A Comparison Study of Intraocular Pressure Measurements between Goldman Applanation Tonometer and Non-Contact Air-Puff Tonometer

Dr.Taym Darwish*
Dr. Kahtan Jalloul**
Mariam Deeb***

(Received 6 / 6 / 2022. Accepted 5 / 7 / 2022)

□ ABSTRACT □

Objective: To compare intraocular pressure measurements(Iop) between Goldman applanation tonometer(GAT) and Non-contact Air-puff tonometer(AP).
Subjects and Methods: This study was carried out at 242 eyes of 121 subjects attending outpatient clinic of Ophthalmology at Tishreen university hospital from 2021-2022. All participants underwent a complete ophthalmological examination including Autorefractomy, Central corneal thickness, microscopic biological fundoscopy and intraocular pressure measurement by Non-contact Air-puff tonometer (where we obtained 3 values and calculated the mean of them) then Goldmann applanation measure. The subjects' ages ranged between 20 to 60 years old with mean 39.7+_12.3.
Results : The readings obtained by AP tonometer were higher than those obtained by GAT, and this difference was most obvious when the GAT measurement of Iop exceeded 14 mmHg.No statistically significant variation in Iop measurements was noted between devices when the subjects' age and sex were considered.
There was a significant association between NCT\GAT differences and (CCT) .
Conclusion : There is a significant difference in the measurements of Iop between GATs and AP tonometer and measurements of Iop by AP tonometer are usually higher than those obtained by GAT regardless of the subjects' age and sex . However , this difference increase with increased CCT.

Keywords : Intraocular pressure , Central corneal thickness , Goldmann Applanation Tonometer , Non-contact Air-puff Tonometer , Glaucoma.

* **Professor- Department of Ophthalmology , Faculty of Medicine, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Professor- Department of Ophthalmology , Faculty of Medicine, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*** **Master Student- Department of Ophthalmology , Faculty of Medicine, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

دراسة مقارنة قيم الضغط داخل المقلة المقاسة بجهاز غولدمان التماسي مع القيم المقاسة بجهاز نفث الهواء غير التماسي

د. تيم درويش*

د. قحطان جلول**

مريم ديب***

(تاريخ الإيداع 6 / 6 / 2022. قُبِل للنشر في 5 / 7 / 2022)

□ ملخّص □

الهدف: مقارنة قياسات الضغط داخل المقلة بين جهاز غولدمان التماسي و جهاز نفث الهواء غير التماسي

المواد و الطرق: تمت الدراسة على 242 عين ل 121 مشارك من الأفراد غير الزرقيين المراجعين للعيادة العينية في مستشفى تشرين الجامعي بين عامي 2021–2022 .

خضع المشاركين لفحص عيني كامل تضمن إجراء قياس أسواء الانكسار، ثخانة القرنية المركزية، تنظير قعر عين حيوي ميكروسكوبي وقياس الضغط داخل المقلة بوساطة جهاز نفث الهواء غير التماسي (حيث كان يتم أخذ 3 قيم وحساب المتوسط لها) ثم القياس بجهاز غولدمان التماسي. تراوحت أعمار المرضى بين 20 و 60 عام بمتوسط 39.7 ¬+_ 12.3 عام.

النتائج :وجود فروقات هامة إحصائيا فيما يتعلق بالقيم المتوسطة للضغط داخل المقلة المقاسة بالجهازين والتي كانت أعلى في جهاز نفث الهواء غير التماسي P=0.001 وعندما تجاوزت القيم 14 ملم. ز.

عدم وجود فروقات هامة إحصائيا" بين قياسات الجهازين تبعا" للجنس أو العمر (P=o.9,P=o.oo6) على التوالي. بينما لوحظ وجود علاقة هامة إحصائيا" بين فرق القياس الحاصل بين الجهازين و ثخانة القرنية المركزية وكانت هذه العلاقة إيجابية

.(P=o.oo1 , r=o.49)

الخلاصة: يوجد فرق هام إحصائيا في قياس الضغط داخل المقلة بين جهاز غولدمان التماسي وجهاز نفث الهواء غير التماسي و هذا الفرق لا يتعلق بالعمر أو الجنس و لكنه يزداد بزيادة ثخانة القرنية المركزية.

الكلمات المفتاحية: الضغط داخل المقلة، ثخانة القرنية المركزية، جهاز غولدمان التماسي، جهاز نفث الهواء غير التماسي، الزرق.

* **أستاذ– قسم أمراض العين و جراحتها ، كلية الطب البشري، جامعة تشرين، اللاذقية ، سورية.**

** **أستاذ– قسم أمراض العين و جراحتها ، كلية الطب البشري، جامعة تشرين، اللاذقية ، سورية.**

*** **طالبة ماجستير– قسم أمراض العين و جراحتها ، كلية الطب البشري، جامعة تشرين، اللاذقية ، سورية**

مقدمة:

إن قياس قيم الضغط داخل المقلة يعتبر واحد من أهم الفحوصات العينية حيث أن خطر تطور الزرق أو ترقيه يكون أسهل عندما تكون قيم lop عالية [1].

