

تقييم الزوجانات القرنية عالية الترتيب عند الأطفال السوريين في مختلف أسوء الانكسار

محمد يزن السراقبي^{1*}، روى المهاني¹، معنز سعد الدين²

*1 طالب ماجستير - قسم أمراض العين وجراحاتها، كلية الطب البشري، جامعة دمشق، دمشق، سورية

2 أستاذ مساعد - قسم أمراض العين وجراحاتها، كلية الطب البشري، جامعة دمشق، دمشق، سورية

المخلص:

خلفية البحث وهدفه: يهدف البحث لاكتشاف التبدلات في قيم متوسط الجذر التربيعي (RMS) Root Mean Square الخاصة بأهم الزوجانات عالية الترتيب (Coma, Trefoil, Spherical Aberration) عند الأطفال السوريين في حالات السواء البصري والحسر والمد.

مواد البحث وطرقه: دراسة مقطعية مستعرضة شملت 414 عيناً من 207 مرضى بأعمار تتراوح بين 8-14 سنة من المراجعين للعيادات العينية في مشفى المواساة الجامعي بدمشق في الفترة الممتدة من آذار 2021 حتى شباط 2022 حيث تم إجراء فحص عيني شامل، وتم إجراء طبوغرافيا القرنية باستخدام جهاز Sirius وذلك لدراسة أهم الزوجانات القرنية (Coma, Trefoil, Spherical Aberration) عند قطر حدقة 6 ملم، ثم تم جمع البيانات وتحليلها إحصائياً.

النتائج: بلغت ذروة الجذر التربيعي RMS في الزوجانات القرنية عالية الترتيب من نوع الفاصلة Coma والزوجان الكروي Spherical Aberration لدى مجموعة المد (0.11 ± 0.04 ، 0.17 ± 0.06) بالترتيب. وأخفض قيمة للزوجان الكروي كانت لدى مجموعة الحسر الخفيف (0.05 ± 0.03) بينما كانت قيم الزوجان ثلاثي الوريقات Trefoil أعلى لدى مجموعة الحسر المتوسط والشديد (0.21 ± 0.05).

الاستنتاجات: في هذه الدراسة وجدنا زيادة مهمة في الزوجان ثلاثي الوريقات Trefoil عند الحسر المتوسط والشديد، وزيادة مهمة في الزوجان الكروي Spherical Aberration والفاصلة Coma عند المد، ونقصان مهم في الزوجان الكروي عند الحسر الخفيف مقارنة مع الشديد وباقي المجموعات. وربما يكون للزوجان الكروي دور في تطور الحسر.

الكلمات المفتاحية: الزوجانات القرنية عالية الترتيب، زوجان الفاصلة، الزوجان الكروي، الزوجان ثلاثي الوريقات، أسوء الانكسار

تاريخ القبول: 2022/4/13

تاريخ الإيداع: 2022/3/22

حقوق النشر: جامعة دمشق - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب CC BY-NC-SA

ISSN: 2789-7214 (online)

<http://journal.damascusuniversity.edu.sy>



Evaluation of Corneal Higher-Order Aberrations in Syrian Children with Different Refractive Errors

Mhd Yazen Alsarakbi^{*1}, Riwa Al Mahayni¹, Motaz Sadeddin²

¹Postgraduate Student - Department of Ophthalmology - Faculty of Medicine - Damascus University, Damascus, Syria

²Assistant Professor - Department of Ophthalmology - Faculty of Medicine - Damascus University, Damascus, Syria

Abstract:

Background & Aim: The research aims to discover the changes in the RMS values of the most important higher-order aberrations (Coma, Trefoil, Spherical Aberration) in Syrian children population with different refractive errors (emmetropia, myopia & hyperopia)

Materials and methods: A cross-sectional study that included 414 eyes of 207 patients ,ages 8-14 years, who attended ophthalmological clinics at Al-Mowasat University Hospital in Damascus during the period from Mars 2021 until February 2022, where a comprehensive eye examination was performed, Then corneal topography was performed using Sirius device to study the most important corneal aberrations(Coma, Trefoil, Spherical Aberration) with a pupil diameter of 6 mm, then data were collected and analyzed statistically.

