



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كلية الطب البشري
مستشفى المواساة الجامعي - قسم أمراض العين وجراحاتها

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي

بحث علمي أعد لنيل شهادة الدراسات العليا في قسم العينية
أعد في قسم أمراض العين وجراحاتها-مستشفى المواساة الجامعي-دمشق

إعداد طالبة الدراسات العليا

د. المي أكرم القاسمي

رئيس القسم:

أ.د. جرجس داود

بإشراف:

أ.د. يسرى حدة

العام الدراسي

2024 م

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

قرار لجنة التحكيم

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه أصرح بعلمي وقبولي:

1. أن كل ما ينتج عن البحث والأطروحة هو ملكية فكرية ومالية بالتشارك مع جامعة دمشق، وأنني ألتزم بأخذ موافقة الجامعة في حال رغبتني بنشر البحث أو الأطروحة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار الجامعة (من دور نشر أو مكتبات أو مواقع الكترونية وغيرها من وسائل النشر).

2. أنه لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم اقتباسه من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق أو أي جامعة أو معهد تعليمي داخل أو خارج الجمهورية العربية السورية.

الاسم والتوقيع

المى اكرم القاسمي

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر والامتنان للأستاذة الدكتورة يسرى حدة صاحبة الفضل الكبير والتي لم تبخل بأي معلومة أو ملاحظة وكانت سنداً وعوناً طيلة فترة اختصاصي، لك مني كل الاحترام والتقدير، مع تمنياتي بدوام الصحة والعافية والتألق.

كما أتوجه بالشكر لكافة أساتذتي ومشرفي وطلاب الدراسات العليا في مشفى المواساة الجامعي، وإلى مشفى المواساة الجامعي وكلية الطب في جامعة دمشق.

إهداء

الحمد لله حتى يبلغ الحمد منتهاه والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

إلى الذي أعطاني كل الحب من خبز قلبه وكل البذل من صميم روحه ومن ضوء عينيه السهر والتعب
إلى من لن يكفيه حبري وأوراق

والذي العزيز

إلى من أوصاني بها ربي ثلاثاً.. إلى من بها كنت ما أنا عليه اليوم وما سأكون عليه ولها أدين أبد الدهر
إلى قدوتي ومنارتي وأقرب الناس إلي

والذي الغالية

إلى رفيق الدرب وشريك العمر.. إلى سندي في هذه الحياة والكتف الذي أتكئ عليه
إلى الروح التي سكنت روحي وقوتي حين ضعفي

زوجي فراس

إلى نور عيني وفلذة كبدي، إلى زينة حياتي وبهجتها.. إلى من أستمروا بالتقدم من أجله

ابني طلال

إلى شاطئي عندما أضيع ونبع الحنان عندما تقسو الأيام.. إلى عضدي وقوتي

إخوتي ديانا سارة أشرف

إلى خير الأصدقاء بل خير الأخوة، من جاءت بهم الأيام فكانوا لي أهلاً في غربتي.. إلى من تقاسمت
معهم أطيب الأيام.. إلى الذين كانوا لي أقرب ما يكون

صديقاتي العزيزات

أخيراً.. إلى كل من تسعهم ذاكرتي ولم تسعهم مذكرتي

إليكم جميعاً.. أهدي هذا العمل

فهرس المحتويات

متن البحث: الإطار العام للبحث.....(1)

الجزء الأول: الدراسة النظرية:

الفصل الأول: القرنية.....(9)

❖ أولاً: لمحة جنينية.....(10)

❖ ثانياً: التشريح العياني.....(12)

❖ ثالثاً: التشريح المجهرى.....(14)

❖ رابعاً: الفيزيولوجيا.....(22)

❖ خامساً: استجابتها للرضوض.....(32)

الفصل الثاني: مشعرات البيت الأمامي.....(42)

❖ أولاً: ثخانة القرنية.....(43)

❖ ثانياً: قطر القرنية الأفقي.....(44)

❖ ثالثاً: زاوية الغرفة الأمامية.....(48)

❖ رابعاً: عمق البيت الأمامي.....(51)

الفصل الثالث: طرق قياس مشعرات البيت الأمامي.....(54)

- ❖ أولاً: مقدمة.....(55)
- ❖ ثانياً: قياس سماكة القرنية بالأمواج فوق الصوتية.....(57)
- ❖ ثالثاً: قياس سماكة القرنية البصري.....(60)
- ❖ رابعاً: طبوغرافيا القرنية.....(62)

الجزء الثاني: الدراسة العملية:

- الفصل الأول: المواد والطرائق.....(73)
- الفصل الثاني: النتائج الإحصائية.....(77)
- الفصل الثالث: مناقشة نتائج البحث.....(84)
- الفصل الرابع: المقارنة مع الدراسات العالمية.....(86)
- الفصل الخامس: محددات الدراسة والتوصيات.....(88)

- المراجع.....(89)
- الملاحق.....(109)

قائمة الرسوم والأشكال التوضيحية

الصفحة	الشكل
(11)	الشكل (1) التطور الجنيني للغرفة الأمامية
(13)	الشكل (2) شكل القرنية
(15)	الشكل (3) ظهارة القرنية
(17)	الشكل (4) صفيحات السدى بالقرنية
(19)	الشكل (5) الطبقتان المشكلتان لغشاء ديسمييه
(20)	الشكل (6) شكل الخلايا البطانية
(21)	الشكل (7) طبقات القرنية
(22)	الشكل (8) الاتصالات القوية بين الخلايا الظهارية
(23)	الشكل (9) تجدد الخلايا الظهارية
(24)	الشكل (10) حثل ميسمان
(27)	الشكل (11) صورة مستقبلات VEGF المنحلة (sVEGFR)
(28)	الشكل (12) وظائف خلايا القرنية ((Keratocyte))
(29)	الشكل (13) Hydrops
(30)	الشكل (14) صورة المضخات
(44)	الشكل (15) قطر القرنية الأفقي
(45)	الشكل (16) أماكن توضع IOL
(45)	الشكل (17) Phakic IOL
(46)	الشكل (18) CTR
(47)	الشكل (19) الطريقة اليدوية لقياس WTW
(48)	الشكل (20) الزرق مغلق الزاوية
(49)	الشكل (21) تنظير الزاوية
(50)	الشكل (22) TISA و AOD
(51)	الشكل (23) عمق البيت الأمامي
(53)	الشكل (24) طريقة فان هيريك المعدلة

(58)	الشكل (25) جهاز Ultrasound Pachymetry
(61)	الشكل (26) جهاز Optical Pachymetry
(63)	الشكل (27) قرص Placido
(64)	الشكل (28) مخطط Loveridge
(66)	الشكل (29) جهاز الطبوغرافيا المحمول باليد
(68)	الشكل (30) جهاز Orbscan II
(69)	الشكل (31) مبدأ Scheimpflug
(71)	الشكل (32) جهاز Pentacam
(78)	الشكل (33) توزيع العينة حسب الجنس

قائمة الجداول

الجدول	الصفحة
الجدول (1) توزيع العينة حسب العمر	(79)
الجدول (2) توزيع العينة حسب الطول المحوري	(80)
الجدول (3) توزيع العينة حسب ثخانة القرنية المركزية	(81)
الجدول (4) توزيع العينة حسب القطر الأفقي للقرنية	(82)
الجدول (5) توزيع العينة حسب زاوية البيت الأمامي	(83)

-الملخص-

خلفية البحث: لا يزال التوافق بين نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس وبين التصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي مثاراً للجدل بين الدراسات.

هدف البحث: يهدف البحث لمقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي.

مواد البحث وطرائقه: دراسة مقطعية مستعرضة شملت 94 عيناً من 47 مريضاً بأعمار تتراوح بين 19-64 عاماً من المراجعين للعيادات العينية في مشفى المواساة الجامعي بدمشق في المدة من آذار 2022 حتى كانون الثاني 2023 فأجري فحص عيني شامل، وأجري التصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي (AS-OCT)، والتصوير باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس (Sirius)، ثم جُمعت البيانات وحُللت إحصائياً.

النتائج: بلغ متوسط ثخانة القرنية المركزية CCT باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري 544.12 ميكرون ± 26.19 ميكرون، وباستخدام سايرس 543.17 ميكرون ± 27.21 . بلغ متوسط قطر القرنية الأفقي باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري 12.23 ملم ± 0.39 ملم، وباستخدام سايرس 12.19 ملم ± 0.37 ملم. بلغ متوسط زاوية البيت الأمامي باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري 45.19° ± 4.71 ° وباستخدام سايرس 45.39° ± 4.93 °.

الاستنتاجات: أظهر كل من التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية ونظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس موثوقية عالية فيما يتعلق بجميع قياسات الأقسام الأمامية. وبالتالي هناك توافق بينهما ويمكن الاستعاضة بأحدهما عن الآخر.

الكلمات المفتاحية: التصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي، نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس، ثخانة القرنية المركزية، قطر القرنية الأفقي، زاوية البيت الأمامي.

متن البحث

الإطار العام للبحث

1. المقدمة:

يشير مصطلح القسم الأمامي للعين إلى الجزء الأمامي منها والذي يشمل القرنية، البيت الأمامي، القزحية، والعدسة. تشكل الغرفة الأمامية، أو البيت الأمامي، القسم الأمامي من العين الواقع بين بطانة القرنية في الأمام والقزحية والعدسة في الخلف والمملوء بالخلط المائي. تتشكل زاوية البيت الأمامي، والتي تعرف بالزاوية القزحية القرنية، من السطح الخلفي للقرنية، الحافة الأمامية للجسم الهدبي، شبكة الترقيق وجذر القزحية.¹

يعرف عمق البيت الأمامي (ACD) anterior chamber depth على أنه المسافة المقاسة على طول المحور البصري للعين والممتدة من القمة الخلفية للقرنية إلى السطح الأمامي للعدسة المكشوف عبر فتحة الحدقة. قطر القزحية المرئي الأفقي (HVID) The horizontal visible iris diameter والذي يعرف بـ white-to-white (WTW) هو القطر الأفقي للقرنية والذي يقاس بين حدود الحواف أو اللم.²

إن التقييم الدقيق لقياسات الأقسام الأمامية ذو أهمية سريرية كونها تشكل العامل الأساسي في تشخيص العديد من الأمراض العينية بما فيها أمراض القرنية وأسواء الانكسار والزرق الذي يعد واحد من أهم أسباب العمى غير القابل للعكس.³ إضافة إلى دورها في التطبيقات السريرية المختلفة مثل المرضى المرشحين لإجراء عمليات الجراحة الانكسارية ومرضى عمليات الساد الذين يحتاجون زراعة عدسات ضمن العين التي يحتاج قياسها لمعرفة الأبعاد الدقيقة للغرفة الأمامية وغيرها الكثير.

في الوقت الحالي، يعتبر تنظير الزاوية gonioscopy هو المعيار الذهبي في تقييم زاوية البيت الأمامي؛ لكنه يتطلب تدريباً جيداً وخبرة سريرية إضافة إلى كونه إجراءً مزعجاً وقد لا يتحملة بعض المرضى نظراً للحاجة لاستخدام عدسات خاصة بشكل ملاصق للعين. كما يمكن تقييم زاوية البيت الأمامي باستخدام التصوير المجهرى الحيوي بالأمواج فوق الصوتية Ultra-sound biomicroscopy لكنه كذلك يعتبر إجراءً تماسي يتطلب إجراؤه يدأً خبيرة، عدا عن كونه فحصاً مزعجاً للمرضى.⁴

يستخدم نظام تحليل القسم الأمامي سايرس The Sirius anterior segment analysis system (CSO, Florence, Italy) كاميرا Scheimpflug تدور بزاوية 360 درجة جنباً إلى جنب مع قرص Placido طوبوغرافي³ مكون من 22 حلقة للحصول على 25 مقطع شعاعي من القرنية. يوجد ضوء LED أزرق ذو طول موجي 475 نانومتر يقوم بقياس 35632 نقطة على السطح الأمامي للقرنية و 30000 نقطة على السطح الخلفي. وبالتالي يعطي معلومات عن الأقسام الأمامية للعين بسرعة وبطريقة غير باضعة⁵، فهو يعطي معلومات عن انحناءات القرنية (K) keratometry، سماكة القرنية المركزية (CCT) central corneal thickness، عمق البيت الأمامي (ACD) anterior chamber depth، قطر القرنية الأفقي (WTW)، وقطر الحدقة وذلك بقياس واحد.⁶

تم وصف التصوير المقطعي التوافقي البصري (Optical Coherence Tomography (OCT منذ أكثر من 20 عاماً، وهي طريقة تصوير غير باضعة أحدثت ثورة بالتصوير العيني الموضوعي ضمن النسيج الحي⁷. سريراً، أصبح التصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الخلفي من العين (Posterior OCT) تقريباً جهاز التشخيص المعياري لأمراض الأقسام الخلفية، وخصوصاً أمراض ما حول اللطخة والعصب البصري، وذلك باستخدام طول موجة يبلغ 830 نانومتر. حديثاً، تم تطوير التصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي (Anterior Segment OCT (AS-OCT باستخدام طول موجة يقيس 1310 نانومتر لأهداف سريرية⁸، بعد أن كان شائع الاستخدام لأهداف بحثية.

على الرغم من حداثة تقنية التصوير هذه نسبياً، مرّ تصوير الـ AS-OCT بالعديد من الابتكارات التقنية، ابتداءً بأجهزة time-domain OCT من حيث كونها الأولى التي أُعدت لتصوير الغرفة الأمامية⁹.

تم ابتكار أجهزة spectral-domain OCT لتصوير القسم الخلفي من العين بدايةً، ثمّ تمّ تطوير هذه الأجهزة لتصوير الغرفة الأمامية، ومثال عليها جهاز Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) الموافق عليه من قبل من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية. إنّ جهاز Spectralis يستخدم طول موجة ضوئية أقصر (880 نانومتر) ويسمح ذلك بإنتاج صور محورية أعلى دقة من صور time-domain OCT مما يسمح برؤية أفضل للبنى داخل العين مثل خط شوالبه ومهماز الصلبة وقناة شليم¹⁰. ومع ذلك، إنّ طول الموجة الأقصر يسمح برؤية الغرفة الأمامية كاملة بلقطة واحدة¹¹.

وبالمقارنة مع طرق التصوير الاستقصاء التقليدية للغرفة الأمامية مثل الفحص المجهرى بالموجات فوق الصوتية ultrasound biomicroscopy، تعتبر أجهزة AS-OCT الحديثة ذات دقة أعلى أيضاً. تقدّم هذه الأجهزة أيضاً بديلاً موضوعياً لتنظير الزاوية لغايات التقييم الكمي لقياسات الزاوية القرنية، بالإضافة للتقييم الكمي لقياسات الغرفة الأمامية¹¹.

إنّ إيجاد بيانات القياسات الطبيعية للأقسام الأمامية في العيون الطبيعية عند السورين، يمكن استخدامها لأسباب تشخيصية، أو لمتابعة تطوّر الأمراض العينية. حيث تختلف قياسات الغرفة الأمامية باختلاف الإثنية¹²، كمثال على ذلك، لدى الصينيين عيون ذات غرفة أمامية ضحلة مقارنةً بعيون القوقازيين^{13,14}، قد يفسّر ذلك اختلاف توزّع بعض الأمراض مثل النسبة الأعلى لانتشار الزرق البدئي مغلق الزاوية لدى الآسيويين مقارنةً بالأوروبيين¹⁵، ويشكل فرصة لتفسير أسباب هذه الأمراض.

هناك العديد من الدراسات المجراة لتقييم قياسات الأقسام الأمامية وتطبيقاتها السريرية المختلفة. لكن حتى الآن، فقط القليل منها أُجري للتأكد من التوافق في هذه القياسات بين جهاز سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري OCT. ولذلك، ونظراً لأهميتها السريرية فإن الهدف من هذه الدراسة هو أخذ قياسات الأقسام الأمامية للعين باستخدام طريقتين مختلفتين، هما جهاز Sirius و AS-OCT، ومقارنة النتائج بينهما.

2. بعض الدراسات السابقة:

يوجد بعض الدراسات المشابهة لدراستنا مثل دراسة أجراها **<Lu et al>**⁽³⁾ في الصين عام 2018 على 100 عين. تم قياس ثخانة القرنية المركزية (CCT) وعمق البيت الأمامي (ACD) وقطر القرنية الأفقي باستخدام جهاز SS-OCT (IOLMaster 700) وجهاز Sirius (Scheimpflug-Placido tomographer) لم تجد هذه الدراسة فرقاً هاماً إحصائياً في قيم متوسط ثخانة القرنية المركزية CCT ومتوسط قطر القرنية الأفقي عند المقارنة بين جهاز سايرس وجهاز التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية .

وأجرى كذلك **<Yi et al>**⁽⁴⁾ دراسة في كوريا الجنوبية عام 2008 على 161 عيناً. تم قياس زاوية البيت الأمامي (ACA) باستخدام جهاز (ACA) باستخدام جهاز (Pentacam) PTC, Oculus Inc Lynnwood, WA, USA

جهاز التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية (AS-OCT (AOCT; SL-OCT, Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany). لم تجد هذه الدراسة فرقاً هاماً إحصائياً في قيم ACA بالأنسي وبألوحشي عند المقارنة بين الجهازين

كما أجرى <Böhm et al>⁽¹⁶⁾ دراسة في جامعة Goethe بألمانيا عام 2022 على 95 عيناً. تم قياس ثخانة القرنية المركزية (CCT) ، وثخانة العدسة المركزية (CLT) باستخدام جهاز Scheimpflug tomography (Pentacam AXL) وجهاز swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) (IOLMaster 700) وجهاز intraoperative optical coherence tomography (iOCT). وجدت هذه الدراسة فرقاً هاماً إحصائياً في قيم ACD عند مقارنة جهاز البنتاكام مع جهاز ال SS-OCT وكذلك عند مقارنة جهاز البنتاكام مع جهاز iOCT، ولم تجد فرقاً هاماً إحصائياً عند مقارنة CCT و CLT بين الأجهزة الثلاث.

3. مشكلة البحث:

نظراً لأهمية تشريح وفيزيولوجيا الأقسام الأمامية للعين وتأثرها بالعديد من الأمراض العينية وعلى رأسها الزرق، وبسبب التغيرات التي تحصل فيها بعد العمليات العينية مثل خزع القرنية وجراحة الساد والزرق، ولأهميتها السريرية في العديد من التطبيقات مثل حساب قياس العدسات المزروعة في العين وعمليات الجراحة الانكسارية وغيرها، فإن الحساب الدقيق لقياساتها بالغ الأهمية مما يستوجب معرفة موثوقة الأجهزة المختلفة في قياسها ومدى التوافق بينها.

4. هدف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى أخذ قياسات الأقسام الأمامية في عيون السورين الطبيعية للأشخاص المراجعين لمستشفى المواساة الجامعي في دمشق لأسباب غير عينية، وذلك باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للغرفة الأمامية والموافق عليه من قبل إدارة الغذاء والدواء والذي يستخدم تقنية Spectral Domain من نوع Spectralis (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) و نظام تحليل القسم الأمامي سايرس (CSO, The Sirius anterior segment analysis system

(Florence, Italy) ومقارنة النتائج بينهما. تشمل هذه القياسات: سماكة القرنية المركزية، القطر الأفقي للقرنية، قياس زاوية الغرفة الأمامية. سيتم دراسة تأثير العوامل الديموغرافية على هذه القياسات، والفروقات بناءً على الجنس والعمر.

5. أهمية البحث:

معرفة مدى التوافق بين نظام التحليل الأمامي والتصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية وإمكانية الاستعاضة بأحدهما عن الآخر.

6. مسوغات البحث:

إن إيجاد بيانات القياسات الطبيعية للأقسام الأمامية في العيون الطبيعية عند السوريين يمكن استخدامها لأغراض تشخيصية أو لمتابعة تطور الأمراض العينية خاصة فيما يخص الجهرة الأكبر المتعاملين معها محلياً إضافة إلى العديد من التطبيقات السريرية. ولذلك فإن الحساب الدقيق لقياساتها بالغ الأهمية مما يستوجب معرفة موثوقية الأجهزة المختلفة في قياسها ومدى التوافق بينها. وعلى حد علمنا، لم يتم إجراء بحث لمقارنة القياسات بين الجهازين المذكورين حتى الآن.

7. محددات البحث:

إن مقارنة قياسات الأقسام الأمامية في العيون الطبيعية عند السوريين باستخدام نظام التحليل الأمامي والتصوير المقطعي التوافقي البصري لمعرفة مدى التوافق بينهما وإمكانية الاستعاضة بأحدهما عن الآخر يحتاج إلى عينة كبيرة تشمل مشاركين من مختلف المحافظات السورية، وهذا لا يمكن تحقيقه بسبب عدم القدرة على إجراء البحث خارج مدينة دمشق لعدة أسباب منها عدم قدرة الباحث على السفر إلى باقي المحافظات، إضافة إلى عدم توافر الأجهزة المذكورة في جميع المحافظات السورية.

8. حدود البحث:

- صغر العينة المدروسة.
- عدم تغطية الفئات العمرية كلها.

9. منهج البحث وأدواته:

- سيتم إطلاع المشاركين المشمولين في الدراسة على هدفها وإجراءاتها، وأخذ الموافقة المستنيرة منهم بشكل طوعي.
- إجراء استجواب سريري يشمل قصة العينية، والجهازية، والدوائية، والجراحية.
- إجراء فحص عيني شامل يتضمن:
 - فحص عيني سريري لأقسام العين الأمامية باستخدام المصباح الشقي (Topcon Slit Lamp SL-D7, Tokyo, Japan).
 - قياس أسوء الانكسار باستخدام جهاز قياس أسوء الانكسار الأوتوماتيكي (Topcon Autorefractor KR-8100P, Tokyo, Japan).
 - تقييم حدة الإبصار المصححة باستخدام جهاز الإسقاط (نموذج E) من مسافة 6 أمتار (Topcon projector ACP8, Tokyo, Japan).
 - قياس ضغط العين باستخدام جهاز قياس ضغط العين بالتسطيح الهوائي باستخدام جهاز (Topcon air puff CT-80, Tokyo, Japan).
 - إجراء تصوير AS-OCT باستخدام جهاز (Spectralis, Spectral Domain OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) على مرحلتين حسب إرشادات المصنّع [9]، المرحلة الأولى لأخذ صورة مقطعية في القرنية، والمرحلة الثانية لأخذ صورة مقطعية لزاوية الغرفة الأمامية بتقنية تعزيز العمق EDI. سيتم أخذ الصور في غرفة مظلمة

(0 Lux)، وذلك من قبل ذات الموظف. أخذ عدة صور حتى تحديد الصور الأكثر دقة دون ارتجاج أو تشويش.

○ إجراء صورة طبوغرافيا للقرنية والبيت الأمامي باستخدام جهاز The Sirius anterior segment analysis system (CSO, Florence, Italy).

○ حساب الطول الأمامي الخلفي للعين بالأمواج فوق الصوتية (Quantel Medical Cine Scan).

○ فحص قعر العين بالتنظير غير المباشر عبر المصباح الشقي باستخدام عدسة Volk 78 diopter بعد تقطير موسع حدقي 1% Cyclopentolate، بفارق قطرتين بفارق عشر دقائق.

○ قياس أسوء الانكسار النهائية بعد شل المطابقة باستخدام جهاز قياس أسوء الانكسار الأوتوماتيكي (Topcon Autorefractor KR-8100P, Tokyo, Japan).

يمكن تقسيم الجزء النظري إلى عدة فصول:

- ❖ الفصل الأول: يتحدث عن القرنية من حيث التطور الجنيني، والتشريح، والفيزيولوجيا.
- ❖ الفصل الثاني: يتحدث عن مشعرات البيت الأمامي.
- ❖ الفصل الثالث: يتحدث عن طرق قياس مشعرات البيت الأمامي.

بينما الجزء العملي قمنا بدراسة الفرق بين نظام التحليل الأمامي والتصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية ثم مناقشة النتائج ومقارنتها مع الدراسات العالمية ووضع الاستنتاجات المناسبة.

الجزء الأول

الدراسة النظرية

الفصل الأول

القرنية

أولاً: لمحة جنينية:

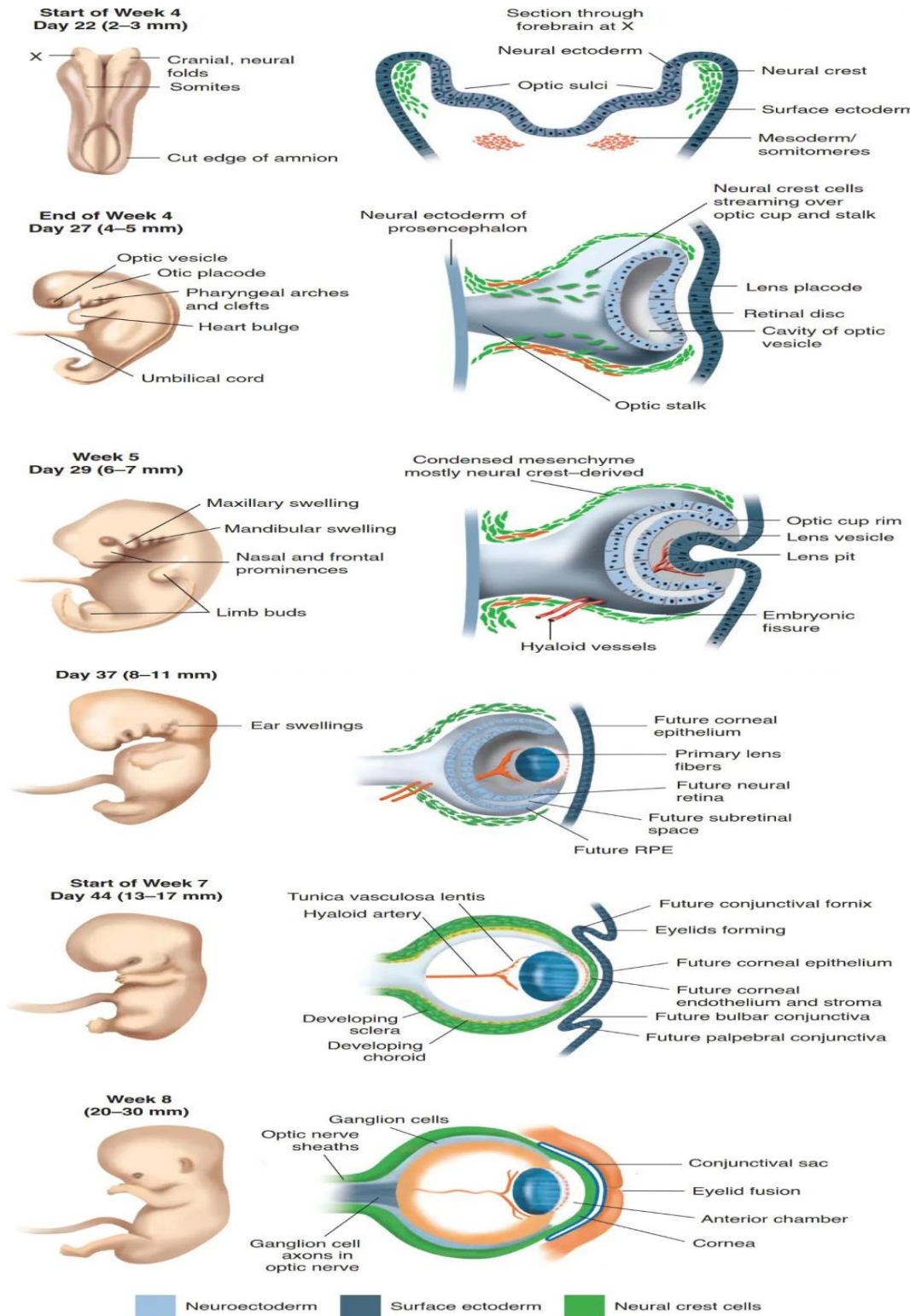
تُشتق ظهارة القرنية من الأديم الظاهر (Ectoderm)، وتُشتق لحمة القرنية وغشاء ديسمييه وبطانة القرنية من العرف العصبي (Neural Crest) (الشكل 1).

