

**HDQC “DR. SALVADOR ALLENDE”
ICO “RAMÓN PANDO FERRER”**

ARTÍCULO DE REVISIÓN

TITULO: “TONOMETRÍA: TÉCNICAS NOVEDOSAS Y CONSIDERACIONES
ACTUALES”

AUTORES: Lic. Rafael Castells Ferras
Lic. Tecnología de la Salud. Diplomado en Neuro Oftalmología.
Profesor Instructor.
rafacf@infomed.sld.cu
Tel: 6495775

Lic. Melissa Medina Pérez
Lic. Tecnología de la Salud.
Profesora Instructora
melisamp@infomed.sld.cu

RESUMEN

El tonómetro de aplanación Goldmann se considera el estándar de oro para la medición de la presión intraocular, sin embargo en condiciones atípicas donde su uso no es eficaz ha sido necesaria la implementación de nuevas técnicas tonométricas. La comparación de estas nuevas técnicas con el estándar es objetivo de disímiles investigaciones en todo el mundo. El tonómetro digital palpebral tuvo tendencia a infravalorar las mediciones con respecto a la tonometría de Goldmann, por lo que se recomienda su uso solo en combinación con otras técnicas. La tonometría de no contacto o pneumotonometría, también ha beneficiado la oftalmología contemporánea por ser poco invasivo y de menor riesgo para el paciente a adquirir infecciones intrahospitalarias. El Pulsair fluctuó en sus mediciones a ambos lados del valor medio medido por el Goldmann. El pneumotonómetro Reichert R7 tendió a la sobrevaloración de las mediciones en comparación al Goldmann aunque posee adecuados índices de confiabilidad. El pneumotonómetro NIDEK NT -4000 probó ser sumamente sensitivo y altamente específico a pesar de la necesidad, al igual que el resto de las técnicas antes referidas, de la corrección del valor por la paquimetría. La tonometría de rebote ofrece la ventaja de contacto corneal mínimo, pero en la bibliografía consultada se aprecian elevados valores de diferencias entre este y el Goldmann. El tonómetro de Contorno Dinámico aventaja al resto por la poca o casi nula dependencia de las propiedades biomecánicas de la cornea al igual que el Analizador de Respuesta Ocular ampliamente difundidos actualmente.

Palabras Claves: Tonometría, Presión Intraocular.

ABSTRACT

Goldmann Applanation Tonometer is considered the gold standard for the measurement of the intraocular pressure, nevertheless in atypical conditions where its use is not effective it has been necessary the implementation of new techniques of tonometry. The comparison of these new techniques with the standard is objective of dissimilar investigations anywhere in the world. Digital Eyelid tonometer had tendency to undervalue the measurements with respect to the Goldmann tonometry, reason why its single use in combination with other techniques is recommended. Non

contact tonometry or pneumotonometry has also vital contemporary ophthalmology for being little invasive and from smaller risk of infection to the patient. Pulsair fluctuated in its measurements to both sides of the average value measured by the Goldmann. Pneumotonometer Reichert R7 tended to the overvaluation of the measurements in comparison to the Goldmann although it has suitable indices of trustworthiness. Pneumotonometer NIDEK NT -4000 proved to be extremely sensitive and highly specific in spite of the necessity, like the rest of the techniques before referred, of the correction of the value by the pachymetry. Rebound tonometer offers the advantage of minimum corneal contact but in the consulted bibliography high values of differences are appreciated between this and the Goldmann. The Dynamic Contour Tonometer and also the Ocular Response Analyzer, spread worldwide, surpass the other ones due to their almost mill dependency of the biomechanics properties of the cornea.

Keywords: Tonometry, Intraocular Pressure

INTRODUCCIÓN

La presión intraocular (PIO) es la presión que ejercen los líquidos oculares sobre la pared del ojo, la cual es necesaria para que este órgano se mantenga distendido. El equilibrio entre producción y reabsorción del humor acuoso es el principal factor que determina el nivel de presión intraocular.

La tonometría de aplanación de Goldmann (TAG) es, en la actualidad, la más usada por los oftalmólogos en sus consultas por lo que se considera el estándar de oro en la medición de la PIO, sin embargo su utilización se encuentra limitada a la consulta, pues pese a la existencia de tonómetros de aplanación portátiles, no siempre se encuentran disponibles¹.

Durante el período de cincuenta años desde la introducción de la TAG, otros métodos de medida de PIO se han introducido. Estos incluyen, formas diversas de Tonómetros de No Contacto (TNC), el Tonómetro de Contorno Dinámico (TCD) y el Tonómetro de Rebote (TRB). Varios estudios por consiguiente han sido efectuados para comparar estos otros métodos con la TAG ².