كما ويعتبر الضغط داخل المقلة عامل الخطر الرئيسي الأكثر قابلية للتعديل خلال المعالجة الدوائية أو الجراحية للزرق[2].

تعتبر أجهزة غولدمان التماسية و أجهزة نفث الهواء غير التماسية الأجهزة الأكثر شيوع في العيادات العينية خلال الممارسة اليومية .منذ زمن بعيد ، تم اعتبار جهاز غولدمان المقياس الذهبي لقياس lop [3] لكن منذ تقدم أجهزة القياس غير التماسية أصبحت راسخة في الممارسة العملية. وتزايد الاعتماد عليها كونها سريعة ، بسيطة و موضوعية في القياس و التي يمكن استخدامها من قبل فنيين مساعدين بدون استخدام مواد مخدرة للقرنية [4].

من هنا جاءت أهمية المقارنة بين قياسات غولدمان التماسي كمعيار ذهبي لقياس الlop وقياسات جهاز نفث الهواء المستخدم في العيادة العينية لمستشفى تشرين الجامعي.

أهمية البحث وأهدافه:

الهدف الأساسي: مقارنة قيم الضغط داخل المقلة المقاسة بجهاز غولدمان التماسي و تلك المقاسة بجهاز نفث الهواء غير التماسي.

الأهداف الثانوية : مقارنة الفروقات باختلاف العمر و الجنس و ثخانة القرنية المركزية.

طرائق البحث ومواده:

121 مراجع خارجي للعيادة العينية في مستشفى تشرين الجامعي. معايير الإدخال : – مراجعين بعمر من 20–60 عام– أشخاص لا يعانون من أمراض قرنية . معايير الاستبعاد : – المرضى غير المتعاونين للفحص بكلتا الطريقتين– المرضى مع تدني شديد بالقدرة البصرية الغير قادرين على التثبيت لكلتا الطريقتين– قصة تداخل جراحي عيني سابق– قصة معروفة للزرق– قصة معالجة دوائية للزرق – المرضى مع درجات حرج 3 كسيرة أو أكثر (يتم الكشف عنها بوساطة جهاز أسواء الانكسار الأوتوماتيكي) .تصميم الدراسة : Observational Cross Sectional Study . مكان الدراسة: العيادة العينية الخارجية في مستشفى تشرين الجامعي . مدة البحث : آذار 2021 – آذار 2022 .كان جميع المشاركين في هذه الدراسة على دراية بالإجراءات و قد تم اخذ موافقتهم الخطية المستنيرة على المشاركة في البحث بعد تلقي المعلومات الكافية . تم أخذ القصة المرضية المفصلة وتوثيق المعلومات التي لها علاقة بعمر المشارك وسوابقه العينية ،تحري أسواء الانكسار و القدرة البصرية لدى المشاركين و تدوينها، فحص على المصباح الشقي لنفي الأمراض أو الإصابات القرنية مع إجراء تنظير حيوي ميكروسكوبي لقعر العين بدون توسيع وتدوين نتائج فحص العصب والتقعر البصري، إجراء طبوغرافيا قرنية لتحديد ثخانة القرنية المركزية، أخذ 3 قراءات لل lop لكل عين على حدا بوساطة جهاز نفث الهواء وحساب المتوسط الحسابي لها

ثم وبعد 5 د إجراء قياس lop بوساطة جهاز غولدمان التماسي باستخدام قطرة مخدر موضعي Medicain0.4% (proparacaine hydrochloride ophthalmic solution) قطرة واحدة لكل عين مع شرائح فلورسين . مع

المحافظة على فترة تماس بين البروب و القرنية من5-8 ثانية . تم أخذ القيم بين الساعة 9 صباحا حتى 1 ظهرا وحساب الفروقات بين قراءات الجهازين .

الدراسة الإحصائية Statistical Study

الطرق الإحصائية المتبعة :

1- إحصاء وصفي Description Statistical

مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت للمتغيرات الكمية.

التكرارات والنسب المئوية للمتغيرات النوعية .

2- إحصاء استدلالي Inferential Statistical بالاعتماد على قوانين الإحصاء

اختبار Paired T student لمقارنة فروقات المتوسطات بين المجموعتين المرتبطتين .

اختبار Independent T student لمقارنة فروقات المتوسطات بين المجموعتين المستقلتين .

اختبار One Way ANOVAلمقارنة فروقات المتوسطات بين أكثر من مجموعتين مستقلتين .

معامل الارتباط Pearson Correlation لدراسة الارتباط بين المتغيرات الكمية.

تعتبر النتائج هامة احصائياً مع p-value < 5%

اعتماد البرنامج IBM SPSS statistics(Version20) لحساب المعاملات الاحصائية وتحليل النتائج .

النتائج والمناقشة

النتائج:

شملت عينة البحث 121 مشارك (242عين) من الأفراد اللذين لا يعانون من أمراض قرنية مراجعي العيادة العينية في مستشفى تشرين الجامعي في اللاذقية خلال الفترة الزمنية 2021-2022.