يتشكل حويصل العدسة (Lens Vesicle) في الأسبوع الحاملي 4-5، ثم تقوم خلايا الأديم الظاهر بتغطية العيب التالي لانغلاق حويصل العدسة، وتتشكل ظهارة القرنية البدئية المكونة من طبقتين من الخلايا. تصبح الظهارة البدئية مؤلفة من 4-5 طبقات بين الأسبوعين 8-26، وهذه الظهارة مسؤولة أيضاً عن تشكيل طبقة بومان، التي تصبح قابلة للكشف في الأسبوع 20.

تبدأ الهجرة الأولى لخلايا الأديم المتوسط (Mesoderm) المشتقة من العرف العصبي لتنتشر تحت خلايا ظهارة القرنية حوالي الأسبوع الحاملي 5، وتشكل هذه الخلايا البطانة البدئية، التي تتألف من طبقتين من الخلايا، وخلال الأسبوع الحاملي 8 تصبح البطانة البدئية طبقة واحدة، وتبقى الظهارة والبطانة متقابلتين حتى الأسبوع الحاملي 7؛ حيث تحدث هجرة ذاتية من خلايا الأديم المتوسط لتشكل لحمة القرنية الخلوية الثانوية. يبدأ تشكيل غشاء ديسمييه من قبل الخلايا البطانية في الشهر الثالث، وفي الشهر السابع تشبه قرنية الرضيع قرنية البالغ في معظم الخصائص البنيوية ما عدا الحجم.

عند الولادة يكون القطر الأفقي للقرنية وسطياً 9.8 ملم، وتستمر القرنية بالنمو خلال فترة الطفولة لتصل لحجم قرنية البالغ بعمر السنتين مع قطر أفقي 11.7 ملم، والبنية الوحيدة التي تستمر بزيادة السماكة هي غشاء ديسمييه؛ مع زيادة 6-11 مكرون منذ الولادة وحتى البلوغ. (16-18)

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي



الشكل (1) التطور الجنيني للغرفة الأمامية (18)

ثانياً: التشريح العياني:

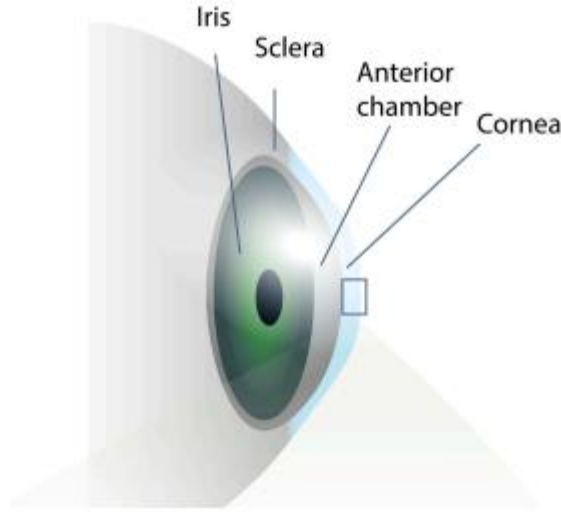
تشكل القرنية والصلبة الجدار الخارجي لكرة العين، وتُعدّ القرنية نسيجاً شفافاً وغير موعى، وتُغذى بواسطة الانتشار عبر الخلط المائي من الخلف وعبر الدمع من الأمام، وهي مسؤولة مع فلم الدمع عن السطح الأمامي الكاسر للعين؛ حيث تسهم القرنية بثلاثي القوة الكاسرة للعين بحوالي 40-44 كسيرة، وهي قوة ثابتة الشدة ولا تتأثر بعملية المطابقة على عكس العدسة، وتبلغ قرينة انكسار القرنية (1.376).

تأخذ القرنية لدى البالغ شكلاً بيضوياً (الشكل 2)؛ حيث يكون القطر الأفقي 11.7 ملم وأكبر من القطر العمودي 10.6 ملم؛ وينتج هذا الشكل البيضوي عن الامتداد الأمامي للصلبة في الأعلى والأسفل. يكون المحور العمودي للقرنية أكثر تحدباً من المحور الأفقي عند الشباب، وهذا ما يسبب حرجاً موافقاً للقاعدة؛ أما مع تقدم العمر يتغير هذا الحرج ليصبح حرجاً مخالفاً للقاعدة حيث يصبح المحور الأفقي للقرنية أكثر تحدباً من المحور العمودي.

يبلغ نصف قطر انحناء الوجه الأمامي 7.8 ملم، وهو أقل من نصف قطر انحناء الصلبة البالغ 11.5 ملم، مما يترك منطقة انتقالية بينهما يبلغ عرضها 1.5-2 ملم وتدعى الحوف، ويبلغ نصف قطر انحناء الوجه الخلفي 6.5 ملم.

تُعدّ المنطقة المركزية أرق منطقة بالقرنية بسماكة تبلغ 520 ميكرون، وتزداد سماكتها تدريجياً نحو المحيط لتصل إلى أكثر من 700 ميكرون، وتبلغ مساحة القرنية 1.38 سم². (16-18)

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي



الشكل (2) شكل القرنية (19)

ثالثاً: التشريح المجهرى:

تتألف القرنية من خمس طبقات، وهي بالترتيب من الخارج إلى الداخل:

1. ظاهرة القرنية (Corneal Epithelium):

هي ظاهرة مطبقة حرشفية غير متقرنة، تبلغ سماكتها حوالي 50 ميكرون، وتتألف من 5-7

طبقات تشمل 3 أنواع من الخلايا: الخلايا السطحية، والمجنحة، والقاعدية (الشكل 3).

الخلايا السطحية: مكونة من 2-3 طبقات من خلايا مسطحة مضلعة الشكل، وتمتلك زغابات مجهرية

على سطحها لتزيد مساحة السطح، ويوجد اتصالات قوية بين الخلايا السطحية.

الخلايا الجناحية: مكونة من 2-3 طبقات من الخلايا وسميت جناحية لأن شكلها يشبه الجناح.

الخلايا القاعدية: طبقة وحيدة من الخلايا مكعبة أو أسطوانية الشكل، وتحوي عدداً كبيراً من العضيات

داخل الخلية، وهي الخلايا القرنية الظهارية الوحيدة الفعالة من ناحية الانقسام، وهي التي تشكل الخلايا

المجنحة والسطحية، وتتصل مع الغشاء القاعدي بأنصاف الجسيمات الوصلة.

تبلغ سماكة الغشاء القاعدي للخلايا الظهارية 40-60 ميكروناً، ويتألف بشكل أساسي من

الكولاجين من النمط الرابع، ويقسم إلى Lamina Lucida و Lamina Densa، ويمتلك الغشاء القاعدي

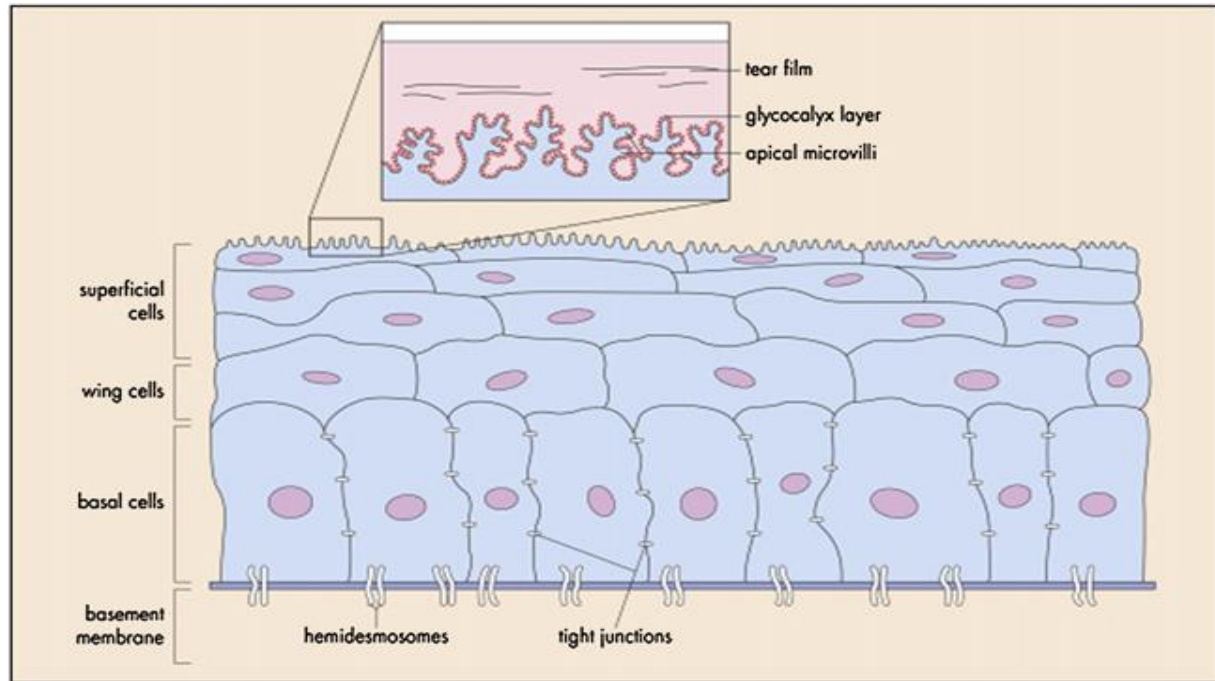
القدرة على الترميم خلال مدة تصل حتى 6 أسابيع.

ويوجد عدة اختلافات بين الظهارة بالقرنية المركزية والقرنية المحيطية؛ حيث ظهارة القرنية

المركزية تتألف من 5-7 طبقات، وتكون الخلايا القاعدية أسطوانية الشكل، ولا يوجد خلايا لانغرهانس أو

خلايا ميلانينية؛ بينما ظهارة القرنية المحيطية تتألف من 7-10 طبقات، وتكون الخلايا القاعدية مكعبة

الشكل، ويوجد خلايا لانغرهانس وخلايا ميلانينية. (20)



الشكل (3) ظهارة القرنية(21)

2. طبقة بومان (Bowman's Layer):

تتألف من ألياف الكولاجين من النمط الأول والخامس والبروتيوجليكانات، وتبلغ سماكتها حوالي 12 ميكرونًا، وهي ليست غشاءً حقيقياً فهي تُعدّ تكثفاً للمنطقة الأمامية من اللحمة، وعلى خلاف غشاء ديسميه فإن طبقة بومان لا تتجدد بعد الأذيات وإنما تستبدل بنسيج ليفي.(22)

3. لحمة القرنية (Corneal Stroma):

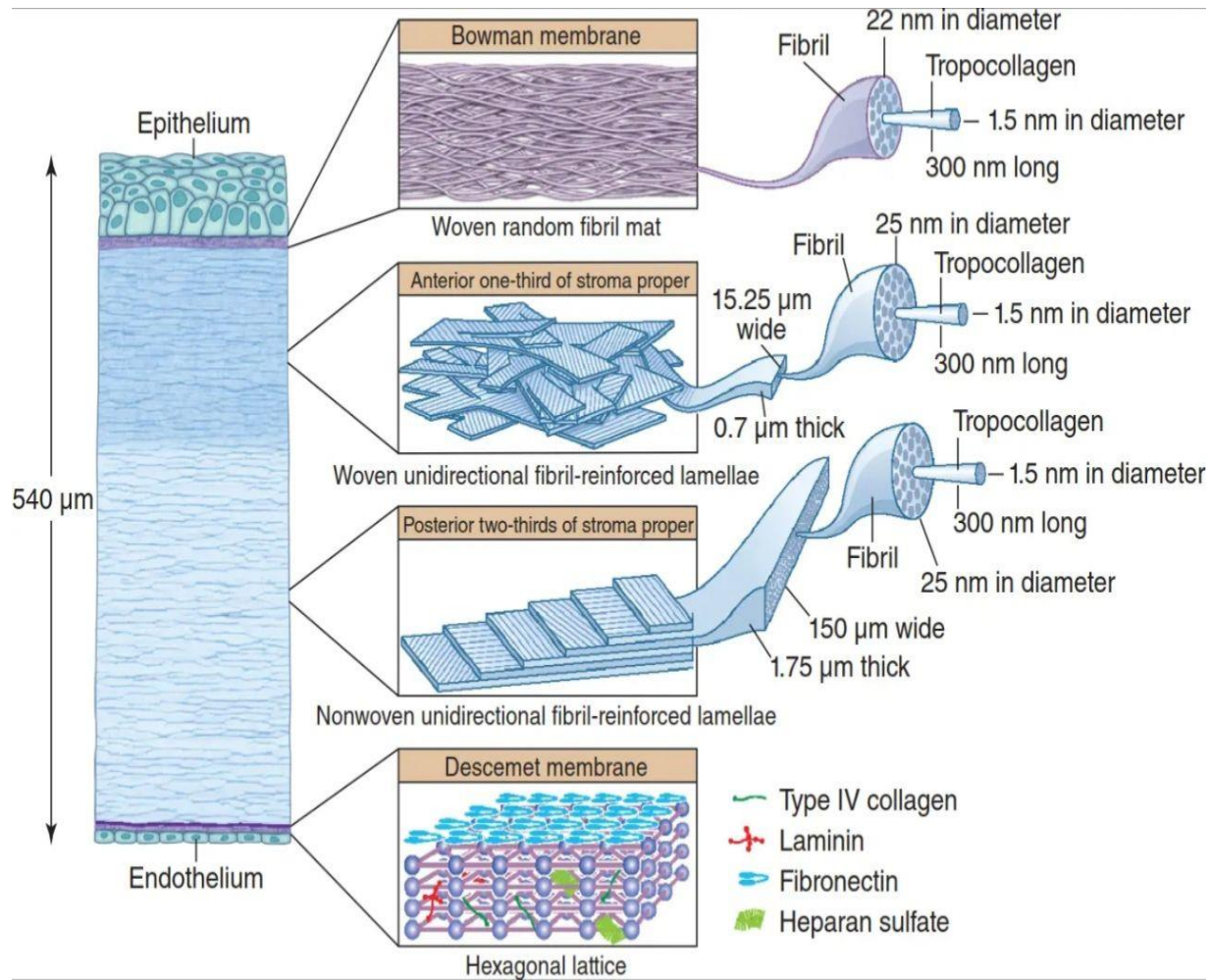
تشكل 80-85% من سماكة القرنية، وتتألف من خلايا قرنية Keratocytes تشبه مولّدات الليف، إضافة إلى وجود الكولاجين من الأنماط التالية: الأول، والثالث، والخامس، والسادس، وكذلك توجد

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

المادة خارج الخلوية التي تتألف بشكل أساسي من الغلوكوز أمينوغليكانات خاصة Dermatan
و Sulfate و Keratan Sulfate (22)

تُعدّ الخلايا القرنية (Keratocytes) هي الخلايا الرئيسية باللحمة، وتتركز بشكل أكبر في القسم
الأمامي من اللحمة، وتقوم بصنع ألياف الكولاجين والغلوكوز أمينوغليكانات التي تُعدّ أساس المادة خارج
الخلوية وضرورية للحفاظ على خواص اللحمة.

تتوزع ألياف الكولاجين في اللحمة ضمن حزم متوازية وتسمى لبيقات؛ وهذه اللبيقات تتجمع ضمن
طبقات أو صفائح (Lamellae)، وتحوي اللحمة عند البشر حوالي 200-250 صفيحة، وتكون هذه
الصفائح متوازية، وتكون كثافة اللحمة بالقسم الأمامي أعلى من القسم الخلفي. (23) (الشكل 4)



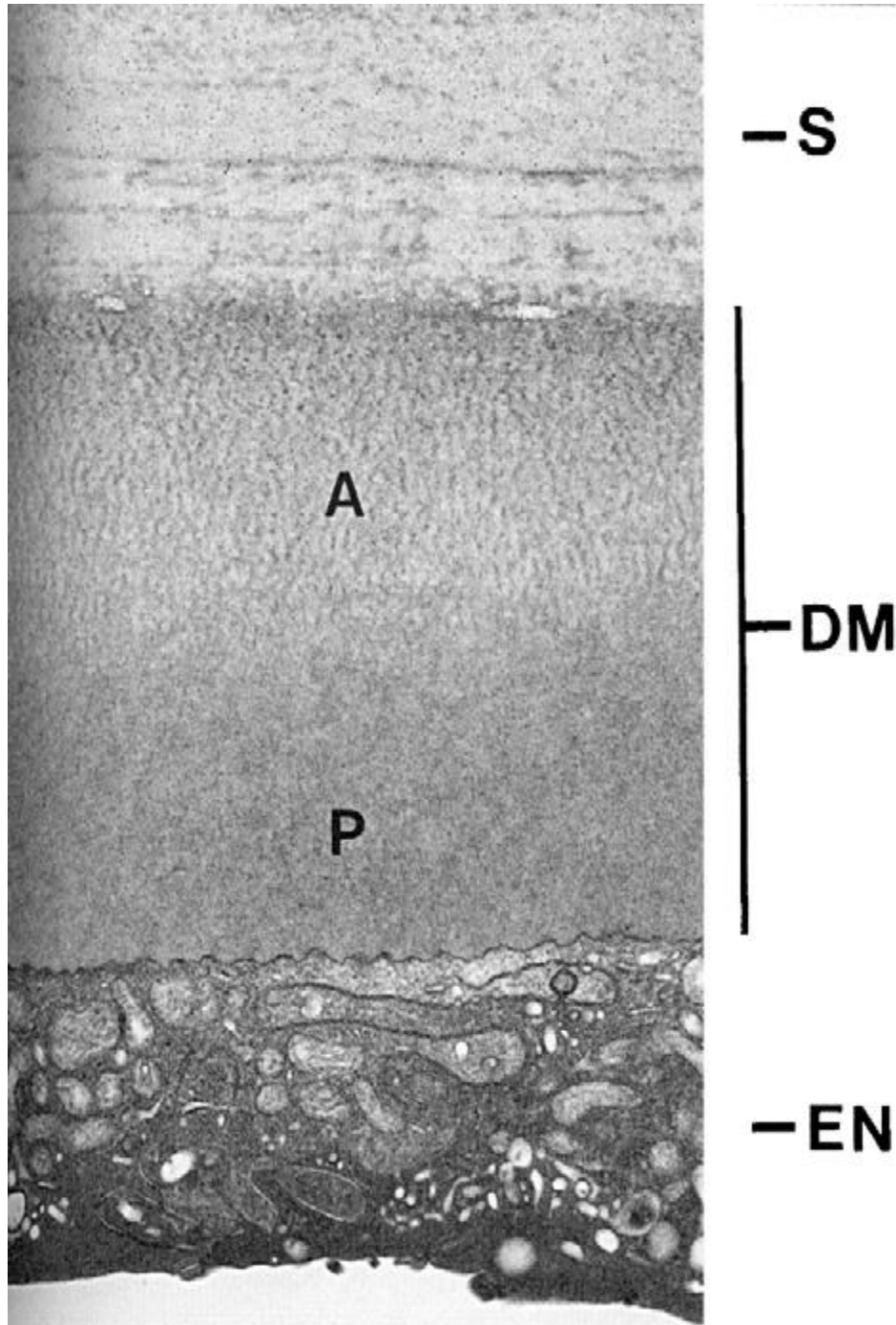
الشكل (4) صفيحات السدى بالقرنية⁽²⁴⁾

يُعدّ القسم الأمامي من اللحمية (100-120 ميكرونًا) مقاوماً لتغيير الشكل؛ وحتى مع وذمة القرنية الشديدة يبقى محافظاً على شكله،⁽²⁵⁾ بينما تحدث زيادة السماكة بالقسم الخلفي وتؤثر بشكل كبير على غشاء ديسميه مسببة تموجات فيه، والمسؤول عن ذلك هو التوزيع الكثيف لصفائح ليبفات الكولاجين بالقسم الأمامي، وكذلك نوع البروتيوغليكان السائد بالقسم الأمامي Dermatan Sulfate وهو مادة محبة للماء بشكل أقل من البروتيوغليكان المنتشر بالقسم الخلفي Keratan Sulfate.

حالياً يعدّ بعض الباحثين أن القسم الخلفي من الستروما يشكل طبقة مستقلة وتدعى طبقة دوا (Dua's Layer)⁽²⁶⁾؛ نسبة للطبيب الهندي Harinder Dua الذي وصفها لأول مرة مع مجموعة من الباحثين البريطانيين في جامعة Nottingham ببريطانيا عام 2013. وتخلو هذه الطبقة من الخلايا القرنية (Keratocytes) وهي طبقة شديدة المقاومة وغير نفوذة للهواء. ⁽²⁶⁾

4. غشاء ديسمييه (Descemet's Membrane):

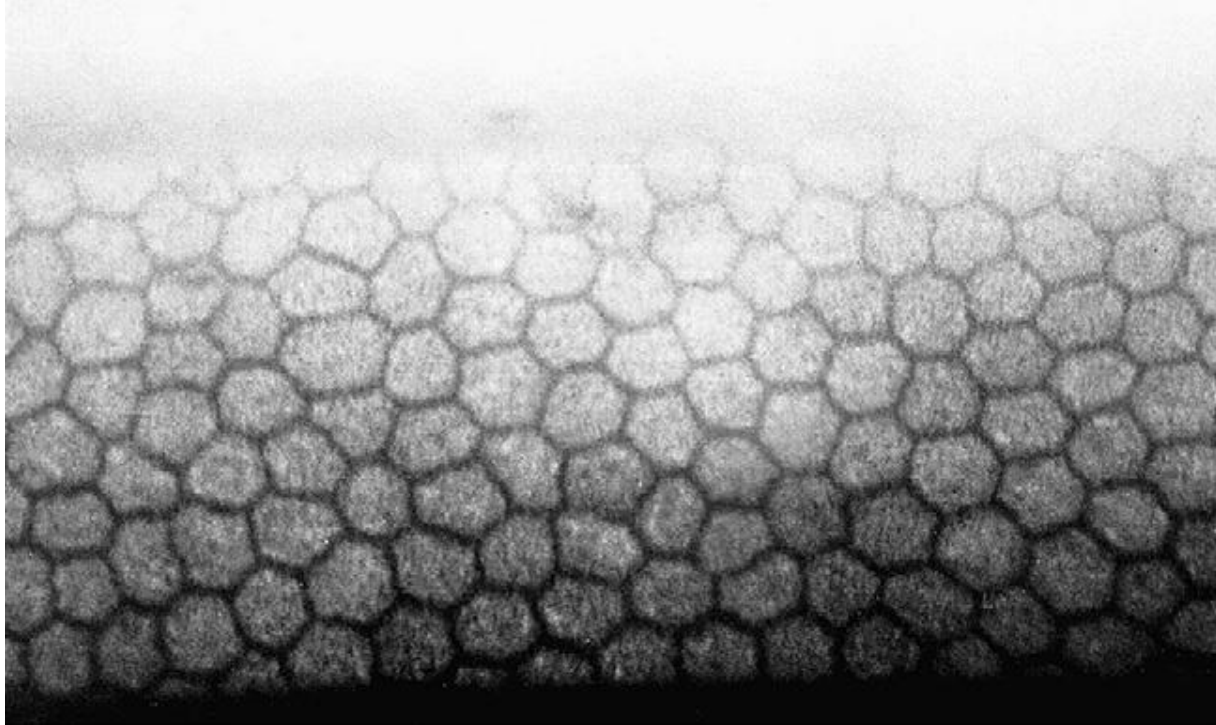
يشكل الطبقة القاعدية للبطانة القرنية، ويتألف بشكل أساسي من الكولاجين من النمط الرابع، ويقسم غشاء ديسمييه لقسمين: قسم جنيني مخطط (3 مكرون) يتشكّل قبل الولادة، وقسم آخر غير مخطط يتشكّل عبر خلايا البطانة مدى العمر، حيث تبلغ سماكة غشاء ديسمييه عند الولادة 3-4 مكرون، وتصل حتى 10-12 مكروناً عند الكهول. ⁽¹⁹⁾ (الشكل 5)



الشكل (5) الطبقتان المشكلتان لغشاء ديسمييه⁽²¹⁾

5. بطانة القرنية (Corneal Endothelium):

تبلغ سماكتها 5 ميكرون، وتتألف من طبقة واحدة من الخلايا سداسية الأضلاع، وعند رؤيتها من الوجه الخلفي تأخذ هذه الطبقة الوحيدة شكلاً يشبه عش النحل. (الشكل 6)



الشكل (6) شكل الخلايا البطانية⁽²¹⁾

تُعَدّ الخلايا البطانية نشيطة استقلابياً، وتحتوي مضخة صوديوم/بوتاسيوم ($\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$) وأنزيم كاربونيك أنهيدراز Carbonic Anhydrase، وكلاهما ضروري لحركة الشوارد بين اللحمية والخلط المائي، وكذلك لتنظيم محتوى الماء ضمن القرنية.

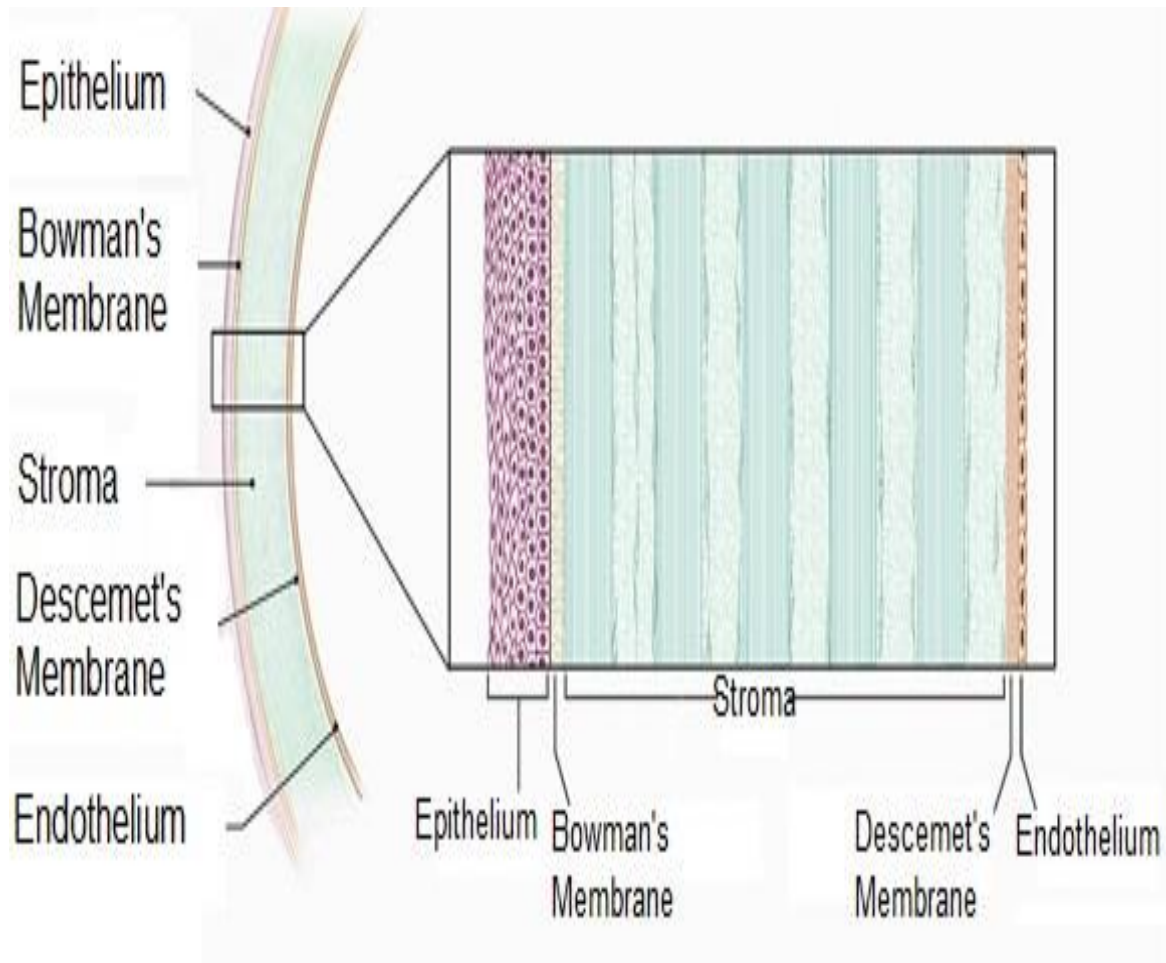
يبلغ عددها عند الوليد حوالي 400 ألف-500 ألف خلية، وعلى الرغم من عدم قدرة الخلايا البطانية على التكاثر في الأحياء؛ فقد لوحظ أن الخلايا البطانية تمتلك القدرة على التكاثر، ولكن هذه

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

القدرة غائبة في الحالات الطبيعية نتيجة إيقاف المرحلة G1 من الدورة الخلوية، ويبدو أن التماس بين
الخلايا البطانية يؤثر بشكل مهم في تثبيط تكاثر الخلايا البطانية.