Aunque la técnica tonométrica ideal es una cánula en cámara anterior conectada a un manómetro por su objetividad, es invasiva y expone al paciente a los riesgos de una cirugía intraocular por lo que solo se aplica durante el acto quirúrgico.

La TAG se basa en el principio de aplanación corneal estableciendo relación entre la fuerza ejercida para aplanar la superficie corneal y la PIO hallándose constante el área de aplanación. Sucesor del principio de Imbert Fick, la Tonometría de Goldmann es el patrón comparativo para todos los nuevos dispositivos que se fabrican con fines diagnósticos y con numerosas ventajas tanto para el paciente como para el examinador. Las nuevas técnica tonométricas, su confiabilidad y las condiciones que pueden modificar su lectura son conocimientos indispensables para los profesionales vinculados a la oftalmología y optometría así como para todo el personal paramédico vinculado a las pesquisas de glaucoma.

El empleo de los tonómetros no se realiza de forma aleatoria, sino que depende de las condiciones específicas del paciente y del entorno donde se trabaja, de ahí que su utilización este marcada por las circunstancias en las cuales se realiza la tonometría. Con el objetivo de establecer comparación de los parámetros de confiabilidad y reproducibilidad de algunos de los tonómetros de mayor uso tanto en regiones urbanas como rurales con el Tonómetro de Goldmann se ha realizado una revisión bibliográfica en revistas digitales con artículos publicados en los últimos 10 años donde se muestran resultados comparativos entre los tonómetros de posterior referencia para varios grupos etarios en varias zonas geográficas.

DESARROLLO

Para establecer índices de confiabilidad y reproducibilidad es necesario un patrón comparativo; en el caso de la tonometría es universalmente la TAG. Los estudios consultados en su generalidad establecen comparaciones con la tonometría estándar de oro para establecer los valores de referencia. A continuación mostramos los resultados más relevantes encontrados en la bibliografía consultada.

TONÓMETRO DIGITAL PALPEBRAL (TGDc-01)

Es un tonómetro diseñado para medir la PIO a través del borde palpebral superior. Tiene un elemento prominente que fue diseñado para apoyar el tonómetro sobre el párpado superior durante el examen. Posee una barra en movimiento dentro del tonómetro y el elemento que sobresale interactúa en la caída libre con la superficie elástica del párpado. Se debe hacer coincidir el margen de la tapa con el limbo

esclerocorneal superior apoyado sobre el párpado. Cuando el tonómetro se aprieta en el párpado, la barra en caída precipitada causa deformación de la esclerótica directo al párpado en la posición de las 12 en punto.

Este tonómetro (TGDc-01) calcula la PIO de la fuerza aplicada por la barra en caída precipitada en el párpado teniendo en cuenta la elasticidad del globo. Se encontró que la reproducibilidad intra-examinador es mejor que la reproducibilidad interexaminador. Desafortunadamente, su nivel de desviación estándar se comparó con la TAG y estaba más alto que los límites clínicamente aceptables de ± 3 mmHg³. La ventaja en la medida supina es que sería más fácil para el tonómetro mantener una posición vertical. Este tonómetro del párpado no puede ser usado en una posición sentada y viendo horizontalmente. El TGDc-01 medido en la postura supina podría ser comparado con el tonómetro Perkins que aplica principio de aplanación. Su reproducibilidad interexaminador de 95 % fue ± 9.38 mmHg. También hay una tendencia para el tonómetro del párpado medir una PIO inferior que con TAG en ojos de glaucomatosos³.

La validez de cualquier tonómetro nuevo depende de su exactitud, su precisión y su sensibilidad. Una PIO inferior sería obtenida si el tonómetro del párpado está posado fuera del margen de la tapa, lo contrario es cierto para colocarlo también cerca de las pestañas¹.

Hay muchos factores desconocidos que podrían afectar la validez de este tonómetro del párpado, como la elasticidad de la esclerótica y la tensión del párpado superior por lo que se recomienda el uso del TGDc-01 sólo en combinación con otras técnicas.

TONÓMETRO DE APLANACIÓN TONOPEN XL

Es un tonómetro basado en el principio de aplanación corneal, manual, portátil y de fácil manipulación empleado como alternativa para la TAG en situaciones donde esta no pueda ser eficaz. El equipo toma cuatro medidas consecutivas y emite un sonido indicando la finalización de la lectura y la promediación de los valores obtenidos.

