くなります。ゼルニケ波面解析は瞳孔径に合わせて個々の係数が算出されるため、特定の照明条件下での見え方を患者がイメージし易くなります。（図2）

まとめ

アイスター900は、視覚シミュレーションやゾーンベース ケラトメトリー、ゼルニケ波面解析など、患者により適切なIOLを提案するための、多くの評価機能を搭載したスウェプトソースOCTです。患者の要求が高まっている今日において、アイスター900とその白内障スイートのようなソフトウェアは前眼部診断の水準を高め、より要求の高い患者の満足度を満たすサポートをしてくれます。

WARREN E. HILL, MD

- Private practice, East Valley Ophthalmology, Mesa, Arizona
- Adjunct Professor of Ophthalmology and Visual Science, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio
- hill@doctor-hill.com
- Financial disclosure: Consultant (Alcon); Creator and author of the Hill-RBF method, which is licensed to Haag-Streit for use on the Lenstar and the Eyestar

Hill-RBF: 更なるデータで結果に磨きをかける

患者を選ばず最適なIOL予測をする新しいアプローチ

BY WARREN E. HILL, MD, AND ADI ABULAFIA, MD



人工知能（AI）が医療のほぼすべての分野に採用されていることは驚くことではありません。IOL度数計算も例外ではありません。Hill-RBF（Radial Basis Function）は、AIのパターン認識を用いて眼内レンズの度数選択を行う高度な自己検証型の手法です。

パターン認識

IOLが登場して以来、眼科はIOL度数選択の精度向上に悪戦苦闘してきました。この問題は主に人間の眼が予測結果に必ずしも合致しないことに原因があります。さらに、何百万通りもの計算の組み合わせがあるのも一因です。残念なことにVergence式や回帰式では、私たちが期待する水準の計算に達しないだろうと考えています。

一方Hill-RBFは、推定レンズ位置(ELP)に依存しないパターン認識を使用します。このアプローチによりIOL度数は、眼軸長(AL)および前眼部の形態に関係なく正確に計算されます。

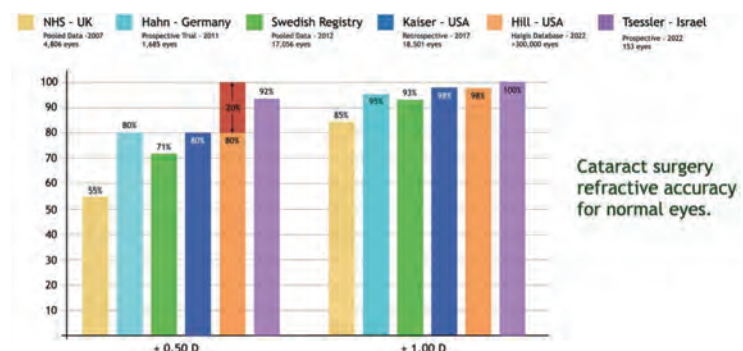


図1. 主要な6施設で行われた研究によると、平均して80%の症例が屈折誤差±0.50D以内であることが示されています。¹⁻⁶

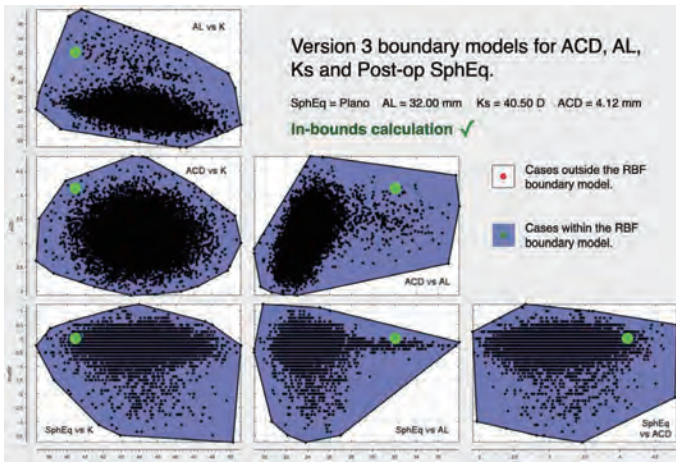


図2. 境界モデルの概念を示す図。この症例のデータは、極端な軸性近視、平坦な角膜形状、非常に深い前房を持つ、とても珍しい眼を表しています。非常に珍しい術前測定の結果にもかかわらず、Hill-RBF3.0での計算は依然として信頼境界内にあり、目標屈折値の±0.50D以内に収まる可能性が90%あります。