تبلغ كثافة الخلايا البطانية لدى الولادة حوالي 3500 خلية/ملم²، وبسبب عدم التجدد عند الأحياء

يحدث تناقص تدريجي مع التقدم بالعمر، حيث تتناقص سنوياً بمعدل 0.6% كل سنة. (28,27)

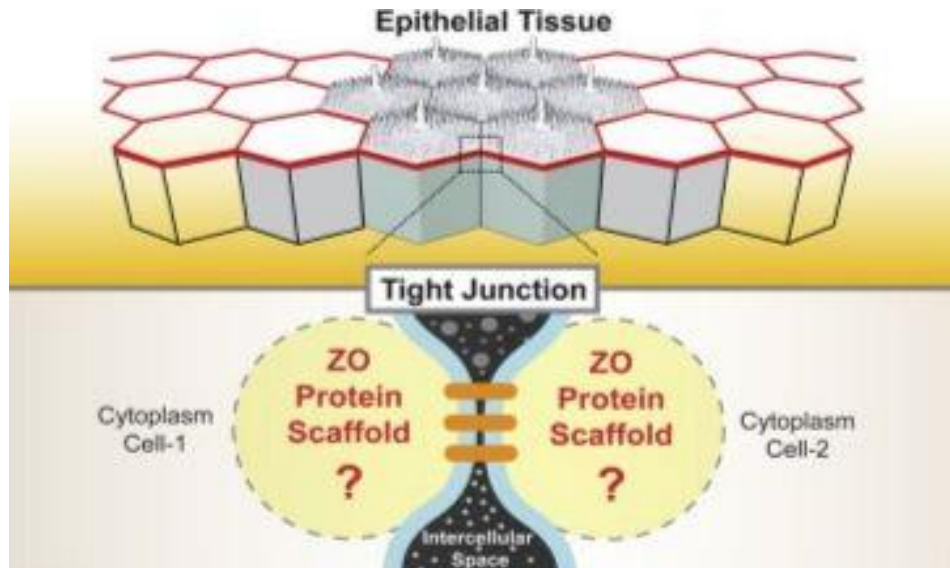


الشكل (7) طبقات القرنية⁽²⁰⁾

رابعاً: الفيزيولوجيا:

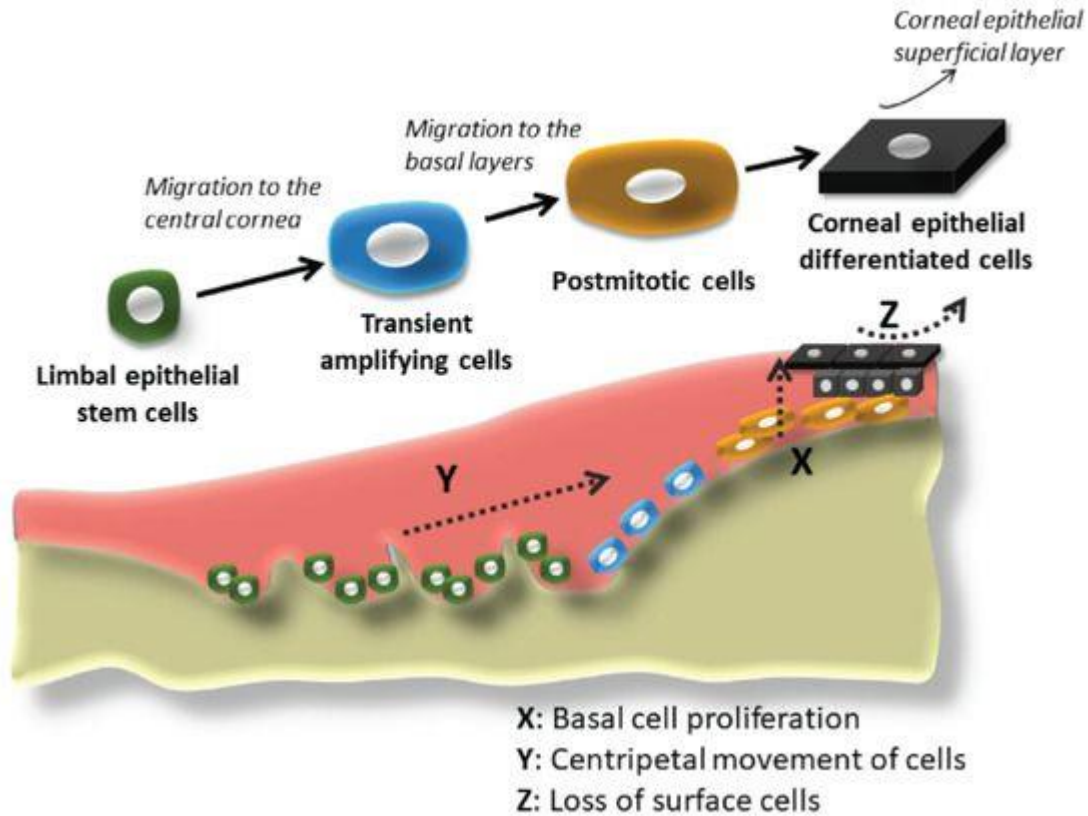
4-1 - الظهارة (Epithelium):

تلعب الظهارة دوراً مركزياً في الرؤية حيث أن غالبية القوة الانكسارية للعين تحدث عند السطح الفاصل بين الهواء وفلم الدمع. تتألف الطبقات الأمامية من الظهارة من الخلايا الحرشفية المسطحة والتي توفر الاتصالات الضيقة (Tight Junction) حاجزاً سطحياً، (29) وتساعد في الحفاظ على حالة الجفاف النسبي في القرنية (Deturgescence)، كما يعتبر هذا الحاجز ضرورياً في المناعة والوقاية من دخول العوامل الممرضة إلى القرنية (الشكل 8).



الشكل (8) الاتصالات القوية بين الخلايا الظهارية(30)

تخضع الخلايا الظهارية للقرنية بانتظام لموت خلوي مبرمج (Apoptosis) والتقشر (Desquamation)، ويتم تجديدها عن طريق الانقسام من الخلايا الجذعية في الحوف (Limbus)؛ مما يساهم في حركة الخلايا الظهارية المتجددة باتجاه قمي (الشكل 9)، ويبلغ متوسط عمر الخلايا الظهارية بين 7-10 أيام. (29)

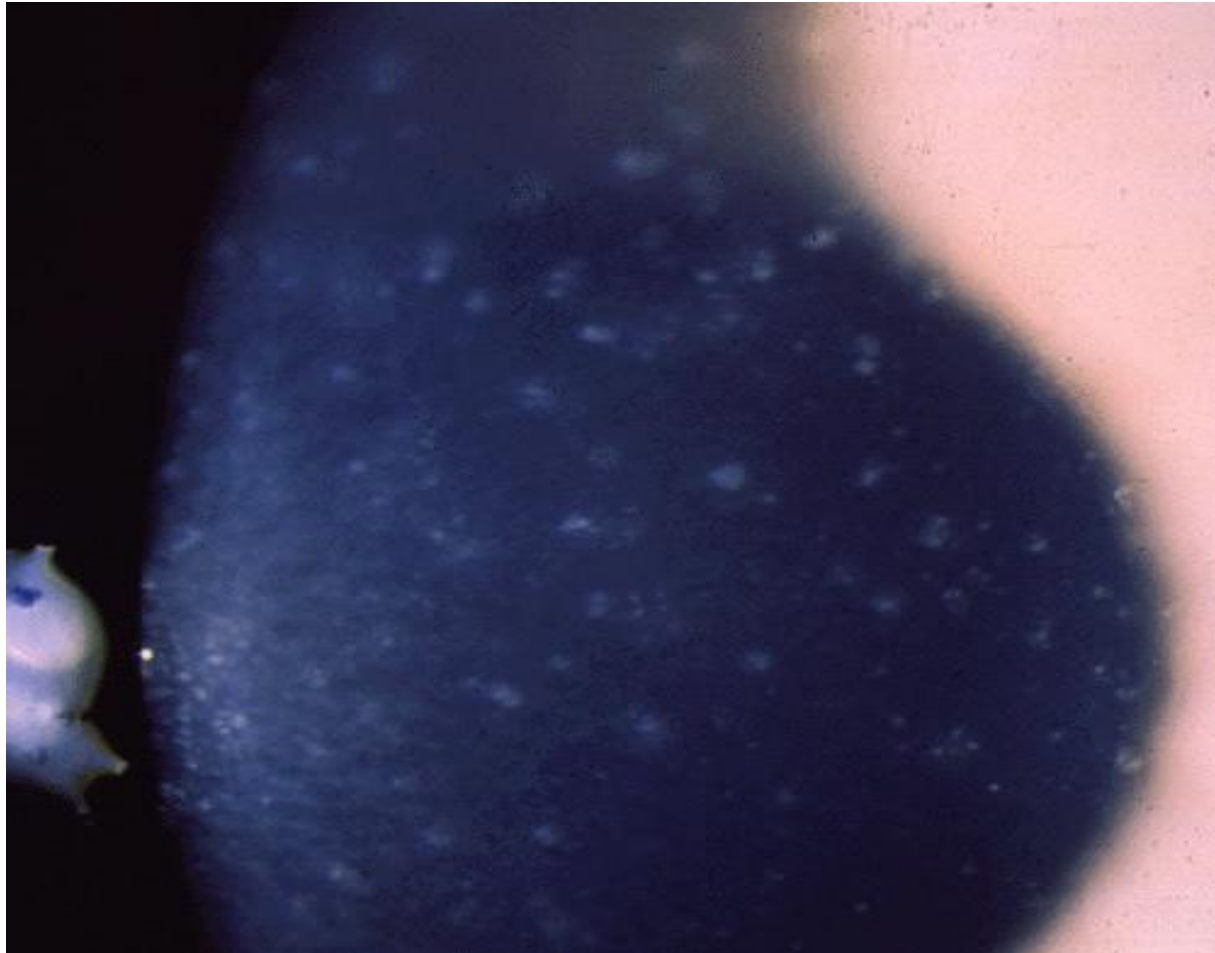


الشكل (9) تجدد الخلايا الظهارية⁽³¹⁾

يختلف التعبير الجيني في الخلايا الظهارية القاعدية أثناء انتقالها من منطقة الحوف إلى القرنية المركزية، حيث أظهرت الدراسات وجود 100 جين يتم التعبير عنه من قبل الخلايا الظهارية بشكل مختلف في الموقعين. (32) ويمكن تأكيد اختلاف التعبير بين الخلايا الظهارية قرب الحوف والخلايا

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

المركزية عن طريق الواسمات الحوفية الخاصة مثل ABCG2 و K19 و vimentin و KGF-R و metallothionein و expolucin alpha9 ، في حين أن واسمات الطبقة القاعدية من ظهارة القرنية تشمل K3 و K12 و Connexin 43 و involucrin و P-Caderin و Nestin و Integrin a2 (33) (a6 b4) بينما يعتبر الكيراتين-12 واسماً خاصاً بظهارة القرنية. (34) يسبب الخلل الوظيفي للكيراتين-12 حدوث حثل ميسمان (Meesmann Dystrophy) (الشكل 10).



الشكل (10) حثل ميسمان (35)

تحتوي الخلايا الظهارية على (36) TOLL-Like Receptors وتفرز السيتوكينات المعززة للالتهاب (Proinflammatory Cytokines) مثل $IL-1\beta$ و $IL-6$ و $IL-8$ و $TNF-\alpha$ ، توجد خلايا لانجرهانز في الطبقة القاعدية من ظهارة القرنية والصفيرة العصبية تحت القاعدية، (37) وتقوم بعملية الانجذاب الكيميائي (Chemotaxis) نحو القرنية المركزية استجابة لإفراز الظهارة (38) $IL-1$. تطلق الظهارة العوامل التي تعدل تمايز الخلايا (Differentiation) وموت الخلايا المبرمج (Apoptosis)، بما في ذلك $TGF-\beta 1$ و PDGF؛ ولذلك يعمل الغشاء القاعدي الظهاري كحاجز مادي لتعديل تأثير هذه العوامل على وظيفة الخلايا القرنية. ثبت أن إزالة الغشاء القاعدي الظهاري تسرع عمليات التئام جروح اللحمية وتسبب زيادة تكوين الندبات والتغيم في السدى. (39)

4-2 - طبقة بومان (Bowman's Layer):

تلعب طبقة بومان دوراً في حماية الصفيرة العصبية تحت الظهارية والتي تمتد عبر السدى الأمامي. ومع ذلك فإن غياب هذه الطبقة الذي يحدث بشكل شائع بعد استئصال القرنية بالعلاج الضوئي (PTK) (PhotoTheraputic Keratectomy) لا يؤدي إلى فقدان الرؤية أو تغييرات بنيوية كبيرة في القرنية بشكل عام. علاوة على فإن طبقة بومان خاصة بالرئيسيات (Primates) ولا تمتلكها باقي أنواع الثدييات (Mammals).

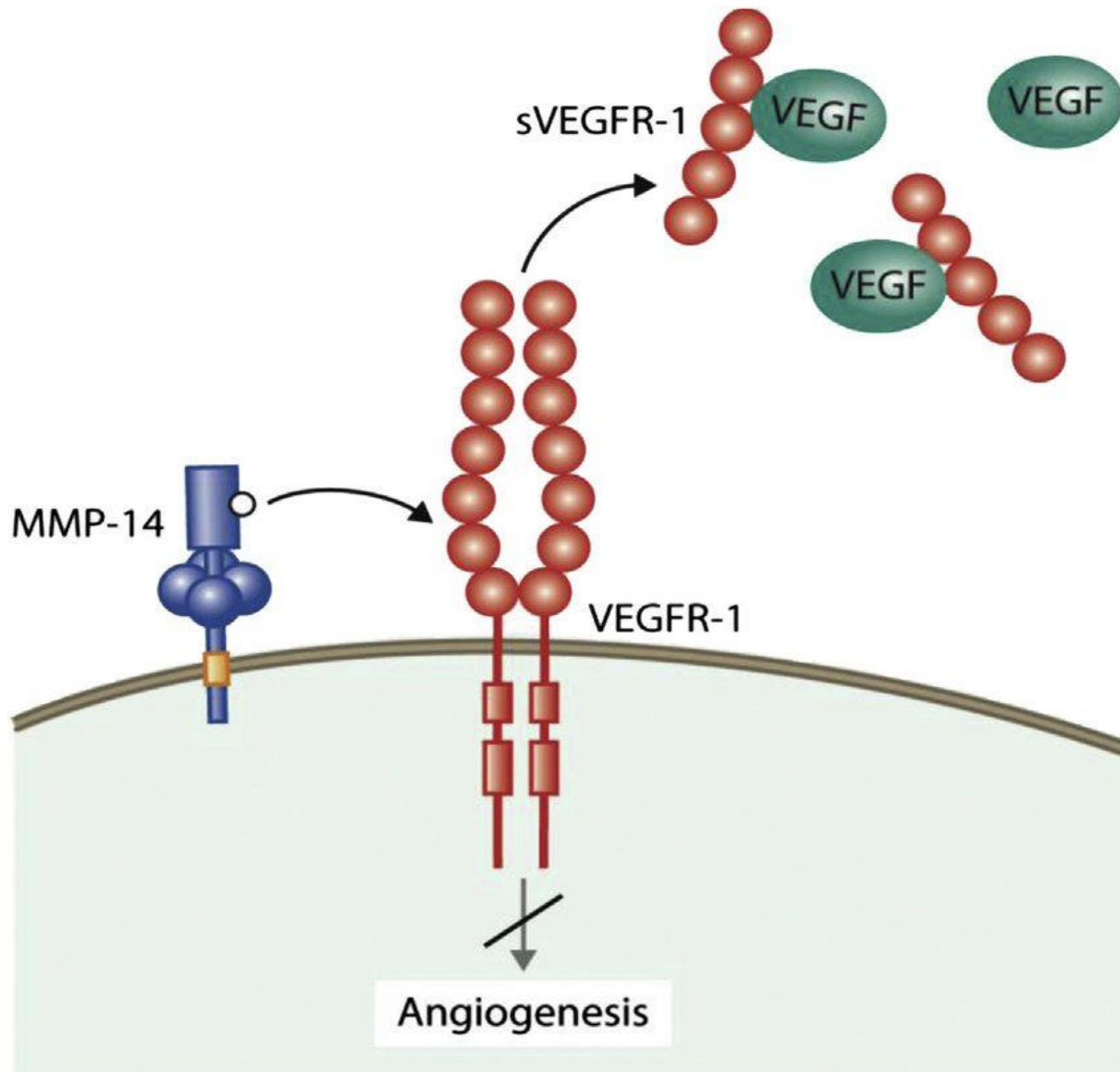
4-3 - السدى (Stroma):

توفر السدى كلاً من الدعم الهيكلي للقرنية والشفافية (Transparency) من خلال تسهيل مرور الضوء عبر حزم ألياف الكولاجين بطريقة تمنع تشتت الضوء (Dispersion). تعزز البروتينوغليكان وجود مسافة صغيرة بين ألياف الكولاجين؛ مما يقلل من حدوث تشتت الضوء، كما يتناقص معامل الانكسار للقرنية مع مرور الضوء عبر المحور الأمامي والخلفي بسبب القرنية الخلفية الأكثر رطوبة. تشمل الاضطرابات في هذا التوزيع بين الصفائح زيادة الماء فيها أو الترسبات غير الطبيعية، وتؤدي هذه الاضطرابات إلى نقصان الشفافية ونقصان حدة الإبصار (Visual Acuity).

تعتبر بلورات القرنية (Corneal Crystallines) بروتينات قابلة للذوبان في الماء وبالتالي تقلل من تشتت الضوء؛ وهي تشبه بذلك بلورات العدسة (Lens Crystalline) والتي تساعد على وضوح الرؤية. تشمل بلورات القرنية على Aldehyde Dehydrogenase (40) Transketolase (41)، Enolase-a (42). وتشكل هذه البروتينات الثلاثة 60% من البروتينات القابلة للذوبان في الماء في القرنية، وتلعب دوراً في تقليل التباين في قرينة الانكسار (Refraction Index) أثناء مرور الضوء عبر السدى. (43)

كما يعتبر غياب الأوعية (Avascularity) ضرورياً للحفاظ على شفافية القرنية، ويعتبر إفراز العوامل المثبطة لنمو الأوعية (Antiangiogenic Factors) ضرورياً لمعاكسة عمل العوامل المحفزة لنمو الأوعية (Proangiogenic Factors). ويعتبر عامل نمو البطانة الوعائية (Vascular VEGF) Endothelial Growth Factor من أهم العوامل المعززة لنمو الأوعية؛ ويتم إبطاله بشكل فعال عن طريق إفراز القرنية لمستقبل VEGF القابل للذوبان 1- (sVEGFR-1 أو sflt-1)، مما يؤدي إلى حبس VEGF وإعاقة نشاطه.

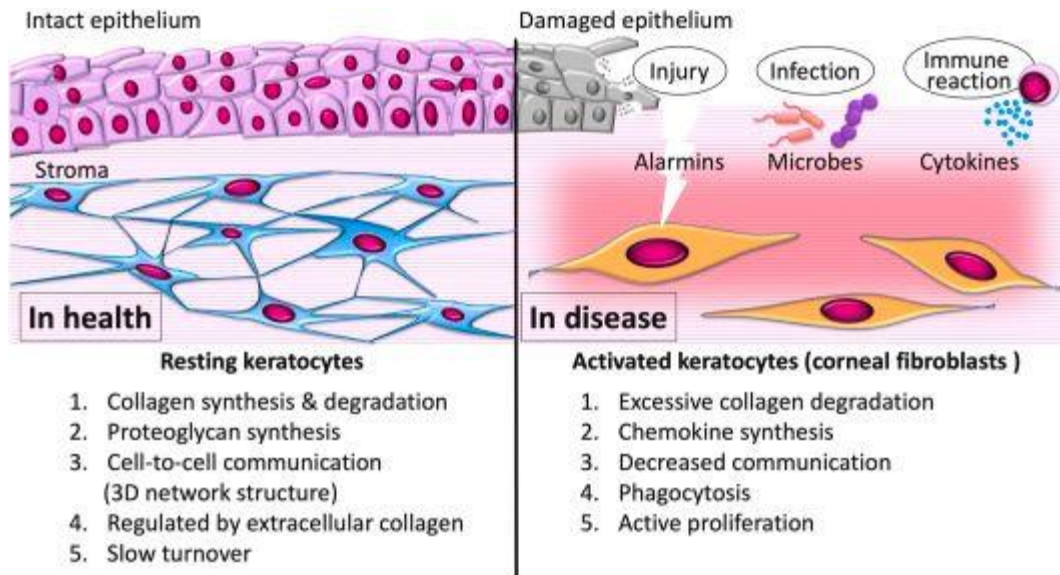
تظهر أهمية العوامل المثبطة لنمو الأوعية من خلال تحييد المستقبل القابل للذوبان عن عبر
الأجسام المضادة أو تداخل الحمض النووي الريبي مما يؤدي إلى زيادة تأثير عامل نمو بطانة الأوعية
(VEGF) وبالتالي زيادة تكوين الأوعية. (44) كما يساهم أيضاً عامل نمو الأرومات الليفية (FGF)
((Fibroblast Growth Factor)) والبروتيناز المطرق الغشائي نمط ١ - 1- MMP (MT1-MMP)
(45) 3. وال Thrombospondins في تنظيم الأوعية الدموية الحديثة. (46)



الشكل (11) صورة مستقبلات VEGF المنحلة (sVEGFR) (47)

تعتمد شفافية السدى أيضاً على التمايز المناسب لخلايا القرنية (Keratocytes). حيث يسبب تعرض خلايا القرنية لجزيئات $TGF-\beta 1$ و PDGF إلى تحويلها لخلايا ليفية تفرز كميات كبيرة من المطرق خارج الخلوي مسببة حدوث تغييم بالقرنية (48) .

كما يلعب السدى أيضاً دوراً محورياً في مناعة القرنية؛ حيث تحتوي القرنية المركزية على خلايا متغصنة غير ناضجة (Precursor Dendritic Cells)، (49) بينما تحوي القرنية المحيطية على خلايا متغصنة مشتقة من نقي العظم، وتوجد البالعات (Macrophage) في السدى الخلفي. (50)



الشكل (12) وظائف خلايا القرنية (Keratocyte) (47)

4-4 - غشاء ديسمييه (Descemet Membrane):

تستمر الطبقات الخلفية غير المخططة لغشاء ديسمييه في زيادة السماكة مع العمر من خلال إفراز البطانة لها، على عكس غشاء ديسمييه الأمامي المخطط (DM) الذي يتشكل بالمرحلة الجنينية ويظل ثابتاً.

يساعد غشاء ديسمييه في الحفاظ على جفاف القرنية باعتباره الغشاء القاعدي لبطانة القرنية، ويبدو هذا الدور واضحاً في ظاهرة استسقاء القرنية (Cornral Hydrops) (الشكل 13)؛ حيث تحدث وذمة حادة موضعة بالقرنية المخروطية بعد التمزق الموضعي في غشاء ديسمييه، كما يؤدي تمزق غشاء ديسمييه علاجي المنشأ (Iatrogenic) أو انفصال غشاء ديسمييه بعد الجراحة أيضاً إلى حدوث وذمة القرنية.



الشكل (13) Hydrops (52)

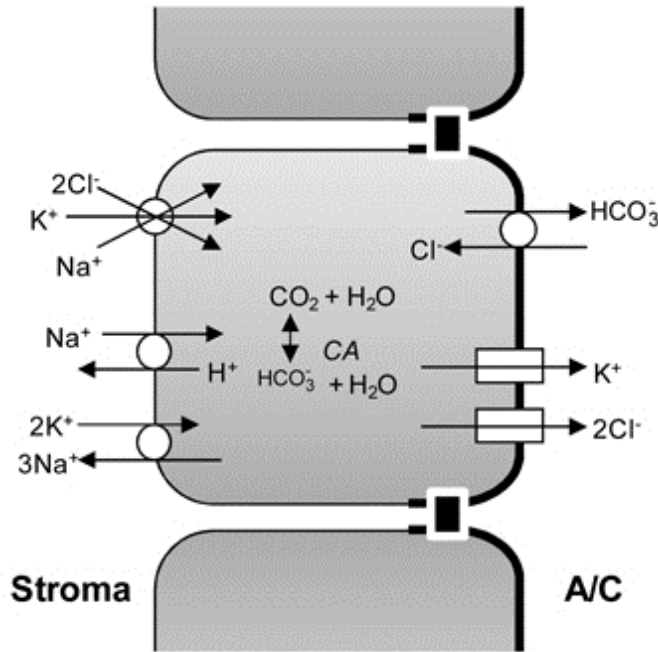
4-5 - البطانة (Endothelium):

تلعب بطانة القرنية دوراً أساسياً في الحفاظ على الجفاف النسبي بالقرنية (Deturgescence) ، وبالتالي تقليل تبعثر الضوء الذي يمر عبر القرنية. تتم المحافظة على هذا الجفاف النسبي عبر الاتصالات الضيقة (Tight Junctions) بين الخلايا البطانية، ونقل السوائل نحو الغرفة الأمامية. يرتبط

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

نقل السوائل عبر البطانة بمجموعة من المضخات الشاردية الموجودة في الأغشية الجانبية (Basolateral)، حيث يعتمد نقل السوائل على التدرجات الشاردية التي يتم تنظيمها بواسطة مضخة الصوديوم والبوتاسيوم ($\text{Na}^+ / \text{K}^+ \text{ ATPase}$) والعديد من المضخات الأخرى (الشكل 14)، ويبدو دور مضخة $\text{Na}^+ / \text{K}^+ \text{ ATPase}$ واضحاً عندما يتم تثبيطها عبر مادة ouabain مما يؤدي لحدوث وذمة

قرنية بشكل فوري



الشكل (14) صورة المضخات (53)

ويسبب انكسار معاوضة البطانة (Cornral Decompensation) حدوث وذمة القرنية بسبب زيادة تدفق الخلط المائي إلى القرنية بمعدل أعلى من الكمية التي يتم ضخها عبر البطانة نحو الغرفة الأمامية. يتم التعبير عن (AQP1) Aquaporin-1 في الخلايا البطانية للقرنية، ويسبب غيابه انخفاض القدرة على معاكسة وذمة القرنية التالية للتعرض لمحلول ملحي ناقص التوتر . (54)

تنخفض كثافة الخلايا البطانية من حوالي 3000-4000 خلية / مم² عند الولادة إلى 2500 خلية / مم² في أواخر مرحلة البلوغ. يكشف الفحص المجهرى متحد البؤر (Confocal Microscope) عن فقدان الخلايا البطانية مع التقدم بالعمر بمعدل 10.92 خلية / مم² سنوياً (55) قد يحدث نقصان كثافة البطانة القرنية بعد الجراحة داخل العين أو الرضوض الأخرى، وقد يؤدي نقصان الكثافة بمقدار عدة مئات من الخلايا لكل مم² إلى حدوث وذمة القرنية. لا تستطيع الخلايا البطانية الانقسام في الجسم الحي على عكس الخلايا الظهارية، وبالتالي يتم استبدال الخلايا البطانية بعد الموت الخلوي عبر الهجرة الخلوية وليس عبر الانقسام الخلوي وتشكل خلايا جديدة. ينتج عن فقدان الموضع للخلايا البطانية هجرة للخلايا البطانية المجاورة، وتشكيل لاحق للاتصالات الضيقة (Tight Junction) واستعادة وظيفة المضخة.