Results: RMS of Coma and Spherical Aberrations peaked in the hyperopia group (0.06 ± 0.17 , 0.04 ± 0.11) respectively and Spherical Aberration lowest value was in the mild myopia group (0.03 ± 0.05). Whereas, Trefoil was higher in the moderate and severe myopia group (0.05 ± 0.21)

Conclusions: In this study we found a significant increase in Trefoil in moderate and severe myopia ,a significant increase in Spherical Aberration and Coma in hyperopia and a significant decrease in spherical aberration in mild myopia compared to emmetropia and other groups. Spherical aberration might has a role in myopia development.

Keywords: Corneal Higher-Order Aberrations, Coma, Spherical Aberration, Trefoil, Refractive Errors.

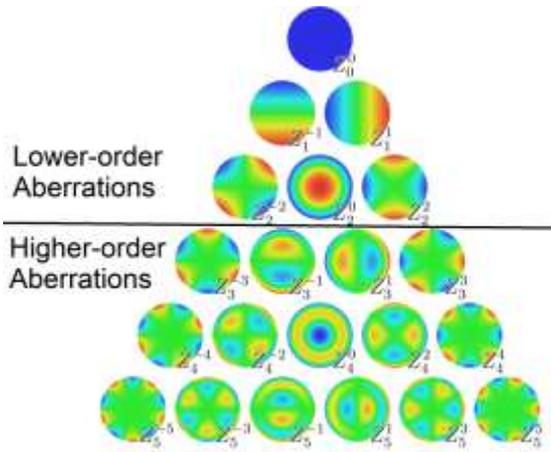


Submitted: 22/3/2022

Accepted: 13/4/2022

Copyright: Damascus University Syria.

The authors retain copyright under CC BY-NC-SA

(Thibos *et al*)

الشكل (1): كثيرات الحدود لزيرنكه للتعبير عن الزوغانات

تشكّل الزوغانات عالية الترتيب نسبة ضئيلة من مجمل الزوغانات العينية، بينما الزوغانات منخفضة الترتيب (مد البصر وحسر البصر واللابؤرية المنتظمة) تشكّل أكثر من 90 بالمئة من مجمل الزوغانات.

(Lombardo *et al*)

وعلى الرغم من ذلك فإن الزوغانات منخفضة الترتيب يمكن تصحيحها باستخدام النظارات والعدسات اللاصقة التقليدية، بينما الزوغانات عالية الترتيب لا يمكن تصحيحها باستخدام عدسات كروية وأسطوانية، وتُضعف جودة الصورة المتشكلة على الشبكية حيث تسبب وهجاً وهالات، (Li *et al*) وربما تكون جودة الصورة الشبكية مسؤولة عن نمو العين باتجاه سداد البصر (Chen *et al*)

وتطور المطابقة بشكل طبيعي. (Wilson *et al*)

تنشأ غالبية الزوغانات عالية الترتيب من سطح القرنية الأمامي والعدسة، وكمية قليلة من الزوغانات تنشأ من سطح القرنية الخلفي، (Zhiyuan *et al*)

وقد أظهرت بعض الدراسات أن زوغانات الوجه الخلفي تلعب دوراً تعويضياً في توازن الزوغانات بالقرنية؛ حيث كانت زوغانات الوجه الأمامي أكبر من زوغانات كامل القرنية مما يدل على أن زوغانات الوجه الخلفي تعاكس زوغانات الوجه الأمامي. (Bayhan *et al*)

المقدمة:

إن الآلية الدقيقة لتشكّل أسوء الانكسار لا تزال غير واضحة بشكل كامل؛ حيث يلعب التنبيه البصري دوراً مهماً بتنظيم النمو المحوري لكرة العين،

(Flitcroft *et al*) والدليل على ذلك أنه يمكن إحداث تغيرات بنمو العين عند صغار الحيوانات بإجراء تداخلات بصرية كتغيير العدسة، والحرمان من التنبيه البصري. (Hung *et al*)

وبآلية مشابهة يمكن تحريض تغييرات بالطول المحوري للعين عند البشر، وإحداث تغيرات بسماكة المشيمية لديهم عن طريق تغيير وضوح الخيال المتشكل على الشبكية؛

(Wang *et al*) وهذا الأمر يقترح وجود آلية تعتمد على التنبيه البصري، وتساهم هذه الآلية بعملية نمو العين باتجاه سداد البصر emmetropization وكذلك تطور أسوء الانكسار خلال فترة الطفولة. (Read *et al*)

