

# COMPARISON OF IOP READINGS USING REBOUND I CARE TONOMETER AND PERKINS APPLANATION TONOMETER IN AN AFRICAN POPULATION

## COMPARAISON DES INTERPRETATIONS PIO UTILISANT REBOND TONOMÈTRE I CARE ET TONOMÈTRE PERKINS DANS UNE POPULATION AFRICAINE

\*Ademola-Popoola DS, <sup>1</sup>odi AF, <sup>2</sup>Akande TM

### Abstract

**Background:** Accurate intra ocular pressure (IOP) measurement and monitoring using tonometry is a common clinical measurement in diagnosis and management of glaucoma, this is often a challenge in children. The ICare and Perkins tonometers are both handheld tonometers, Perkins uses applanation while ICare measures IOP with a rebound method

**Objectives:** The objectives of research were to study the IOP values from each tonometer, compare the value of IOP readings from both tonometers, determined the ease of their use in young children and document the various positions in which the tonometers were used successfully in children.

**Methods:** Intra ocular pressure readings were taken by two experienced examiners in upright position without sedation or anaesthesia. ICare tonometer was first used. Data were entered and analysed with SPSS 17 statistical package. The means were compared using paired sample T-test.

**Results:** A total of 480 eyes of 240 persons, aged between 2months and 90years with a mean of 46.2±22 years had their intra-ocular pressure range between 3 and 44mmHg( Mean16.3±6) measured using ICare and Perkins tonometry. There was a high correlation, and no statistically significant differences in the mean IOP comparing ICare and Perkins tonometers. The mean difference in average IOP readings between ICare and Perkins was -0.08±2.8 (95% CI: 0.45-0.30; r=0.87, p= 0.68) for right eye and -0.15±2.8mmHg (95% CI -0.53 to 0.23; r=0.86, p=0.44) in the left eye

The difference in the average IOP reading from both tonometers was within 2mmHg 288(66.2%) eyes. Among the 147 (33.8%) eyes with a difference in IOP greater than 2mmHg, Perkins was responsible for the higher IOP reading in 76(51.7%) and ICare in 71(48.3%) p=0.56.

Among 42 eyes of 21 children aged ≤ 6years, IOP reading was successfully taken in 41(97.6%) and 21(50%) eyes with ICare and Perkins respectively without sedation or anaesthesia.

**Conclusion:** The IOP readings using the ICare tonometer compares well with that of Perkins tonometer. The ICare was easier to use in young children (≤ 6year olds) without sedation or anaesthesia in this African population.

Key words: Intra-ocular pressure, Perkins, ICare, Tonometer, Children.

### Résumé

**Contexte:** La mesure de la pression intra-oculaire précise (PIO) et de surveillance par tonométrie est une mesure clinique courante dans le diagnostic et la gestion du glaucome, c'est souvent un défi chez les enfants. Les tonomètres Icare et Perkins sont les deux tonomètres portables, Perkins utilise aplanassions tandis que Icare PIO calibre avec une méthode de rebond.

**Objectifs:** Les objectifs de la recherche étaient d'étudier les valeurs de la PIO de chaque tonomètre, comparer la valeur des lectures de la PIO des deux tonomètres, déterminer la facilité de leur utilisation chez les enfants et de documenter les différentes positions dans lesquelles les tonomètres ont été utilisés avec succès chez les enfants.

**Méthodes:** Les interprétations de pression intra-oculaire ont été prises par deux examinateurs expérimentés en position verticale sans sédation ou une anesthésie. Le tonomètre ICare a été utilisé en premier. Les données ont été saisies et analysées avec SPSS 17 progiciel statistique. Les moyennes ont été comparées en utilisant le test T de l'échantillon apparié.

**Résultats:** Un total de 480 yeux de 240 personnes, âgés entre 2 mois et 90 ans avec une moyenne de 46,2 ± 22 ans avaient leur gamme de la pression intra-oculaire entre 3 et 44mmHg (Mean16.3 ± 6) mesurée à l'aide de tonométrie. ICare et Perkins. Il y avait une forte corrélation, et aucune différence statistiquement significative dans la moyenne PIO comparant les tonomètres Icare et Perkins. La moyenne dans les lectures de la PIO entre ICare et Perkins était -0,08 ± 2,8 (IC 95%: 0,45 à 0,30; r = 0,87, p = 0,68) pour l'œil droit et -0,15 ± 2.8mmHg (IC à 95% -0,53 à 0,23 ; r = 0,86, p = 0,44) dans l'œil gauche.

La différence dans la moyenne de la lecture de la PIO des deux tonomètres était à 2mmHg 288 (66,2 %) yeux. Parmi les 147 (33,8 %) les yeux avec une différence de la PIO supérieure à 2 mm Hg, Perkins était responsable de la PIO supérieure lecture dans 76 (51,7 %) et ICare dans 71 (48,3 %)  $p=0,56$ .

Parmi 42 yeux de 21 enfants âgés de  $\leq 6$ years, PIO lecture a été prise avec succès dans 41 (97,6 %) et 21 (50 %) les yeux avec ICare et Perkins, respectivement, sans sédation ou anesthésie.

**Conclusion:** Les interprétations de la PIO en utilisant le tonomètre ICare compare bien avec celui de tonomètre Perkins. Icare était plus facile à utiliser chez les jeunes enfants (âgés de  $\leq 6$ year) sans sédation ou une anesthésie dans cette population africaine.

**Mots Clés.** La pression intraoculaire, Perkins, ICare, Tonometre, Enfants.

## Introduction

Intraocular pressure measurement is one of the most common parameters assessed in patients presenting with eye complaints. It has special applications in the screening, diagnosis and monitoring of glaucoma which is the second leading cause of blindness in Nigeria.

In Glaucoma, raised intra ocular pressure (IOP) and African descent are two important risk factors in its presentation. A relatively new equipment such as the ICare tonometer needs to be compared with an established and tested equipment such as the Perkins tonometer in this population.

Being sure of the response to treatment is a major concern in childhood glaucoma management especially in children 0-5years who often do not co-operate for IOP measurements with many of the available equipment used for adults. The use of Perkins tonometer in young children often requires a form of sedation/controlled anaesthesia which usually alters the value of IOP readings; ketamine when used as an anaesthetic agent increases IOP readings while the intravenous and inhalational anaesthetic agents reduce IOP readings such that the real IOP values

## Introduction

Mesure de la pression intra-oculaire est l'un des paramètres les plus courants évalués chez des patients présentant les affections oculaires. Il a des applications spéciales dans le dépistage, le diagnostic et le suivi du glaucome qui est la deuxième cause de cécité au Nigéria.