أظهرت الدراسات على القرنيات المجهزة للزرع في بنك العين اختلاف كثافة الخلايا البطانية المركزية (Central) وجانب المركزية (Paracentral) والمحيطية (Peripheral)؛ حيث وجدت الدراسات أن كثافة الخلايا البطانية في المناطق جانب المركزية والمحيطية أعلى من كثافتها بالقرنية المركزية بنسبة 5% و 10% على التوالي. (56) ولا تزال الأسباب الدقيقة لهذا الاختلاف غير واضحة، وقد تكون بسبب أنماط الهجرة أو حركية الخلط المائي، أو حدوث عملية تكاثر بالخلايا البطانية المحيطية لم يتم فهمها بعد.

خامساً: استجابتها للرضوض:

5-1 - الظهارة (Epithelium):

عندما يتمزق أي جزء من الخلية الظهارية يتم فقدان الخلية بأكملها؛ مما يسبب خللاً في الطبقة الظهارية. يعتبر الشكل الميكانيكي هو الأكثر شيوعاً لإصابة الظهارة، ولكن الإصابات الحرارية والكيميائية ممكنة أيضاً. عندما تسبب قوة ميكانيكية كسراً في الحاجز الظهاري تبدأ الخلايا الموجودة على حافة التآكل في تغطية الخلل في غضون دقائق من خلال مزيج من الهجرة الخلوية والتوسع الخلوي. تسبق هذه العملية حدوث تغيرات خلوية ذات طبيعة تشريحية وفيزيولوجية وكيميائية حيوية، بما في ذلك إنشاء امتدادات من الغشاء الخلوي، واختفاء أنصاف الجسيمات الواصلة (Hemidesmosome) من الخلايا القاعدية، وزيادة إنتاج طاقة الميتوكوندريا (Mitochondria).

يمكن لهذه المرحلة المبكرة من تغطية الجرح أن ترمم من 60 إلى 80 ميكرون في الساعة. أظهرت الدراسات أن الطبقة المهاجرة من الخلايا الظهارية على حواف الإصابة تماماً مرتبطة بشدة بالصفحة الظهارية تحتها، مما قد يشير إلى أن الخلايا على حواف الإصابة تسحب الصفحة الظهارية. (57)

يُعتقد أن بروتينات المطرق الخارج خلوي Extracellular Matrix خاصة بروتين الفيبرونكتين تعتبر عنصراً أساسياً في عملية الالتصاق الخلوي والهجرة الخلوية .

بعد 24 إلى 30 ساعة من الإصابة ، يبدأ الانقسام الخيطي (Mitosis) في استعادة تعداد الخلايا الظهارية، وتشارك فقط الخلايا القاعدية والخلايا الجذعية الحوفية في هذا الانقسام الخيطي.

تعتبر إصابة الظهارة أثناء الجراحات داخل العين شائعة، وسببها ميكانيكي بشكل عام، ويمكن معالجتها بنفس طريقة علاج أي إصابة ميكانيكية أخرى لظهارة القرنية، ويكون خطر المضاعفات طويلة الأمد منخفضاً. (57)

5-2 - طبقة بومان والسدى: (Bowman's Layer & Stroma)

يعتبر انفصال السدى عن الخلايا القرنية الأخرى بواسطة طبقة بومان وغشاء ديسيميه ضرورياً لاستتباب القرنية الطبيعي، ويرتبط تعطيل هذا التنظيم بتنشيط عملية التئام جروح السدى. يتكون التئام جروح السدى من 3 مراحل: الإصلاح (Repair)، والتجديد (Regeneration)، وإعادة التشكيل (Remodeling). (58) ثبت أن التئام جروح السدى ينطوي على تفاعل معقد من السيتوكينات وعوامل النمو والكيموكينات، مما يشبه التئام جروح الجلد؛ ولكن الفرق الهام عن جروح الجلد هو عدم غياب الأوعية الدموية في السدى. (59) تكون الاستجابة الأولية لإصابة السدى هي تنشيط الخلايا القرنية (Keratocytes) الموجودة بالسدى وهجرتها، ويمكن أن تحدث في غضون عدة ساعات. تأخذ هذه الخلايا عندما يتم تنشيطها صفات تشبه الخلايا الليفية. (60) تخضع الخلايا القرنية في منطقة الإصابة للموت الخلوي المبرمج (Apoptosis)، وتبلغ ذروته بعد 4 ساعات من الإصابة الأولية. (61) يبدو أن الموت الخلوي المبرمج يعدل استجابة التئام الجروح من خلال التأثير على تنشيط الخلايا القرنية المجاورة. في غضون أسبوع إلى أسبوعين من الإصابة الأولية تدخل الخلايا الليفية العضلية ذات الخصائص الانقباضية المنطقة المصابة، وتشارك في إعادة تشكيل السدى. تقوم هذه الخلايا بالتعبير المتزايد عن بروتيناز المطرق الخلوي (MMPs Matrix Metalloproteinase) (وهي عائلة من

الإنزيمات المحللة للبروتين المسؤولة عن إعادة تشكيل المطرق خارج الخلوي (Extracellular Matrix)،
والفاعل بين الخلايا والمطرق، وتفعيل الخلايا الالتهابية، وتنشيط السيتوكين. (62) في القرنية، يُعتقد أن
ال MMPs مهمة للغاية في إعادة التنظيم المعقدة للكولاجين في جرح السدى. (63) قد تكون ال MMPs
مسؤولة عن فقدان الكولاجين من النمط الرابع في الغشاء القاعدي الظهاري؛ مما يؤدي إلى حدوث ندبات
وتغيم الرؤية. (Haze) غالباً ما يلعب التفاعل بين هذه السيتوكينات و MMPs دوراً حاسماً في تنظيم
عملية إعادة التشكيل المعقدة أثناء التئام الجروح. (64) يمكن أن تستغرق هذه العملية شهوراً أو حتى
سنوات حتى تكتمل؛ وتؤدي النتيجة النهائية في بعض الأحيان إلى تقليل شفافية القرنية بعد فترة طويلة من
حدوث التئام الجرح الأولي .

تتطلب جراحة القرنية الانكسارية اهتماماً وثيقاً بتشريح القرنية ووظيفتها. يعتبر تغيم القرنية
(Haze) وترقق القرنية التدريجي (Ectasia) من مضاعفات الجراحة القرنية الانكسارية التي تحدث
بسبب اضطرابات السدى، ويجب مراعاتها ومعالجتها من قبل الجراحين الذين يقومون بالجراحات
الانكسارية. وجد العديد من الناس أن تغيم القرنية الذي كان من المضاعفات الهامة بعد استئصال القرنية
الانكساري (PhotoRefractive Keratectomy) (PRK) شوه بشكل أقل بعد إدخال العمليات
الجراحية القائمة على الفلاحة لأنها حافظت على طبقة بومان. يبدو أن تغيم القرنية مرتبط بزيادة نشاط
الخلايا القرنية اللحمية عند اختراق هذا الحاجز؛ مما يؤدي إلى أنماط شفاء متغيرة.

ووجدت الدراسات أن تنشيط الخلايا القرنية يرتبط مع حدوث شذوذات في الغشاء القاعدي، وتشكل
حوصلات في الخلايا القرنية وحولها، وعدم التنظيم في البنية الصفائحية لسدى القرنية. (65) تناقص
حدوث تغيم القرنية حالياً بسبب التطور في تقنية الليزر المستخدم بالإضافة إلى التطورات في متابعة
المريض بعد الجراحة مثل إعطاء الستيروئيدات الجديدة واستخدام ميتوميسين سي (Mitomycin C). (66)

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

إن الحاجة المتزايدة لوصول المريض بعد جراحة استحلاب العدسة لقدرة بصرية غير مصححة
١٠/١٠ زادت الحاجة لاستخدام شقوق تصحيح الحرج (Incisional Astigmatic Keratotomy) أثناء
جراحة استحلاب العدسة للتخلص من الحرج الموجود قبل الجراحة. على الرغم من أن هذه العلاجات
ليست جديدة في عالم الجراحة الانكسارية؛ إلا أنها عادت إلى الظهور بنشبة كبيرة حالياً. تعتمد هذه
الإجراءات على البنية الميكانيكية الحيوية للقرنية (Corneal Biomechanic) ؛ مما يجعل من الضروري
أن يعرف الجراح تأثيرات طول الشق القرني وعمقه ومحوره. من أهم القواعد التي تحكم نتائج شق القرنية:
1- تسبب الشقوق العميقة في السدى تأثيراً أكبر، 2- النتام الجروح وتتدبها يزيد من التأثير، 3- تؤدي
الشقوق المقوسة (Arcuate Incision) إلى تسطیح محور الشق ونقصان تحدبه، 4- الشقوق الشعاعية
(Radial Incision) تؤدي إلى تسطیح مركزي وزيادة تحدب محيط القرنية. (65) يوجد بعض
الاختلاطات لشقوق تصحيح الحرج مثل ضعف بنية القرنية، والتهاب القرنية، وسوء التصحيح زيادةً أو
نقصاناً .

3-5- غشاء ديسمييه والبطانة (Descemet Membrane &

:Endothelium)

تحدث الإصابة البطانية بسبب التشوه الموضعي السريع للطبقة الخلوية. ومن أسباب إصابتها
الانحناء المفرط للقرنية في العمليات الجراحية ذات الشقوق الكبيرة مثل استخراج الساد خارج المحفظة
(ECCE) (ExtraCapsularr Cataract Extraction)، أو من الصدمة البطانية الناتجة عن اضطراب
السوائل الشديد أثناء جراحة الساد. تبدو هذه الإصابة سريراً بشكل آفات "مسار الحلزون-Snail" "

(track)أو خطوط رمادية اللون متعرجة على البطانة. لا تقوم الخلايا البطانية بالانقسام الخيطي (Mitosis)في الجسم الحي؛ مما يعني أن الخلايا التالفة يتم استبدالها بسرعة عبر تضخم الخلايا المحيطة وهجرتها المركزية إلى المنطقة المصابة وليس عبر تكاثرها وانقسامها. تتم عملية ترميم المنطقة المصابة في 3 مراحل، وقد تستغرق العملية عدة أسابيع. تتميز المرحلة الأولى بالتغطية الأولية للجرح عن طريق هجرة الخلايا البطانية المجاورة، والتي تشكل حاجزاً مؤقتاً غير كامل، وتكون كثافة المضخات الشاردية قليلة، والاتصالات القوية بين الخلايا (Tight Junctions) غير مكتملة. في المرحلة الثانية يكتمل تشكل الاتصالات القوية بين الخلايا، ويعود عدد المضخات الشاردية إلى المستويات الطبيعية، وتشكل الخلايا البطانية مضلعات غير منتظمة (Irregular Polygons) ، وتعود ثخانة القرنية إلى المستويات قبل الرض، ويتم استعادة الشفافية. تتضمن المرحلة الثالثة إعادة تشكيل الخلايا البطانية لتشكيل المزيد من السداسيات المنتظمة (Regular Hexagons) ، ويمكن أن تستمر هذه المرحلة لعدة أشهر . قد يحدث تمزق بغشاء ديسميه مع القرنية المخروطية، أو كإحدى المضاعفات المحتملة لجراحة الجزء الأمامي من العين. وفي حالة تمزق غشاء ديسميه تحتاج خلايا البطانة المهاجرة لإنتاج غشاء ديسميه جديد. ومن الأمثلة على تمزق غشاء ديسميه حدوث استسقاء القرنية الحاد (Acute Hydrops) مع القرنية المخروطية؛ حيث يمكن رؤية الوذمة القرنية الموضوعة بالمراحل الباكرة، والتي تزول عند إصلاح غشاء ديسميه.

تمتلك خلايا البطانة قدرة ضعيفة على مقاومة الإجهاد الخلوي (Cellular Stress) ؛ حيث يؤدي الإجهاد الخفيف إلى تغيرات في حجم الخلية وشكلها، في حين أن الإجهاد الأشد قد يؤدي إلى فقدان الخلايا بالإضافة إلى تغييرات غير عكوسة في الهيكل الخلوي البطاني. (67) قد يكون الإجهاد الخلوي استقلابي (Metabolic Stress) مثل نقص الأكسجة أو ارتفاع السكر في الدم، أو إجهاد سمي (Toxic

(Stress) مثل الأدوية أو موادها الحافظة، أو إجهاد بسبب التغيرات في درجة ال PH أو الحلولية (Osmolarity) ويعتبر الاستخدام المديد للعدسات اللاصقة من الأمثلة على إجهاد نقص الأكسجة، وقد يؤدي استمرار إجهاد نقص الأكسجة إلى تغيير الشكل، والتشريح الدقيق، ووظيفة الخلايا البطانية البطانة. (68) كما يشكل ارتفاع السكر في الدم مثلاً شائعاً آخر على الإجهاد الاستقلابي الذي قد ينتج عنه تغيرات في البطانة؛ حيث وجدت الدراسات على بطانة القرنية في مرضى السكري من النوع 1 والنوع 2 أن متوسط الكثافة الخلوية (Cell Density) أقل ونسبة اختلاف شكل الخلايا (Pleomorphism) أعلى بالمقارنة من القرنيات الطبيعية لنفس الفئة العمرية. (69)

تعتبر إصابة غشاء ديسمييه وانفصاله من المضاعفات الخطيرة غير الشائعة لجراحة القطعة الأمامية من العين، والتي يمكن أن تؤدي إلى فقدان كبير للخلايا البطانية في بعض الحالات. (70) تشير التقديرات إلى أن انفصال ديسمييه يحدث في 0.5% من جراحات الساد. على الرغم من أن معظم الإصابات تظل صغيرة وموضعية في مكان الجرح القرني؛ إلا أن بعضها يمكن أن يمتد إلى المحور البصري، مما يؤدي إلى إمرضية كبيرة. (71) يجب أن نتذكر أن شفاء غشاء ديسمييه يتطلب هجرة الخلايا البطانية وتكوين غشاء قاعدي جديد، وهي عملية تكون أسهل بكثير إذا بقيت الحواف متقاربة. ولذلك يضع العديد من الجراحين فقاعات هواء أو غاز في الحجرة الأمامية للعين لتثبيت غشاء ديسمييه المفصول على القرنية الخلفية أثناء عملية الشفاء، بينما في حالات الانفصال الأكبر حجماً نستخدم خيط نايلون 10-0 لإعادة الغشاء ميكانيكياً. (72)

تعتبر وذمة القرنية (Corneal Edema) من المضاعفات الهامة بعد جراحة الفاكو، ولوحظت بشكل متكرر خلال السنوات الأولى من جراحة استحلاب العدسة، وسببها إصابة البطانة أثناء الجراحة. في العديد من الدراسات (73) يتراوح فقدان الخلايا البطانية المركزية بعد استحلاب العدسة من 4% إلى

25%. من المحتمل أن تؤثر العديد من العوامل على بطانة القرنية أثناء إجراء استئصال العدسة ويمكن تقسيمها إلى 4 مجموعات: (1) صدمة ميكانيكية مباشرة للبطانة مثل الشق الجراحي، والرض غير المقصود للبطانة بواسطة شظايا العدسة أو الأدوات أو العدسات داخل العين أثناء العملية (2) طاقة الموجات فوق الصوتية التي تؤثر على البطانة بشكل مباشر (3) توليد جذور الهيدروكسيل المؤكسدة (4) التأثيرات البيوكيميائية والميكانيكية لمحلول الإرواء واضطراب جريان الخلط المائي (74)

يجب توخي الحذر أثناء جراحة استئصال العدسة لتجنب لمس الخلايا البطانة الحساسة عن غير قصد، حيث يمكن أن تؤدي الصدمات البسيطة إلى موت الخلايا بشكل كبير. ويدعم ذلك الدراسات التي وجدت أن الشظايا النووية الكثيفة التي تتحرك بالغرفة الأمامية تشكل خطراً للبطانة عندما يكون جريان السوائل مضطرباً بالغرفة الأمامية أثناء الجراحة. (75) ولذلك اقترح أوشر (76) وزملاؤه تقنية استئصال العدسة "بالحركة البطيئة" التي قد تقلل من هذه الصدمة.

من أهم التطورات الرئيسية في الجراحة العينية هو ابتكار المواد اللزجة المرنة البصرية (OVDs) (Optical Viscoelastic Devices) المكونة من هيدروكسي بروبيل ميثيل سلولوز أو كبريتات الكوندرويتين أو هياالورونات الصوديوم، وتحمي هذه المواد البطانة بشكل كبير من الصدمات أثناء العملية. (77) تتميز الـ OVDs المختلفة بخصائص فيزيائية مختلفة، وتوفر مستويات مختلفة من الحماية البطانة من الإصابة الميكانيكية والإصابة بسبب طاقة الموجات فوق الصوتية. تعتبر الطاقة فوق الصوتية التي يتم توصيلها للعين أثناء استئصال العدسة مهمة لإزالة

الساد من خلال شق صغير، ولكنها يمكن أن تسبب ضرراً بالبنى العينية الأخرى خاصة بطانة القرنية الحساسة. خلال بدايات جراحة استئصال العدسة كان مستوى فقدان الخلايا البطانة للقرنية مرتفعاً وطور العديد من المرضى انكسار معاوضة القرنية. (Corneal Decompensation) وجدت العديد من

الدراسات أن مستوى قوة الموجات فوق الصوتية المستخدمة أثناء الجراحة يتناسب طردياً مع فقدان الخلايا البطانية، وغالباً ما يُعزى إلى الصدمة الميكانيكية المباشرة من الموجة الصوتية وكذلك الإصابة الحرارية. (78) انخفض معدل انكسار معاوضة القرنية بعد الجراحة بشكل كبير حالياً مع تطوير طرق أفضل لحماية القرنية؛ من خلال OVDs ، وتعديل طاقة الاستحلاب عبر تقديمها بشكل نبضات من الطاقة في أنماط متغيرة؛ حيث يمكن زيادة كفاءة الجراحة إلى أقصى حد بينما يتم تقليل إجمالي كمية الطاقة ووقت استخدامها والحرارة المولدة داخل العين ، وبالتالي تقليل الإصابات البطانية. (79)

تم التعرف على مستويات مرتفعة من الجذور الحرة المؤكسدة في عيون المرضى الذين خضعوا مؤخراً لجراحة استحلاب العدسة. (80) يُعتقد أن هذه الجذور الحرة ناتجة عن اهتزازات الموجات فوق الصوتية التي تؤدي إلى تفكك بخار الماء. أثبتت العديد من الدراسات الحديثة أن هذه الجذور الحرة هي مصدر مهم لإصابة البطانة بعد استخراج الساد عن طريق إحداث الموت الخلوي المبرمج. (81)

تلعب السوائل أيضاً دوراً مهماً في سلامة القرنية خلال جراحة باطن العين. (82) ويجب تقليل الصدمة الميكانيكية الناتجة عن التدفق المضطرب لمحاليل الإرواء في مكان محصور ، بالإضافة إلى الحفاظ على التركيب الكيميائي الحيوي للغرفة الأمامية أثناء الجراحة.

يجب معرفة درجة الحموضة (PH) والتحمل التناضحي (Osmotic Tolerance) مع جميع محاليل العيون والأدوية والمواد الأخرى المستخدمة حالياً أثناء جراحة الساد الروتينية لاستحلاب العدسة. تشير الدراسات إلى أن بطانة القرنية تحمل درجة حموضة تتراوح بين 6.8 و 8.2 ، وهي مثل درجة الحموضة الموجودة في الخلط المائي الطبيعي. يمكن أن تختلف حلوية الحجرة الأمامية بسهولة أثناء جراحة الساد بسبب تنوع الأدوية والمحاليل المستخدمة في إرواء أو حقن العين. يمكن أن يتسبب هذا

الاختلاف في توزع الخلايا البطانية، أو انحلالها، أو الموت الخلوي المبرمج. تتحمل الخلايا البطانية للقرنية مجالاً واسعاً من الحلولية من 250 إلى 350 مولوسومول. لذلك يعتبر كل من درجة الحموضة (PH) والحلولية لمحلول العين مهمان في الحفاظ على صحة بطانة القرنية.

تعتبر مراقبة باقي السوائل الأخرى المستخدمة داخل العين أثناء الجراحة أمراً لا يقل أهمية عن مراقبة سائل الإرواء. يتم استخدام الأدوية مثل الإبينفرين وأدوية التخدير بشكل روتيني، ولكن يجب تخزينها بشكل صحيح، واستخدامها بتركيزات محددة، وفي درجات حرارة محددة لضمان صحة البطانة. (71) تعتبر العديد من المواد الحافظة في الأدوية العينية مثل ميثيل بارابين والبنزالكونيوم سامة لبطانة القرنية. (83) لهذا السبب يجب أن تكون جميع الأدوية داخل العين خالية من المواد الحافظة أو غيرها من الإضافات غير الضرورية.

تشكل متلازمة الجزء الأمامي السمي (TASS) (Toxic Anterior Segment Syndrome) مثالاً صارخاً على التسمم البطاني، وهي عبارة عن التهاب حاد عقيم في الجزء الأمامي للعين يتطور بعد الجراحة. تظهر العلامات السريرية لل TASS عادةً في غضون 12 إلى 48 ساعة من الجراحة، وتشمل الوذمة القرنية المنتشرة من الحوف إلى الحوف (Limbus-to-limbus Edema) بسبب التلف الواسع لبطانة القرنية. وقد تكون المشاكل في عملية تنظيف وتعقيم الأدوات الجراحية مسؤولة عن هذه المتلازمة. (84)

الفصل الثاني

مشعرات البيت الأمامي

أولاً: ثخانة القرنية:

1-1- أهميتها:

تعتبر سماكة القرنية المركزية (CCT) (Central Corneal Thickness) من المعايير المهمة لسلامة القرنية ووظيفتها، وعلاوة على ذلك يعتبر قياس سماكة القرنية المركزية مهماً لتشخيص القرنية المخروطية، وكذلك لقياس ضغط العين المعدل (Corrected Intraocular Pressure) كجزء من علاج الزرق (٨٥).

1-2- تغيراتها:

يختلف متوسط ثخانة القرنية المركزية بين المجموعات العرقية المختلفة، حيث يتمتع الأمريكيون من أصل أفريقي واليابانيون بثخانة قرنية مركزية أرق مقارنة بالمجموعات الأخرى (٨٦). وبشكل عام ينبغي أخذ العرق في الاعتبار عند تفسير ثخانة القرنية المركزية. يعتبر تأثير الجنس على ثخانة القرنية المركزية مثاراً للجدل بين الدراسات؛ حيث وجدت بعض الدراسات عدم وجود فروق بين الجنسين، (٨٧) ووجدت بعضها أن ثخانة القرنية المركزية لدى الإناث أعلى من الذكور، (٨٨) ووجدت دراسات أخرى أن الذكور لديهم ثخانة القرنية المركزية أعلى من الإناث. (٨٩)

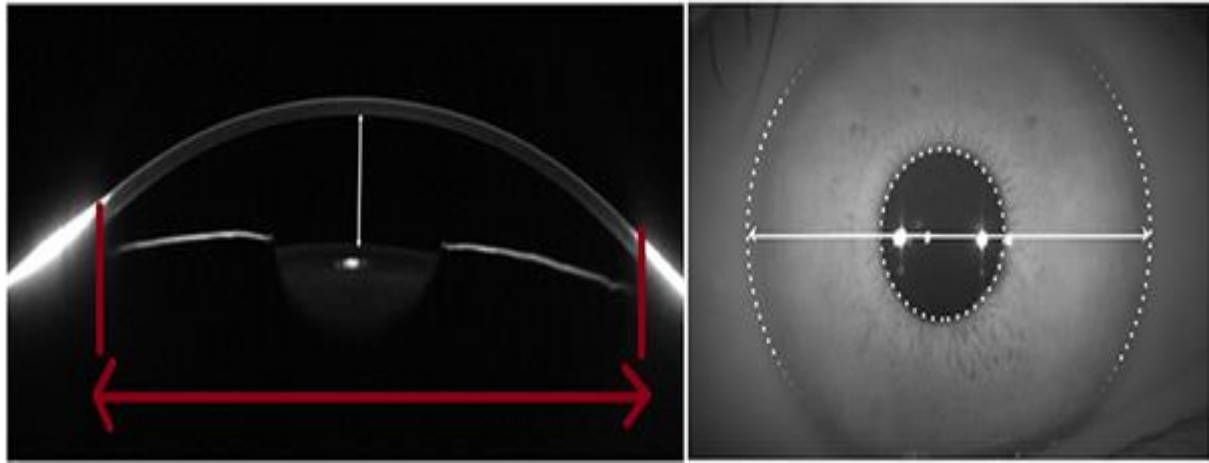
هناك علاقة عكسية بين العمر وثخانة القرنية المركزية، حيث تتناقص ثخانة القرنية المركزية

~2-10 ميكرون لكل عقد من العمر، ومع ذلك فإن هذا المعدل قد لا يكون ذا أهمية سريرية. (٩٠)

ثانياً: قطر القرنية الأفقي (الأبيض إلى الأبيض) (WTW):

2-1- تعريفه:

قطر القرنية الأفقي (الأبيض إلى الأبيض) (WTW) هو المسافة الأفقية بين حدود الحوف القرني (Corneal Limbus). (92,91)



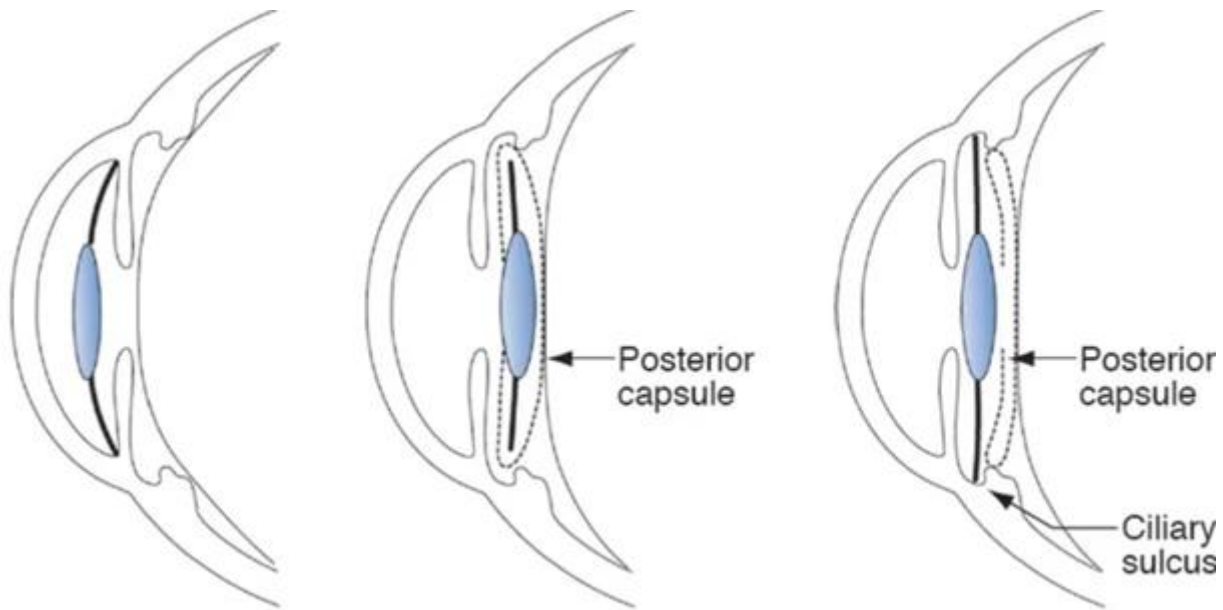
الشكل (15) قطر القرنية الأفقي (92)

2-2- استخداماته:

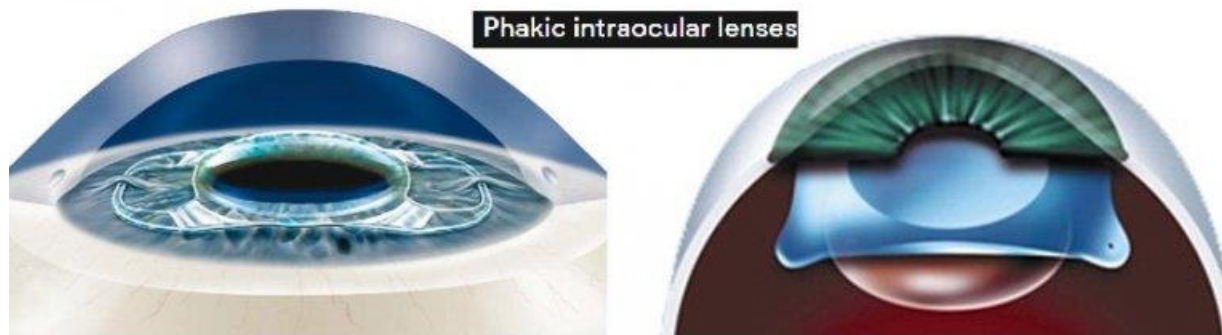
تم استخدام قياس WTW في تشخيص وعلاج العديد من أمراض العين مثل الزرق الخلقي والقرنية الصغيرة (Microcornea) والقرنية الضخمة (Megalocornea) (91). بالإضافة إلى ذلك نحتاج لقياس WTW عند اختيار ال Haptics في العدسات المزروعة داخل العين ضمن الثلم الهدبي (Sulcus)، والعدسات المزروعة داخل العين بالغرفة الأمامية (ACIOL)، والعدسات المزروعة داخل العين مع الإبقاء على العدسة الطبيعية (Phakic IOL)، وحجم الحلقة الموترة للمحفظة (CTR)، (92)

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

وحساب قوة العدسات المزروعة داخل العين في معادلات الجيل الثالث. (93). وقد تبين أيضاً أن قطر
WTW يرتبط بقطر العدسة.