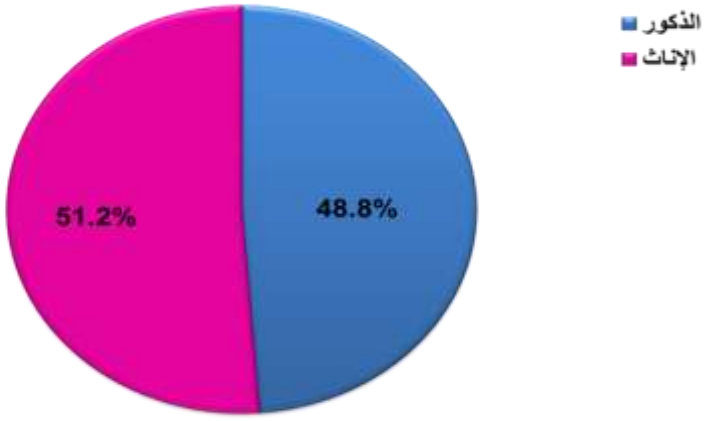
تم اجراء طبوغرافيا قرنية لتحديد الثخانة مع تنظير بيوميكروسكوبي لقعر العين وهدف البحث إلى مقارنة قيم الضغط داخل المقلة المقاسة بجهاز غولدمان التماسي مع جهاز نفث الهواء غير التماسي.

تراوحت أعمار المشاركين في عينة البحث بين 20إلى 60عام وبلغ المتوسط 39.70±12.3عام.

جدول(1) : توزع عينة 121مشارك حسب الجنس من مراجعي العيادة العينية في مستشفى تشرين الجامعي في اللاذقية خلال الفترة الزمنية2021-2022 (عينة البحث).

عينة البحث	العدد	النسبة
الذكور	59	48.8%
الإناث	62	51.2%
المجموع	121	100%

نلاحظ من الجدول السابق أن 51.2%من عينة البحث المدروسة كانت من الإناث .

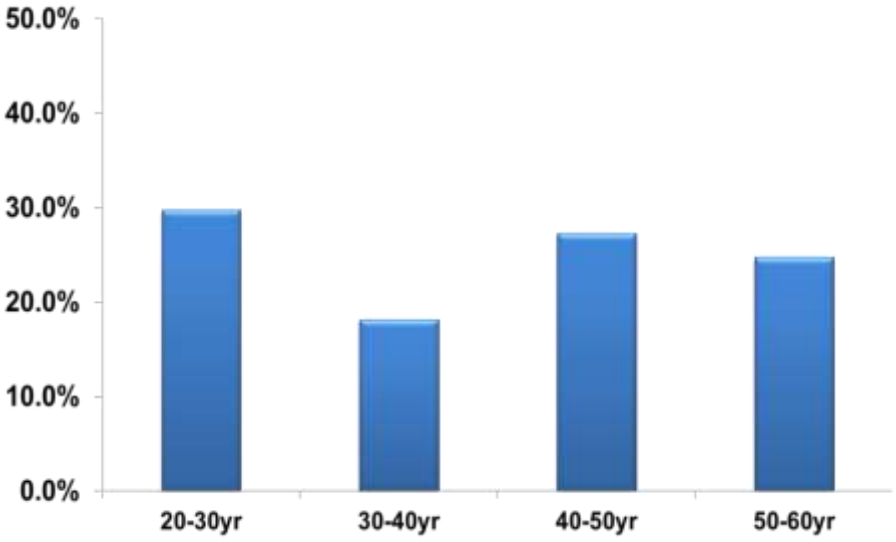


الشكل (7) : توزع عينة 121مشارك حسب الجنس من مراجعي العيادة العينية في مستشفى تشرين الجامعي في اللاذقية خلال الفترة الزمنية2021-2022 .

جدول (2) : توزع عينة 121مريضاً حسب الفئات العمرية مراجعي العيادة العينية (عينة البحث).

الفئات العمرية(سنة)	العدد	النسبة
20-30	36	29.8%
30-40	22	18.2%
40-50	33	27.3%
50-60	30	24.8%
المجموع	121	100%

نلاحظ من الجدول السابق أن 29.8% من عينة البحث كانت ضمن الفئة العمرية 30-20 في حين أن 18.2% ضمن الفئة العمرية 40-30 سنة.