Dans le glaucome, augmentation de la pression intraoculaire (PIO) et africaine sont deux facteurs de risque importants de son présentation<sup>1</sup>. Un relativement nouveau des équipements tels que le tonomètre ICare doit être comparé avec un équipement mis en place et testé comme le tonomètre Perkins dans cette population.

La certitude de la réponse au traitement est une préoccupation majeure dans la gestion du glaucome à l'enfance en particulier chez les enfants 0-5years qui n'ont souvent pas coopérés pour les mesures de la PIO avec de nombreux équipements disponibles utilisés chez les adultes. L'utilisation de tonomètre Perkins chez les jeunes enfants nécessite souvent une forme de sédation anesthésie / contrôle qui modifie généralement la valeur des lectures de la PIO; étamine lorsqu'il est utilisé comme un agent anesthésique augmente les lectures de la PIO alors que les agents anesthésiques intraveineuse et par inhalation réduisent les lectures de la PIO de telle sorte que les valeurs réelles de la PIO ne sont pas connues et que cet impact négatif sur les résultats de la surveillance du traitement, en plus de l'impossibilité de répéter l'anesthésie autant de fois que soins de suivi exigera<sup>3</sup>.

\*Ademola-Popoola DS, <sup>1</sup>odi AF, <sup>2</sup>Akande TM

Department of Ophthalmology,  
University of Ilorin Teaching Hospital,  
Ilorin, Nigeria. E-mail: dupsyp@yahoo.com

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology  
Federal Medical Centre, Lokoja, Nigeria.

<sup>2</sup>Department of Epidemiology and Community Health University of  
Ilorin, Nigeria.

\*Correspondence

Grant support: None  
Subvention: Aucun

Conflict of interest: None  
Conflit d'intérêts: Aucun

are not known and this impact negatively on monitoring outcome of treatment in addition to the impracticability of repeating anaesthesia as many times as follow up care will demand.

Different principles have been employed in various instruments used to check IOP; Indentation (Schiotz), Applanation (Perkins and Goldmann), Rebound (ICare), Non- contact tonometry (Air puff). The different models have certain features to make them more attractive to both the eye care providers and the patients. The best tonometer is one that gives a reliable and valid result, able to be used in any position of the patient, with minimal discomfort to patients, with reduced technicalities, affordable and one that may even allow self-assessment/monitoring by patients.

The Goldmann applanation tonometer has been the gold standard by which the other tonometers are judged. It is used with a slit lamp microscope with the patient in the upright position. Applanation tonometry by Goldmann or Perkins require the use of fluorescein dye and topical anaesthetic agent which gives a stinging sensation and leaves a sense of heaviness in the eye and so causes more discomfort to the patients and may reduce cooperation in children.

The Perkins tonometer is a non-digital handheld applanation tonometer which does not require a slit lamp like Goldmann applanation tonometer and can be used in supine and upright positions. The intraocular pressure measurement with Perkins has been found to be comparable to that measured with Goldmann Applanation Tonometer. Intra ocular pressure check using the Goldmann tonometer being slit lamp mounted is practically difficult in young children, uncooperative and bed ridden adults in which hand held tonometer like the Perkins, Tonopen and ICare tonometers remain the options available.

Différents principes ont été utilisés pour divers instruments utilisés pour vérifier la PIO; Indentation (Schiotz), Applanation (Perkins et Goldmann), Rebound (Icare), non-tonométrie de contact (Air bouffée). Les différents modèles ont certaines caractéristiques pour les rendre plus attrayants pour les fournisseurs de soins de la vue et les patients.

Le meilleur tonomètre est celui qui donne un résultat fiable et valide, pouvant être utilisé dans n'importe quelle position du patient, avec un inconfort minimal pour les patients, avec des techniques réduites, moins cher et qui peut même permettre d'auto-évaluation / contrôle par les patients<sup>3</sup>.

Le tonomètre Goldmann a été l'étalon-or par lequel les autres tonomètres sont jugés<sup>4,5</sup>. Il est utilisé avec un microscope à lampe à fente avec le patient en position verticale. Aplansions Goldmann ou Perkins nécessitent l'utilisation de fluorescéine et agent anesthésique topique qui donnent une sensation avare et laisse un sentiment de lourdeur dans les yeux et ainsi provoque plus de gêne pour les patients et peut réduire la coopération chez les enfants.

Le tonomètre Perkins est un tonomètre de poche non-numérique qui ne nécessite pas une lampe à fente comme tonomètre Goldmann et peut être utilisé dans des positions couchée et debout. La mesure de la pression intraoculaire avec Perkins a été trouvée pour être comparable à celle mesurée avec tonomètre à aplansions Goldmann. Intra contrôle de la pression oculaire en utilisant le tonomètre Goldmann lampe à fente étant monté est pratiquement difficile chez les jeunes enfants, les adultes non coopératifs et alités dans lequel portatifs comme le tonomètre Perkins, Tonopen et les tonomètres Icare restent les options suffisantes<sup>6</sup>.

The ICare (ICare Finland Oy, Helsinki, Finland) tonometer is a relatively new portable tonometer that measures intraocular pressure (IOP) using a rebound method, in which a very light probe which is 24mm long and weighs 11mg and with a plastic cover make momentary contact with the cornea in slow motion. The probe slows down faster as the IOP increases and consequently, the higher the IOP the shorter is the duration of impact.

The ICare tonometer has a small plastic – tipped probe (diameter 0.9mm) surrounded by a magnetic field. It contains an assembly of 2 coils coaxial to a probe shaft that bounces a magnetic probe off the cornea and detects the deceleration of the probe caused by the eye. The moving magnet in the probe induces voltage in the solenoid and the motion parameters of the object are monitored. Whereas the plastic prism used with the Perkins has a diameter of 3.06mm.

The ICare tonometer is digital and has in-built mechanism to reject poor readings while providing an average IOP after taking 6 readings. A peculiar sound heralds the endpoint such that there is no need to look at the readings while being taken.

The probes used by the tonometer are disposable but have been discovered to be reusable with no risk of microbial transmission from one patient to the other.

The ICare tonometer was shown to be comparable with Goldmann tonometer and can be used by non-ophthalmologists and paramedical personnel during screening tests of populations. It has however been shown to give a slightly higher value than Goldmann applanation tonometry in treated glaucoma patients.

ICare was found to overestimate IOP when compared with Perkins in previous studies. The

Le Icare (ICare Finland Oy, Helsinki, Finland) tonomètre est relativement nouveau tonomètre portable qui mesure la pression intraoculaire (PIO) en utilisant une méthode de rebondissement, dans lequel une sonde très léger qui est 24mm de long et pèse 11 mg et avec un couvercle en plastique font momentanée contact avec la cornée au ralenti. La sonde ralentit plus rapidement que les Perkins lorsque la PIO augmente et, par conséquent, plus la PIO est plus courte est la durée de impact<sup>7</sup>.