قبل ظهور علم واجهة الموجة وتحليل الزوغانات البصرية كانت لوحة سنلن هي الوسيلة الوحيدة لفحص أداء النظام البصري للعين، وبمعنى آخر كانت أسوء الانكسار الكروية الأسطوانية تمثل الوصف الوحيد لعيوب النظام البصري، وشكّل التحليل المنهجي للزوغانات الذي قام به الفيزيائي الهولندي زيرونكه (1888-1966) Frits Zernike , الحائز على جائزة نوبل للفيزياء (1953)، لحظة فارقة في فهمنا للزوغانات العينية. (Applegate *et al*)

تنتج الزوغانات البصرية بسبب اضطراب أو عدم انتظام واحد أو أكثر من مكونات العين الانكسارية بما فيها: فلم الدمع، القرنية، الخلط المائي، العدسة، الخلط الزجاجي (Bayhan *et al*) ويتم التعبير عن الزوغانات البصرية باستخدام كثيرات الحدود لزيرونكه (الشكل 1)؛ حيث يتم تقسيم الزوغانات لعدة ترتيبات وجمعها ضمن هرم، ووفقاً لهذا الهرم يتم تصنيف الزوغانات لمنخفضة الترتيب (الصف صفر والصف الأول والصف الثاني) وعالية الترتيب (من الصف الثالث فأكثر)، ويتم قياس الزوغانات بطريقة القيم المتوسطة للجذر التربيعي Root Mean Square (RMS) ووحدة القياس مكرمتر (μ).

رسخ تطبيق علم واجهة الموجة في البصريات العينية مبادئ الجودة البصرية، وأوضح الدور الهام للزوغانات عالية الترتيب في جودة النظام البصري بعد تصحيح أسوء الانكسار التقليدية بالنظارات أو العدسات اللاصقة، وجعل من دراسة الزوغانات وربطها مع الأمراض المختلفة التي تصيب العين موضوعاً مهماً. (Alio et al)

بحثت العديد من الدراسات عن علاقة الزوغانات عالية الترتيب مع العمر، (Guirao et al) (Amano et al) والطول المحوري للعين، (Little et al) وأسوء الانكسار، (Carkeet et al) (He et al) (et al) والمطابقة، (Cheng et al) والعرق، (He et al) (Prakash et al) وبينما أثبتت العديد من الدراسات أن الزوغانات عالية الترتيب تزداد مع تقدم العمر، (Carkeet et al) (Hashemi et al) لكن علاقتها مع أسوء الانكسار لا تزال غير واضحة. (Kirwan et al)

لذلك الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الزوغانات عالية الترتيب الموجودة عند الأطفال وعلاقتها مع أسوء الانكسار لديهم.

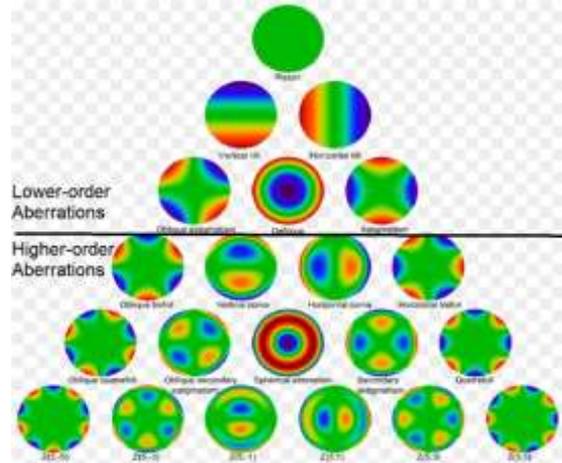
هدف الدراسة:

تقييم متوسط الجذر التربيعي Root Mean Square (RMS) لأهم الزوغانات القرنية عالية الترتيب (Coma, Spherical Aberration) عند الأطفال السوريين في حالة السوء البصري والحسر والمد بواسطة جهاز Sirius Corneal Topography

مواد البحث وطرقه:

دراسة أجريت في الفترة الممتدة بين آذار 2021 وشباط 2022 على 207 مرضى (414 عيناً) تم اختيارهم بشكل عشوائي من المراجعين للعيادات العينية في مشفى المواساة الجامعي بدمشق، حيث شملت معايير الدخول في الدراسة: الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 8 و 14 سنة، مع قدرة بصرية مصححة عشرة من عشرة، وبعد إطلاع أهلهم والوصي القانوني على الموافقة المستنيرة وأخذ موافقة الوصي القانوني للدخول في الدراسة، وشملت معايير الاستبعاد: مرضى القرنية المخروطية، أو كثافات القرنية