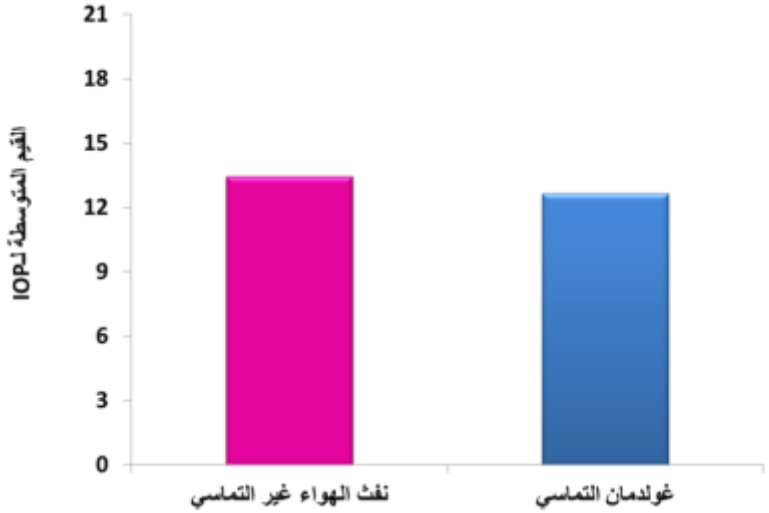


الشكل (8): توزع عينة 121 مشارك حسب الفئات العمرية لعينة البحث.

جدول (3) : القيم المتوسطة للضغط داخل المقلة عينة البحث).

عينة البحث	N	Min - Max	Mean ± SD	p-value
نفث الهواء غير التماسي	242	8.30 - 21	13.44±2.4	0.001
غولدمان التماسي	242	8 - 18	12.63±2.5	

نلاحظ من الجدول السابق وجود فروقات ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بالقيم المتوسطة للضغط داخل المقلة والتي كانت أعلى عندما كان القياس بجهاز نفث الهواء غير التماسي .

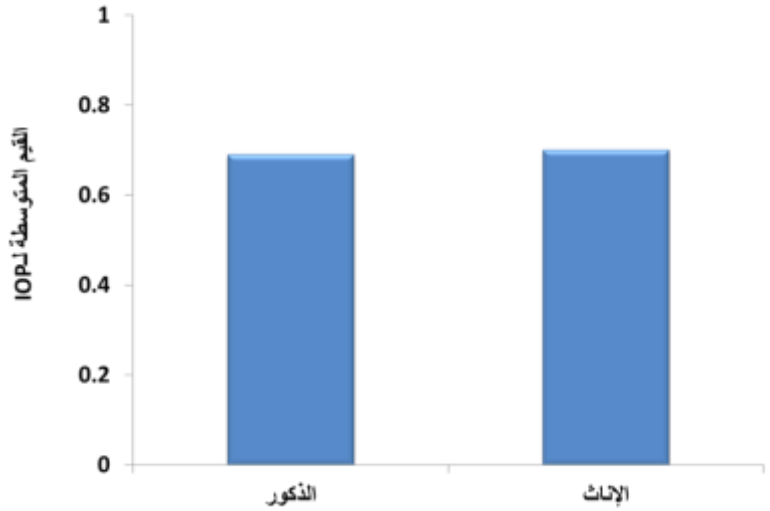


الشكل(9) : القيم المتوسطة للضغط داخل المقلة بكلا الجهازين لعينة البحث.

جدول (4) : فروقات القيم المتوسطة لفرق القياس الحاصل للضغط داخل المقلة تبعاً للجنس لعينة البحث.

عينة البحث	N	Min - Max	Mean ± SD	p-value
الذكور	242	-3.70 , 6	0.69±1.9	0.9
الإناث	242	-2 , 3	0.70±1.08	

نلاحظ من الجدول السابق عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بفرق القياس بالقيم المتوسطة للضغط داخل المقلة تبعاً للجنس .

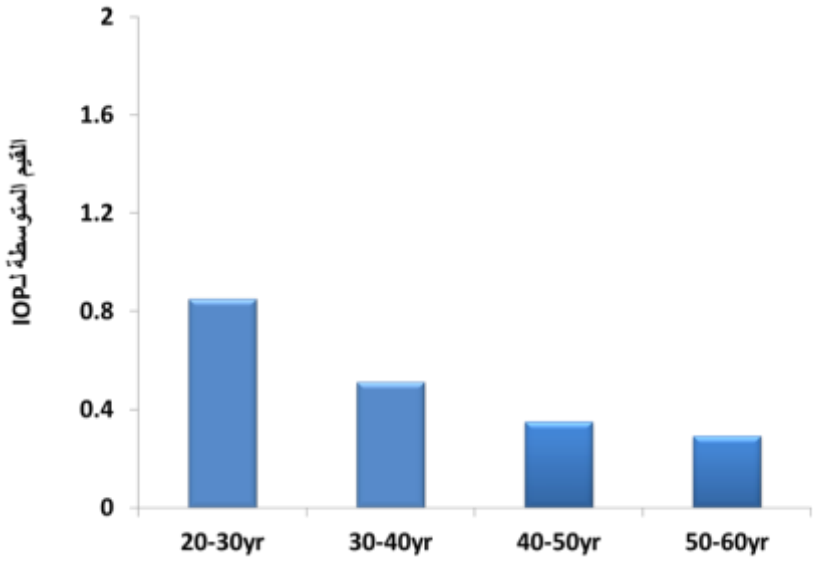


الشكل (10) : فروقات القيم المتوسطة لفرق القياس الحاصل للضغط داخل المقلة تبعاً للجنس لعينة البحث.