従来のIOL計算式と比較したHill-RBFのもう一つの利点は、高度な手術を行う世界各地の40施設からデータを継続的に取得していることです。新しいバージョンになる度に情報が追加・検証され、その結果を基にAIモデルが再構築され、精度の幅と深さが向上します。

術前の新しい測定

Hill-RBFは www.RBFcalculator.com で無料で利用できます。2020年12月にリリースされた最新バージョン (3.0)では、水晶体厚(LT)、角膜横径(WTW)、中心角膜厚(CCT)および性別の情報を組み込み、さらに高度で洗練されたデータセットになり、特異な前眼部においても計算精度が向上しています。Hill-RBFはレンズスターとアイスターに搭載されています。

精度の向上

一般的に、正常眼の場合の白内障手術では、平均して80%の症例で屈折誤差が±0.50D以内に収まります。より経験豊富な術者では、84%~90%の精度を得る人もいます。屈折誤差の範囲を±1.00Dまで広げると、通常98%の症例がその範囲内に収まります(図1)。

AI データベースのサイズが大きくなると、全体の精度が向上するだけでなく、境界外に逸脱する症例の数も減少します。Hill-RBF3.0では、大多数の術者で境界外に逸脱する症例数は2.5%にまで減少しました。Hill-RBF3.0では、+34.00 D までの両凸 IOL、-5.00 D までのメニスカス IOLに対応し計算精度も向上しました。

3.0 で最良の精度を出すには、AL、K、ACD、LT、CCT、WTW、目標屈折値および性別の 8つのパラメータをすべて入力する必要があります。もし、LT、CCTおよび性別を省略した場合も、僅かに精度は下がりますが計算は問題無く実行できます。

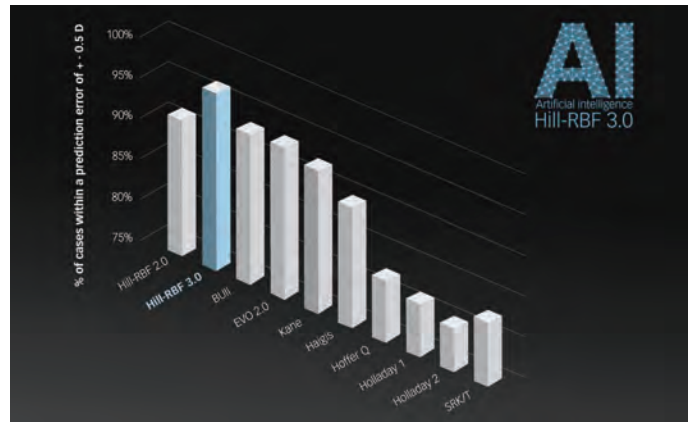


図3. Adi Abulafia, MDらによる153眼を対象にした最近の研究の結果、Hill-RBF3.0は従来の計算式よりも有意に優れた性能を示しました。さらに、屈折誤差予測において他の式に比べ最も良い結果を示しました。(Tsessler M, Cohen S, Wang L, Koch DD, Zadok D, Abulafia A. Evaluating the prediction accuracy of the Hill-RBF 3.0 formula using a heteroscedastic statistical method. J Cataract Refract Surg. 2022;48(1):37-43.)