وأهم الزوغانات عالية الترتيب التي تؤثر على الجودة البصرية (الشكل 2) هي زوغان الفاصلة Coma، والزوغان الكروي Spherical Aberration، والزوغان ثلاثي الوريقات Trefoil. (Porter et al)



الشكل(2): أسماء الزوغانات البصرية المختلفة وتأثيرها على الجودة البصرية

زوغان الفاصلة (Coma): ينشأ زوغان الفاصلة من الضوء الذي يدخل العين خارج المحور البصري؛ حيث تصطمم الأشعة الواردة بالعدسة وبالقرنية بزوايا متغايرة، وعند مرورها عبر مناطق العدسة المختلفة تنكسر بشكل متفاوت، والصورة الناتجة عن زوغان الفاصلة تكون غير متماثلة ولها ذيل أو مذنب.

الزوغان الكروي (Spherical Aberration): ينتج عن اختلاف الانحناء بين مركز القرنية ومحيط القرنية، وبالتالي اختلاف انكسار الأشعة المحيطية عن الأشعة المركزية، ويؤثر الزوغان الكروي على الرؤية المحيطية ويؤدي إلى رؤية هالات حول الضوء.

الزوغان ثلاثي الوريقات (Trefoil): ينتج عن التغير المتناوب والمنظم للقوة الانكسارية بين المحاور في محيط القرنية، ويُعرف أيضاً باللابورية الثلاثية؛ حيث يؤدي إلى رؤية المنبع الضوئي النقطي على شكل إشارة المرسيديس. أما في الترتيب الأعلى من المستوى الثالث يصبح الزوغان حاوي على عدد أكبر من الوريقات تبعاً لزيادة الترتيب. (Bayhan et al)

- مجموعة المد: $D +1 > SE$ مع حرج مدي أقل من +1
كسيرة

الدراسة الإحصائية:

تضمنت في دراستنا ما يلي:

1- إحصاء وصفي Description Statistical:

-متغيرات كمية Quantitative بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري.

-متغيرات نوعية Qualitative بالتكرارات والنسب المئوية.

2- إحصاء استدلال Inferential Statistical:

تم اعتماد اختبار One Way Anova لدراسة الفرق بين متوسط أكثر من مجموعتين، وتعد النتائج هامة إحصائياً مع قيمة $P\text{-Value} < 5\%$ ، وتم اعتماد IBM SPSS Statistics (version 20) لحساب المعاملات الإحصائية وتحليل النتائج.

النتائج:

توزع العينة:

تكونت عينة الدراسة من 414 عيناً لدى 207 مرضى ومنهم 111 طفلة (نسبة الإناث بالدراسة 53.6%)

ممن حققوا معايير الدخول في الدراسة وخلصوا من معايير الاستبعاد من المراجعين للعيادات العينية في مشفى المواساة الجامعي في دمشق خلال الفترة التي أجريت فيها الدراسة، وتراوحت أعمار العينة من 8 ل 13.7 سنة، ومتوسط الأعمار 9 سنة مع انحراف معياري 0.85.

تراوحت أعمار الذكور من 8 ل 11.2 سنة ومتوسط أعمار الذكور 9 سنة مع انحراف معياري 0.80.

تراوحت أعمار الإناث من 8 ل 13.7 سنة ومتوسط أعمار الإناث 9 سنة مع انحراف معياري 0.91.

ويوضح الشكل الترسيمي (1) توزع الأفراد حسب مجموعات الدراسة، ويوضح الشكل الترسيمي (2) التوزيع حسب الجنس في مجموعات الدراسة، ويوضح الجدول (1) التوزيع حسب العمر في مجموعات الدراسة، ولدى مقارنة الجنس والعمر بين مجموعات الدراسة لم نجد فرق هام

والعدسة، أو حركات العين الشاذة كالرأرة أو جفاف العين الشديد بسبب تأثيرهم على جودة ونوعية الصورة، جراحات سابقة على القرنية أو القطعة الأمامية للمقلة، استخدام أي أدوية جهازية طويلة الأمد، الإصابة بالأمراض الجهازية، الإصابة بأمراض الأوعية الكولاجينية، استخدام العدسات اللاصقة، والمرضى اللذين لديهم حرج بالقيمة المطلقة أكثر من كسيرة واحدة.