جدول (5) : فروقات القيم المتوسطة لفرق القياس الحاصل للضغط داخل المقلة تبعاً للفئات العمرية لعينة البحث.

عينة البحث	N	Min - Max	Mean ± SD	p-value
20-30	242	-3.30 , 6	0.82±1.2	0.06
30-40	242	-3.70 , 5	0.51±0.9	
40-50	242	-2 , 2	0.35±0.2	
50-60	242	-2 , 2.30	0.29±1.3	

نلاحظ من الجدول السابق عدم وجود فروقات ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بفرق القياس الحاصل بالقيم المتوسطة للضغط داخل المقلة تبعاً للفئات العمرية .

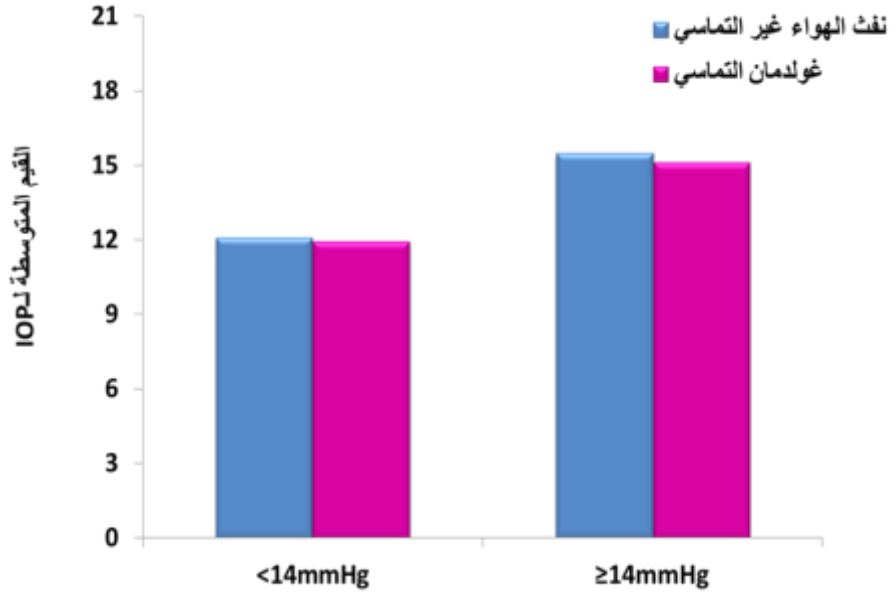


الشكل (11) : فروقات القيم المتوسطة لفرق القياس الحاصل للضغط داخل المقلة تبعاً للفئات العمرية لعينة البحث.

جدول (6): القيم المتوسطة للضغط داخل المقلة وتبعاً لقيم الضغط داخل المقلة لعينة البحث.

عينة البحث	<14	≥14
نفث الهواء غير التماسي	12.10±1.8	15.47±1.7
غولدمان التماسي	11.93±1.4	15.11±1.2
P-value	0.02	0.001

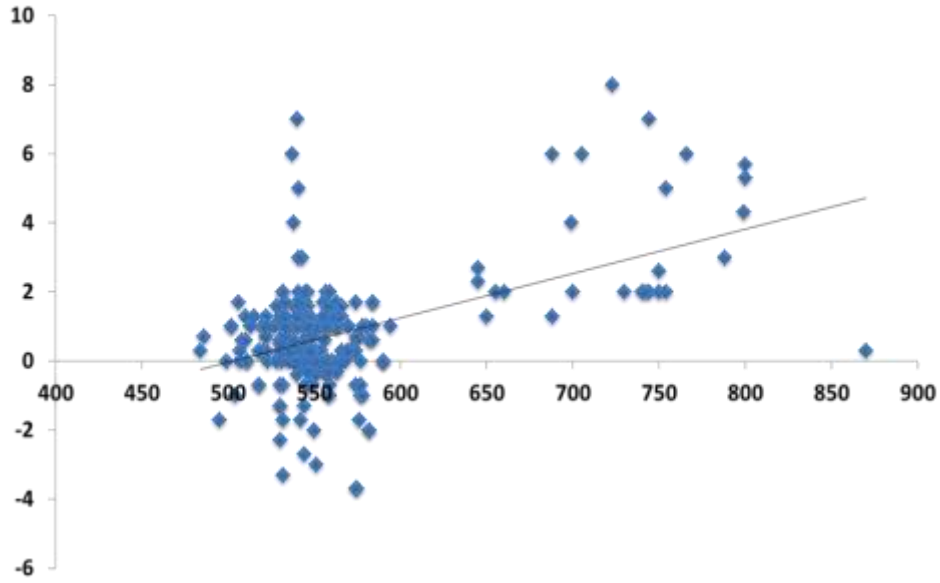
نلاحظ من الجدول السابق وجود اختلاف في القياسات بين الجهازين وكانت الاختلافات أعلى عندما تجاوزت قياسات الضغط داخل المقلة باستخدام جهاز غولدمان التماسي 14 ملم .ز وبوجود فروقات ذات دلالة إحصائية .