精度の検証

多施設にまたがる459名の患者を対象とした、Hill-RBFを用いてIOL度数計算の結果を検証した後ろ向き研究において、屈折誤差が±0.50D以内に収まる割合は、全眼では91%(AL 20.97~29.10mm)、グループ別では、正常眼グループで92.2%(AL >22.5mmおよび<25.0mm)、軸性近視眼グループで98.4%(AL >25.0mm)、軸性遠視眼グループで98.4%(AL <22.5mm)という結果になりました。各グループの平均絶対誤差は、それぞれ0.29、0.30、0.20、および0.32Dでした。

境界モデルの精度予測

バイオメトリ情報、目標屈折値および計算定数を含むIOL情報を入力すると、Hill-RBFは推奨のIOL度数を算出します。術後の屈折精度も予測できるのはこの計算方法ならではの特徴です。これは、AL 対 ACDや角膜中央屈折力 対 目標屈折値などの、6つのペアワイス境界モデルの精度エッジをサンプリングする性能があるため可能になります(図2)。Hill-RBFの場合、±0.50 Dの精度エッジは 90% のレベルに設定されています。すべての術前測定値が6つのペアワイス境界モデルの内側に収まる場合、計算は信頼境界内となされます。しかし術前測定値が 1つでも境界モデルの外側にある場合、フラグアイコンで注意喚起がなされ、信頼境界外の計算結果である事が示されます。信頼境界内であることは、±0.50 D に収まる可能性が 90%になる十分なデータがあることを示しています。1つの境界モデルにおいて信頼境界外になる簡単な方法は、目標屈折誤差を+3.50 D にするなど異常な値を設定することです。AI データベースの中に強度遠視になった結果の実症例が十分あるとは考え難いためです。

Hill-RBFは、レンズスターのデータを使用して最適化されています。オンライン計算機とは別に、Hill-RBFはレンズスターとアイスターに搭載されています。オンライン計算機では他の測定器で取得したバイオメトリデータでも使用することができますが、両機ではデータを入力することなく直接オフラインで計算することが可能です。

この無償のカリキュレーターを使用すると、IOL度数計算の各パラメータが境界内外のどちら側にあるかにより、信頼性の程度がわかります。

つまり、Hill-RBFを使用すると、信頼境界外が表示された時に、特異な症例であることを一目で判別することができます。このような場合には、術前の患者との話し合いの場で、特異な眼の様相が影響して予測と異なる結果をもたらす可能性について予め伝えることもできます。

まとめ

眼科の世界では眼内レンズの度数選択に関する技術が集積され、現在では様々な方法が優れた結果を生み出しています。その結果、私達の多くがより良い結果を得ることができるようになってきています。しかし、最も優れた感度と柔軟性を持つ方法が、今後この分野をリードするだろうと考えています。Haag-Streitは、10年以上も継続して、この分野の研究に積極的に取り組んでいます（図3）。

1. Gale RP et al. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. Paper presented at the Royal College of Ophthalmologists Congress; 2006.
2. Hahn U et al. Determination of valid benchmarks for outcome indicators for cataract surgery. *Ophthalmology*. 2011;18:2015-2112.
3. Behndig A et al. Aiming for emmetropia after cataract surgery: Swedish National Cataract Register Study. *J Cataract Refract Surg*.

- 2012;38:1181-1186.
4. Melles R et al. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*. 2017;125(20):169-178.
5. Hill WE. John H. Dunnington lecture. Columbia University, New York; April 14, 2022.
6. Tessler M et al. Evaluating the prediction accuracy of Hill-RBF 3.0 formula using a heteroschdastic statistical method. *J Cataract Refract Surg*. 2022;48:37-43.