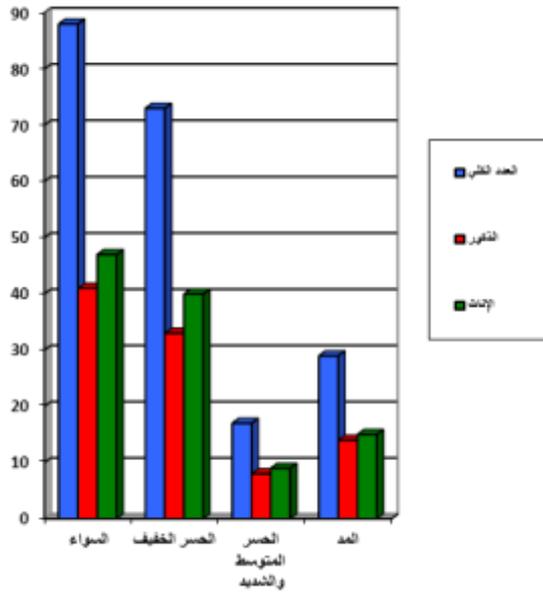
أجري لجميع المرضى فحص عيني شامل من جدة الإبصار غير المصححة UCVA والمصححة BCVA باستخدام لوحة سنلن، الضغط داخل المقلة IOP، أسوء الانكسار باستخدام جهاز قياس أسوء الانكسار الآلي Topcon KR_8100P، فحص أقسام العين الأمامية باستخدام المصباح الشقي من نوع Topcon Slit Lamp IS-600 أو Topcon Slit Lamp SL-3C فحصاً عينياً شاملاً يتضمن: الأجفان، جهاز الدمع، القرنية، الحدقة، الغرفة الأمامية، قياس زمن تكسر الطبقة الدمعية BUT بوضع شريط الفلورسئين في الثلث الوحشي للرتج الملتحمي السفلي لمدة عشر ثوان ثم الطلب من المريض الرفيف عدة مرات وبعدها أن ينظر بشكل مباشر للأمام وحساب الزمن الفاصل بين نهاية الرفيف وظهور أول بقعة جافة على سطح القرنية وذلك باستخدام الضوء الأزرق لمرشحة الكوبالت على المصباح الشقي.

وتم توسيع الحدقة باستخدام قطرة 1% Tropicamed، وفحص الأقسام الخلفية بتنظير قعر العين غير المباشر بعدسة Volk 78D، ثم أجري التصوير الطبوغرافي للقرنية باستخدام جهاز Sirius CSO S.r.l. 50010 scandicci تم تقسيم المرضى إلى 4 مجموعات حسب المكافئ الكروي SE (Spherical Equivalent) بعد شلّ المطابقة لديهم:

- مجموعة السواء البصري: $D +1.00 < SE < D -0.5$ مع حرج أقل من 0.5 كسيرة

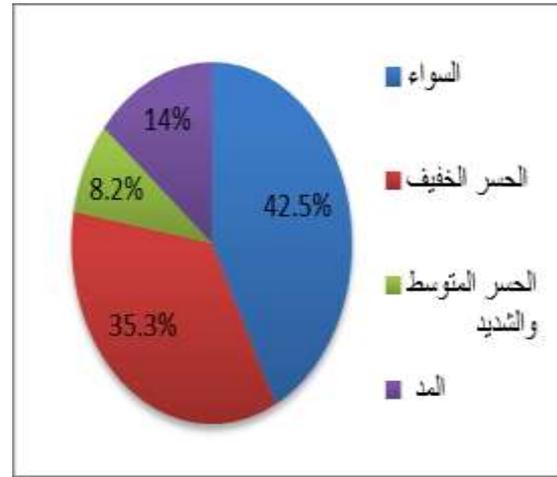
- مجموعة الحسر الخفيف: $D -0.5 < SE < D -3.0$ مع حرج حشري بالقيمة المطلقة أقل من 1 كسيرة

- مجموعة الحسر المتوسط والشديد: $D -3.0 < SE$ مع حرج حشري بالقيمة المطلقة أقل من 1 كسيرة



المخطط البياني (2): التوزع حسب الجنس في المجموعات

إحصائياً بين المجموعات؛ حيث كانت القيمة $P > 0.05$ ، ويوضح الجدول (2) متوسط المكافئ الكروي في مجموعات الدراسة.