الشكل (12): القيم المتوسطة للضغط داخل المقلة وتبعاً لقيم الضغط داخل المقلة لعينة البحث.

العلاقة بين فرق القياس الحاصل في قيم الضغط داخل المقلة وثخانة القرنية المركزية:

تمت دراسة العلاقة ما بين فرق القياس الحاصل في قيم الضغط داخل المقلة وثخانة القرنية المركزية (باستخدام معامل الارتباطPearson Correlation) وبلغت قيمة معامل الارتباط r= 0.49 وبالتالي وجود علاقة ارتباط إيجابية بين المتغيرين المدروسين أي مع زيادة الثخانة يزداد فرق القياس الحاصل في قيم الضغط داخل المقلة بوجود فروقات ذات دلالة إحصائية مع p-value=0.001 .



الشكل (13): العلاقة بين فرق القياس الحاصل في قيم الضغط داخل المقلة وثخانة القرنية المركزية لعينة البحث.

المناقشة:

شملت الدراسة 242 عين ل 121 مشارك من المراجعين الخارجيين للعيادة العينية في مستشفى تشرين الجامعي و الذين لا يعانون من الزرق أو الأمراض القرنية و ذلك بين عامي 2021–2022.

تم تحري الحالة الانكسارية مع إجراء طبوغرافيا قرنية لتحديد ثخانة القرنية المركزية و كذلك تم إجراء تنظير حيوي ميكروسكوبي لقعر العين.

هدف البحث إلى مقارنة قيم الضغط داخل المقلة المقاسة بجهاز غولدمان التماسي مع القيم المأخوذة بجهاز نفث الهواء غير التماسي (والتي كانت تؤخذ أولا").

تراوحت أعمار المشاركين بين 20–60 عام بمتوسط عمر 39.7+_12.3 عام. كان متوسط القيم المقاسة بجهاز غولدمان 12.63+_2.5 ملم ز بينما متوسط القيم المقاسة بجهاز نفث الهواء فكان 13.44+_2.3 ملم ز حيث كان هناك فروقات ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بالقيم المتوسطة للضغط داخل المقلة والتي كانت أعلى بجهاز نفث الهواء غير التماسي و هذا الفرق كان أوضح عندما تجاوزت قيم الضغط داخل المقلة المقاسة بجهاز غولدمان 14 ملم ز.

تناقص الفرق بالقيم المتوسطة بين الجهازين مع العمر لكن لم يكن ذو دلالة إحصائية P=0.006 ولم يكن هناك دلالة إحصائية هامة لفرق القيم المتوسطة بين الجهازين حسب الجنس P=0–9.

كان هناك علاقة هامة إحصائيا و علاقة ارتباط إيجابية بين فرق القياس الحاصل بين الجهازين و ثخانة القرنية المركزية بمعامل ارتباط(r=0.49).

يمكن تفسير الاختلاف في قراءات الجهازين باختلاف مساحة التسطيح حيث أن نظرية القشرة الرقيقة التي استخدمت من قبل Pye و Orssengo توضح أن نصف قطر القرنية ، ثخانتها و صلابتها تؤثر على قوة التسطيح للحصول على قيمة Iop . والسبب هو إنقاص المقاومة التي تبديها القرنية لمنطقة تماس أصغر [5]. قد يكون هناك أيضا بعض التأثيرات المخفضة للتوتر السطحي . لذلك تعتبر مقاومة القرنية للتسطيح الناجمة عن كل من أجهزة قياس الضغط داخل المقلة التماسية و غير التماسية أكثر عامل محدد في التأثير على اختلاف قياسات ال Iop بينها [6].

وكون هذا الفرق يزداد مع ازدياد قيم ال Iop فيمكن تفسيره من خلال الزيادة غير الخطية في الصلابة القرنية عندما يرتفع الضغط داخل المقلة . قد يكون هناك مساهمة أيضا لنقص سهولة الجريان للخلط المائي على قياسات ال Iop وهذا التأثير يكون أكبر في الأجهزة التي تسطح القرنية بشكل أسرع [7].

أما عن زيادة الفرق بين القيم المتوسطة لكلا الجهازين مع زيادة ال CCT فيعود لكون NCT تتأثر بالثخانة بشكل أكبر من ال GAT [8].

والتفسير المحتمل لذلك هو خاصية المرونة التي تتمتع بها القرنية [9]، حيث ترتبط الصلابة بمعدل تطبيق الضغوط. القرنية تنضغط في الNCT بشكل متزايد كل 8ms ، مما ينتج عنه صلابة أعلى بشكل نسبي عما هو عليه في ظروف القياس بجهاز GAT والذي تكون قياسات ال Iop فيه ثابتة بشكل فعال. التفسير المحتمل الآخر هو التأثيرات النسبية على العين في ظروف التطبيق السريع و البطيء و تأثيرات موجات الضغط المنعكسة ذهابا" و إيابا" ضمن العين عند التطبيق السريع . هناك جهاز NCT يحلل استجابة العين (ORA) ، و يستغل خاصية المرونة القرنية. يقيس الضغط بوضعين للتسطيح أحدهما هو الضغط عندما تكون نفثة الهواء قوية و الآخر عندما تكون منخفضة . حيث

لوحظ اختلاف بالضغط المقاس بين الوضعين السابقين . هذه الخاصية تسمى التخلفية أو التباطؤ . تشير البيانات إلى أن قيمة التخلفية ترتبط جيدا بال CCT [10].