Le tonomètre ICare a un petit plastique – sonde pointe (diamètre de 0,9 mm) entouré par un champ magnétique. Il contient un assemblage de deux bobines coaxiales à un axe de la sonde qui rebondit une sonde magnétique de la cornée et détecte la décélération de la sonde provoquée par l'œil. Une tension dans la bobine et les paramètres de mouvement de l'objet sont contrôlés, alors que le prisme en plastique utilisé avec le Perkins a un diamètre de 3.06mm.

Le tonomètre ICare est numérique et mécanisme de rejeter lectures pauvres tout en offrant une PIO moyenne après avoir pris six lectures intégré. Un bruit particulier annonce le critère de telle sorte qu'il n'est pas nécessaire de regarder les lectures tout en étant pris.

Les sondes utilisées par le tonomètre sont jetables, mais ont été découverts pour être réutilisable, sans risque de transmission microbienne d'un patient à l'autre<sup>8</sup>.

Le tonomètre ICare s'est avéré comparable Goldmann tonomètre et peut être utilisé par des non-ophthalmologistes et du personnel paramédical lors de tests de dépistage de populations.<sup>9</sup> Il a été démontré cependant de donner une valeur légèrement supérieure aux applanations Goldmann aux patients<sup>10, 11</sup> traités du glaucome.

ICare a été trouvé à surestimer la PIO par rapport à Perkins dans les études antérieures. La différence moyenne entre Perkins et ICare

mean difference between Perkins and ICare done on 65 eyes of healthy children was  $-3.35 \pm 2.28$  mmHg, this is similar to an over estimation of IOP of 3.57mmHg found in the study on 28 eyes of glaucomatous patients receiving travaprost 0.004%.

The Perkins applanation tonometer is commonly used in our clinic to check IOP of both adults and children when they cooperate; otherwise their IOP is checked during Examination Under Anaesthesia (EUA) limiting the frequency of monitoring because of cost and attendant logistics and risk.

It is therefore important to determine how well the newly acquired ICare tonometer (whose cost is about five times that of Perkins) compares with the handheld Perkins tonometer in this African population since it may serve as the reference instrument especially in the paediatric age group.

The objectives of study were therefore to study the IOP values from each tonometer, compare the value of IOP readings from both tonometers, determined the ease of their use in young children and document the various positions in which the tonometers were used successfully in children.

### **Patients & Methods**

The study was to compare ICare rebound tonometer with the established Perkins applanation tonometer among individuals of all age groups attending the eye clinic in terms of the intraocular pressure values, ease of use and various positions for successful use in children.

Ethical clearance for the study was obtained from the Ethical Review Board of our hospital. The study was conducted in adherence to the Declaration of Helsinki.

**Study design:** A Non- randomized comparative study of diagnostic equipment.

faites sur 65 yeux des enfants sains était de  $-3,35 \pm 2,28$  mmHg<sup>12</sup>, ce qui est similaire à une surestimation de la PIO de 3.57mmHg trouvé dans l'étude sur 28 yeux de patients glaucomateux recevant travaprost 0,004%<sup>13</sup>.

Le tonomètre Perkins est couramment utilisé dans notre clinique pour vérifier la PIO des adultes et des enfants quand ils coopèrent ; faute de quoi leur PIO est vérifiée lors de l'examen Sous anesthésie (EUA) limitant la fréquence de la surveillance en raison de la logistique et de coûts et risques qui en découlent.

Il est donc important de déterminer dans quelle mesure le tonomètre ICare nouvellement acquises (dont le coût est d'environ cinq fois celle de Perkins) compare avec le tonomètre Perkins portable dans cette population africaine, car il peut servir d'instrument de référence en particulier dans le groupe d'âge pédiatrique.

Les objectifs de l'étude étaient donc d'étudier les valeurs de la PIO de chaque tonomètre, comparer la valeur des lectures de la PIO des deux tonomètres, déterminer la facilité de leur utilisation chez les jeunes enfants et de documenter les différentes positions dans lesquelles les tonomètres ont été utilisés avec succès chez les enfants.

### **Patients & Méthodes**

L'étude était de comparer ICare rebond avec le tonomètre Perkins établie chez les personnes de tous les groupes d'âge qui fréquentent la clinique de l'œil en fonction des valeurs de la pression intraoculaire, facilité d'utilisation et de diverses positions d'une utilisation réussie chez les enfants.

Approbation éthique pour l'étude a été obtenue à partir de la Commission de révision éthique de notre hôpital. L'étude a été menée dans le respect de la Déclaration d'Helsinki.

**Conception de l'étude:** Une étude comparative non randomisée de matériel de diagnostic.

**Study Population-** Informed consent for inclusion in the study was obtained from patients/care givers of all age groups attending the eye clinic. Consecutive patients were recruited for the study until the sample size was reached. The study was done over a 3-month period in year 2012

Two Intraocular pressure (IOP) readings were taken first with ICare, then Perkins in upright position of patients, in the right eye and then the left eye. ICare tonometer was used first by the first researcher, thereafter, Perkins by the second researcher. The two are experienced in the use of the tonometers.

Successful use in children less than 6 years was determined by the number of eyes whose IOP were successfully taken without sedation. Distracting the young children was often needed and was accomplished with the swirling multi-colour light as shown in Figure 3 which documents the upright positions adopted in which IOP were successfully taken in children. Consent to publish photograph was obtained from the care givers.

Paired sample T test was employed to compare the means of the IOP readings from tonometers at 95% confidence interval and p-value at 0.05. The data obtained were entered and analyzed with Statistical Package for the Social Sciences - SPSS - version 17.0® Chicago Inc 2003.

## **Results**

Four hundred and eighty eyes of two hundred and forty (240) patients were included in the study. There were 106(44.2%) males and 134 (55.8%) females with a male: female ratio of 0.8:1 The age range was 2months - 90years with a mean of  $46.2 \pm 22.04$ . Twenty-eight (11.7%) patients were children aged <16years, 21(8.8%) were  $\leq 6$ years- Figure 1.

**Étude Population-** consentement éclairé pour l'inclusion dans l'étude a été obtenu à partir de donneurs patients / soins de tous les groupes d'âge qui fréquentent la clinique des yeux. Patients consécutifs ont été recrutés pour l'étude jusqu'à ce que la taille de l'échantillon ait été atteinte. L'étude a été réalisée sur une période de trois mois de l'année 2012.

Deux pressions intraoculaires (PIO) lectures ont été prises d'abord avec ICare, puis Perkins en position verticale des patients, dans l'oeil droit puis l'oeil gauche. Le tonomètre ICare a été d'abord utilisé par le premier chercheur, et puis, Perkins par le second chercheur. Les deux ont de l'expérience dans l'utilisation des tonomètres.