WARREN E. HILL, MD

- Private practice, East Valley Ophthalmology, Mesa, Arizona
- Adjunct Professor of Ophthalmology and Visual Science, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio
- hill@doctor-hill.com
- Financial disclosure: Consultant (Alcon); Creator and author of the Hill-RBF method, which is licensed to Haag-Streit for use on the Lenstar

ADI ABULAFIA, MD

- Director of Cataract Services, Ophthalmology Department, Shaare Zedek Medical Center, Jerusalem, Israel (Affiliated to the Hebrew University, Jerusalem, Israel)
- adi.abulafia@gmail.com
- Financial disclosure: Speaker's fee (Haag-Streit)

アイスター900がどのように診療ワークフローを改善するか 多忙な診療現場での臨床経験

BY PASCAL IMESCH, MD



患者に沿ったケアとワークフローの最適化は、診療を成功へ導く重要な要素です。

私が両方を達成することができた理由の1つに、白内障と屈折矯正手術の診断機能を備えたセミオートのスウェプトソースOCTであるアイスター900の導入があります。

多忙な診療に従事する眼科医という立場から、ワークフローを改善し迅速かつ正確に結果を出すことのできる多用途の診断ツールの必要性をお伝えします。

アドバンテージ

私はアイスター900を約1年間使用しています。多くの優れた点があり、ワークフローの改善にも効果を感じています。

スピード：角膜から網膜までの眼球全体の高精度なバイオメトリーとイメージングデータが得られます。バイオメトリーに加え、角膜前面および後面のトポグラフィと水晶体を含む前房の視覚化も実現します。トポグラフィ、ケラトメトリー、眼軸長測定を含む測定プロセス全体は、両眼で僅か40秒ほどです。

使い易さ：アイスター900では、検者を選ぶことなく測定ができ、オートレフラクメータやスペキュラーマイクロスコープ検査の直後に測定出来ます。操作が容易なために検者に特別なトレーニングを必要としないことも良い点です。

データは複数の方法で表示できます。両眼の基本的な測定値は1つの画面で表示され、より詳細な測定は個別の画面で確認できます。アイスター900で見たい測定値を確認するのは直感的で簡単です。例えば、容易に白内障モードに切り替え、AスキャンとBスキャンを比較することができます。**ソフトウェアの機能**：最新のソフトウェアは、デュアルゾーン反射式ケラトメトリーを使用して、既存のIOL計算式と互換性のある正確な角膜曲率と乱視測定を提供します。



図 アイスター900には、白内障手術と屈折矯正手術の両方を目的とした診断支援アプリケーションがあります。

また、ケラトメトリー測定結果画面にトポグラフィによる乱視の非対称性の情報も統合されており、ケラトメトリーの結果を解析するために必要なマップが並べて提供されるため、多くの情報で角膜の状態を把握でき、疾患の有無を効率良く判断することができます。

アイスター900の最新のソフトウェアにはゼルニケ多項式も組み込まれており、私はすべての白内障患者に使用しています（編集者注：ゼルニケ多項式の詳細は2ページ目のWarren E. Hill, MDによる文章を参照ください）。収差係数はグループ（低次収差または高次収差）として、または個別で、瞳孔サイズを調整しながらの確認ができます。これは、IOLの違いによってどのような利点があるかを患者に説明する際にとても有用です。高次収差の二乗平均平方根（通常は瞳孔径4mmにおいて）は、患者がプレミアムIOLに適しているかどうかを評価するために使用できます。

アイスター900では水晶体の傾きの評価も可能で、これはプレミアムIOLへの適合性を評価するための有用なもう一つのツールです。

コンパクト：私がアイスター900を気に入っているもう一つの点は、コンパクトで省スペースであることです。そのおかげで、スペキュラーマイクロスコプやオートレフラクトメータの隣に配置することができました。

患者の負担軽減：設置面積の小ささと直感的な操作により、患者の術前検査への負担が減りました。患者は大きく移動することなく、1つの場所で多くの検査を受けることができ、更に、測定眼の左右の自動切り替えやタッチスクリーンによる操作は、検査時間を短縮し負担低減に役立ちます。また、アイスター900の測定は正確であるため、繰り返し測定する必要が無いことも、強調してお伝えしたい点です。