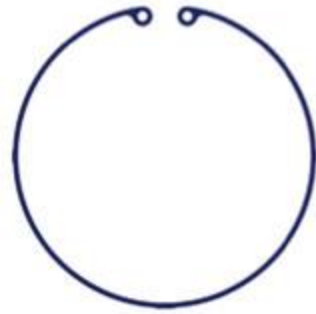


الشكل (16) أماكن توضع IOL (93)



الشكل (17) Phakic IOL (93)

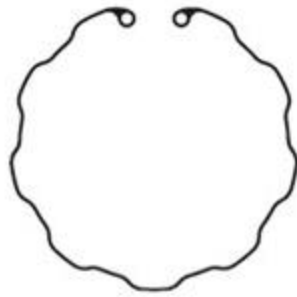
Current Capsular Tension Devices



Capsular Tension Ring (CTR)



Modified CTR (M-CTR)



Henderson CTR



Capsular Tension Segment (CTS)

الشكل (18) CTR (92)

2-3- طرق قياسه:

هناك العديد من التقنيات لقياس قطر WTW، والتي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين: اليدوية (أي الفرجار calipers والمقاييس في المصباح الشقي) والأجهزة الآلية (مثل الفحص المجهرى الحيوي بالموجات فوق الصوتية، IOLMaster، التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، Orbcan II و التصوير المقطعي التوافقي البصري (OCT) ومن بين الطرق المذكورة أعلاه، يعد الفرجار وأوريسكان II من أكثر التقنيات استخدامًا. (94,95)

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

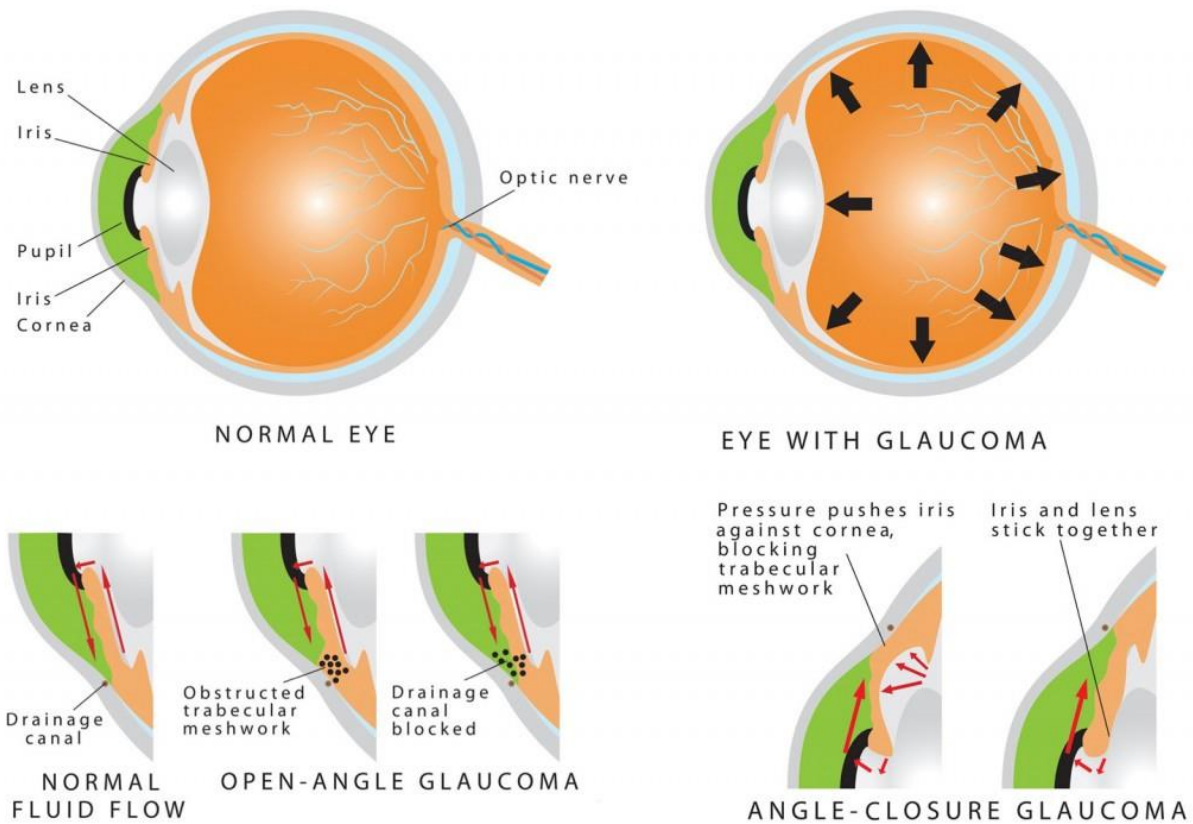


الشكل (19) الطريقة اليدوية لقياس WTW (94)

ثالثاً: زاوية الغرفة الأمامية:

3-1- تعريفها:

يعد تصوير زاوية الغرفة الأمامية وتقييم عرض الزاوية ضروريين لتشخيص وعلاج الزرق مغلق الزاوية
البدئي (PAC). (96)

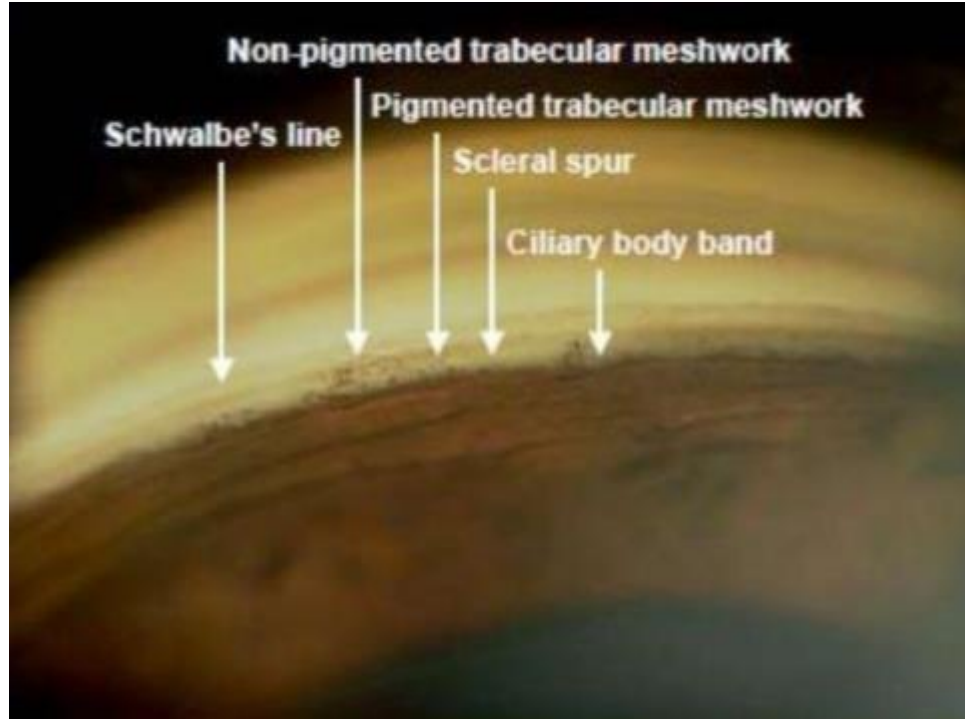


الشكل (20) الزرق مغلق الزاوية (96)

3-2- طرق قياسها:

يمكن استخدام تنظير الزاوية (Gonioscopy) لفحص بنى زاوية الغرفة الأمامية بشكل نوعي، ولكن
يعتبر التحديد الكمي للقياسات غير موثوق (96)، لأن النتائج تعتمد على التقييم الشخصي للطبيب (97).

على الرغم من هذه القيود، فقد تم توثيق الفائدة السريرية لتنظير الزاوية في علاج مرضى الزرق بشكل جيد، وأصبحت جزءاً أساسياً من تقييم كل مرضى الزرق (98). في السنوات الأخيرة تم تصميم العديد من الأدوات، بما في ذلك التصوير المقطعي التوافقي البصري للجزء الأمامي (ASOCT)، لتصوير وقياس زاوية الغرفة الأمامية بسرعة. (100,99)

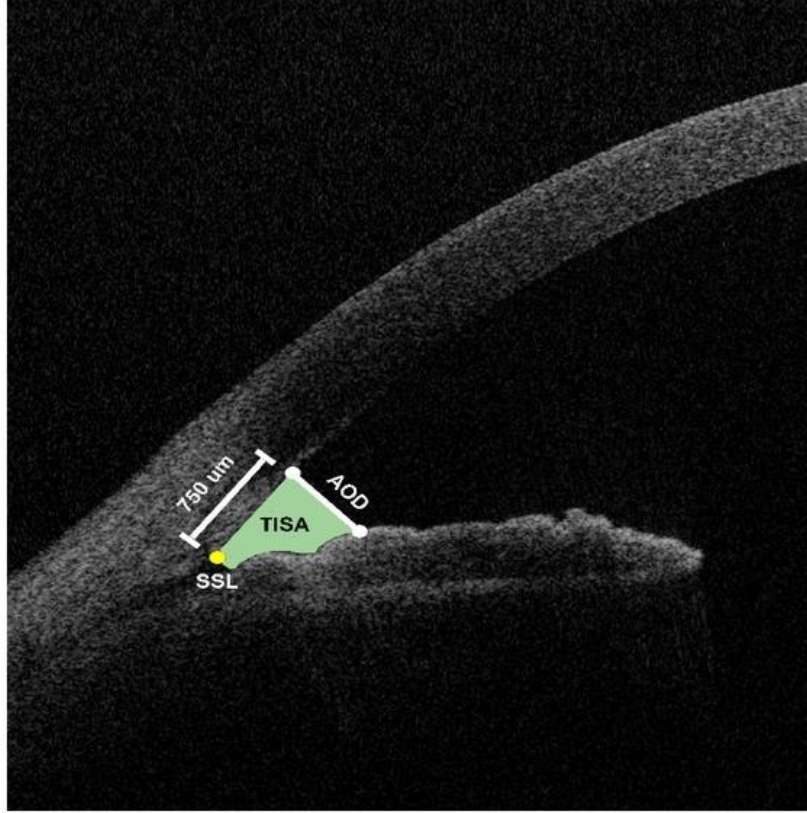


الشكل (21) تنظير الزاوية⁽⁹⁶⁾

تعد مساحة المسافة القرنية التريبقية (Trabecular-iris space area) (TISA) ومسافة فتح الزاوية (angle opening distance) (AOD) على بعد 750 ميكرونًا من مهماز الصلبة (Scleral Spur) قياسين يستخدمان بشكل شائع لتحديد زاوية الغرفة الأمامية (101). تعتمد هذه القياسات على تحديد المهماز الصلب Scleral Spur كمعلم مرجعي أثناء قياس الزاوية. يمكن تحديد بعض البنى الأخرى كنقط مرجعية للقياس؛ حيث لا يهم البنية التي تم تحديدها كمعلم مرجعي، بل المهم فقط أنها قابلة لتكرار القياس بعد التغيرات التشريحية التي قد تحدث مع استخراج العدسة أو بضع القرنية المحيطي. تتطلب

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

التكنولوجيا الحالية تحديد موقع المعلم التشريحي المرجعي يدويًا، مما قد يؤدي إلى حدوث خطأ في
القياس. يشكل عدم الاتساق في تحديد مهماز الصلبة 50٪ من تقلبات قيم مساحة المسافة القزحية
التريقية [TISA]. (102)

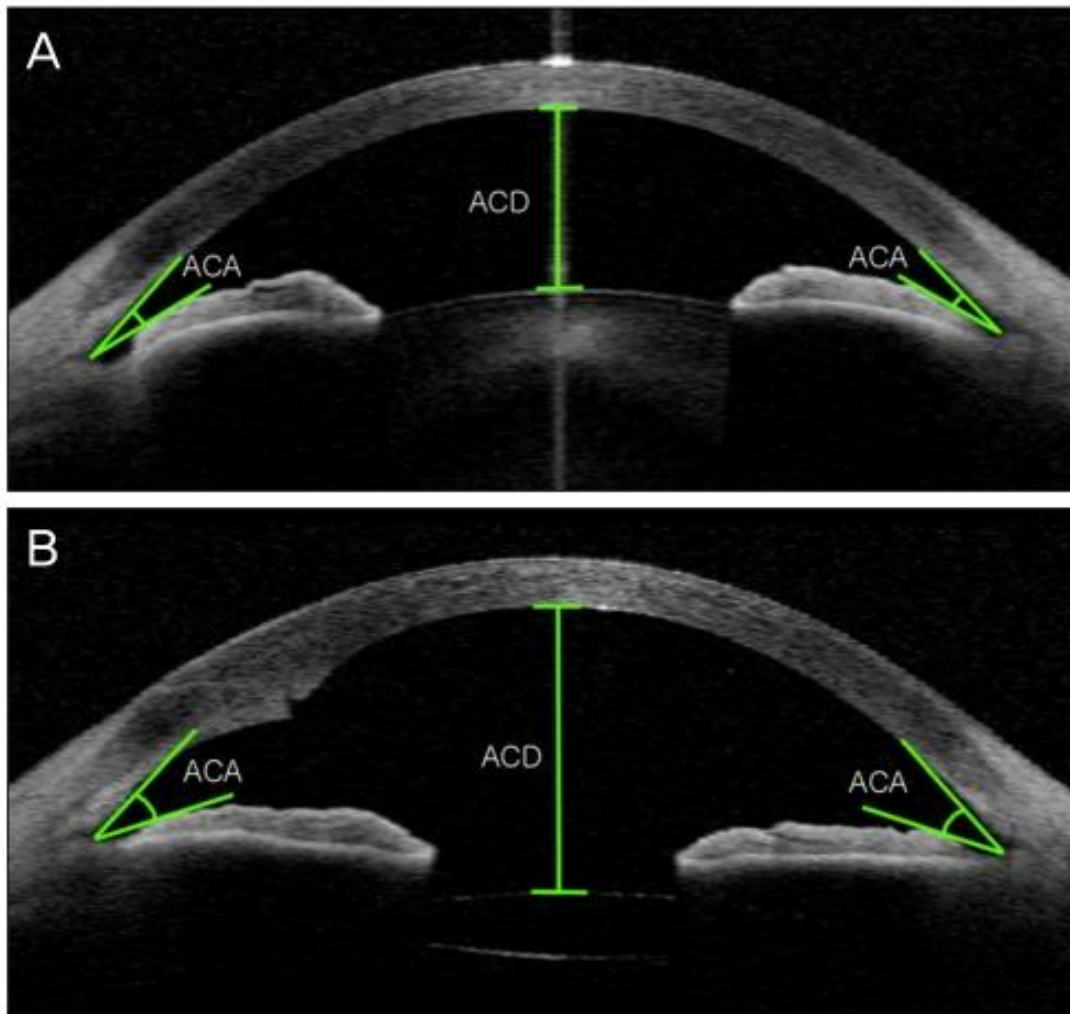


الشكل (22) TISA و AOD (102)

رابعاً: عمق البيت الأمامي:

4-1- تعريفه:

يتوافق عمق الغرفة الأمامية ACD مع المسافة بين بطانة القرنية والمحفظة الأمامية للعدسة. قد يضيف بعض الباحثين سماكة القرنية (CT) إلى هذا المصطلح، حيث يزيد حوالي 0.5 ملم، وهو ما يتوافق مع متوسط CT بالمليمتر، ويتم تسميته عادةً [ACD-CT]. (103)



الشكل (23) عمق البيت الأمامي (103)

4-2- أهميته:

يلعب عمق الغرفة الأمامية (ACD) دوراً مهماً في العديد من حالات العين، بما في ذلك الالتهابات العينية، والقرنية المخروطية، وفقدان كثافة الخلايا البطانية (ECDL)، والإجهاد التأكسدي في الخلايا البطانية، والتدخلات الجراحية للزرق، وجراحة استحلاب العدسة، وأبعاد الغرفة الأمامية، وقياس العدسة داخل العين (IOL) والأخطاء الجراحية بعد الانكسار.

4-3- تغيراته:

يختلف عمق البيت الأمامي ACD باختلاف العمر والجنس، وله علاقة تناسب عكسية مع العمر، وعلاقة تناسب طردية مع زاوية الحجرة الأمامية (ACA)، والطول المحوري (AL). (104) علاوة على ذلك مقابل كل ملليمتر زيادة في الطول المحوري AL، يزيد عمق البيت الأمامي ACD بمقدار 0.07 ملم، ومع كل زيادة سنوية في حياة المريض ينخفض عمق البيت الأمامي ACD بمقدار 0.005 ملم.

وبأخذ هذه التغيرات بالاعتبار تم وضع عدة صيغ للتنبؤ بقيمة عمق البيت الأمامي. (105) إن أهمية تناقص عمق البيت الأمامي مع العمر تكمن بشكل خاص عند المرضى الشباب الذين يزرعون عدسة داخل العين؛ حيث تؤثر انخفاضات عمق البيت الأمامي ACD على تحمل العدسة المزروعة داخل العين. (106)

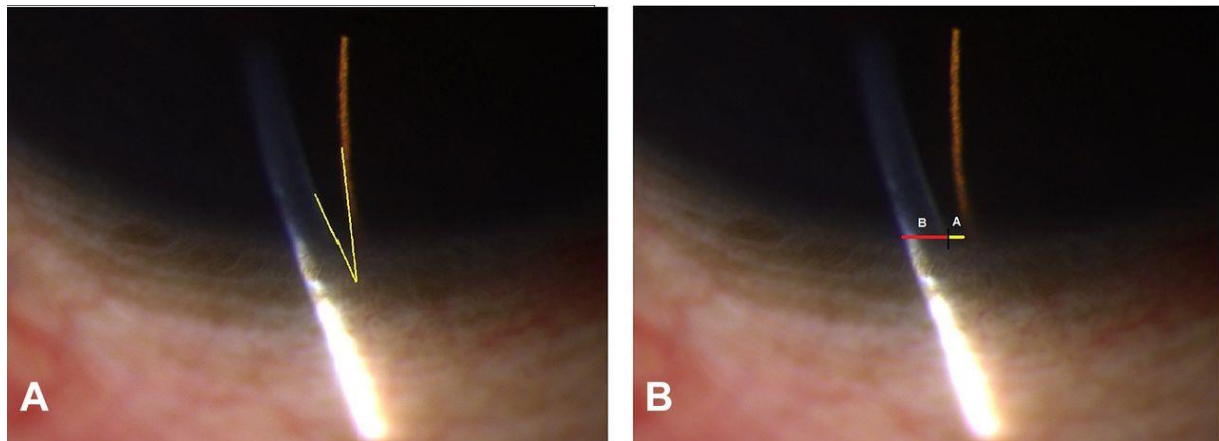
يوجد العديد من الظروف الفيزيولوجية التي قد تغير قياس عمق البيت الأمامي ACD. وجدت الدراسات أن مناورات فالسالفو تقلل عمق البيت الأمامي عن طريق الإزاحة الأمامية للحاجز القزحي العدسة أثناء هذه المناورة (107). كما وجد أن الحمل يغير عمق البيت الأمامي ACD في الثلث الثالث من الحمل مقارنة بفترة ما بعد الولادة. (108) لسنوات عديدة ظل السؤال قائماً حول أهمية تأثير انخفاض الوزن عند الولادة على تكون عناصر الغرفة الأمامية. قامت دراسة جوتنبرج الصحية لتحليل ما إذا كان نقص الوزن

عند الولادة يؤثر سلبًا على الطول المحوري AL وعمق البيت الأمامي ACD، وعلى عكس التوقعات لم يكن انخفاض الوزن عند الولادة مرتبطًا بنقص عمق البيت الأمامي [ACD]. (109)

4-4- طرق قياسه:

مع تطور التكنولوجيا الحديثة أصبح لدينا عدة طرق لقياس عمق الغرفة الأمامية. وبطبيعة الحال بعض هذه التقنيات أكثر دقة بكثير من غيرها. تشمل هذه الطرق: الطرق المعتمدة على الموجات فوق الصوتية، والطرق البصرية مثل IOL Master و Scheimpflug camera. ووجدت الدراسات أن الطرق البصرية هي الطرق المفضلة للحصول على هذا القياس (110)

يوجد العديد من الطرق الأخرى لتقدير عمق البيت الأمامي مثل طريقة فان هيريك لتقدير زاوية القرنية القرنية. في الآونة الأخيرة وصفت Sihota طريقة "Van Herick Plus" الأحدث لقياس عمق البيت الأمامي ACD والزاوية. (111) نظرًا لأن الجزء السفلي من الحجرة الأمامية يكون مغلقًا في كثير من الأحيان أكثر من الجزء الوحشي أو الأنسي، (112) فإن شعاع الضوء العمودي القصير الذي يمتد على الحواف السفلي ولا يصل إلى حدقة العين (لمنع تقبض الحدقة الذي قد يفتح الزاوية) كان أكثر حساسية بكثير من تقنية فان هيريك التقليدية. (111)



الشكل (24) طريقة فان هيريك المعدلة (111)

الفصل الثالث

طرق قياس مشعرات البيت

الأمامي

أولاً: مقدمة:

تم تطوير عدد من الأجهزة لقياس سماكة القرنية بما في ذلك قياس سماكة القرنية بالموجات فوق الصوتية (114,113) (Ultrasound Pachymetry) ، وقياس سماكة القرنية البصري (Optical Pachymetry) (115) pachymetry ، والمجهر المرآوي التماسي أو غير التماسي (Contact and Non-Contact Specular Microscope) (115,114) ، وأجهزة طبوغرافيا القرنية (Corneal Topography) (116) ، والمجهر متحد البؤر (Confocal Microscope) (117) ، والفحص المجهر بالموجات فوق الصوتية (118) (Ultrasound Biomicroscopy) (UBM) ، وقياس التداخل الجزئي (113) (Partial Coherence Interferometry) ، والتصوير المقطعي التوافقي البصري (119) (Optical Coherence Tomography) (OCT).

في الوقت الحاضر تعتبر الموجات فوق الصوتية هي أكثر تقنيات قياس سماكة القرنية استخداماً، وتعتبر المعيار الذهبي نظراً لموثوقيتها العالية وإمكانية إعادة الإجراء بسهولة (120). ومع ذلك قد تختلف النتائج بين الفاحصين بشكل كبير (121). يستخدم الجهاز موجات صوتية عالية التردد للكشف عن الطبقات الظهارية والبطانية، وبمعرفة سرعة الصوت في أنسجة القرنية يمكن حساب المسافة بين السطحين العاكسين (122). وبسبب الحاجة إلى التخدير الموضعي، وملامسة المسبر للقرنية، وخطر الإصابة بالآفات الظهارية، وإمكانية وضع المسبر بشكل غير صحيح، والاختلافات في الضغط المطبق على القرنية أثناء القياس، وعدم وجود ضوء التثبيت للتحكم في ثبات النظر أثناء القياس، وتباين سرعة الصوت في الأنسجة الرطبة والجافة يؤدي إلى البحث المستمر عن مقاييس بديلة (123).

يعتبر الفحص المجهرى غير التماسي قادراً على الفحص المجهرى المرأوي وقياس السماكة في نفس الوقت. يوفر هذا الجهاز صوراً واضحة للبطانة، وقياس المسافة البؤرية التي يمكن حسابها على أنها سماكة القرنية. أفادت التقارير أن الفحص المجهرى المرأوي غير التماسي يعطي قراءة أكثر اتساقاً بين الفاحصين، ولكنه يعطي قراءة أقل بكثير من تلك الناتجة عن قياس سماكة القرنية بالموجات فوق الصوتية (124).