L'utilisation réussie des enfants de moins de 6 ans a été déterminée par le nombre d'yeux dont la PIO ont été prises avec succès sans sédation. Distraire les jeunes enfants a été souvent nécessaire et a été accompli avec la lumière tourbillonnante multi-couleur comme le montre la figure 3, qui documente les positions verticales adoptées dans laquelle la PIO a été pris avec succès chez les enfants. Consentement à publier photographie a été obtenu à partir des fournisseurs de soins.

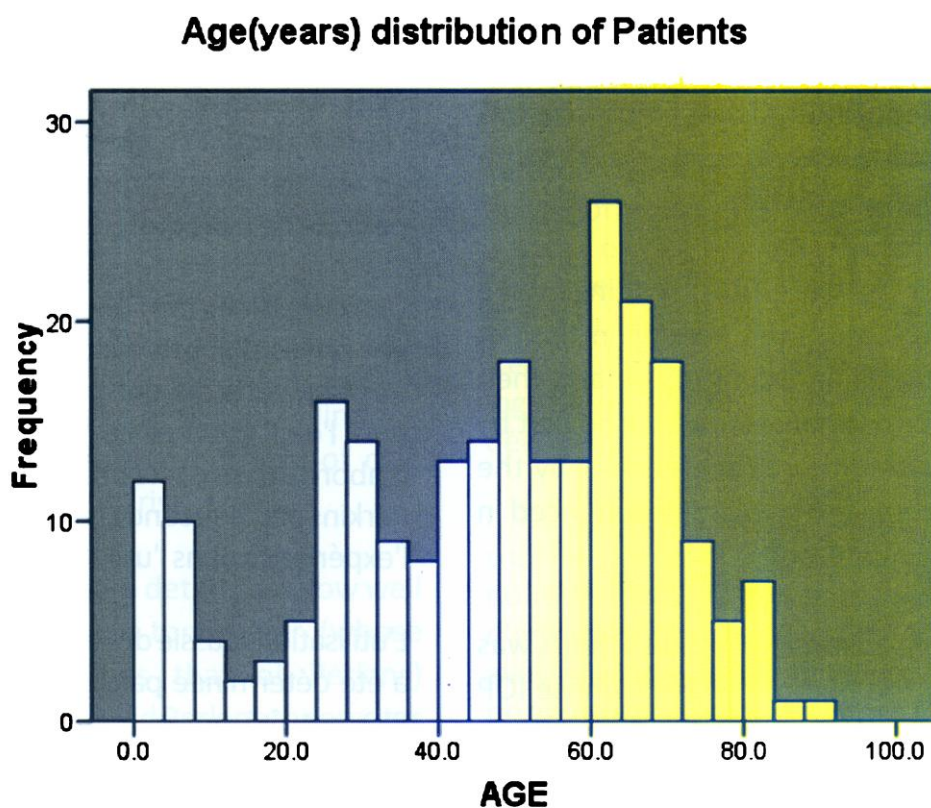
Jumelé test T de l'échantillon a été utilisé pour comparer les moyennes des lectures de la PIO tonomètres à 95% intervalle de confiance et p-valeur à 0,05. Les données obtenues ont été saisies et analysées avec Statistical Package for Social Sciences - SPSS - Version 17.0® Chicago Inc 2003.

## **Résultats**

Quatre cent quatre-vingts yeux de deux cent quarante (240) patients ont été inclus dans l'étude. Il y avait 106 (44,2%) et 134 hommes (55,8%) des femmes avec un ratio hommes: femmes de 0,8: 1 La tranche d'âge était deux mois - 90 années avec une moyenne de  $46,2 \pm 22,04$ . Vingt-huit (11,7%) des patients étaient des enfants âgés de <16 années, 21 (8,8%) étaient  $\leq 6$ years-. Figure 1



Fig. 1: Age distribution of the patients/Répartition par âge des patients



**Table 1: The First, Second and the Average IOP Readings with the tonometers /La Première, Deuxième et les valeurs moyennes de la PIO avec les tonomètres**

	Frequency	Minimum	Maximum	Mean	SD
1st reading ICARE RE	238	3.0	40	17.1	6.0
2nd reading ICARE RE	237	3.0	46	17.3	6.1
Average reading ICARE RE	237	3.0	42.5	17.2	6.0
1st reading Perkins RE	216	2.0	38	17.0	5.3
2nd reading Perkins RE	217	2.0	40	17.3	5.4
Average reading Perkins RE	217	2.0	39.0	17.1	5.3
1st reading ICARE LE	236	3.0	46	16.3	6.1
2nd Reading ICARE LE	235	3.0	44	16.4	6.1
Average reading ICare LE	235	3.0	44.0	16.3	6.0
1st reading Perkins LE	219	2.0	36	16.1	5.1
2nd reading Perkins LE	218	2.0	38	16.6	5.2
Average reading Perkins LE	218	2.0	37.0	16.3	5.1

p=0.79

RE- Right Eye, LE- Left Eye, SD – Standard Deviation, p= p-value

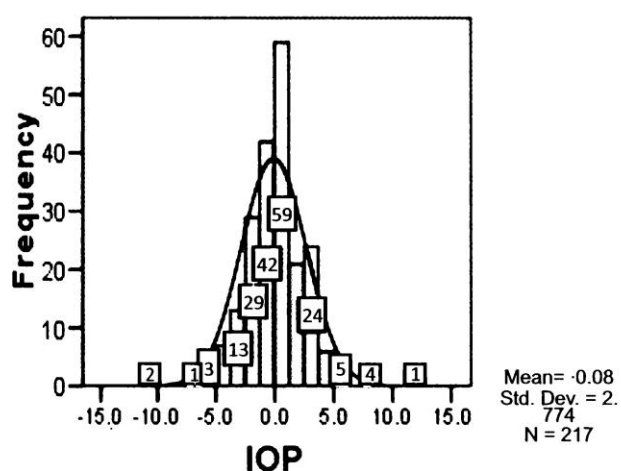
Table 2: Correlation and Differences in IOP readings with the Tonometers  
 /Corrélation et différences dans les lectures de la PIO avec les Tonomètres

	Paired sample correlation			Paired Sample Difference				
	N	Correlation	P	Mean	SD	95% CI		P
1st reading ICARE RE - 2nd reading I CARE RE	237	.969	.000	-0.25	1.5	-0.45	-0.06	.010
1st reading Perkins RE - 2nd reading Perkins RE	215	.983	.000	-0.35	1.0	-0.49	-0.22	.000
Average reading ICARE RE - Average reading Perkins RE	217	.873	.000	-0.08	2.8	-0.45	0.30	.685
1st reading ICARE LE - 2nd Reading ICARE LE	236	.963	.000	-0.20	1.7	-0.41	0.01	.070
1st reading Perkins LE - 2nd reading Perkins LE	218	.980	.000	-0.46	1.0	-0.60	-0.32	.000
Average reading ICare LE -Average reading Perkins LE	218	.862	.000	-0.15	2.8	-0.53	0.23	.438