El tonómetro TonoPen XL demostró buena concordancia con la TAG, especialmente dentro del rango de 9–30 mmHg⁴.

En estudios comparativos se han percibido sobreestimaciones de hasta 10.6mmHg e infravaloraciones de hasta 9.6mmHg con respecto a los valores encontrados en la

TAG razón por la cual no puede ser usado como un sustituto para la TAG en un contexto donde la determinación exacta de la PIO es imperativa.

La relación entre la TAG y el Tono-Pen XL fue estimado poco numeroso. Algunos autores comentan que el Tono-Pen XL fue inapto para el uso de rutina en pacientes con glaucoma ^{4,5}.

Existen situaciones específicas, como el seguimiento de glaucoma pediátrico, en pacientes no hospitalizados y con queratoplastias, durante el uso de lentes de contacto blando o pacientes con edema significativo de la córnea, donde la TAG no puede ser una opción y el TonoPen XL puede ser la única manera de registro. Bajo estas condiciones, el clínico debería ser consciente que la medida de PIO puede ser inexacta.

TONÓMETROS DE NO CONTACTO

Una de las ventajas de estos tonómetros es que no hace contacto con la córnea y las medidas también pueden estar hechas en personas físicas con patologías corneales. No hay ningún riesgo de enfermedades contagiosas propagadas de la córnea o la conjuntiva o de dañar el epitelio corneal, aún cuando el dispositivo está siendo usado por operadores con experiencia limitada. Ha sido demostrado, sin embargo, que las lecturas de la PIO obtenidas durante la sístole son superiores que las grabadas en la fase diastólica. Esta variabilidad es minimizada con la TAG, donde el cono con el bprisma está en contacto con la córnea para varios ciclos cardiacos ⁶⁻²⁴⁻²⁶.

Con el pneumotonómetro, es imposible determinar si la córnea está siendo oprimida durante la fase sistólica o la fase diastólica, y por esta razón, tres o cuatro lecturas tienen que ser tomadas y los resultados promediados.

Una vez que un paciente ha experimentado el pneumotonómetro, puede tener reacciones defensivas para los subsiguientes exámenes que pueden afectar la exactitud de medidas. Es, por consiguiente, importante informar el paciente sobre el soplo de aire, enfatizando que el examen es absolutamente indoloro.

- PNEUMOTONÓMETRO (Keeler Pulsair EasyEye)

El tonómetro Keeler Pulsair EasyEye es un tonómetro de contención manual que empleando el mecanismo de aplanación corneal mediante un soplo rápido de aire

logra medir la PIO. La rapidez de aplanación y medición está en dependencia de las propiedades biomecánicas de la córnea.

Diversos estudios comparativos entre este instrumento y el TAG han sido realizados debido a la necesidad de establecer un valor límite de la PIO en cada instrumento de acuerdo a las propiedades de la córnea que pueden distorsionar la lectura para establecer un diagnóstico certero en cada uno de los casos. Según algunos estudios se concluyó que no existen diferencias significativas de la PIO media medida por el TAG y el Keeler Pulsair EasyEye aunque consistentemente este último tuvo lecturas más elevadas que el TAG encontrándose un rango de diferencia a ambos lados del valor medio ²⁰. Además se sugiere la corrección del valor en dependencia de la paquimetría ⁶.

Los autores sugieren que la PIO inicial con TNC tendiese a estar más alto que el segundo y las terceras medidas. Por eso las cuatro medidas recomendadas por los fabricantes de Pulsair serían menester y probablemente suficiente para neutralizar la primera elevación artificial de PIO ⁵⁻²⁸.

- PNEUMOTONOMETRO (REICHERT R7)

La bibliografía consultada indica que el último pneumotonómetro R7 provee una estimación rápida y objetiva de la PIO en el ámbito clínico. Es más rápido y fácil de manipular que las versiones anteriores, además de requerir la mínima intervención del operador. Se aprecia una desviación estándar en la comparación con la TAG de $+1.70\text{mmHg} \pm 2.14\text{mmHg}$ para valores de PIO dentro de límites normales, pudiéndose apreciar una sobre-estimación de los valores obtenidos en la TAG. Está igualmente influenciada la medida de la PIO por las propiedades biomecánicas de la córnea ⁷.