أما عن التناقص في الفرق مع العمر فقد يكون بسبب تناقص CCT مع العمر [11,12]. حيث يبدأ ترقق القرنية مع العمر من خلال تناقص كثافة الخلايا القرنية و تنكس ألياف الكولاجين و تناقص المسافة بين الألياف القرنية [10,11]. بعض الباحثون وجدوا أن ترقق القرنية قد يكون له علاقة بتناقص كثافة الخلايا البطانية لدى الأفراد من نفس العمر [13].

لكن هذا التناقص لم يكن هام إحصائيا وبذلك توافقت دراستنا مع دراسة Farhood بينما تخالفت مع دراسة Kamel et all التي وجدت علاقة هامة إحصائيا وقد يكون السبب في ذلك إلى أن أعمار المشاركين في دراسة Kamel et all كانت أعلى من تلك المشاركة في دراستنا [14].

توافقت دراستنا مع دراسة Farhood من حيث عدم وجود علاقة هامة إحصائيا بين الفرق الحاصل بين الجهازين والجنس . كون ال CCT تعتبر من أكثر العوامل المؤثرة على الفروقات بين أجهزة القياس المختلفة [15]، فإن دراسات عديدة أجريت لمعرفة علاقة ال CCT بالعرق و الجنس ومنها دراسة Lee et all و دراسة Aghaian et all والذين لم يجدا أي علاقة هامة إحصائيا حيث كانت ال CCT مستقلة تماما" عن العرق و الجنس [16,17].

توافقت دراستنا مع دراسة Farhood و دراسة Bukhari et all من حيث وجود فروق هامة إحصائيا" في قياسات Iop بين NCT و GAT و أن القياس كان أعلى في NCT بينما تخالفت مع دراسة Bang et all في جزء منها حيث قارنت هذه الدراسة قيم Iop بين ثلاثة أجهزة نفث هواء مع جهاز غولدمان وتوصلت إلى أن Nidek NT-530P يعطي قيم أقل من GAT و توافقت معها من حيث كون قياسات Canon TX-20P, Topcon CT-1P كانت أعلى من قياسات GAT [18]. وهذا يدل على أن لكل جهاز خصوصيته ومن هنا تأتي أهمية دراستنا التي استخدمت جهاز Kowa-kT800.

توافقت دراستنا أيضا مع دراسة Farhood و Tauno Pen et all من حيث كون الفرق بين قياسات الجهازين يزداد مع ازدياد قيم ال Iop [7].

توافقت دراستنا مع دراسة Tauno pen et all من حيث ازدياد الفرق الحاصل بين الجهازين بازدياد CCT و تخالفت مع دراسة Singh et al التي توصلت إلى أن تأثير CCT على قياسات Iop كان صغير وليس له علاقة عند أغلب المرضى [19].

قد يرجع الاختلاف بين الدراستين إلى كون المشاركين في دراستنا غير زرقيين وقيم Iop لديهم كانت ضمن المجال الطبيعي في حين أن دراسة Singh et al تمت على مرضى زرق و ارتفاع توتر داخل المقلة . أيضا قد يكون بسبب الاختلاف في جهاز قياس ال CCT حيث استخدمت دراسة Singh et al جهاز (Alcon Wavelight oculyzer2 Surgical , fort Worth) بينما استخدمت دراستنا (Corneal Topography (Sirius

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

يعتبر قياس ال Iop من الفحوصات الهامة جدا" في العيادة العينية لتشخيص و متابعة مرضى الزرق لذلك يجب أن نأخذ دائما" بعين الاعتبار الفروقات الحاصلة بين جهاز غولدمان التماسي و الذي يعتبر المعيار الذهبي لقياس الضغط داخل المقلة و أجهزة القياس الأخرى غير التماسية و التي تبقى مهمة للمسح المجتمعي الكبير . كما يجب الأخذ بعين الاعتبار العلاقة بين CCT و Iop أمام كل حالة.

التوصيات

1- أمام أي قيمة Iop مشكوك بها مأخوذة بأجهزة نفث الهواء يجب الرجوع لجهاز غولدمان التماسي كما يجب دائما أخذ قيمة CCT بعين الاعتبار قبل اتخاذ أي تدبير تشخيصي أو علاجي .

2- من الضروري عند تزويد مراكز الرعاية الصحية بأجهزة نفث الهواء تدريب المستخدمين جيدا على استخدامها .

3- قد يكون من المعقول إيجاد القيم الصحيحة لقراءات أجهزة نفث الهواء من خلال رسوم بيانية .