N= Frequency, CI= Confidence Interval., P= p-value , SD= Standard Deviation,

Fig. 2: Distribution of Difference in Average IOP between ICare and Perkins Tonometers  
 /Répartition de différence en moyenne entre tonomètres PIO Icare et Perkins

Average Difference in IOP between ICare and Perkins in the Right Eye



Average Difference in IOP between ICare and Perkins Left Eye

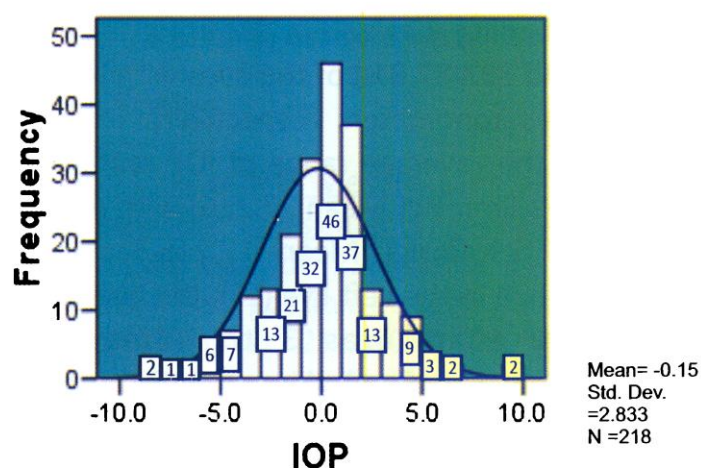
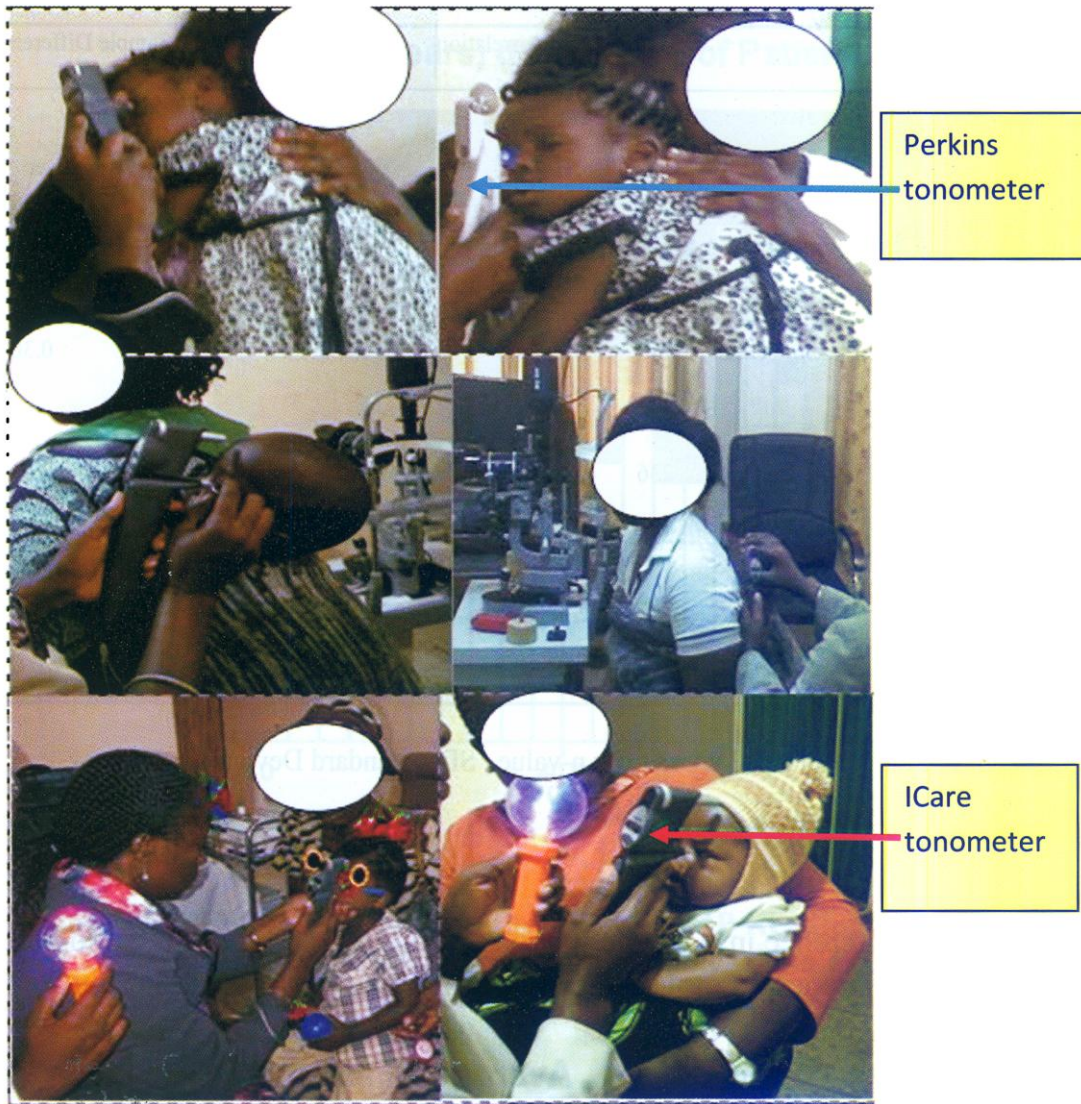




Fig. 3: Various Positions the Tonometers were used in Children Less than 6years  
 /Various Positions les Tonometres ont été utilisés dans les enfants de moins de 6 années



The IOP reading was within 21mmHg in 405 (85.5%) and 382(87.8%) of the eyes with ICare and Perkins tonometers respectively. In the right eye, the average range of IOP readings was 3 to 42.5mmHg( Mean 17.2±6) with ICare and 2 to 39mmHg( Mean 17.2±5.3) with Perkins, while in the Left Eye (LE), the average range for ICare was 3 to 44mmHg( Mean16.3±6) and for Perkins 2 to 37mmHg (Mean 16.3±5.1). There was no statistically significant difference in the mean IOP values p=0.79-Table 1.