- PNEUMOTONOMETRO (NIDEK NT-4000)

El NT-4000 tiene un coeficiente de reproducibilidad parecido al del TAG. Cuando los dos instrumentos se usan para medir PIO en el mismo individuo, hay una probabilidad de 95 % que la diferencia entre las dos lecturas no exceda 3–4 mmHg. Los estudios consultados señalan que el Nidek NT-4000 tiende a estimar demasiado la PIO por 1.20 mmHg. Estos descubrimientos hacen contraste con los realizados en 2004 que examinó 31 ojos saludables (todos con PIO < 20 mmHg)⁸. Las córneas más gruesas pueden conducir a la sobre-estimación de la PIO, mientras que las

lecturas erróneamente bajas son a menudo obtenidas en personas físicas con córneas más delgadas⁸.

Los resultados requieren una corrección de 0.21 mmHg para cada 10 μm de variación del espesor corneal, considerando con la TAG, un ajuste de sólo 0.12 mmHg necesario para cada 10 μm de variación. Algunos autores van en contra del uso de una fórmula para calcular el valor “verdadero” de la PIO en la práctica clínica; los otros sugieren corrección de 0.11 – 0.71 mmHg para cada 10 μm de desviación del espesor corneal.

Otros consideran que la corrección de rutina de la PIO basado en el espesor corneal no es justificada y que la paquimetría debería ser realizada sólo en pacientes cuya PIO es “fronteriza”. Sin embargo existe una correlación entre PIO y el espesor central de la córnea, y, por consiguiente, debería ser medido en todos los pacientes. Independientemente de la corrección o no de la PIO por el espesor corneal central, el Nidek NT-4000 probó ser sumamente sensitivo y altamente específico.

Puede ser usado por un grupo paramédico poco experto, no conlleva riesgo de enfermedades contagiosas, y también puede ser usado en niños.

Sin embargo, el riesgo de resultados falsos positivos indica que todas las PIO dentro del rango desconfiado deben estar remedidos con la TAG, y si la elevación es confirmada, adicionalmente las pruebas instrumentales necesitan ser efectuadas (paquimetría, análisis de campo visual).

TONOMETRIA DE REBOTE (TRB) ICARE

Es un instrumento que emplea el principio de rebote descrito por Dekking y Coster en 1967. Una sonda pequeña es accionada contra la córnea, impacta con ella y rebota del ojo. Un solenoide, dentro del cual la sonda se mueve, detecta el movimiento cuando la sonda choca con el ojo y rebota. El imán en movimiento en la sonda induce voltaje en el solenoide y los parámetros de movimiento del objeto son monitoreados. La sonda consta de un magnetizado eje de alambre acerado cubierto de una tapa plástica redonda al final. Esta tapa redonda minimiza el riesgo de lesión corneal de impacto de la sonda y es desechable para eliminar el riesgo de contaminación microbiológica. Este método tiene una ventaja enorme sobre Goldmann porque mide la PIO en un ojo poco anestesiado con un dispositivo muy sencillo.

A pesar de los excelentes coeficientes de correlación obtenidos al comparar el TRB con el TAG, existe una discrepancia considerable en sus medidas. Las medidas individuales se exhiben digitalmente y después de seis medidas el resultado recibe una medida de variabilidad.

El tonómetro de rebote, comparado con el TAG ofrece mediciones infravaloradas por un promedio de 4.8 mmHg. En otro estudio, se compararon el tonómetro de rebote con el Pulsair 3000 y se encontraron con que las lecturas fluctúan⁹⁻¹¹.

Además, para una población de glaucomatosos, se demostró una sobre-estimación del ICARE en relación al Perkins de $+3.57 \pm 2.98$ mmHg. Se confirmó luego la tendencia para una sobre-estimación del ICARE cuando es comparado con la TAG^{10,12}.

El riesgo de un resultado inducido por sobre-estimación de PIO con el ICARE sugiere que la PIO dentro de un rango desconfiado (los valores por encima de 21 mmHg) deben ser reevaluados o ser referidos para la evaluación con TAG²⁹.

TONÓMETRO DE CONTORNO DINÁMICO (TCD): TONÓMETRO DE PASCAL.

Instrumento similar al TAG dotado de una superficie cóncava diseñada para adaptarse a la superficie corneal, manteniendo su forma y curvatura provocando una mínima distorsión corneal, a diferencia de lo ocurrido en la TAG. Dotado de un sensor digital en la superficie de contacto, realiza mediciones transcorneales de la PIO. Teóricamente las mediciones son independientes a las propiedades biomecánicas de la córnea. Mide PIO entre 5 – 200 mmHg con una precisión de 0.2 mmHg. Junto con el valor de la presión intraocular informa el grado de confiabilidad y calidad de la medición siendo Q₁ fiable, Q₂ y Q₃ aceptable y Q₄ y Q₅ inaceptable aconsejando repetir el examen¹³⁻¹⁹⁻²¹⁻²⁵.