4- إجراء دراسة مقارنة بين قياسات الجهازين عند أشخاص زرقيين .

References

1.Vranka JA, Kelley MJ, Acoh TS, Keller KE. Extracellular matrix in the trabecular meshwork:intraocular pressure regulation and dysrergulation in glaucoma. Exp Eye Res. 2015;133:112-25.

2.Redini T, Weinreb RN, Hobbs G. Correlation of intraocular pressure measured with goldmann and dynamic contour tonometry in normal and glaucomatous eyes. J Glaucoma. 2009;18(2):119-23.

3.Cook JA, Botello AP, Elders A, Fathi Ali A, Azuara-Blanco A, Fraser C, et all. Surveillance of ocular hypertension study G. Systematic review of the agreement of tonometers and Goldmann applanation tonometry. Ophthalmol. 2012;119(8):155-7.

4.Shields MB. The non-contact tonometer. Its value and limitations. Surv Ophthalmol. 1980;24(4):211-9.

5.Oressengo GJ, Pye DC. Determination of the frue intraocular Pressure and modulus of elasticity of the human cornea in vivo. Bull Math Biol. 1999.

6. Tranchina L, Lombardo M, Oddone F, Serrao S, Schiano D. Influence of corneal biomechanical Properties on intraocular pressure differences between an air-puff tonometer and the Goldmann applanation tonometer. J Glaucoma. Jun-Jul. 2013.

7.Tonnu PA, Ho T, New Son T, Elsheikh E, Sharma K, White E, Bunce C, Garway-Health D. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the tono-pen XL, avnd Goldmann applanation tonometry. Br J Ophthalmol 2005;89:851-854.

8.Kouassi Rebours AS, Kouassi FX, Soumahoro M, Koman Chiatse Ellalie CE, et all. Comparison of Goldmann tonometry with air-puff tonometry. A study of 159 paitients in Abidjan. J Fr Ophthalmol.2021 Jan.

9.Hjortdal JO, Jensen PK. In vitro measurement of corneal strain, thickness, and curvature using digital image processing. Acta Ophthalmol scand.1995;73:5-11.

10.Kotecha A, Shewry JM, Garway-Health DF. Corneal thickness independent Iop measurements [abstract]. Invest Ophthalmol Vis Sci 2004;45:Arvo Abstract956.

11.Belovay GW, Goldberg I. The thick and thin of the central corneal thickness in glaucoma. Eye. 2018;32:915-923.
12.Gordon Mo, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, et all. The ocular hypertension treatment study-baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol.2002;120:714-720.
13.Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Sturmer J, et all. Correlation between intraocular pressure,central corneal thickness,stage of glaucoma and demographic patient data: prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations. J Glaucoma.2006;15:91-97.
14.Kamel K, Dervan E, Falzon K, O'Briens C.Difference in intraocular pressure measurements between non-contact tonometry and Goldmann applanation tonometry and the role of central corneal thickness in affecting glaucoma referals. Ir J Med Sci. 2019 Feb.
15.Bhan A, Browning AC, Shah S, Hamilton R, Dave D, Dua HS. Effect of corneal thickness on intraocular pressure measurements with the pneumotonometer, Goldmann applanation tonometer and Tono-Pen. Invest Ophthalmol Vis Sci.2002;43:1389-1392.
16.Lee ES, Kim CY, Ha SJ, Seong GJ, Hang YJ. Central corneal thickness of Korean patients with glaucoma. Ophthalmology.2007;114:927-930.
17.Aghaian E, Choe JE, Lin S, Stamper RL. Central corneal thickness of Caucasians, Chinese, Hispanics, Filipinos, African Americans,and Japenese in a glaucoma clinic. Ophthalmology-2004:111:2211-2219.
18.Bang SP, Lee CE, Kim YC. Comparison of intraocular pressure as measured by three different non-contact tonometers and gloldmann applanation tonometer for non-glaucomatous subjects. BMC Ophthalmology. 2017;17:199.
19.Singh RP, Goldberg I, Graham SL, et all. Central corneal thickness, tonometry, and ocular dimensions in glaucoma and ocularhypertension. J Glaucoma 2001;10:206-10.

ملحق (1) نموذج استبيان جمع البيانات

الاسم:

العمر:

الجنس:

العمل: رقم الهاتف:

القدرة البصرية: OS : OD:

قراءات جهاز أسواء الانكسار الأوتوماتيكي:

	Sph	Cyl	Ax
OD			
OS			

قراءات جهاز نفث الهواء: OD OS

أول قيمة

ثاني قيمة

ثالث قيمة

متوسط القيم الثلاثاء

قراءات جهاز غولدمان: OD OS

ثخانة القرنية المركزية: OD OS

مرض قرني: يوجد لا يوجد

قصة زرق : يوجد لا يوجد

معالجة دوائية سابقة للزرق : يوجد لا يوجد

قصة جراحة عينية سابقة : يوجد لا يوجد

منظر حليمة العصب البصري والتقعر بالتنظير الحيوي المكروسكوبي