Two IOP readings were taken with Perkins and ICare tonometers. The two readings from each tonometer showed statistically significant

La lecture PIO était à 21mmHg en 405 (85,5%) et 382 (87,8%) des yeux avec tonomètres Icare et Perkins respectivement. Dans l'œil droit, la gamme moyenne des lectures de la PIO était 3 à 42.5mmHg (moyenne 17,2 ± 6) avec ICare et 2 à 39mmHg (moyenne 17,2 ± 5,3) avec Perkins, alors que dans l'œil gauche (LE), la gamme moyenne ICare était de 3 à 44mmHg (Mean16.3 ± 6) et de deux Perkins à 37mmHg (moyenne 16,3 ± 5,1). Il n'y avait pas de différence statistiquement significative de la PIO moyenne valeurs p=0,79-Table 1.

Deux interprétations de la PIO ont été prises avec tonomètres Perkins et Icare. Les deux interprétations de chaque tonomètre a montré (p = 0,00) à haut coefficient de corrélation statistiquement significative (r =

( $p=0.00$ ) high correlation coefficient ( $r=0.96$  for ICare and  $r=0.98$  for Perkins). In about half of the cases, the second IOP readings were more likely to be higher than the first IOP readings with either Perkins ( $p=0.01$ ) or ICare ( $p=0.04$ ) tonometers, Perkins 196(45.1%) however had more cases of same first and second IOP readings than ICare 137(29.1%).

This differences in the first and second IOP readings with either of the two tonometers were within 2mmHg in about 420(89%) of the eyes using ICare and 421(97%) for Perkins tonometer making it not statistically significant  $p=0.79$ -Table 1.

Comparing the Perkins and ICare revealed a high correlation coefficient and no statistically significant differences in their IOP readings; the mean difference in average IOP readings between ICare and Perkins was  $-0.08 \pm 2.8$  (95% CI: 0.45-0.30;  $r=0.87$ ,  $p=0.68$ ) for right eye and  $-0.15 \pm 2.8$ mmHg (95% CI -0.53 to 0.23;  $r=0.86$ ,  $p=0.44$ ) in the left eye—Table 2.

The difference in the average IOP reading from both tonometers was within 2mmHg 288(66.2%) eyes and more than 2mmHg in 147(33.8%) eyes- Figure 2. Among the 147 eyes with a difference in IOP greater than 2mmHg, Perkins was responsible for the higher IOP reading in 76(51.7%) and ICare in 71(48.3%)  $p=0.56$ , this was not statistically significant.

#### Success of IOP Measurement without Sedation or anaesthesia in Children aged $\leq 6$ years

Among 42 eyes of 21 children 6years or less, it was possible to take the IOP in 41(97.6%) and 21(50%) eyes with ICare and Perkins tonometer respectively. IOP were successfully taken in the awake or sleeping young children in natural and traditional positions like child strapped on mother's back, child placed on the shoulder or prodded on the lap and distracted with toys as shown in Figure 3. Because of the

0,96 pour ICare et  $r = 0,98$  pour Perkins). Dans environ la moitié des cas, les secondes lectures de la PIO étaient plus susceptibles d'être plus élevés que les premières lectures de la PIO avec soit Perkins ( $p = 0,01$ ) ou ICare ( $p = 0,04$ ), Perkins 196 (45,1%) avaient toutefois plus de cas de mêmes première et deuxième lectures de la PIO que ICare 137 (29,1%).

Ces différences dans les première et seconde lectures de la PIO avec l'une des deux tonomètres étaient dans 2mmHg à environ 420 (89%) des yeux à l'aide ICare et 421 (97%) de tonomètre Perkins rendant pas statistiquement significative = 0,79, tableau 1.

Comparant le Perkins et ICare a révélé un coefficient de corrélation élevé et aucune différence statistiquement significative dans leurs lectures de la PIO; la différence moyenne dans les lectures de la PIO moyenne entre ICare et Perkins était  $-0,08 \pm 2,8$  (IC 95%: 0,45 à 0,30;  $r = 0,87$ ,  $p = 0,68$ ) pour l'œil droit et  $-0,15 \pm 2,8$ mmHg (IC à 95% -0,53 à 0,23 ;  $r = 0,86$ ,  $p = 0,44$ ) dans le œil gauche-Tableau 2.

La différence de la PIO moyenne lecture des deux tonomètres était à 2mmHg 288 (66,2%) des yeux et plus de 2 mm Hg dans 147 (33,8%) Figure 2. Parmi les 147 yeux avec une différence de la PIO supérieure à 2 mm Hg, Perkins était responsable pour la PIO supérieure lecture dans 76 (51,7%) et ICare dans 71 (48,3%)  $p = 0,56$ , ce n'était pas statistiquement significative.

#### Succès de la PIO Mesure sans sédation ou anesthésie chez les enfants âgés $\leq 6$ years

Parmi 42 yeux de 21 enfants de 6 ans ou moins, il était possible de prendre la PIO chez 41 (97,6%) et 21 (50%) les yeux avec tonomètre ICare et Perkins respectivement. IOP ont été prises avec succès dans les jeunes enfants éveillés ou endormis dans des positions naturelles et traditionnelles comme enfants attachés sur le dos de la mère, enfant placé sur l'épaule ou poussés sur les genoux et distrait avec des jouets comme le montre la figure 3. En raison de la petite taille de la pointe de la sonde ICare, il était possible de

small size of the tip of the ICare probe, it was possible to take IOP in crying children, this was however found to increase the IOP reading by about 10mmHg when compared to IOP readings taken in the same children while calm.

### **Discussion**

The high correlation between the first and second IOP readings with both the ICare and Perkins tonometers with a difference within 2mmHg in about 89% of the eyes with ICare and 97% for Perkins tonometer points to a high reproducibility of their readings.

The first and second readings were same in 29.1% with ICare and 45.1% of eyes using Perkins; the observable differences between the two tonometers might probably be because the ICare is a more a dynamic tonometer based on making a moving object collide with an eye and on monitoring the motion parameters of this object following contact this might have made the ICare more responsive to changing dynamics as the probe bounces on and off the corneal. Davies also found that the Inter-session repeatability of IOP taken with ICare is poorer than that of IOP taken with the Goldmann tonometer, but is comparable with that of other non Goldmann-type tonometers currently available.

The statistically significant high correlation ( $r=0.86$ ,  $P=0.000$ ) between the average IOP readings of Perkins and ICare tonometers and the findings of no statistically significant differences in their mean IOP readings is similar to the findings from other studies.

The differences in IOP readings from both tonometers were within 2mmHg in about two third of the eyes checked, this is similar to the findings of Rosenterer and within 3mmHg in about 78% of the eyes unlike 69% and 53% within 3mmHg reported by Schild and Diaz respectively.

prendre la PIO chez des enfants qui pleurent, cela a été cependant trouvé pour augmenter la PIO lecture d'environ 10 mm Hg par rapport aux lectures de la PIO prises dans les mêmes enfants tout en calme.