يستخدم جهاز Pentacam نظام كاميرا Scheimpflug دوارة، ويوفر مسحاً ثلاثي الأبعاد للجزء الأمامي بأكمله من العين. يمكن أن يوفر Pentacam معلومات تتعلق بقياس سماكة القرنية، وارتفاعات القرنية الأمامية والخلفية، وعمق الغرفة الأمامية، والحجم، وقياس الزاوية، وكثافة العدسة (125). تستغرق عملية القياس مع جهاز Pentacam ثانيتين ، وتقوم بأخذ من 12 إلى 50 لقطة فردية أثناء الدوران حول المحور البصري للعين، ونظراً لأن كل صورة شق تتكون من 500 نقطة ارتفاع حقيقية؛ فإن جهاز Pentacam يكتشف في المجموع ما يصل إلى 2500 قيمة ارتفاع، والتي تتم معالجتها للوصول إلى نموذج ثلاثي الأبعاد للقسم الأمامي من العين (126). لا يزال اتفاق جهاز Pentacam مع قياس الثخانة عبر الموجات فوق الصوتية مثاراً للجدل.

ثانياً: قياس سماكة القرنية بالأمواج فوق الصوتية

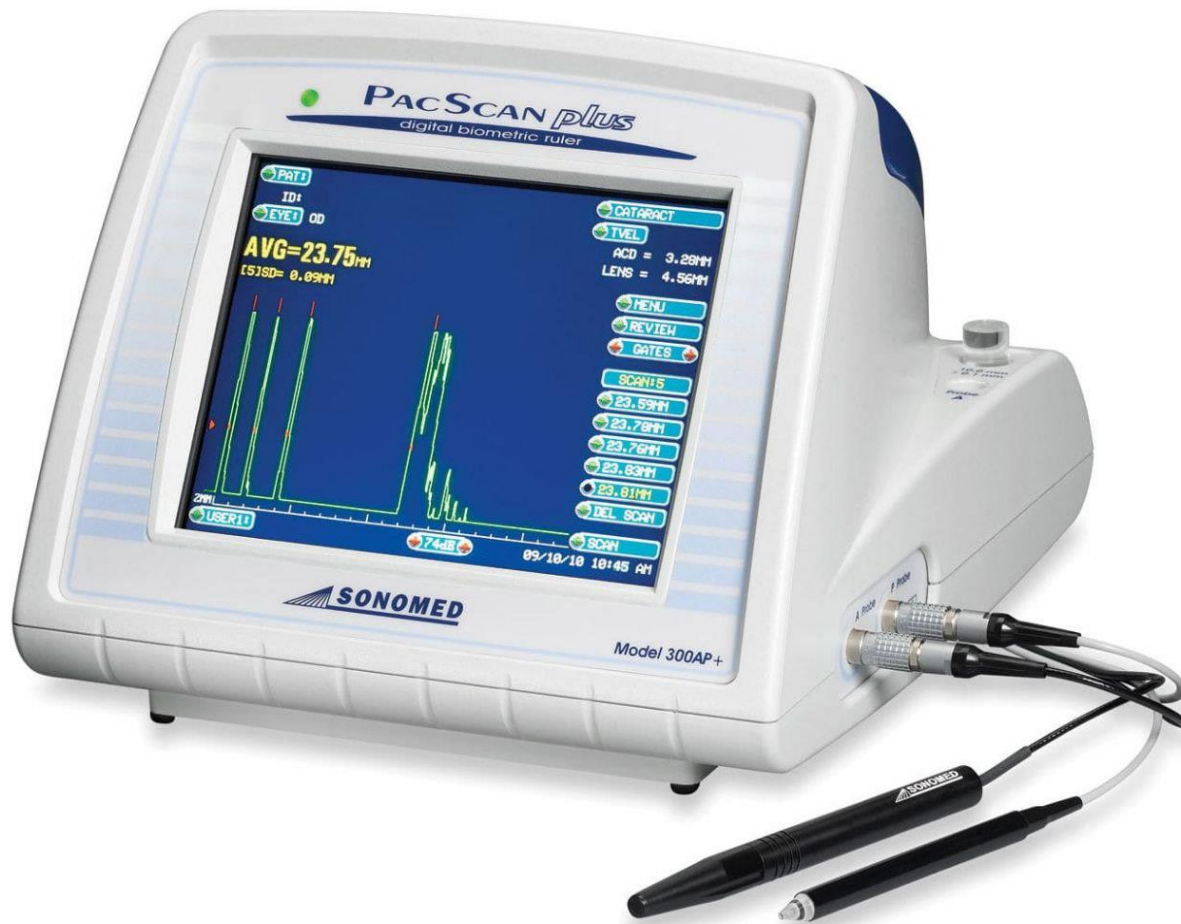
:(Ultrasound Pachymetry)

مع الزيادة السريعة في الاهتمام بالجراحة الانكسارية ومعرفة تأثير سماكة القرنية على قراءات ضغط العين (127) أصبح من الضروري الحصول على قياسات سريعة وقابلة للتكرار لسماكة القرنية، وفي كثير من الحالات يتم إجراء هذا القياس من قبل الفنيين الذين غالباً ما يكون لديهم الحد الأدنى من مهارات استخدام المصباح الشقي. أدت هذه العوامل إلى تطوير طرق أبسط لتقييم سماكة القرنية، وأصبح قياس سماكة القرنية بالموجات فوق الصوتية هو الطريقة الأولى في العديد من الممارسات السريرية، (128) كما تم استخدامه على نطاق واسع في الدراسات (128-130).

تتألف كلمة قياس سماكة القرنية (Pachymetry) من الكلمات اليونانية (Πάχος) Pachos : وتعني سماكة، و (Metry) (μέτρο) وتعني قياس. يعتمد مقياس السماكة بالموجات فوق الصوتية على المبدأ التقليدي للتصوير بالموجات فوق الصوتية، ويكون التسجيل أحادي البعد في أجهزة (A-scan) ، مقارنة بأجهزة (B-scan) التي توفر رؤية ثنائية الأبعاد. تنتقل الموجات فوق الصوتية إلى العين من محول الطاقة (Transducer) ، ثم تنعكس الموجات مرة أخرى إلى محول الطاقة من سطح الأنسجة، والتي تمتلك ممانعات صوتية مختلفة (Acoustic Impedance) ؛ مما يسمح للمسبر الموضوع على سطح القرنية الأمامي بتحديد المسافة بينه وبين السطح الخلفي للقرنية. يحدد محول الطاقة الفارق الزمني بين إشارات النبض التي يتم الحصول عليها في السطحين، ويحسب سماكة القرنية بناءً على هذا التأخير

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

الزمني (131). ثم يتم عرض قياس مباشر لسماكة القرنية بشكل نتائج رقمية. قبل إجراء القياس
بالموجات فوق الصوتية يجب تخدير القرنية، ويكون المريض بوضعية الجلوس .



الشكل (25) جهاز Ultrasound Pachymetry (132)

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

تتضمن المصادر المحتملة للخطأ في قياس سماكة القرنية بالأمواج فوق الصوتية: إمساك
المسبار بزاوية مائلة للقرنية، والقياس بعيداً عن قمة القرنية المركزية، وكلاهما سيؤدي إلى قراءات مرتفعة
لسماعة القرنية المركزية؛ لأن سماعة القرنية تزداد من المركز إلى المحيط. تحوي غالبية الأجهزة الحديثة
على آلية تمنع عرض النتائج إذا تم وضع المسبار بوضعية مائلة عن الوضعية النموذجية العمودية.

ثالثاً: قياس سماكة القرنية البصري (Optical):

Pachymeter)

يعتمد قياس سماكة القرنية البصري على قياس السماكة الظاهرة لمقطع بصري من القرنية، ويستند انتشاره الكبير إلى التوافر التجاري لمرفق قياس سنامة القرنية الذي يضاف للمصباح الشقي-Haag-Street. أولاً يتم إدخال جهاز تقسيم الصورة (Image-split) في عدسة عينية واحدة للمصباح الشقي. تعتمد الطريقة على الدوران النسبي للوحين زجاجيين موضوعين فوق بعضهما؛ حيث يحرك دوران اللوحة العلوية النصف العلوي من صورة القرنية بنمياً يبقى النصف السفلي ثابتاً. تتم محاذاة صورة البطانة (Endothelium) باللوحة العلوية مع صورة الظهارة (Epithelium) في اللوحة السفلية وبعدها يتم قراءة زاوية دوران اللوحة العلوية بمقياس خارجي. يتناسب هذا القياس مع السماكة الظاهرة للقرنية، مع تحديد سماكة القرنية الحقيقية عن طريق جدول التحويل. على الرغم من أن الجهاز يمكن استخدامه للأغراض السريرية؛ فإن استخدامه غير دقيق لأغراض البحث .

أظهرت العديد من التعديلات على التقنية (131)، ووصلت دقتها لحوالي 5 ميكرون. يتضمن اثنان من هذه التعديلات استخدام مصدرين أو أربعة مصادر ضوء صغيرة للتأكد من أن الشعاع الساقط عمودي على سطح القرنية، وكذلك تتضمن التعديلات ربط دوران اللوحة الزجاجية العلوية بمقياس جهد كهربائي بحيث يتم تحويل زاوية الدوران مباشرة إلى إشارة كهربائية، مما يسمح بإدخالها مباشرة في برنامج حاسوبي .

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي



الشكل (26) جهاز Optical Pachymetry (132)

يتيح ذلك جمع البيانات بشكل أسرع وإدارة فعالة للملفات وجمع بيانات أكثر دقة وقابلية للتكرار .
(131،133). يظل قياس سماكة القرنية البصري طريقة مفيدة لتحديد سماكة القرنية، خاصة في دراسات
العدسات اللاصقة التي تفحص وذمة القرنية (134)

رابعاً: طبوغرافيا القرنية (Corneal Topography):

4-1- مقدمة:

الهدف من طبوغرافيا القرنية هو الوصف الدقيق لشكل سطح القرنية (135)، وتستخدم التقنية غالباً مبدأً مشابهاً لقياس تحدب القرنية (Keratometry) ، حيث تحدد حجم الخيال المنعكس عن سطح القرنية، والفرق الأساسي أن مقياس تحدب القرنية يستخدم سلسلة من الأهداف الدائرية متحدة المركز وتسمى قرص Placido. كانت أجهزة الطبوغرافيا الباكرا تعتمد على مبدأ تنظير القرنية بالصورة (Photokeratoscopy) حيث يتم النقاط صور الانعكاسات عن سطح القرنية، ثم يتم حساب القياسات لاحقاً (135).

تم تطوير الأجيال الجديدة من أجهزة الطبوغرافيا بحيث يلتقط الجهاز الصورة المنعكسة إلكترونياً ويرسلها لجهاز حاسوب، ثم يستخدم برامج معالجة الصور المتطورة لتوفير تحليل فوري للصورة المنعكسة وهو ما يسمى تنظير القرنية بالفيديو (Videokeratoscopy). تم إثبات أن شكل القرنية ببيضاوي مفلطح (Aspheric) باستخدام طبوغرافيا القرنية، وتم إثبات أن معدل تسطحها غير متماثل حول مركزها (136). تم تطوير العديد من أجهزة الطبوغرافيا المعتمدة على انعكاس الصور عن سطح القرنية، والتي تقوم بقياس التضاريس القرنية بناءً على الانعكاسات من فيلم الدمع المغطي لسطح القرنية، والذي يتطابق بشكل أساسي مع شكل سطح القرنية.

4-2- التقييم النوعي (Qualitative Assessment):

يعتبر قرص Placido أبسط جهاز طبوغرافيا عاكس لتقييم تضاريس القرنية، وهو ببساطة عبارة عن سلسلة من الحلقات السوداء والبيضاء متحدة المركز على قرص دائري مسطح به فتحة رؤية مركزية. يتم وضع القرص أمام القرنية ويتم ملاحظة الانعكاسات. باستخدام هذه الطريقة يمكن فقط اكتشاف الشذوذات الكبيرة في سطح القرنية والحرز المرتفع للغاية. تشتمل الإصدارات المحسنة من قرص Placido على Klein Keratotomy المضاء داخلياً، ومخطط Loveridge Grid (137).



الشكل (27) قرص Placido (132)



الشكل (28) مخطط Lovridge (132)

4-3 - التقييم الكمي (Quantitative Assessment):

تستخدم أجهزة الطبوغرافيا الكمية نفس المبدأ الأساسي لإسقاط الضوء على القرنية ودراسة الخيال المنعكس. يتم التقاط الصور بكاميرا فيديو، ويتم اعتماد نهج حسابي لتحليل البيانات واشتقاق وصف لشكل القرنية. يعد اختيار الطريقة الحسابية أمراً مهماً لأن هذا سيحدد إلى حد كبير دقة وصلاحية طبوغرافيا القرنية. يعتبر الأسلوب الحسابي الأكثر استخداماً هو طريقة "منحدر السطح" (Slope of Surface) (135). تقيس الأجهزة التي تستخدم هذه التقنية الميل مباشرة عبر قياس المسافة عن محور مرجعي

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي

مركزي، ثم تحسب انحناء القرنية بناء على قيم الميل. من المهم أن نلاحظ أن هذه الأجهزة تقوم فقط بتقدير متوسط شكل القرنية؛ لأن الخوارزميات تستند إلى سطح منتظم نصف قطري، والذي لا يصف القرنية بدقة. تؤدي هذه القياسات المحورية (Axial) أو السهمية (Sagittal) إلى إعطاء قيم أقل من نصف قطر الانحناء الفعلي في المناطق الأكثر انحداراً من القرنية المركزية، وتعطي قيم أعلى من القيم الفعلية في المناطق المسطحة. تم تعديل الخوارزميات في الآونة الأخيرة، وهي الآن تعتمد بشكل عام على نصف قطر الانحناء، في محاولة لتقديم تقدير أفضل للشكل اللاكروي للقرنية .

يتم عرض النتائج في أجهزة الطبوغرافيا الكمية بشكل خرائط، وتستخدم ترميزاً لونياً للقيم؛ حيث يمثل اللون الأخضر والأصفر الأرقام الموجودة في القرنيات الطبيعية، بينما يمثل اللون الأزرق أو الألوان الأكثر برودة المناطق المسطحة ذات التحذب المنخفض، ويمثل اللون الأحمر أو الألوان الأكثر سخونة المناطق شديدة الانحدار ذات التحذب العالي (138). تسمح هذه الخرائط بالتعرف على شكل القرنية من خلال التعرف على الأنماط، وتكشف بسرعة عن وجود أرقام غير طبيعية لتحذب القرنية

أنتجت عدد من الشركات المصنعة أجهزة طبوغرافيا محمولة باليد، ويمكن أن تكون هذه الأجهزة المحمولة مفيدة جداً لفحص الأطفال وكبار السن، أو الأشخاص ذوي القدرة المحدودة على الحركة، ولاستخدامها في الاستشارات خارج المراكز العينية.



الشكل (29) جهاز الطبوغرافيا المحمول باليد (132)

4-4- التصوير المقطعي للقرنية (Corneal Tomography):

تقوم أجهزة الطبوغرافيا المعتمدة على دراسة الانعكاس من سطح القرنية الأمامي بتحديد شكل سطح القرنية الأمامي فقط. لذلك تم تطوير مجموعة من الأجهزة التي تسمح بالتصوير المقطعي (Tomography)؛ وهي عملية يتم من خلالها إعادة بناء سلسلة من الصور ثنائية الأبعاد إلى صور ثلاثية الأبعاد باستخدام تقنيات عديدة، ومن هذه التقنيات المسح الشقي (Scanning Slit) والتصوير بكاميرا Scheimpflug والتصوير المقطعي التوافقي البصري (OCT). يعتبر التغير في السطح الخلفي للقرنية مؤشراً مبكراً لأمراض ترقق القرنية (Corneal Ectasia)؛ قبل ظهور علامات التغير على السطح الأمامي للقرنية (139-141). لذلك أصبح تقييم السطح الخلفي للقرنية والسماكة الطبوغرافي ذا قيمة متزايدة في الممارسة السريرية.

أجهزة المسح الشقي (Scanning Slit):

يعتبر جهاز Orbscan II (Bausch & Lomb) هو الجهاز الوحيد حالياً الذي يستخدم طرق المسح الأفقي للحصول على بيانات الجزء الأمامي من العين. يجمع هذا الجهاز بين كل من قرص Placido وتقنيات المسح الشقي للحصول على قياسات طبوغرافية لكل من أسطح القرنية الأمامية والخلفية، بالإضافة إلى العدسة والقزحية (142). تقوم الأداة بمسح سطح القرنية الأمامي، والحصول على 40 صورة شق متسلسلة، مع تسجيل حركات العين، وبيانات الانعكاس من قرص Placido، ثم يتم إعادة تجميع البيانات في إعادة بناء ثلاثية الأبعاد لسطح القرنية الأمامي والخلفي (143). تختلف الأداة عن مقاييس تحذب القرنية التقليدية في أنه يستخدم انعكاسات مثلثية الشكل (Triangulation) عن سطح القرنية لتحديد شكلها. حيث يوحد هذا الجهاز البيانات المثلثة والمنعكسة للحصول على قياسات دقيقة للارتفاع والتحدب والانحناء. يقوم الجهاز بعرض الخرائط السهمية والمماسية التقليدية، كما يقوم بعرض خريطة الارتفاعات؛ حيث تتم مقارنة الارتفاع النسبي للقرنية مع سطح مرجعي كروي. تكون الارتفاعات فوق المجال المرجعي حمراء اللون، والانخفاضات أسفل المجال المرجعي زرقاء اللون، ويحدد جهاز Orbscan II سماكة القرنية من خلال حساب الفروق في الارتفاع بين الأسطح الأمامية والخلفية للقرنية لإنشاء خريطة السماكات. (144) (Pachymetry)

وجدت الدراسات أن قياس سماكة القرنية المركزية (Central Corneal Thickness) (CCT)

باستخدام جهاز Orbscan II يعطي قيمة أعلى بنسبة 7 ٪ تقريباً من تلك التي تم الحصول عليها باستخدام قياس سماكة القرنية بالموجات فوق الصوتية. (145) (Ultrasound Pachymetry) نتيجة لذلك، يمكن تطبيق عامل صوتي (Acoustic Factor) (AF) على النتائج بحيث تكون قيم CCT التي

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

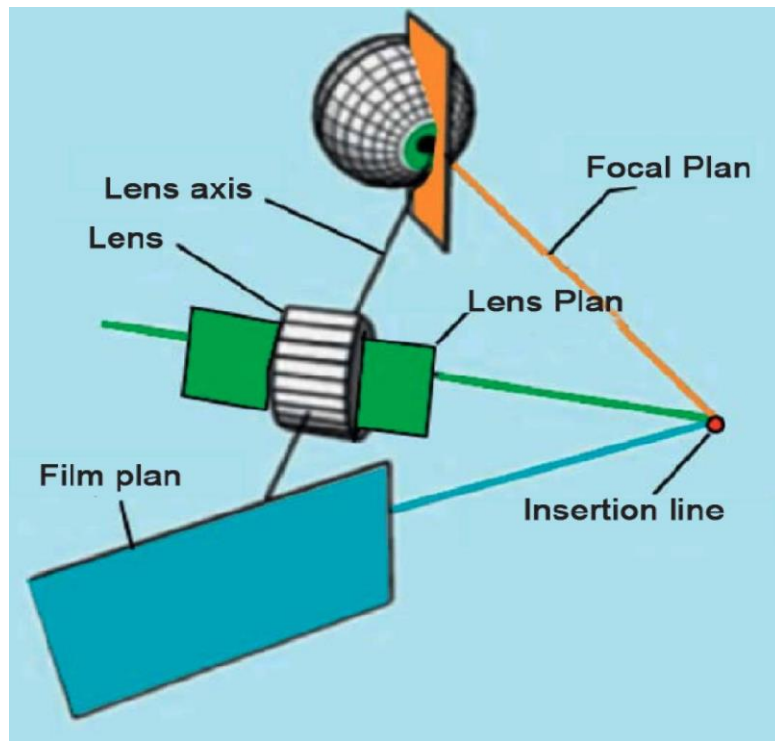
تم الحصول عليها باستخدام Orbscan متناسبة أكثر مع القيم التي تم الحصول عليها باستخدام مقياس سماكة القرنية بالموجات فوق الصوتية. وتم وضع عامل التصحيح الافتراضي من قبل الشركة المصنعة ويبلغ 0.92، ويتم تطبيقه على الخريطة بأكملها؛ ومع ذلك فإن استخدامه يبقى مثاراً للجدل لأنه يمكن أن يتسبب أحياناً في قيم CCT أقل بنسبة 7 ٪ من مقياس السماكة بالموجات فوق الصوتية (145). نظراً لغياب مستوى الاتفاق بين قيم السماكة التي يعطيها جهاز قياس سماكة القرنية بالأمواج فوق الصوتية وقيم السماكة التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز Orbscan II ؛ فقد اقترح العديد من المؤلفين عدم تطبيق (145) AF



الشكل (30) جهاز Orbscan II (132)

أجهزة التصوير Scheimpflug:

ابتكر الكابتن بالجيش النمساوي Theodor Scheimpflug مبدأ Scheimpflug لتصحيح تشوه المنظور في الصور الجوية عام 1904، وتم استخدام هذا المبدأ لاحقاً في أجهزة الطبوغرافيا. في تقنيات التصوير التقليدية تكون المستويات الثلاث للفيلم والعدسة والمستوى المحرقي متوازية مع بعضها البعض؛ بينما في تصوير Scheimpflug يتم إمالة مستوى العدسة بحيث يتقاطع مع كل من مستوى الفيلم والمستوى المحرقي؛ مما يوسع عمق التركيز (Depth of Focus)، وبالتالي يسمح بالتصوير من سطح القرنية الأمامي إلى سطح العدسة الخلفي. تتيح هذه التقنية لمصورى المناظر الطبيعية والمعماريين استخدام كاميرات ذات تنسيق كبير بأطوال محرقية طويلة جداً لتوسيع عمق المجال بشكل كبير دون استخدام فتحة صغيرة.



الشكل (31) مبدأ Scheimpflug (132)

كان جهاز Pentacam (Oculus) أول أداة تستخدم كاميرا Scheimpflug الدورانية لتوفير تصوير ثلاثي الأبعاد غير تماسي بالجزء الأمامي من العين (146). تستخدم الأداة مصدراً ضوئياً يعطي ضوءاً أزرق يبلغ 475 نانومتر، ونظامين للكاميرا لالتقاط الصورة. تلتقط كاميرا Scheimpflug الدورانية ما يصل إلى 50 صورة مقطعية بزاوية من 0 إلى 180 درجة في مسح واحد ، وتكتسب 25000 نقطة بيانات في حوالي ثانيتين. وتكون الكاميرا الثانية ثابتة (Stationary) وتستخدم لمراقبة تثبيت العين، والكشف عن حجم الحدقة. يستخدم البرنامج المزود مع Pentacam خوارزمية تصحيح أي تشوه للصورة يتم مواجهته من بصريات نظام الكاميرا (147). نظراً لأن الجهاز يستخدم كاميرا دوارة ، يمكن الحصول على قياسات دقيقة من القرنيات غير المنتظمة التي يصعب تصويرها بدقة بتقنية Placido. يعرض Pentacam البيانات على شكل خرائط انحناء سهمي أو مماسي أمامي وخلفي، وخرائط القوة الانكسارية، وخرائط الارتفاع الأمامية والخلفية. يتم ترميز الخرائط بالألوان وفقاً للارتفاعات أو الانخفاضات المتعلقة بالجسم المرجعي، والتي يمكن اختيارها كأفضل كرة مناسبة (Best Fit Sphere) أو شكل بيضاوي للدوران (Best Fit Toric Ellipsoid).

أظهرت العديد من الدراسات أن Pentacam لديها دقة أعلى في تقييم ارتفاع القرنية الخلفية مقارنة مع Orbscan في القرنيات ما بعد الجراحة؛ حيث يمكن أن يؤثر تشتت الضوء على الحصول على صورة. (128) Orbscan

تستخدم مصورات Scheimpflug المقطعية مثل Pentacam كاميرا Scheimpflug دوارة لالتقاط سلسلة من المقاطع العرضية البصرية للجزء الأمامي ، والتي يتم دمجها بعد ذلك لتشكيل إعادة بناء ثلاثية الأبعاد. يتم الحصول على قياس السماكة Pachymetry من بيانات ارتفاع القرنية. يسمح التحليل اللاحق لهذه الصور بتقييم سماكة القرنية (148,149). أظهرت العديد من الدراسات توافقاً جيداً

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري
للقسم الأمامي

بين قيم سماكة القرنية المركزية (CCT) التي تم الحصول عليها باستخدام Pentacam وبين قياس
سماكة القرنية بالموجات فوق الصوتية (150).



الشكل (32) جهاز Pentacam (132)

الجزء الثاني

الدراسة العملية

الفصل الأول

المواد والطرائق

Materials and Methods

تصميم الدراسة:

دراسة وصفية مقطعية مستعرضة (Cross-Sectional Descriptive Study).

مجموعة الدراسة:

تضمنت العينة المدروسة 94 عيناً لـ 47 مريضاً من المرضى المراجعين لقسم العيادات الخارجية في مشفى المواساة الجامعي، وذلك بعد أخذ موافقتهم على المشاركة بالبحث وإطلاعهم على الموافقة المستنيرة.

مكان الدراسة:

قسم أمراض العين وجراحاتها، مستشفى المواساة الجامعي، دمشق، سوريا.

الفترة الزمنية:

الفترة الممتدة بين 2022/1/1 و 2023/1/1.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى أخذ قياسات الأقسام الأمامية في عيون السوريين الطبيعية للأشخاص المراجعين لمستشفى المواساة الجامعي في دمشق لأسباب غير عينية، وذلك باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للغرفة الأمامية والموافق عليه من قبل إدارة الغذاء والدواء والذي يستخدم تقنية Spectral Domain من نوع Spectralis (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) و نظام تحليل القسم الأمامي سايرس (CSO, The Sirius anterior segment analysis system, Florence, Italy) ومقارنة النتائج بينهما. تشمل هذه القياسات: سماكة القرنية المركزية، القطر الأفقي للقرنية، قياس زاوية الغرفة الأمامية، عمق البيت الأمامي. سيتم دراسة تأثير العوامل الديموغرافية على هذه القياسات، والفروقات بناءً على الجنس والعمر.

معايير الاشتمال في الدراسة:

- ✚ أشخاص ذوو عيون صحيحة دون أمراض سابقة.
- ✚ أوساط كاسرة شفافة.
- ✚ مكافئ كروي لأسواء انكسار ما بين +6 و -6.
- ✚ ضغط عين أقل من 21 ملم زئبقي.
- ✚ عمر المشارك أكثر من 18 سنة من الجنسين.

معايير الاستبعاد من الدراسة:

- المشاركون المصابين بأمراض عينية حادة فعالة حالياً.
- المشاركون المصابين بأمراض عينية سابقة مع عقابيل وظيفية أو تشريحية.

- المشاركون المصابين بأمراض عينية خلقية.
- أوساط كاسرة غير شفافة.
- عيب تشريحي في الأوساط الكاسرة أو القرنية أو الزاوية.
- إصابة المشارك بمرض جهازى (كالسكري، وارتفاع التوتر الشرياني، والأمراض المناعية ذات التأثيرات العينية).
- إجراء جراحة عينية سابقة أو تطبيق ليزر عيني.
- رض سابق على العين.
- عدم تعاون المشارك بالفحص على جهاز OCT.
- الحامل والمرضع.
- استخدام أي أدوية أو قطرات عينية خلال الشهر الماضي.
- استخدام أدوية مزمنة (ستيرويدات - مثبطات مناعة).
- قصة ارتفاع الضغط داخل العين أكثر من 21 ملم زئبقي.
- مكافئ كروي لأسواء انكسار تتجاوز +6 أو -6.
- رفض المريض الإذلاء النهائي بالموافقة المستنيرة ومشاركة بياناته مع الباحثين أو في الدراسة.