الرسم البياني (1): توزع الأفراد حسب مجموعات الدراسة

الجدول (1): التوزع حسب العمر في مجموعات الدراسة

المد	الحسر المتوسط والشديد	الحسر البسيط	سداد البصر	
8.9	9.4	9.2	9	متوسط العمر بالسنوات
0.9	0.82	0.82	0.84	الانحراف المعياري
8.3-11.8	8.7-12.1	8-13.6	8-13.7	المدى

الجدول (2): متوسط المكافئ الكروي في مجموعات الدراسة

المد	الحسر المتوسط والشديد	الحسر البسيط	سداد البصر	
+2.7	-4.3	-1.2	+0.03	متوسط المكافئ الكروي بالكسرات
1.3	0.8	1.1	0.2	الانحراف المعياري
+1.25 - +4.25	-3.25 - -6.50	-0.75 - -2.75	0.25 - +1.00	المدى

الحسر المتوسط والشديد، ولدى دراستها مع باقي المجموعات كانت الفروقات هامة إحصائياً مع المد $P \text{ Value} = 0.005$ ، ومع السديد كانت قيمة $P \text{ Value} = 0.0001$.

العلاقة بين الحالة الانكسارية والقيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي نمط ثلاثي الوريقات Trefoil: جدول (3)

تمت دراسة العلاقة بين الحالة الانكسارية والقيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي نمط ثلاثي الوريقات Trefoil باستخدام اختبار One Way Anova لمقارنة متوسط المجموعات، وتبين وجود فروقات ذات دلالة إحصائية مع $P \text{ Value} = 0.003$ ؛ حيث كانت القيم أعلى لدى مجموعة

الجدول (3): القيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي نمط ثلاثي الوريقات Trefoil حسب المجموعات الانكسارية

الزوغان القرني الكلي ثلاثي الوريقات Trefoil			عينة البحث	
المدى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد العيون	المجموعة الانكسارية
0.16 - 0.02	0.10	0.04	88	سداد البصر
0.03 - 0.22	0.16	0.05	73	الحسر الخفيف
0.04 - 0.28	0.21	0.05	17	الحسر المتوسط والشديد
0.02 - 0.21	0.13	0.04	29	المد

العلاقة بين الحالة الانكسارية والقيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي نمط الفاصلة Coma: جدول (4) إحصائية مع $P = 0.0001$ حيث كانت القيم أعلى لدى مجموعة المد، ولدى دراستها مع باقي المجموعات كانت تمت دراسة العلاقة بين الحالة الانكسارية والقيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي نمط الفاصلة Coma باستخدام اختبار One Way Anova، وتبين وجود فروقات ذات دلالة

الجدول (4): القيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي نمط الفاصلة Coma حسب المجموعات الانكسارية

الزوغان القرني الكلي نمط الفاصلة Coma			عينة البحث	
المدى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد العيون	المجموعة الانكسارية
0.02 - 0.21	0.12	0.05	88	سداد البصر
0.01 - 0.20	0.13	0.05	73	الحسر الخفيف
0.04 - 0.24	0.14	0.06	17	الحسر المتوسط والشديد
0.02 - 0.30	0.17	0.06	29	المد

العلاقة بين الحالة الانكسارية والقيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي الكروي Spherical Aberration: جدول (5) المجموعات وتبين وجود فروقات ذات دلالة إحصائية مع P Value=0.002 حيث كانت القيم أعلى لدى مجموعة المد، ولدى دراستها مع باقي المجموعات كانت الفروقات هامة إحصائياً مع السديد P Value=0.003، ومع الحسر الخفيف كانت القيمة P Value=0.001. تمت دراسة العلاقة بين الحالة الانكسارية والقيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي الكروي Spherical Aberration باستخدام اختبار One Way Anova لمقارنة متوسط

الجدول (5): القيم المتوسطة للزوغان القرني الكلي الكروي Spherical Aberration حسب المجموعات الانكسارية

الزوغان القرني الكلي الكروي Spherical Aberration			عينة البحث	
المدى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد العيون	المجموعة الانكسارية
0.02 - 0.14	0.09	0.04	88	سداد البصر
0.03 - 0.11	0.05	0.03	73	الحسر الخفيف
0.03 - 0.13	0.08	0.04	17	الحسر المتوسط والشديد
0.02 - 0.18	0.11	0.04	29	المد

المناقشة:

إن معظم الدراسات السابقة التي بحثت الزوغانات عالية الترتيب كانت تبحث في الزوغانات العينية بشكل إجمالي؛ بينما قيّمت هذه الدراسة القرنية بوصفها عاملاً مهماً في أسوء الانكسار، ودرست مساهمتها في الزوغانات عالية الترتيب بشكل مستقل.