### **Discussion**

La forte corrélation entre les première et deuxième lectures de la PIO avec les deux tonomètres Icare et Perkins avec une différence au sein 2mmHg dans environ 89% des yeux avec ICare et 97% pour Perkins à une grande reproductibilité de leurs lectures.

Les première et deuxième lectures étaient même dans 29,1% avec ICare et 45,1% des yeux à avec Perkins; les différences observables entre les deux tonomètres pourraient être probablement parce que le ICare est un tonomètre plus dynamique basée sur le fait qu'il fait un objet en mouvement entrant en collision avec un oeil et sur la surveillance des paramètres de mouvement de cet objet suivants contact<sup>14</sup> cela pourrait avoir fait le ICare plus sensible à l'évolution des dynamiques que la sonde rebondit sur et hors du cornée. Davies<sup>15</sup> a constaté que la répétition intersession de la PIO prise avec ICare est moins bonne que celle de la PIO prises avec le tonomètre Goldmann, mais est comparable à celle d'autres types de tonomètres Goldmann disponibles actuellement.

La forte corrélation statistiquement significative ( $r = 0,86$ ,  $P = 0,000$ ) entre les lectures de la PIO moyenne de tonomètres Perkins et Icare et les conclusions de manque de différences statistiquement significatives dans leurs lectures PIO moyenne est similaire aux résultats d'autres études<sup>13,16,17</sup>.

Les différences dans les lectures de la PIO des deux tonomètres étaient dans 2mmHg dans environ deux tiers des yeux vérifiés, ce qui est similaire aux résultats de Rosenterer<sup>17</sup> et au sein de 3mmHg dans environ 78% des yeux à la différence de 69% et 53% dans les 3mmHg rapporté par Schild<sup>18</sup> et Diaz<sup>13</sup> respectivement.



Among the 147 eyes with an IOP difference greater than 2mmHg, the contributions of Perkins and ICare tonometers was almost equal, 76(51.7%) by Perkins and ICare 71(48.3%)  $p=0.56$ . This is at variance with other studies which reported a tendency for ICare tonometer to overestimate, this is probably because the other studies included much fewer eyes.

Being able to take IOP in more children with ICare without sedation/anaesthesia and in the various comfortable positions - Figures 3 - for both the parents, children and the examiner has impacted positively on the care of children; this is because of the ability to monitor IOP as necessary without the known influence of anaesthetic agent on the IOP values, cheaper cost of checking IOP with ICare in the clinic and removal of logistic challenges of EUA. This is similar to the findings of Li and Grigorian'.

The ability to reuse the probe with minimal risk of transmission of infection as documented by Briesen also reduced the running cost thereby making it a more useful tool in developing economies such as ours.

**Conclusion:** The IOP readings using the ICare tonometer compared well with those of Perkins tonometer. Compared to Perkins tonometer, the use of ICare tonometer for IOP was successful in many young children ( $\leq 6$  year olds) without sedation/anaesthesia, it therefore presented a safe and cost effective monitoring of IOP in the follow up care of childhood glaucoma.

## References

1. Bron A, Chaine G, Villain M, Colin J, Nordmann JP, Renard JP et al. [Risk factors for primary open-angle glaucoma]. *J Fr Ophthalmol* 2008;31:435-44.
2. Blumberg D, Congdon N, Jampel H, Gilbert D, Elliott R, Rivers R, et al. The effects of sevoflurane and ketamine on intraocular pressure in children during examination under anesthesia. *Am J Ophthalmol* 2007;143:494-9.

Parmi les 147 yeux avec une différence de PIO supérieure à 2 mm Hg, les contributions de tonomètres Perkins et ICare étaient presque égales, 76 (51,7%) par Perkins et ICare 71 (48,3%)  $p = 0,56$ . C'est en contradiction avec d'autres études qui signalent une tendance à tonomètre ICare à surestimer,<sup>12, 13, 17</sup> c'est probablement parce que les autres études comprenaient beaucoup moins les yeux.

Etre capable de prendre la PIO chez plus d'enfants avec ICare sans sédation / anesthésie et dans les différentes positions confortables - Figures 3 - tant pour les parents, les enfants et l'examineur a un impact positif sur la garde des enfants; c'est à cause de la capacité de surveiller la PIO comme nécessaire sans l'influence connue de l'agent anesthésique sur les valeurs de la PIO, le coût moins cher de vérifier la PIO avec ICare dans la clinique et l'élimination des défis logistiques des EUA. Ceci est similaire aux résultats de Li et Grigorian<sup>19,16</sup>.

La possibilité de réutiliser la sonde avec un risque minimal de transmission de l'infection tel que documenté par Briesen<sup>8</sup> également réduit le coût de fonctionnement ce qui le rend un outil plus utile dans les économies en développement comme le nôtre.

**Conclusion:** Les lectures de la PIO en utilisant le tonomètre ICare comparé avec ceux de tonomètre Perkins. Comparé à tonomètre Perkins, l'utilisation de tonomètre ICare pour IOP a réussi chez beaucoup de jeunes enfants (âgés de  $\leq 6$ year) sans sédation / anesthésie, il a donc présenté une surveillance sûre et le coût raisonnable de la PIO dans les soins de suivi du glaucome de l'enfance.

## References

1. Bron A, Chaine G, Villain M, Colin J, Nordmann JP, Renard JP et al. [Risk factors for primary open-angle glaucoma]. *J Fr Ophthalmol* 2008;31:435-44.
2. Blumberg D, Congdon N, Jampel H, Gilbert D, Elliott R, Rivers R, et al. The effects of sevoflurane and ketamine on intraocular pressure in children during examination under anesthesia. *Am J Ophthalmol* 2007;143:494-9.