まとめ

アイスター900の素早い測定と直感的な操作の効果で、ワークフローの効率向上が見込めます。検者を選ばない測定ができる点と、得られた測定データが正確である点は、私が保証します。忙しい私のクリニックで、アイスター900は大いに役立っています。

PASCAL IMESCH, MD

- Founder and director, Eyeparc, Bern, Koniz, and Muri-Gümligen, Switzerland
- pascal@imesch.com
- Financial disclosure: None acknowledged

アイスター900 : Precision OCT

装置の比較

BY GIACOMO SAVINI, MD



白内障手術計画を立てるのに、精密な測定は不可欠です。患者の期待に応えるために、適切な診断検査と効果的なカウンセリングを行うことが、患者満足度の向上につながります。私たちのグループでは最近、アイスター900 (Haag-Streit) の再現性を評価し、IOLマスター700 (Carl Zeiss Meditec) およびアルゴス (Movu) と測定結果を比較する研究を実施しました。

今回の前向き研究には、白内障・屈折矯正手術の検査に訪れた、眼疾患のない患者を含む56名の計56眼を対象としました。その際の除外基準は、円錐角膜またはその疑い、ドライアイ、角膜疾患の病歴、外傷またはその他眼手術歴、過去1ヶ月間のコンタクトレンズ使用としました。各患者の測定は片眼に限定し、測定眼はそれぞれ無作為に選択しました。各眼に対し、アイスター900で3回連続検査、IOLマスター700で1回検査、アルゴスで1回検査をランダムな順序で実行しました。

結果

Journal of Cataract and Refractive Surgeryへの掲載が認められた私たちの研究では、アイスター900で測定したすべてのパラメータにおいて高い再現性が認められ、また、バイオメーター3機種の間で良い相関性が認められました。

IOLマスター700との比較

アイスター900で測定されたK1、K2、平均Kを含むケラトメトリー(K)の平均値、前房深度(ACD)、眼軸長(AL)、水晶体厚(LT)は、IOLマスター700で測定されたものと比較して統計的に有意差はありませんでした。2つの装置は、AL、ACDおよびLTを含むすべての眼軸長測定において高い互換性があり、K値については良好な互換性、角膜乱視、角膜中心厚(CCT)および角膜直径(CD)については許容できる互換性がある事が確認されました。アイスター900のCCTとCDの測定値は、IOLマスター700のそれよりわずかに高くなりました。

アルゴスとの比較

アイスター900とアルゴスとの測定値の差は、乱視を除くすべてのパラメータにおいて統計的に有意差が確認されました。

平均眼軸長は、長眼軸眼(> 25mm) サブグループでは、アイスター900がアルゴスよりも僅かに、しかし有意に高くなりました(アイスター: 24.10 ± 1.27 mm 対アルゴス: 24.07 ± 1.23 mm)。他のすべての眼の平均眼軸長は、アイスター900とアルゴスの間でほぼ同一でした(アイスター 23.60 ± 0.82 mm 対アルゴス 23.59 ± 0.79 mm)。

平均K値(K1、K2、平均K)、CD、ACDおよびLTの場合、アイスター900はアルゴスと比較して低い値になりました。長眼軸眼における平均眼軸長に統計的有意差がある以外、アイスター900とアルゴスの一致度は高く、CDを除く殆どのパラメータにおいて、IOLマスター700との一致度よりも優れていました。

考察: 私たちの研究結果から、アイスター900はIOLマスター700とある程度の互換性があると考えられると思います。CCTとCDには統計的有意差がありましたが、その差が臨床的に有意である可能性は低いと思われる。また、アイスター900とアルゴスの比較では、K、ACD、LTを含む殆どのパラメータにおいて測定結果は近く、アイスター900とIOLマスター700の間よりも一致した良好な結果が得られました。

まとめ

私たちの日々の診療にアイスター900を導入して良かったと感じています。本稿で紹介した研究では、アイスター900で測定された値の再現性は信頼性が高く、他の実績のある機器で測定した値と良い相関性が認められました。