خطة البحث:

- سيتم إطلاع المشاركين المشمولين في الدراسة على هدفها وإجراءاتها، وأخذ الموافقة المستنيرة منهم بشكل طوعي.
- إجراء استجواب سريري يشمل القصة العينية، والجهازية، والدوائية، والجراحية.
- إجراء فحص عيني شامل يتضمن:
 - فحص عيني سريري لأقسام العين الأمامية باستخدام المصباح الشقي (Topcon Slit Lamp SL-D7, Tokyo, Japan).
 - قياس أسواء الانكسار باستخدام جهاز قياس أسواء الانكسار الأوتوماتيكي (Topcon Autorefractor KR-8100P, Tokyo, Japan).

- تقييم حدة الإبصار المصححة باستخدام جهاز الإسقاط (نموذج E) من مسافة 6 أمتار (Topcon projector ACP8, Tokyo, Japan).
- قياس ضغط العين باستخدام جهاز قياس ضغط العين بالتسطيح الهوائي باستخدام جهاز (Topcon air puff CT-80, Tokyo, Japan).
- إجراء تصوير AS-OCT باستخدام جهاز (Spectralis, Spectral Domain OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) على مرحلتين حسب إرشادات المصنّع [9]، المرحلة الأولى لأخذ صورة مقطعية في القرنية، والمرحلة الثانية لأخذ صورة مقطعية لزاوية الغرفة الأمامية بتقنية تعزيز العمق EDI. سيتم أخذ الصور في غرفة مظلمة (0 Lux)، وذلك من قبل ذات الموظف. أخذ عدّة صور حتّى تحديد الصور الأكثر دقة دون ارتجاج أو تشويش.
- إجراء صورة طبوغرافيا للقرنية والبيت الأمامي باستخدام جهاز The Sirius anterior segment analysis system (CSO, Florence, Italy).
- حساب الطول الأمامي الخلفي للعين بالأمواج فوق الصوتية (Quantel Medical Cine Scan).
- فحص قعر العين بالتنظير غير المباشر عبر المصباح الشقي باستخدام عدسة Volk 78 diopter بعد تقطير موسع حدقي 1% Cyclopentolate، بفارق قطرتين بفارق عشر دقائق.
- قياس أسواء الانكسار النهائيّة بعد شلّ المطابقة باستخدام جهاز قياس أسواء الانكسار الأوتوماتيكي (Topcon Autorefractor KR-8100P, Tokyo, Japan).

الفصل الثاني

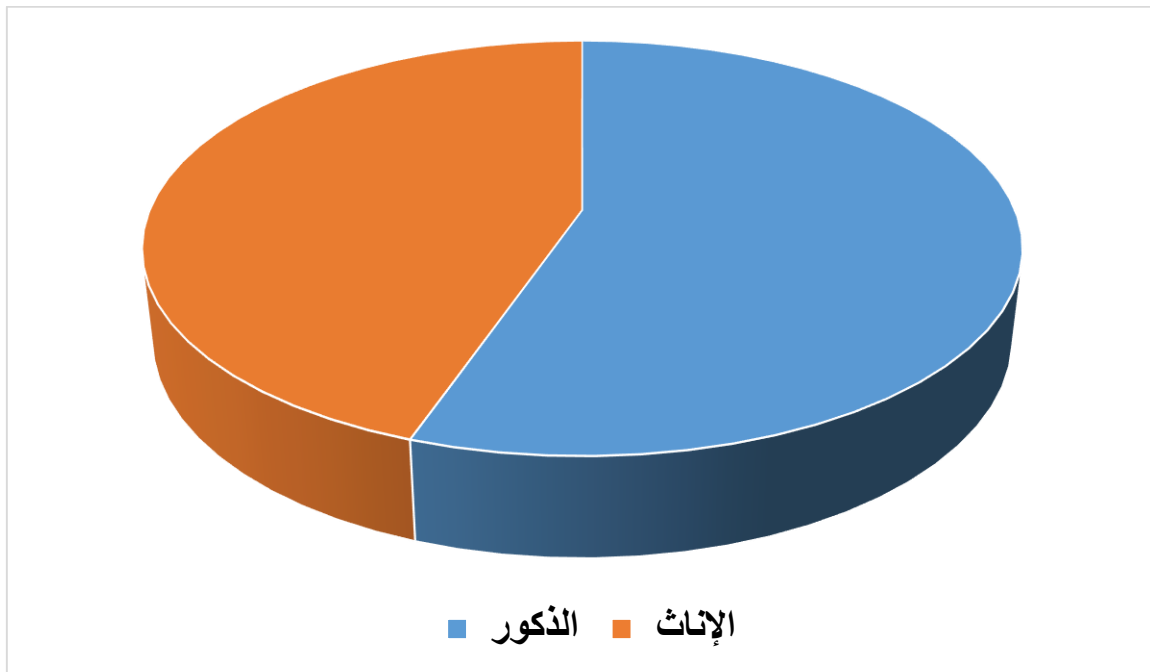
النتائج الإحصائية

التحليل الإحصائي للبيانات:

- ✓ سيتم تدوين جميع البيانات ومعالجتها وتصنيفها في مجموعات وجداول ومخططات بيانية تعكس الدراسة بوساطة برنامج IBM® SPSS® Statistics v24.
- ✓ ثم اختبار الفرضيات من خلال الاختبارات الإحصائية المناسبة.
- ✓ ثم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام الاختبارات المناسبة واعتبار قيمة مستوى الدلالة ذات أهمية عند $P \leq 0.05$.
- ✓ وستُقارن النتائج التي حصلنا عليها مع الدراسات العالمية.

1-الجنس:

شملت العينة 94 عيناً ل 47 مريضاً، منهم 26 ذكراً (بنسبة 55.3%)، و 21 أنثى (بنسبة 44.7%)،
وعند إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في توزيع العينة حسب الجنس حيث
كان $P \text{ Value} = 0.37 (>0.05)$



الشكل (33) توزيع المرضى حسب الجنس

2-العمر:

تراوحت أعمار المرضى بين 19-64 عاماً، وكان متوسط الأعمار: 37.2، والانحراف المعياري ± 7.13 ، ويوضح الجدول (1) توزيع العينة حسب العمر، وعند إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في توزيع العينة حسب العمر حيث كان $P \text{ Value}=0.883 (>0.05)$.

الجدول (1) توزيع العينة حسب العمر

المتوسط (سنة)	الانحراف المعياري	المدى (سنة)	
37.2	± 7.13	64-19	العينة
37.9	± 7.77	63-19	الذكور
36.3	± 6.37	64-20	الإناث
0.883			P Value

3-الطول الأمامي الخلفي للمقلة:

تراوحت قيم الطول الأمامي الخلفي للمرضى بين 22.5 - 24.7 ملم، وكان متوسط القيم: 23.16 ملم، والانحراف المعياري ± 0.49 ، ويوضح الجدول توزيع العينة حسب الطول المحوري، وعند إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في توزيع العينة حسب الطول المحوري حيث كان P Value = 0.763 (>0.05).

الجدول (2) توزيع العينة حسب الطول المحوري

المجموعة	المتوسط (ملم)	الانحراف المعياري	المدى (ملم)
الشاهد	23.16	± 0.46	24.6-22.5
الذكور	23.21	± 0.48	24.5-22.5
الإناث	22.85	± 0.50	24.7-22.6
P Value	0.763		

4-ثخانة القرنية المركزية:

تراوحت قيم ثخانة القرنية المركزية للمرضى بين 493 - 562 ميكرون، وكان متوسط القيم باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية 544.12 ميكرون ± 26.19 ميكرون، وباستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس 543.17 ميكرون ± 27.21 ميكرون، ويوضح الجدول (3) توزيع العينة حسب ثخانة القرنية المركزية، وعند إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في توزيع العينة حسب ثخانة القرنية المركزية بين الجهازين حيث كان ($P \text{ Value} = 0.371 > 0.05$).

الجدول (3) توزيع العينة حسب ثخانة القرنية المركزية

المتوسط (مكرون)	الانحراف المعياري	المدى (مكرون)	
544.12	± 26.19	562-497	AS-OCT
543.17	± 27.21	557-493	Sirius
0.371			P Value

5- القطر الأفقي للقرنية:

تراوحت قيم القطر الأفقي للقرنية للمرضى بين 11.7- 12.6 ملم، وكان متوسط القيم باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية 12.23 ملم ± 0.39 ملم وباستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس 12.19 ملم ± 0.37 ملم. ويوضح الجدول (4) توزيع العينة حسب القطر الأفقي للقرنية، وعند إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في توزيع العينة حسب القطر الأفقي للقرنية بين الجهازين حيث كان $P \text{ Value} = 0.291 (>0.05)$.

الجدول (4) توزيع العينة حسب القطر الأفقي للقرنية

المتوسط (ملم)	الانحراف المعياري	المدى (ملم)	
12.23	± 0.39	12.6-11.9	AS-OCT
12.19	± 0.37	12.5-11.7	Sirius
0.291			P Value

6- زاوية البيت الأمامي:

تراوحت قيم زاوية البيت الأمامي للمرضى بين 41.9° – 47.6° ملم، وكان متوسط القيم باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية $45.19^{\circ} \pm 4.71^{\circ}$ وباستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس $45.39^{\circ} \pm 4.93^{\circ}$ ، ويوضح الجدول (6) توزيع العينة حسب زاوية البيت الأمامي، وعند إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في توزيع العينة حسب زاوية البيت الأمامي بين الجهازين حيث كان $P \text{ Value} = 0.17 (>0.05)$.

الجدول (5) توزيع العينة حسب زاوية البيت الأمامي

المجموعة	المتوسط (درجة)	الانحراف المعياري	المدى (درجة)
AS-OCT	45.19°	$\pm 4.71^{\circ}$	47.6-42.3
Sirius	45.39°	$\pm 4.93^{\circ}$	47.2-41.9
P Value	0.17		

الفصل الثالث

مناقشة نتائج البحث

1- مناقشة عينة الدراسة:

لم نجد فرقاً مهماً إحصائياً بين المجموعات من حيث العمر والجنس.

2- مناقشة مشعرات البيت الأمامي بين الجهازين:

■ بالنسبة لثخانة القرنية المركزية:

لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في ثخانة القرنية المركزية بين التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية ونظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس

■ بالنسبة لقطر القرنية الأفقي:

لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في قطر القرنية الأفقي بين التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية ونظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس

■ بالنسبة لزاوية البيت الأمامي:

لم نجد فرقاً هاماً إحصائياً في زاوية البيت الأمامي بين التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام
الأمامية ونظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس

مما سبق نستنتج: أنه لا يوجد فروقات هامة إحصائياً بين التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام
الأمامية ونظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس عند مقارنة كل من ثخانة القرنية المركزية وقطر القرنية
الأفقي وزاوية البيت الأمامي، وبالتالي هناك توافق بينهما ويمكن الاستعاضة بأحدهما عن الآخر.

الفصل الرابع

المقارنة مع الدراسات العالمية

يمكن مقارنة نتائج دراستنا مع دراسة دراسة أجراها **Lu et al**⁽³⁾ في الصين عام 2018 على 100 عين. تم قياس ثخانة القرنية المركزية (CCT) وعمق البيت الأمامي (ACD) وقطر القرنية الأفقي باستخدام جهاز (SS-OCT IOLMaster 700) وجهاز (Sirius Scheimpflug-Placido tomographer) لم تجد هذه الدراسة فرقاً هاماً إحصائياً في قيم متوسط ثخانة القرنية المركزية CCT ومتوسط قطر القرنية الأفقي عند المقارنة بين جهاز سايرس وجهاز التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية .

وأجرى كذلك **Yi et al**⁽⁴⁾ دراسة في كوريا الجنوبية عام 2008 على 161 عيناً. تم قياس زاوية البيت الأمامي (ACA) باستخدام جهاز (Pentacam) PTC, Oculus Inc Lynnwood, WA, (USA) وجهاز التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية, (AS-OCT (AOCT; SL-OCT, Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany). لم تجد هذه الدراسة فرقاً هاماً إحصائياً في قيم ACA بالأنسي وبألوحشي عند المقارنة بين الجهازين

كما أجرى **Böhm et al**⁽¹⁶⁾ دراسة في جامعة Goethe بألمانيا عام 2022 على 95 عيناً. تم قياس ثخانة القرنية المركزية (CCT) ، وثخانة العدسة المركزية (CLT) باستخدام جهاز Scheimpflug tomography (Pentacam AXL) وجهاز swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) (IOLMaster 700) وجهاز intraoperative optical coherence tomography (iOCT). لم تجد فرقاً هاماً إحصائياً عند مقارنة CCT و CLT بين الأجهزة الثلاث.

بالنسبة لثخانة القرنية المركزية كانت في دراستنا باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية 544.12 ميكرون $\pm$ 26.19 ميكرون، وباستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية 543.17 ميكرون $\pm$ 27.21 سايرس. وفي دراسة **Lu et al**⁽³⁾ كانت بجهاز التصوير المقطعي 546.69

مكرون $28.31 \pm$ مكرون، وبجهاز سايرس 546.91 مكرون $28.99 \pm$ مكرون. واتفقت دراستنا مع الدراسات العالمية مثل دراسة **<Lu et al>**⁽³⁾ ودراسة **<Böhm et al>**⁽¹⁶⁾ حيث لم تجد فرقاً هاماً إحصائياً عند مقارنة ثخانة القرنية المركزية بين الجهازين، ولم يدرس **<Yi et al>**⁽⁴⁾ ثخانة القرنية المركزية.

فيما يتعلق بقطر القرنية الأفقي وجدت دراستنا أن متوسط قطر القرنية الأفقي باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية 12.23 ملم $0.39 \pm$ ملم وباستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس 12.19 ملم $0.37 \pm$ ملم. وفي دراسة **<Lu et al>**⁽³⁾ كان المتوسط بجهاز التصوير المقطعي 12.11 ملم $0.43 \pm$ ملم، وبجهاز السيروس 12.01 ملم $0.41 \pm$ ملم. واتفقت دراستنا مع دراسة **<Lu et al>**⁽³⁾ حيث لم تجد فرقاً هاماً إحصائياً عند مقارنة قطر القرنية الأفقي بين الجهازين، بينما لم يدرس **<Yi et al>**⁽⁴⁾ و **<Böhm et al>**⁽¹⁶⁾ قطر القرنية الأفقي.

بالنسبة لزاوية البيت الأمامي ACA وجدت دراستنا أن المتوسط باستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية $45.19^\circ \pm 4.71^\circ$ وباستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس $45.39^\circ \pm 4.93^\circ$. بينما في دراسة **<Yi et al>**⁽⁴⁾ كان المتوسط بالقسم الوحشي باستخدام جهاز البنتاكام $45.41^\circ \pm 5.30^\circ$ ، وباستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري $46.18^\circ \pm 5.50^\circ$ ، وكان المتوسط بالقسم الأنسي باستخدام جهاز البنتاكام $44.8^\circ \pm 5.38^\circ$ ، وباستخدام التصوير المقطعي التوافقي البصري $44.9^\circ \pm 5.94^\circ$. واتفقت دراسنا مع دراسة **<Yi et al>**⁽⁴⁾ حيث لم تجد فرقاً هاماً إحصائياً عند مقارنة زاوية البيت الأمامي بين الجهازين، ولم يدرس **<Lu et al>**⁽³⁾ و **> Böhm et al**⁽¹⁶⁾ زاوية البيت الأمامي.

تتمثل العوائق الرئيسية لمقارنة نتائج الدراسات الأخرى مع دراستنا في استخدام مقاييس مختلفة، واختلاف الفئات العمرية، واختلاف الأعراق، والمجموعات الانكسارية المختلفة بين الدراسات؛ وهذه العوامل كلها تؤثر على موثوقية المقارنة وتتطلب أخذها بالحسبان.

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

أظهر كل من التصوير المقطعي التوافقي البصري للأقسام الأمامية ونظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس موثوقية عالية فيما يتعلق بجميع قياسات الأقسام الأمامية. وبالتالي هناك توافق بينهما ويمكن الاستعاضة بأحدهما عن الآخر.

التوصيات:

من واقع النتائج التي خلصت إليها دراستنا ننصح بالآتي:

- إجراء دراسة متعددة المراكز.
- إجراء الدراسة على فئات عمرية أوسع من المرضى.
- إجراء الدراسة على مجموعات انكسارية أوسع من المرضى

المراجع

1. Canan Asli Utine, Feyza Altin, Hanefi Cakir, Irfan Perente, Comparison of anterior chamber depth measurements taken with the Pentacam, Orbscan Ilz and IOLMaster in myopic and emmetropic eyes, *Acta Ophthalmologica*, 10.1111/j.1755-3768.2008.01278.x, 87, 4, (386-391), (2009).
2. Buckenham Boyle A, Namkung S, Shew W, Gokul A, McGhee CNJ, Ziaei M (2021) Repeatability and agreement of white-to-white measurements between slit-scanning tomography, infrared biometry, dual rotating Scheimpflug camera/Placido disc tomography, and swept source anterior segment optical coherence tomography. *PLoS ONE* 16(7): e0254832
3. Lu W, Li Y, Savini G, Song B, Hu Q, Wang Q, Bao F, Huang J. Comparison of anterior segment measurements obtained using a swept-source optical coherence tomography biometer and a Scheimpflug-Placido tomographer. *J Cataract Refract Surg*. 2019 Mar;45(3):298-304. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.10.033. PMID: 30851806.
4. Yi JH, Hong S, Seong GJ, Kang SY, Ma KT, Kim CY. Anterior chamber measurements by pentacam and AS-OCT in eyes with normal open angles. *Korean J Ophthalmol*. 2008;22(4):242-245.
5. Ruiz-Belda C, Piñero DP, Ruiz-Fortes P, Soto-Negro R, Moya M, Perez-Cambrodí RJ, Artola A. Intra-session repeatability of iridocorneal angle measurements provided by a Scheimpflug photography-based system in healthy eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2016; 254:169-175
6. Namkung S, Boyle AB, Li Y, Gokul A, McGhee C, Ziaei M. Repeatability and Agreement of Horizontal Corneal Diameter Measurements Between

- Scanning–Slit Topography, Dual Rotating Scheimpflug Camera With Placido Disc Tomography, Placido Disc Topography, and Optical Coherence Tomography. *Cornea*. 2021 Dec 23. doi: 10.1097/ICO.0000000000002964. Epub ahead of print. PMID: 34935660.
7. Huang, D., et al., Optical coherence tomography. *Science*, 1991. 254(5035): p. 1178–81.
 8. Ang, M., et al., Anterior segment optical coherence tomography. *Prog Retin Eye Res*, 2018. 66: p. 132–156.
 9. Leung, C.K. and R.N. Weinreb, Anterior chamber angle imaging with optical coherence tomography. *Eye (Lond)*, 2011. 25(3): p. 261–7.
 10. Wang, D. and S. Lin, New developments in anterior segment optical coherence tomography for glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*, 2016. 27(2): p. 111–7.
 11. Xu, B.Y., et al., Reproducibility and Agreement of Anterior Segment Parameter Measurements Obtained Using the CASIA2 and Spectralis OCT2 Optical Coherence Tomography Devices. *J Glaucoma*, 2017. 26(11): p. 974–979.
 12. Li, Y., et al., Prevalence and characteristics of plateau iris configuration among American Caucasian, American Chinese and mainland Chinese subjects. *Br J Ophthalmol*, 2014. 98(4): p. 474–8.
 13. Edawaji, B.S.A., I. Gottlob, and F.A. Proudlock, Anterior Chamber Measurements in Healthy Children: A Cross–Sectional Study Using Optical Coherence Tomography. *Transl Vis Sci Technol*, 2021. 10(6): p. 13.
 14. Chansangpetch, S., et al., Comparison of Anterior Segment Optical Coherence Tomography Parameters Among Vietnamese, Chinese, and Whites. *Am J Ophthalmol*, 2018. 195: p. 72–82.

15. Wang, D., et al., Differences in iris structural measurements among American Caucasians, American Chinese and mainland Chinese. *Clin Exp Ophthalmol*, 2012. 40(2): p. 162–9.
16. Böhm M, Müller M, Paul J, Hemkepler E, Kohnen T. Intraoperative OCT versus Scheimpflug and Swept-Source OCT measurements for anterior eye parameters. *J Cataract Refract Surg*. 2021 Sep 1. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000813. Epub ahead of print. PMID: 34486574.
17. Forrester JV, Dick AD, McMenamin PG, Roberts F, Pearlman E. *The Eye: Basic Sciences in Practice*. 4th ed. Edinburgh: Elsevier; 2016:104–105.
18. Teo BK, Goh KJ, Ng ZJ, Koo S, Yim EK. Functional reconstruction of corneal endothelium using nanotopography for tissue-engineering applications. *Acta Biomater*. 2012;8(8):2941–2952.
19. Fares, U., Otri, A. M., Al-Aqaba, M. A., et al. (2012). Correlation of central and peripheral corneal thickness in healthy corneas. *Contact Lens and Anterior Eye*. 35, 39–45.
20. DelMonte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(3):588–598.
21. Meek, K. M., Boote, C. (2004). The organization of collagen in the corneal stroma. *Experimental Eye Research*. 78, 503–12.
22. Meek, K. M., Knupp, C. (2015). Corneal structure and transparency. *Progress in Retinal and Eye Research*. 49, 1–6.
23. Levin LA, Nilsson SFE, Ver Hoeve J, Wu SM. *Adler's Physiology of the Eye*. 11th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2011:107

24. Müller, L. J., Pels, E., Vrensen, G. F. (2001). The specific architecture of the anterior stroma accounts for maintenance of corneal curvature. *British Journal of Ophthalmology*. 85, 437–43.
25. Dua, H. S., Faraj, L. A., Said, D. G., et al. (2013). Human corneal anatomy redefined: A novel pre-descemet's layer (Dua's layer). *Ophthalmology Journal*. 120, 1778–85.
26. Joyce, N. (2003). Proliferative capacity of the corneal endothelium. *Progress in Retinal and Eye Research* . 22(3), 359–89.
27. Rio-Cristobal, A., Martin, R. (2014). Corneal assessment technologies: Current status. *Survey of Ophthalmology*. 59:599–614.
28. Martinez-Carrasco, R., & Fini, M. E. (2023). Dynasore Protects Corneal Epithelial Cells Subjected to Hyperosmolar Stress in an In Vitro Model of Dry Eye Epitheliopathy. *International journal of molecular sciences*, 24(5), 4754.
29. Mirmoeini, K., Tajdaran, K., Zhang, J., Gordon, T., Ali, A., Kaplan, D. R., Feinberg, K., & Borschel, G. H. (2023). Schwann Cells Are Key Regulators of Corneal Epithelial Renewal. *Investigative ophthalmology & visual science*, 64(4), 7.
30. Beutel, O., Maraschini, R., Pombo-García, K., Martin-Lemaitre, C., & Honigsmann, A. (2019). Phase Separation of Zonula Occludens Proteins Drives Formation of Tight Junctions. *Cell*, 179(4), 923–936.e11.
31. Calonge, M., Nieto-Miguel, T., de la Mata, A., Galindo, S., Herreras, J. M., & López-Paniagua, M. (2021). Goals and Challenges of Stem Cell-Based Therapy for Corneal Blindness Due to Limbal Deficiency. *Pharmaceutics*, 13(9), 1483.

32. Zhou M, Li XM, Lavker RM. Transcriptional profiling of enriched populations of stem cells versus transient amplifying cells. A comparison of limbal and corneal epithelial basal cells. *J Biol Chem.* 2006;281(28):19600–19609.
33. Schlotzer-Schrehardt U, Kruse FE. Identification and characterization of limbal stem cells. *Exp Eye Res.* 2005;81(3):247–264.
34. Tanifuji-Terai N, Terai K, Hayashi Y, Chikama T, Kao WW. Expression of keratin 12 and maturation of corneal epithelium during development and postnatal growth. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(2):545–551.
35. Klintworth Orphanet Journal of Rare Diseases 2009 4:7 doi:10.1186/1750-1172-4-7
36. Kumar A, Zhang J, Yu FS. Toll-like receptor 2-mediated expression of beta-defensin-2 in human corneal epithelial cells. *Microbes Infect.* 2006;8(2):380–389.
37. Zhivov A, Stave J, Vollmar B, Guthoff R. In vivo confocal microscopic evaluation of Langerhans cell density and distribution in the normal human corneal epithelium. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2005;243(10):1056–1061.
38. Niederkorn JY, Peeler JS, Mellon J. Phagocytosis of particulate antigens by corneal epithelial cells stimulates interleukin-1 secretion and migration of Langerhans cells into the central cornea. *Reg Immunol.* 1989;2(2):83–90.
39. Pal-Ghosh S, Pajoohesh-Ganji A, Tadvalkar G, Stepp MA. Removal of the basement membrane enhances corneal wound healing. *Exp Eye Res.* 2011;93(6):927–936.

40. Alexander RJ, Silverman B, Henley WL. Isolation and characterization of BCP 54, the major soluble protein of bovine cornea. *Exp Eye Res.* 1981;32(2):205–216.
41. Jester JV, Moller-Pedersen T, Huang J, et al. The cellular basis of corneal transparency: evidence for ‘corneal crystallins’. *J Cell Sci.* 1999;112(pt 5):613–622.
42. Cuthbertson RA, Tomarev SI, Piatigorsky J. Taxon-specific recruitment of enzymes as major soluble proteins in the corneal epithelium of three mammals, chicken, and squid. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1992;89(9):4004–4008.
43. Piatigorsky J. Gene sharing in lens and cornea: facts and implications. *Prog Retin Eye Res.* 1998;17(2):145–174.
44. Ambati BK, Nozaki M, Singh N, et al. Corneal avascularity is due to soluble VEGF receptor-1. *Nature.* 2006;443(7114):993–997.
45. Han KY, Fahd DC, Tshionyi M, et al. MT1-MMP modulates bFGF-induced VEGF-A expression in corneal fibroblasts. *Protein Pept Lett.* 2012;19(12):1334–1339.22
46. Cursiefen C, Masli S, Ng TF, et al. Roles of thrombospondin-1 and -2 in regulating corneal and iris angiogenesis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(4):1117–1124.
47. Matrix metalloproteinase 14 modulates signal transduction and angiogenesis in the cornea – Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/e-Cleavage-of-VEGFR-1-by-MMP-14-into-soluble-s-VEGFR-1-MMP-matrix-metalloproteinases_fig6_285672697 [accessed 4 Jan, 2023]

48. Wilson SE, Liu JJ, Mohan RR. Stromal–epithelial interactions in the cornea. *Prog Retin Eye Res.* 1999;18(3):293–309.
49. Hamrah P, Dana MR. Corneal antigen–presenting cells. *Chem Immunol Allergy.* 2007;92:58–70.
50. Hamrah P, Liu Y, Zhang Q, Dana MR. The corneal stroma is endowed with a significant number of resident dendritic cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44(2):581–589.
51. Fukuda K. (2020). Corneal fibroblasts: Function and markers. *Experimental eye research*, 200, 108229
52. Contact Lens Use After Corneal Crosslinking – Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Corneal-hydrops-four-weeks-after-performance-of-the-CXL-procedure-in-the-eye-with-delayed_fig5_304016772 [accessed Jan 4, 2023]
53. Srinivas S. P. (2010). Dynamic regulation of barrier integrity of the corneal endothelium. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 87(4), E239–E254.
54. Thiagarajah JR, Verkman AS. Aquaporin deletion in mice reduces corneal water permeability and delays restoration of transparency after swelling. *J Biol Chem.* 2002;277(21):19139–19144.
55. Gambato C, Longhin E, Catania AG, Lazzarini D, Parrozzani R, Midena E. Aging and corneal layers: an in vivo corneal confocal microscopy study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;253(2):267–275

56. Amann J, Holley GP, Lee SB, Edelhauser HF. Increased endothelial cell density in the paracentral and peripheral regions of the human cornea. *Am J Ophthalmol*. 2003;135(5):584–590.
57. Wiley L, SundarRaj N, Sun T–T, Thoft RA. Regional heterogeneity in human corneal and limbal epithelia: an immunohistochemical evaluation. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991; 32:594–602.
58. Fini ME, Stramer BM. How the cornea heals; cornea–specific repair mechanisms affecting surgical outcomes. *Cornea* 2005; 24 (suppl 1):S2–S11
59. Netto MV, Mohan RR, Ambr osio R Jr, Hutcheon AEK, Zieske JD, Wilson SE. Wound healing in the cornea; a review of refractive surgery complications and new prospects for therapy. *Cornea* 2005; 24:509–522
60. Stramer BM, Zieske JD, Jung J–C, Austin JS, Fini ME. Molecular mechanisms controlling the fibrotic repair phenotype in cornea: implications for surgical outcomes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003; 44:4237–4246.
61. Wilson SE, He YG, Weng J, Li Q, McDowall AW, Vital M, Chwang EL. Epithelial injury induces keratocyte apoptosis: hypothesized role for the interleukin–1 system in the modulation of corneal tissue organization and wound healing. *Exp Eye Res* 1996; 62:325–327
62. Gabison EE, Mourah S, Steinfels E, Yan L, Hoang–Xuan T, Watsky MA, De Wever B, Calvo F, Mauviel A, Menashi S. Differential expression of extracellular matrix metalloproteinase inducer (CD147) in normal and ulcerated corneas; role in epithelio–stromal interactions and matrix metalloproteinase induction. *Am J Pathol* 2005; 166:209–219.