3. Asrani S, Chatterjee A, Wallace DK, Santiago-Turla C, Stinnett S. Evaluation of the ICare rebound tonometer as a home intraocular pressure monitoring device. *J Glaucoma* 2011 Feb; 20(2):74-9.
4. Kass MA. Standardizing the measurement of intraocular pressure for clinical research. Guidelines from the Eye Care Technology Forum. *Ophthalmology* 1996;103:183-5.
5. Hager A, Wiegand W. [Methods of measuring intraocular pressure independently of central corneal thickness]. *Ophthalmologie* 2008;105:840-4.
6. Schreiber W, Vorwerk CK, Langenbacher A, Behrens-Baumann W, Viestenz A. [A comparison of rebound tonometry (ICare) with TonoPenXL and Goldmann applanation tonometry]. *Ophthalmologie* 2007;104:299-304.
7. Garcia-Resua C, González-Meijome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. . Accuracy of Icare tonometry *Optom Vis Sci.* 2006;;83(2):102-7.
8. Briesen S, Schulze SM, Roberts H, Kollmann M, Stachs O, Behrend D, Schäfer S, Guthoff R. Minimal cross-infection risk through Icare rebound tonometer probes: a useful tool for IOP-screenings in developing countries. *Eye (Lond)* 2010 Jul;24(7):1279-83.
9. Abraham LM, Epasinghe NC, Selva D, Casson R. Comparison of the ICare rebound tonometer with the Goldmann applanation tonometer by experienced and inexperienced tonometrists. *Eye (Lond)* 2008;22:503-6.
10. Gandhi NG, Prakalapakorn SG, El-Dairi MA, Jones SK, Freedman SF. ICare ONE rebound versus Goldmann applanation tonometry in children with known or suspected glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2012;154:843-849.
11. Vincent SJ, Vincent VR, Shields D, Lee GA. . Comparison of intraocular pressure measurement between rebound, non-contact and Goldmann applanation tonometry in treated glaucoma patients. . *Clin Experiment Ophthalmol.* 2012 May-Jun;40(4):163-70
3. Asrani S, Chatterjee A, Wallace DK, Santiago-Turla C, Stinnett S. Evaluation of the ICare rebound tonometer as a home intraocular pressure monitoring device. *J Glaucoma* 2011 Feb; 20(2):74-9.
4. Kass MA. Standardizing the measurement of intraocular pressure for clinical research. Guidelines from the Eye Care Technology Forum. *Ophthalmology* 1996;103:183-5.
5. Hager A, Wiegand W. [Methods of measuring intraocular pressure independently of central corneal thickness]. *Ophthalmologie* 2008;105:840-4.
6. Schreiber W, Vorwerk CK, Langenbacher A, Behrens-Baumann W, Viestenz A. [A comparison of rebound tonometry (ICare) with TonoPenXL and Goldmann applanation tonometry]. *Ophthalmologie* 2007;104:299-304.
7. Garcia-Resua C, González-Meijome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. . Accuracy of Icare tonometry *Optom Vis Sci.* 2006;;83(2):102-7.
8. Briesen S, Schulze SM, Roberts H, Kollmann M, Stachs O, Behrend D, Schäfer S, Guthoff R. Minimal cross-infection risk through Icare rebound tonometer probes: a useful tool for IOP-screenings in developing countries. . *Eye (Lond)* 2010 Jul;24(7):1279-83.
9. Abraham LM, Epasinghe NC, Selva D, Casson R. Comparison of the ICare rebound tonometer with the Goldmann applanation tonometer by experienced and inexperienced tonometrists. *Eye (Lond)* 2008;22:503-6.
10. Gandhi NG, Prakalapakorn SG, El-Dairi MA, Jones SK, Freedman SF. ICare ONE rebound versus Goldmann applanation tonometry in children with known or suspected glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2012;154:843-849.
11. Vincent SJ, Vincent VR, Shields D, Lee GA. . Comparison of intraocular pressure measurement between rebound, non-contact and Goldmann applanation tonometry in treated glaucoma patients. . *Clin Experiment Ophthalmol.* 2012 May-Jun;40(4):163-70

12. Garcia-Resua C, Gonzalez-Meijome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. Accuracy of the new ICare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2006;83:102-7.
13. Diaz A, Yebra-Pimentel E, Resua CG, Gilino J, Giraldez MJ. Accuracy of the ICare rebound tonometer in glaucomatous eyes with topical ocular hypotensive medication. *Ophthalmic Physiol Opt* 2008;28:29-34.
14. Detry-Morel M, Jamart J, Detry MB, Pourjavan S, Charlier L, Dethinne B, et al.. [Clinical evaluation of the dynamic rebound tonometer Icare]. *J Fr Ophtalmol* 2006;29:1119-27.
15. Davies LN, Bartlett H, Mallen EA, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of rebound tonometer. *Acta Ophthalmol Scand* 2006;84:206-9.
16. Li Y, Tang L, Xiao M, Jia S, Liu P, Zhou Y, et al. Comparison of the Icare Tonometer and the Hand-held Goldmann Applanation Tonometer in Pediatric Aphakia. *J Glaucoma* 2013 Mar; 22(3):250-4
17. Rosentreter A, Schild AM, Lappas A, Krieglstein GK, Dietlein TS. [Rebound tonometry and applanation tonometry during narcosis investigation of pediatric glaucoma]. *Ophthalmologe* 2011; 108:331-6.
18. Schild AM, Rosentreter A, Hermann MM, Muether PS, Schroeter SI, Lappas A, et al. [Comparison of Rebound tonometry versus Perkins tonometry in the supine glaucoma patient]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2010;228:125-9.
19. Grigorian F, Grigorian AP, Olitsky SE. The use of the Icare tonometer reduced the need for anesthesia to measure intraocular pressure in children. *J AAPOS* 2012;16:508-10.
12. Garcia-Resua C, Gonzalez-Meijome JM, Gilino J, Yebra-Pimentel E. Accuracy of the new ICare rebound tonometer vs. other portable tonometers in healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2006;83:102-7.
13. Diaz A, Yebra-Pimentel E, Resua CG, Gilino J, Giraldez MJ. Accuracy of the ICare rebound tonometer in glaucomatous eyes with topical ocular hypotensive medication. *Ophthalmic Physiol Opt* 2008;28:29-34.
14. Detry-Morel M, Jamart J, Detry MB, Pourjavan S, Charlier L, Dethinne B, et al.. [Clinical evaluation of the dynamic rebound tonometer Icare]. *J Fr Ophtalmol* 2006;29:1119-27.
15. Davies LN, Bartlett H, Mallen EA, Wolffsohn JS. Clinical evaluation of rebound tonometer. *Acta Ophthalmol Scand* 2006;84:206-9.
16. Li Y, Tang L, Xiao M, Jia S, Liu P, Zhou Y, et al. Comparison of the Icare Tonometer and the Hand-held Goldmann Applanation Tonometer in Pediatric Aphakia. *J Glaucoma* 2013 Mar; 22(3):250-4
17. Rosentreter A, Schild AM, Lappas A, Krieglstein GK, Dietlein TS. [Rebound tonometry and applanation tonometry during narcosis investigation of pediatric glaucoma]. *Ophthalmologe* 2011;108:331-6.
18. Schild AM, Rosentreter A, Hermann MM, Muether PS, Schroeter SI, Lappas A, et al. [Comparison of Rebound tonometry versus Perkins tonometry in the supine glaucoma patient]. *Klin Monbl Augenheilkd* 2010;228:125-9.
19. Grigorian F, Grigorian AP, Olitsky SE. The use of the Icare tonometer reduced the need for anesthesia to measure intraocular pressure in children. *J AAPOS* 2012;16:508-10.