アイスター900は、私たちの術前検査に無くてはならないものとなり、正確で、個々の患者のニーズに沿った結果を提供するのに役立っています。

GIACOMO SAVINI, MD

- Researcher, Fondazione GB Bietti IRCCS, Rome
- dr.giacomo.savini@gmail.com
- Financial disclosure: Lecture fees (Alcon, Carl Zeiss Meditec, OCULUS Surgical, STARR Surgical)

症例報告：先天性無虹彩症

アイスター900の測定と計算が可能にしたカスタマイズ治療

BY DAVID GOLDBLUM, MD, FEBO



先天性無虹彩症の40歳の女性が白内障手術の相談のために私のもとに紹介されてきました。初診時には、両眼に後嚢下白内障、弱視、中心窩低形成、高眼圧症疑い、乱視が認められました。また、その患者は無虹彩患者の一般的な合併症であるドライアイの症状も併発していました。アイスター900による術前イメージングを図1に示します。

同じくアイスター900で測定したバイオメトリーの結果では、両眼の眼軸長が短く(右眼22.11 mm、左眼22.19 mm)、前房が非常に浅い(ACD; 右眼2.21 mm、左眼2.24 mm 図2)ことが分かりました。そして両眼の角膜はフラットな状態でした。

本稿では、水晶体径を測定するためのアイスター900の使用方法について詳しく説明します。また、Haag-Streit社と協力して、この難しい症例をどのように成功に導いたかについても示したいと思います。

手術計画

この患者には、両眼の白内障手術と、最初に左眼に人工虹彩プロテーゼ (CustomFlex® Artificial Iris Fiberfree [HumanOptics社]、日本未承認) と水晶体嚢拡張リング(先天無虹彩眼において私の標準的な施術)を移植する予定でした。

IOL度数: IOLはVivonex XC1(Hoya Surgical)を選択し、この症例では、左眼の目標屈折を正視に設定した場合のIOL度数の計算結果は、SRK/T式では29.00 D、Hoffer Q式では30.50 Dと変動がありました。更にHill-RBF法とBarrett-Haigis式では、前者が29.50 D、後者が30.00 Dを示しました。私は左眼に+29.50 Dを選択し、術後屈折値の計算は-0.375 Dになり、Hill-RBF法では-0.04 Dでした。

右眼でもまた、IOL度数計算結果が29.00 Dから30.50 Dまで変動しました。SRK/T式では29.00 D、Hill-RBFは29.50 D、Barrettは30.00 D、HaigisとHoffer Qでは30.50 Dという結果でした。

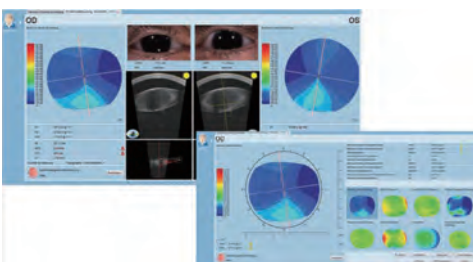
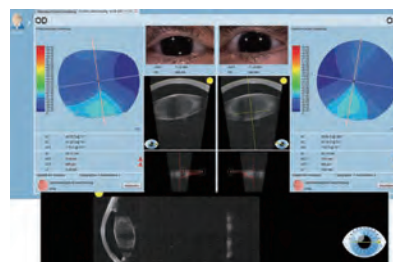