وجدت دراسة (Anbar *et al*) أن زوغان الفاصلة Coma أعلى عند مجموعة المد؛ وهذا يتفق مع دراستنا حيث كانت القيم أعلى لدى مجموعة المد، وتبين وجود فروقات هامة إحصائياً مع $P\text{ Value}=0.0001$.

فيما يتعلق بالزوغان القرني ثلاثي الوريقات Trefoil كانت القيم أعلى لدى مجموعة الحسر المتوسط والشديد حيث تبين وجود فروقات هامة إحصائياً مع $P\text{ Value}=0.003$ ؛ وهذا يتفق مع دراسة (Kirwan *et al*) ويختلف عن دراسة (Anbar *et al*) حيث لم تجد دراستهم زيادة مهمة في الزوغان ثلاثي الوريقات لدى أي مجموعة.

بالنسبة لزوغانات القرنية الكلية من نمط الزوغان الكروي Spherical Aberration كانت القيم أعلى لدى مجموعة المد، وتبين وجود فروق هامة إحصائياً مع $P\text{ Value}=0.002$ ؛ وهذا يتفق مع دراسة (Martinez *et al*)، وكذلك وجدت دراستنا أن قيم الزوغان الكروي عند مجموعة الحسر الخفيف أقل من مجموعة السديد وباقي المجموعات؛ وهي بذلك تشبه دراسة (Carkeet *et al*) حيث وجدت أن الزوغان الكروي عند مجموعة الحسر

الخفيف أقل من مجموعة السديد وباقي المجموعات، وربما

يكون للزوغان الكروي دور في تطور الحسر. (He *et al*) وتمثل العوائق الرئيسية لمقارنة نتائج الدراسات الأخرى مع دراستنا في استخدام مقاييس زوغانات مختلفة، واختلاف قطر الحدقة في العيون المدروسة، واختلاف الفئات العمرية، واختلاف الأعراق، والمجموعات الانكسارية المختلفة بين الدراسات؛ وهذه العوامل كلها تؤثر على موثوقية المقارنة وتتطلب أخذها بعين الاعتبار.

كما عانت دراستنا من بعض المحددات منها قلة حجم العينة، وعدم تغطية كافة الفئات العمرية عند الأطفال، وعدم دراسة الزوغانات عند مرضى الحرج بأكثر من كسيرة واحدة بالقيمة المطلقة، وهي دراسة مقطعية مستعرضة حيث لا نستطيع من خلالها تأكيد الدور السببي للزوغانات عالية الترتيب خاصة الزوغان الكروي بتطور الحسر.

الاستنتاجات:

القيم المتوسطة للجذر التربيعي RMS للزوغان ثلاثي الوريقات Trefoil أعلى عند مجموعة الحسر المتوسط والشديد، والقيم المتوسطة للجذر التربيعي RMS للزوغان الفاصلة Coma والزوغان الكروي Spherical Aberration أعلى عند مجموعة المد، وكذلك قيمة الزوغان الكروي Spherical Aberration عند الحسر الخفيف أقل من مجموعة السديد وباقي المجموعات، ولم نستطع تأكيد الدور السببي للزوغان الكروي في تطور الحسر

التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. Alio JL, Shabayek MH. Corneal higher order aberrations: a method to grade keratoconus. *J Refract Surg.* 2006;22:539–545.
2. Amano S, et al. Age-related changes in corneal and ocular higher-order wavefront aberrations. *Am. J. Ophthalmol.* 2004;137:988–992. doi: 10.1016/j.ajo.2004.01.005.
3. Anbar, M., Mohamed Mostafa, E., Elhawary, A. M., Awny, I., Farouk, M. M., & Mounir, A. (2019). Evaluation of Corneal Higher- Order Aberrations by Scheimpflug- Placido Topography in Patients with Different Refractive Errors: A Retrospective Observational Study. *Journal of ophthalmology*, 2019, 5640356
4. Applegate RA, Hilmantel G, Howland HC, Tu EY, Starck T, Zayac EJ. Corneal first surface optical aberrations and visual performance. *J Refract Surg.* 2000;16:507–514
5. Bayhan, H. A., Aslan Bayhan, S., Muhafiz, E., & Can, I. (2014). Repeatability of aberrometric measurements in normal and keratoconus eyes using a new Scheimpflug- Placido topographer. *Journal of cataract and refractive surgery*, 40(2), 269–275.
6. Carkeet A, Luo HD, Tong L, Saw SM, Tan DT. Refractive error and monochromatic aberrations in Singaporean children. *Vision Res.* 2002;42:1809–1824. doi: 10.1016/S0042-6989(02)00114-1.
7. Chen L., Kruger P.B., Hofer H., Singer B., Williams D.R. Accommodation with higher-order monochromatic aberrations corrected with adaptive optics. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2006;23:1–8.
8. Cheng H, et al. A population study on changes in wave aberrations with accommodation. *J. Vis.* 2004;4:272–280. doi: 10.1167/4.8.272.
9. Flitcroft D.I. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res.* 2012;31:622–660.
10. Guirao A, Redondo M, Artal P. Optical aberrations of the human cornea as a function of age. *J. Opt. Soc. Am. A.* 2000;17:1697–1702. doi: 10.1364/JOSAA.17.001697.
11. Hashemi H, et al. Higher order aberrations in a normal adult population. *J. Curr. Ophthalmol.* 2015;27:115–124. doi: 10.1016/j.joco.2015.11.002.
12. He JC, Sun P, Held R, Thorn F, Sun X, Gwiazda JE. Wavefront aberrations in eyes of emmetropic and moderately myopic school children and young adults. *Vision Res.* 2002; 42: 1063–1070.
13. Hung LF, Crawford ML, Smith EL. Spectacle lenses alter eye growth and the refractive status of young monkeys. *Nat. Med.* 1995;1:761–765. doi: 10.1038/nm0895-761.
14. Kirwan C, O'Keefe M, Soeldner H. Higher-order aberrations in children. *Am J Ophthalmol.* 2006; 141: 67–70.
15. Li YJ, Choi JA, Kim H, Yu SY, Joo CK. Changes in ocular wavefront aberrations and retinal image quality with objective accommodation. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011;37:835–841. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.11.031.
16. Little JA, McCullough SJ, Breslin KM, Saunders KJ. Higher order ocular aberrations and their relation to refractive error and ocular biometry in children. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2014;55:4791–4800. doi: 10.1167/iovs.13-13533.
17. Llorente L, Barbero S, Cano D, Dorronsoro C, Marcos S. Myopic versus hyperopic eyes: axial length, corneal shape and optical aberrations. *J Vis.* 2004; 22; 4: 288–298.
18. Lombardo M., Lombardo G. Wave aberration of human eyes and new descriptors of image optical quality and visual performance. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2010;36(2):313–331. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.09.026.
19. Martinez AA, Sankaridurg PR, Naduvilath TJ, Mitchell P. Monochromatic aberrations in hyperopic and emmetropic children. *J Vis.* 2009; 9: 23.1–14.
20. Porter, J., Guirao, A., Cox, I. G., & Williams, D. R. (2001). Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. *Journal of the Optical Society of America. A, Optics, image science, and vision*, 18(8), 1793–1803.
21. Prakash G, Sharma N, Choudhary V, Titiyal JS. Higher-order aberrations in young refractive surgery candidates in India: establishment of normal values and comparison with white and

- Chinese Asian populations. *J. Cataract Refract. Surg.* 2008;**34**:1306–1311. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.04.029.
22. Read SA, Collins MJ, Sander BP. Human optical axial length and defocus. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2010;**51**:6262–6269. doi: 10.1167/iovs.10-5457.
23. Thibos LN, Applegate RA. Assessment of optical quality. In: MacRae SM, Krueger RR, Applegate RA, editors. Customized corneal ablation. New Jersey: Slack; 2001. p. 67-79.
24. Wang D, et al. Optical defocus rapidly changes choroidal thickness in schoolchildren. *PLoS One.* 2016;**11**:e0161535. doi: 10.1371/journal.pone.0161535.
25. Wilson B.J., Decker K.E., Roorda A. Monochromatic aberrations provide an odd-error cue to focus direction. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2002;**19**:833–839.
26. Zhiyuan, Z. Mingzhi, Z. Vishal, J. Lixia, S. Jinyu, L. Riping, Z. Comparison between aberration-free transepithelial photorefractive keratectomy and small incision lenticule extraction for correction of myopia and myopic astigmatism. *Int J Ophthalmol.* 2021 Jan ; 41 (1):303-314.