Available at: [http:// ajp.amjpathol.org/cgi/reprint/166/1/209](http://ajp.amjpathol.org/cgi/reprint/166/1/209). Accessed November 23, 2010

63. Maguen E, Zorapapel NC, Zieske JD, Ninomiya Y, Sado Y, KenneyMC, Ljubimov AV. Extracellular matrix and matrix metalloproteinase changes in human corneas after complicated laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *Cornea* 2002; 21:95–100
64. Gabison EE, Huet E, Baudouin C, Menashi S. Direct epithelialstromal interaction in corneal wound healing: Role of EMMPRIN/CD147 in MMPs induction and beyond. *Prog Retin Eye Res* 2009; 28:19–33
65. Gipson IK, Joyce NC. Anatomy and cell biology of the cornea, superficial limbus, and conjunctiva. In: Albert DM, Jakobiec FA, eds, *Principles and Practice of Ophthalmology*, 3rd ed. Philadelphia, PA, Saunders, 2008; 423–420
66. Lee JB, Seong GJ, Lee JH, Seo KY, Lee YG, Kim EK. Comparison of laser epithelial keratomileusis and photorefractive keratectomy for low to moderate myopia. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27:565–570
67. Kim EK, Geroski DH, Holley GP, Urken SI, Edelhauser HF. Corneal endothelial cytoskeletal changes in F-actin with aging, diabetes, and after cytochalasin exposure. *Am J Ophthalmol* 1992; 114:329–335
68. Polse KA, Brand RJ, Cohen SR, Guillon M. Hypoxic effects on corneal morphology and function. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990; 31:1542–1554.

69. Roszkowska AM, Tringali CG, Colosi P, Squeri CA, Ferreri G. Corneal endothelium evaluation in type I and type II diabetes mellitus. *Ophthalmologica* 1999; 213:258–261
70. Al-Mezaine HS. Descemet's membrane detachment after cataract extraction surgery. *Int Ophthalmol* 2010; 30:391–396
71. Linebarger EJ, Hardten DR, Shah GK, Lindstrom RL. Phacoemulsification and modern cataract surgery. *Surv Ophthalmol* 1999; 44:123–147
72. Kim T, Hasan SA. A new technique for repairing Descemet membrane detachments using intracameral gas injection. *Arch Ophthalmol* 2002; 120:181–183. Available at: <http://archophth.ama-assn.org/cgi/reprint/120/2/181.pdf>. Accessed November 23, 2010
73. Ravalico G, Tognetto D, Palomba MA, Lovisato A, Baccara F. Corneal endothelial function after extracapsular cataract extraction and phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23:1000–1005
74. Behndig A, Lundberg B. Transient corneal edema after phacoemulsification: comparison of 3 viscoelastic regimens. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28:1551–1556
75. Bourne RRA, Minassian DC, Dart JKG, Rosen P, Kaushal S, Wingate N. Effect of cataract surgery on the corneal endothelium; modern phacoemulsification compared with extracapsular cataract surgery. *Ophthalmology* 2004; 111:679–685
76. Osher RH. Slow motion phacoemulsification approach [letter]. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:667
77. Schultz RO, Glasser DB, Matsuda M, Yee RW, Edelhauser HF. Response of the corneal endothelium to cataract surgery. *Arch*

- Ophthalmol 1986; 104:1164–1169. Available at: <http://archophth.ama-assn.org/cgi/reprint/104/8/1164>. Accessed November 23, 2010
78. Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. J Cataract Refract Surg 2000; 26:727–732
 79. Devgan U. Phaco fluidics and phaco ultrasound power modulations. Ophthalmol Clin North Am 2006; 19(4):457–468
 80. Cameron MD, Poyer JF, Aust SD. Identification of free radicals produced during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg 2001; 27:463–470
 81. Ko Y-C, Liu CJ-I, Lau L-I, Wu C-W, Chou JC, Hsu W-M. Factors related to corneal endothelial damage after phacoemulsification in eyes with occludable angles. J Cataract Refract Surg 2008; 34:46–51
 82. Vasavada AR, Praveen MR, Vasavada VA, Vasavada VA, RajSM, Asnani PK, GargVS. Impact of high and low aspiration parameters on postoperative outcomes of phacoemulsification: randomized clinical trial. J Cataract Refract Surg 2010; 36:588–593.
 83. Ayaki M, Yaguchi S, Iwasawa A, Koide R. Cytotoxicity of ophthalmic solutions with and without preservatives to human corneal endothelial cells, epithelial cells and conjunctival epithelial cells. Clin Exp Ophthalmol 2008; 36:553–559
 84. Mamalis N, Edelhauser HF, Dawson DG, Chew J, LeBoyer RM, Werner L. Toxic anterior segment syndrome. J Cataract Refract Surg 2006; 32:324–333.
 85. Thapa SS, Paudyal I, Khanal S, Paudel N, Mansberger SL & van Rens GH (2012): Central corneal thickness and intraocular pressure in a

- Nepalese population: the Bhaktapur Glaucoma Study. *J Glaucoma* 21: 481–485.
86. Aghaian E, Choe JE, Lin S, Stamper RL. Central corneal thickness of Caucasians, Chinese, Hispanics, Filipinos, African Americans, and Japanese in a glaucoma clinic. *Ophthalmology*. 2004;111:2211–9.
 87. Lee ES, Kim CY, Ha SJ, Seong GJ, Hong YJ. Central corneal thickness of Korean patients with glaucoma. *Ophthalmology*. 2007;114:927–30.
 88. Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, Gordon MO. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) *Ophthalmology*. 2001;108:1779–88.
 89. Elflein HM, Pfeiffer N, Hoffmann EM, Hoehn R, Kottler U, Lorenz K, et al. Correlations between central corneal thickness and general anthropometric characteristics and cardiovascular parameters in a large European cohort from the Gutenberg Health Study. *Cornea*. 2014;33:359–65.
 90. Suzuki S, Suzuki Y, Iwase A, Araie M. Corneal thickness in an ophthalmologically normal Japanese population. *Ophthalmology*. 2005;112:1327–36.
 91. Moshirfar, M., Hastings, J., & Ronquillo, Y. (2023). Megalocornea. In StatPearls. StatPearls Publishing
 92. Dong EY, Joo CK. Predictability for proper capsular tension ring size and intraocular lens size. *Korean J Ophthalmol*. 2001;15(1):22–26.
 93. Hoffer KJ. Clinical results using the Holladay 2 intraocular lens power formula. *J Cataract Refract Surg*. 2000;26(8):1233–1237.

94. Baumeister M, Terzi E, Ekici Y, Ekici Y. Comparison of manual and automated methods to determine horizontal corneal diameter. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(2):374–380.
95. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, Ghoreyshi M, Salouti R. Comparison of horizontal corneal diameter measurements using Galilei, EyeSys and Orbscan II systems. *Clin Exp Optom.* 2009;92(5):429–433.
96. W. Nolan, “Anterior segment imaging: ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography,” *Current Opinion in Ophthalmology*, vol. 19, no. 2, pp. 115–121, 2008.
97. D. S. Friedman and M. He, “Anterior chamber angle assessment techniques,” *Survey of Ophthalmology*, vol. 53, no. 3, pp. 250–273, 2008.
98. American Academy of Ophthalmology, Primary Angle Closure, Preferred Practice Pattern, American Academy of Ophthalmology, San Francisco, Calif, USA, 2010.
99. S. Asrani, M. Sarunic, C. Santiago, and J. Izatt, “Detailed visualization of the anterior segment using fourier-domain optical coherence tomography,” *Archives of Ophthalmology*, vol. 126, no. 6, pp. 765–771, 2008.
100. C. K. S. Leung, W. M. Chan, Y. K. Chun et al., “Visualization of anterior chamber angle dynamics using optical coherence tomography,” *Ophthalmology*, vol. 112, no. 6, pp. 980–984, 2005.
101. S. Radhakrishnan, D. Huang, and S. D. Smith, “Optical coherence tomography imaging of the anterior chamber angle,” *Ophthalmology Clinics of North America*, vol. 18, no. 3, pp. 375–381, 2005.

102. J. W. Console, L. M. Sakata, T. Aung, D. S. Friedman, and M. He, "Quantitative analysis of anterior segment optical coherence tomography images: the zhongshan angle assessment program," *British Journal of Ophthalmology*, vol. 92, no. 12, pp. 1612–1616, 2008.
103. Hashemi H, Yekta A, Khodamoradi F, Aghamirsalim M, Asharlous A, et al. (2019) Anterior chamber indices in a population based study using the Pentacam. *Int Ophthalmol* 39: 2033–2040.
104. Maggon R, Singh SK, Jha M, Mishra A, Gupta S, et al. (2019) Correlation between ocular axial length and anterior chamber depth and a differential analysis in same-sized eyes. *Kerala J Ophthalmol* 31: 28.
105. Ejimadu CS, Aprioku IN (2019) Analysis of Ocular Axial Length and Anterior Chamber Depth in Port Harcourt, Nigeria. *World Journal of Ophthalmology & Vision Research* 2
106. Fernández-Vigo JI, Fernández-Vigo JÁ, Macarro-Merino A, Fernández-Pérez C, Martínez de-la-Casa JM, et al. (2016) Determinants of anterior chamber depth in a large Caucasian population and agreement between intra-ocular lens Master and Pentacam measurements of this variable. *Acta Ophthalmol* 94: e150–e155.
107. Mete A, Kimyon S, Saygili O, Evisen A, Pamukcu C, et al. (2016) Dynamic changes in optic disc morphology, choroidal thickness, anterior chamber parameters, and intraocular pressure during Valsalva maneuver. *Arq Bras Oftalmol* 79: 209–213.
108. Taradaj K, Ginda T, Maciejewicz P, Ciechanowicz P, Suchonska B, et al. (2018) Pregnancy and the eye. Changes in morphology of the cornea and the anterior chamber of the eye in pregnant woman. *Ginekol Pol.* 89: 695–699.

109. Fieß A, Schuster AK, Nickels S, Urschitz MS, Elflein HM, et al. (2019) Association of Low Birth Weight With Altered Corneal Geometry and Axial Length in Adulthood in the German Gutenberg Health Study. *JAMA Ophthalmol* 137: 507–514.
110. Hoffer KJ, Savini G (2015) Anterior chamber depth studies. *J Cataract Refract Surg* 41: 1898–1904.
111. Sihota R, Kamble N, Sharma AK, Bhari A, Gupta A, et al. (2019) "Van Herick Plus": a modified grading scheme for the assessment of peripheral anterior chamber depth and angle. *Br J Ophthalmol* 103: 960–965.
112. Nolan WP, See JL, Chew PTK, Friedman DS, Smit SD, et al. (2007) Detection of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography in Asian eyes. *Ophthalmology* 114: 33–39.
113. Rainer, G., Findl, O., Petternel, V., et al., 2004. Central corneal thickness measurements with partial coherence interferometry, ultrasound, and the Orbscan system. *Ophthalmology* 111, 875–879
114. Zhao, M.H., Zou, J., Wang, W.Q., Li, J., 2007. Comparison of central corneal thickness as measured by non-contact specular microscopy and ultrasound pachymetry before and post LASIK. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 35, 818–823.
115. Modis, L.J., Langenbucher, A., Seitz, B., 2001a. Corneal thickness measurements with contact and noncontact specular microscopic and ultrasonic pachymeter. *Am. J. Ophthalmol.* 132, 517–521.

116. Fakhry, M.A., Artola, A., Belda, J.I., et al., 2002. Comparison of corneal pachymetry using ultrasound and Orbscan II. *J. Cataract Refract. Surg.* 28, 248–252.
117. Li, H.F., Petroll, W.M., Møller-Pedersen, T., et al., 1997. Epithelial and corneal thickness measurements by in vivo confocal microscopy through focusing (CMTF). *Curr. Eye Res.* 16, 214– 221.
118. Avitabile, T., Marano, F., Uva, M.G., Reibaldi, A., 1997. Evaluation of central and peripheral corneal thickness with ultrasound biomicroscopy in normal and keratoconic eyes. *Cornea* 16, 639– 644.
119. Bechmann, M., Thiel, M.J., Neubauer, A.S., et al., 2001. Central corneal thickness measurement with a retinal optical coherence tomography device versus standard ultrasonic pachymetry. *Cornea* 20, 50–54.
120. Guvant, P., Broadway, D.C., Watkins, R.J., 2003. Repeatability and reproducibility of the BVI ultrasonic pachymeter. *Eye* 17, 825– 828.
121. Bovel, R., Kaufman, S.C., Thompson, H.W., Hamano, H., 1999. Corneal thickness measurements with the Topcon SP-2000P specular microscope and an ultrasound pachymeter. *Arch. Ophthalmol.* 117, 868– 870.
122. Tam, E.S., Rootman, D.S., 2003. Comparison of central corneal thickness measurements by specular microscopy, ultrasound pachymetry, and ultrasound biomicroscopy. *J. Cataract Refract. Surg.* 29, 179–1184.
123. Ucakhan, O.O., Ozkan, M., Kanpolat, A., 2006. Corneal thickness measurements in normal and keratoconic eyes: Pentacam comprehensive eye scanner versus noncontact specular microscopy and ultrasound pachymetry. *J. Cataract Refract. Surg.* 32, 970–977.

124. Fujioka, M., Nakamura, M., Tatsumi, Y., et al., 2007. Comparison of Pentacam Scheimpflug camera with ultrasound pachymetry and noncontact specular microscopy in measuring central corneal thickness. *Curr. Eye Res.* 32, 89–94.
125. Swartz, T., Marten, L., Wang, M., 2007. Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Curr. Opin. Ophthalmol.* 18, 325–333.
126. Khoramnia, R., Rabsilber, T.M., Auffarth, G.U., 2007. Central and peripheral pachymetry measurements according to age using the Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J. Cataract Refract. Surg.* 33, 830–836.
127. Iester, M., Mete, M., Figus, M., et al. (2009). Incorporating corneal pachymetry into the management of glaucoma. *J. Cataract Refract. Surg.*, 35, 1623–1628.
128. Chaurasia S, Vanathi M. Specular microscopy in clinical practice. *Indian J Ophthalmol.* 2021;69(3):517–524.
129. Maresca, N., Zeri, F., Palumbo, P., et al. (2014). Agreement and reliability in measuring central corneal thickness with a rotating Scheimpflug–Placido system and ultrasound pachymetry. *Cont. Lens Anterior Eye*, 37, 442–446.
130. Almubrad, T. M., Osuagwu, U. L., Alabbadi, I., et al. (2011). Comparison of the precision of the Topcon SP–3000P specular microscope and an ultrasound pachymeter. *Clin. Ophthalmol.*, 5, 871–876.

131. Chan-Ling, T., & Pye, D. (1994). Pachometry: clinical and scientific applications. In M. Ruben, & M. Guillon (Eds.), *Contact Lens Practice* (pp. 407–436). London: Chapman & Hall.
132. Jones L. W. , Srinivasan S. , NG A. , Schulze M. (2018). Diagnostic Instruments.in Efron N. (Ed), *Contact Lens Practice* (Third Edition), (pp.327–345.e5). Amsterdam: Elsevier. doi:10.1016/b978-0-7020-6660-3.00036-8
133. Henson, D. B. (1996a). Slit lamps. In D. Henson (Ed.), *Optometric Instrumentation* (pp. 138–161). Oxford: Butterworth–Heinemann.
134. Agarwal, T., Bhartiya, S., Dada, T., et al. (2012). Agreement of corneal thickness measurement using slitlamp and ultrasound pachymetry. *Eye Contact Lens*, 38, 231–233.
135. Guillon, M., & Ho, A. (1994). Photokeratoscopy. In M. Ruben, & M. Guillon (Eds.), *Contact Lens Practice* (pp. 313–357). London: Chapman & Hall.
136. Veys, J., & Davies, I. (1995). Assessment of corneal contour. *Optician*, 209(5487), 22–27.
137. Loveridge, R. (1993). Breaking up is hard to do? *J. Brit. Contact Lens Assoc.*, 16, 51–55.
138. Klyce, S. D., Maeda, N., & Byrd, T. (1998). Corneal topography. In H. Kaufman, B. Barron, & M. McDonald (Eds.), *The Cornea* (pp. 1055–1075). Oxford: Butterworth–Heinemann.
139. Belin, M. W., & Ambrosio, R. (2013). Scheimpflug imaging for keratoconus and ectatic disease. *Indian J. Ophthalmol.*, 61, 401–406.

140. de Sanctis, U., Aragno, V., Dalmaso, P., et al. (2013). Diagnosis of subclinical keratoconus using posterior elevation measured with 2 different methods. *Cornea*, 32, 911–915.
141. Cairns, G., & McGhee, C. N. (2005). Orbscan computerized topography: attributes, applications, and limitations. *J. Cataract Refract. Surg.*, 31, 205–220.
142. Pinero, D. P. (2015). Technologies for anatomical and geometric characterization of the corneal structure and anterior segment: a review. *Semin. Ophthalmol.*, 30, 161–170.
143. Turner JM, Purslow C, Murphy PJ. Comparison of Javal–Schiotz keratometer, Orbscan Ilz and Pentacam topographers in evaluating anterior corneal topography [published online ahead of print, 2022 May 25]. *Clin Exp Optom.* 2022;1–8.
144. Doughty, M. J., & Jonuscheit, S. (2010). The orbscan acoustic (correction) factor for central corneal thickness measures of normal human corneas. *Eye Contact Lens*, 36, 106–115.
145. Ambrosio, R., Jr., Valbon, B. F., Faria–Correia, F., et al. (2013). Scheimpflug imaging for laser refractive surgery. *Curr. Opin. Ophthalmol.*, 24, 310–320.
146. Wegener, A., & Laser–Junga, H. (2009). Photography of the anterior eye segment according to Scheimpflug’s principle: options and limitations – a review. *Clin. Exp. Ophthalmol.*, 37, 144–154.
147. Wong, M. M., Shukla, A. N., & Munir, W. M. (2014). Correlation of corneal thickness and volume with intraoperative phacoemulsification parameters using Scheimpflug imaging and optical coherence tomography. *J. Cataract Refract. Surg.*, 40, 2067–2075.

148. Reddy, J. C., Rapuano, C. J., Cater, J. R., et al. (2014). Comparative evaluation of dual Scheimpflug imaging parameters in keratoconus, early keratoconus, and normal eyes. *J. Cataract Refract. Surg.*, 40, 582–592.
149. Oliveira, C. M., Ribeiro, C., & Franco, S. (2011). Corneal imaging with slit-scanning and Scheimpflug imaging techniques. *Clin. Exp. Optom.*, 94(1), 33–42.
150. Fujimoto, J. G., Bouma, B., Tearney, G. J., et al. (1998). New technology for high-speed and high-resolution optical coherence tomography. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 838, 95–107.

الملاحق



الموافقة المستنيرة على المشاركة بالبحث الذي عنوانه

مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي

أنا الطيبة ألى القاسمي طالبة الدراسات العليا (ماجستير) في اختصاص أمراض العين و جراحاتها في كلية الطب البشري - جامعة دمشق ، أنفذ هذا البحث الذي يهدف إلى مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي

- سيتم إطلاع المشاركين المشمولين في الدراسة على هدفها وإجراءاتها، وأخذ الموافقة المستنيرة منهم بشكل طوعي.
- إجراء استجواب سريري يشمل القصة العينية، والجهازية، والدوائية، والجراحية.
- إجراء فحص عيني شامل يتضمن:

○ فحص عيني سريري لأقسام العين الأمامية باستخدام المصباح الشقي (Topcon Slit) (Lamp SL-D7, Tokyo, Japan).

○ قياس أسواء الانكسار باستخدام جهاز قياس أسواء الانكسار الأوتوماتيكي (Topcon Autorefractor KR-8100P, Tokyo, Japan).

○ تقييم حدة الإبصار المصححة باستخدام جهاز الإسقاط (نموذج E) من مسافة 6 أمتار (Topcon projector ACP8, Tokyo, Japan).

○ قياس ضغط العين باستخدام جهاز قياس ضغط العين بالتسطيح الهوائي باستخدام جهاز (Topcon air puff CT-80, Tokyo, Japan).

○ إجراء تصوير AS-OCT باستخدام جهاز (Spectralis, Spectral Domain OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) على مرحلتين حسب إرشادات

المصنّع [9]، المرحلة الأولى لأخذ صورة مقطعية في القرنية، والمرحلة الثانية لأخذ صورة مقطعية لزاوية الغرفة الأمامية بتقنية تعزيز العمق EDI. سيتم أخذ الصور في غرفة مظلمة (0 Lux)، وذلك من قبل ذات الموظف. أخذ عدّة صور حتّى تحديد الصور الأكثر دقة دون ارتجاج أو تشويش.

- إجراء صورة طبوغرافيا للقرنية والبيت الأمامي باستخدام جهاز The Sirius anterior segment analysis system (CSO, Florence, Italy).
- حساب الطول الأمامي الخلفي للعين بالأمواج فوق الصوتية (Quantel Medical Cine Scan).
- فحص قعر العين بالتنظير غير المباشر عبر المصباح الشقي باستخدام عدسة Volk 78 diopter بعد تقطير موسع حدقي 1% Cyclopentolate، بفارق قطرتين بفارق عشر دقائق.
- قياس أسواء الانكسار النهائية بعد شلّ المطابقة باستخدام جهاز قياس أسواء الانكسار الأوتوماتيكي (Topcon Autorefractor KR-8100P, Tokyo, Japan).

إن موافقتكم على الاشتراك في بحثنا هذا يعني تزويدنا بالمعلومات المتعلقة فيكم لملء استبيان خاص بالبحث ، علماً بأن هذه المعلومات ضرورية لمتابعة حالتكم الصحية ، و أودّ أن أؤكد أن هذه المعلومات ستبقى سرية ولا يمكن لأحد الاطلاع عليها، كما سيتم ترميز المشاركين (إعطاؤهم أرقام دون ذكر أسماء) .

كذلك أتعهد بعدم إجراء أي استقصاء غير ضروري لحالة المريض و عدم إعطاء أي دواء تجريبي أو أي تداخل دوائي أو استقصائي من شأنه أن يؤذي المريض بقصد أو بغير قصد .

كما أود أن أشير إلى أن المشارك (المريض / الشاهد) لن يحصل على أية تعويضات أو أي مقابل مادي، كما أن رفض المشاركة ليس له أية تبعات و سينال حقه من العناية الطبية اللازمة . و عليه فإن المشاركة ليست إلزامية ولك الحرية الكاملة في اختيار المشاركة من عدمها ولك حق الانسحاب متى شئت ، فمن يرغب المشاركة فليسجل اسمه مع التوقيع أسفل هذه الاستمارة .

المخاطر و الفوائد

- لا توجد أي مخاطر للفحوص المجرة لدى المرضى المشاركين في البحث .
- الفوائد تكمن في مقارنة قياسات الأقسام الأمامية باستخدام نظام تحليل الأقسام الأمامية سايرس والتصوير المقطعي التوافقي البصري للقسم الأمامي

- الموافقة على المشاركة

لقد اطلعت و أدركت محتوى الموافقة المستنيرة و أوافق طوعاً على أن أكون مشاركاً في هذا البحث و أدرك أنني أملك فرصة الاستفسار عن أي أمر مع ضرورة الاجابة كما و أملك الحق في الانسحاب في أي وقت أشاء و دون أن يعرضني ذلك لأي ضرر و عليه أوقع .

الرقم المتسلسل للمشارك ()

التوقيع

التاريخ / / .

ملاحظة

بالنسبة للأشخاص الذين لا يجيدون القراءة و الكتابة ، تم شرح هدف البحث لهم و أخذت موافقتهم الشفهية بحضور فرد من عائلته .

دمشق في / / .

د. ألمى القاسمي 0952385291

البريد الإلكتروني AlmaQasemi@gmail.com

-Abstract-

Comparison of Anterior Segment Measurements by Sirius Anterior Segment Analysis System and Anterior Segment Optical Coherence Tomography

Background: The Compatibility between Anterior Segment Measurements by Sirius anterior segment analysis system and by anterior segment optical coherence tomography remains controversial in studies.

Aim: The research aims to compare anterior segment measurements by Sirius anterior segment analysis system and anterior segment optical coherence tomography.

Materials and Methods: A cross-sectional study that included 94 eyes from 47 patients aged between 19-64 years who attended eye clinics at Al-Mouwasat University Hospital in Damascus in the period from March 2022 to January 2023. A comprehensive ophthalmic examination was performed, and anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) was performed, and imaging using the Sirius anterior segment analysis system, then the data were collected and statistically analyzed.

Results: The mean central corneal thickness (CCT) Using optical coherence tomography was $544.12 \mu\text{m} \pm 26.19 \mu\text{m}$, and using Sirius was $543.17 \mu\text{m} \pm 27.21 \mu\text{m}$. The mean horizontal corneal diameter using optical coherence tomography was $12.23 \text{ mm} \pm 0.39 \text{ mm}$, and using Sirius was $12.19 \text{ mm} \pm 0.37 \text{ mm}$. The mean anterior chamber angle (ACA) using optical coherence tomography was $45.19^\circ \pm 4.71^\circ$ and using Sirius was $45.39^\circ \pm 4.93^\circ$.

Conclusions: Both anterior segment optical coherence tomography and the Sirius anterior section analysis system showed high reliability for all anterior segment measurements. Thus, there is compatibility between them and one can be replaced by the other.

Keywords: Anterior Segment Optical Coherence Tomography, Sirius Anterior Segment Analysis System, Central Corneal Thickness, Horizontal Corneal Diameter, Anterior Chamber Angle.

**Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Damascus University
Faculty of Medicine
Al-Mouasat University Hospital - Ophthalmology Department**



Comparison of Anterior Segment Measurements by Sirius Anterior Segment Analysis System and Anterior Segment Optical Coherence Tomography

**A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master in Ophthalmology**

By:

Alma AlQasemi

Supervised:

Professor Yousra Hadeh

Academic year:

2024