図1 アイスター900で取得した術前の左右眼イメージング



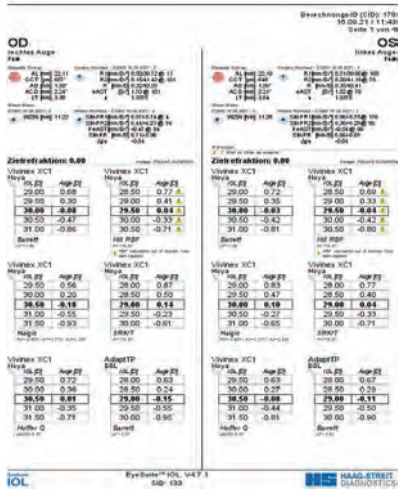


図 2. EyeSuiteソフトウェアのバイオメトリ測定と IOL度数計算の結果レポート

私は右眼に対し+30.00 Dを選択し、その結果、術後屈折値の計算は+0.25 Dになり、Barrettでは-0.08 Dでした。

人工虹彩移植：通常私は毛様体溝に人工虹彩を挿入します。しかし、先天性無虹彩症の場合には毛様体への接触による炎症や緑内障のリスクを避けるために、水晶体嚢に人工虹彩を挿入します。水晶体嚢への移植は、インプラントが水晶体嚢に完全に収まらなければならぬため、通常より慎重な作業が求められます。人工虹彩のサイズが小さすぎると、瞳孔が下方に偏移してしまい、反対に大きすぎると、インプラントが折り畳まれて水晶体嚢を損傷する恐れがあるからです。

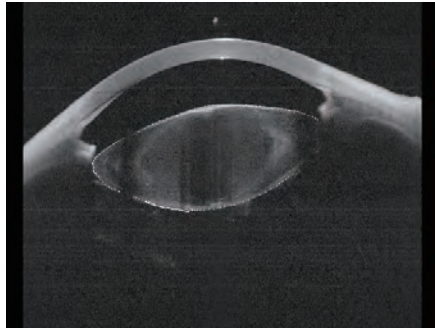


図 3. Prof. Goldblumがハーグ・ストレイ社の直径計算に準備した、水晶体嚢輪郭を加算したBスキャン画像

今回、インプラントの適正なサイズを決定するためにHaag-Streit社の協力のもと、水晶体嚢の直径を特別に計測しました。虹彩が完全に欠損している場合、OCTイメージング上で水晶体を遮るものはありませんので、水晶体全体を隅々まで画像化することが可能になります。私はアイスター900のOCTスキャン機能を用いて取得した患者眼のラジアルBスキャン画像全てに水晶体嚢の輪郭を描き(図3)、それらをHaag-Streit社に送って、適正な直径を決定しました。Haag-Streit社は、送られたラジアルBスキャン画像から、右眼水晶体が9.84mm、左眼水晶体が9.64mmという平均直径を算出しました。私は水晶体嚢に移植するため人工虹彩の直径を9.5mmと決め、大きさを調整しました。もう一つ注目すべき点に水晶体の重さがあります。正常な水晶体の平均重量は220mg(水晶体嚢を含む)あります。手術で選択した度数のIOLは20mg、水晶体嚢拡張リングは1mg、9.5mmの人工虹彩は30mgなので、移植物の総重量は51mgとなり、正常な水晶体の重量をはるかに下回ります。このことから、チン小帯への負担も軽減されていると考えられます。

術後の結果

手術直後、本患者は28mmHgに達する高眼圧症を発症したため、短期の眼圧下降目薬を処方しました。



図 4. 両眼眼瞼下垂術後の最終的な結果

その後彼女は視力を取り戻し(術前0.1→術後0.3)、手術の結果に満足していました。

白内障手術と人工虹彩移植の数週間後、患者は両側眼瞼下垂手術を行いました。図 4に、最終結果を示します。

まとめ

Haag-Streit社と協力し、ユニークな方法で先天性無虹彩症患者の手術計画をカスタマイズしていくのは、やりがいのある経験でした。人工虹彩を水晶体嚢に埋め込む方法は、毛様体溝への移植や毛様体への接触を避けることができます。結果として、この方法は緑内障および炎症の発症リスクの低減に寄与したと考えます。

DAVID GOLDBLUM, MD, FEBO

- Chief Medical Officer, Pallas Kliniken, Olten, Bern, Zurich; Switzerland
- david.goldblum@pallas-kliniken.ch
- Financial disclosure: Lecture fees and speakers bureau (Haag-Streit, Johnson & Johnson Vision)