Se trata de un tonómetro altamente reproducible, aunque no existe consenso en la literatura científica acerca de la dependencia del TCD respecto a al grosor central corneal y la queratometría. Todos los autores coinciden en que el TCD tiende a sobreestimar la PIO respecto a la TAG. Los estudios publicados indican que las diferencias entre el TCD y el TAG varían los valores entre 0.7 y 4,4 mmHg¹³. Con este instrumento, para realizar la medición, se necesita un contorno de película lagrimal redondo que no se observa en pacientes con sequedad lagrimal, astigmatismos elevados o queratoplastia. Aunque en ojos sanos puede ser muy útil,

en los enfermos de glaucoma crónico con tratamiento o enfermos seniles con sequedad ocular la baja fiabilidad es importante para su utilidad clínica. Se ha popularizado su uso en pacientes operados con LASIK ¹⁴⁻¹⁶⁻²³.

ANALIZADOR DE RESPUESTA OCULAR (ORA)

Pneumotonómetro en el que el chorro de aire a la córnea primero la aplanar y llega a una ligera concavidad y, después, cortado el flujo de aire, la córnea se recupera pasando por una segunda aplanación. El detector define los dos momentos de aplanación y los relaciona con la presión del eyector. Debido a la amortiguación viscosa de la córnea, las dos aplanaciones se dan con dos valores diferentes de presión. La histéresis corneal es la diferencia entre esas dos aplanaciones. Además, el ORA da un valor tonométrico independiente del espesor central de la córnea y su curvatura ^{17, 18}.

CONCLUSIONES

La fiabilidad del tonómetro ICARE y el tonómetro Tonopen XL fue muy superior al del TGDc-01 y, por consiguiente, los primeros dos tonómetros podrían ser alternativas útiles para medir la PIO en situaciones donde la TAG no puede ser realizado. El ICARE debe ser empleado en pacientes con patologías corneales que impidan la medición por TAG o pneumotonómetro.

Con respecto al pneumotonómetro Nidek NT-4000 mostró índices de confiabilidad aceptables en comparación con el TAG y su uso se ha expandido ampliamente por no tener que usar anestésico y ser menos invasivos que las técnicas del TAG. Muy útil en niños y pacientes con poca cooperación.

De todos los tonómetros de referencia en esta revisión, el de más altos índices de confiabilidad respecto a la TAG fue el TCD por lo que su uso ha sido ampliamente difundido por los oftalmólogos debido a su medición transcorneal y la poca dependencia de las propiedades biomecánicas de la córnea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Liane H. Van der Jagt, Nomdo M. J. Three portable tonometers, the TGDc-01, the ICARE and Tonopen XL, compared with each other and with Goldmann applanation tonometry. *Ophthal. Physiol. Opt*, 2005; (25): 429–435

2. O. E. Babalola, A. V. Kehinde, A. C. Iloegbunam, T. Akinbinu, C. Moghalu, I. Onuoha. A comparison of the Goldmann applanation and non-contact (Keeler Pulsair EasyEye) tonometers and the effect of central corneal thickness in indigenous African eyes. *Ophthalmic and Physiology. Opt.* 2009; (29): 182-188
3. Andrew K. C. Lam; Chin Hang Lam; Rufina Chan: The validity of a digital eyelid tonometer and its comparison with Goldmann tonometry – a pilot study, *Ophthal. Physiol. Opt*, 2005; (25): 205-210.
4. Carrim Z.I, Lavy T.E. Goldmann tonometry versus TONOPEN XL for intraocular pressure measurement: an evaluation of the impact on clinical decision making in glaucoma. *Ophthalmic and Physiologic Optics.* 2009; (29): 648-651
5. Horowitz, G. S., Byles, J., Lee, J. and D'Este, C. Comparison of the Tono-Pen and Goldmann tonometer for measuring intraocular pressure in patients with glaucoma. *Clin. Experiment. Ophthalmol.* 2004; (32): 584–589.
6. Moseley M, J Thompson, J. R., Deutsch, J, Misson G. et al. Comparison of the Keeler Pulsair 2(XX) non-contact tonometer with Goldmann applanation. *Eye* 7; 1993: 127-130
7. Jorge J, Gonzalez-Meijome J.M, Queiros A, Fernandes P et al. A comparison of the NCT Reichert R7 with Goldmann applanation tonometry and the Reicherte ocular response analyzer. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2011; (31): 174–179.
8. Regine F, Scuderi G.L, Cesareo M, Ricci F et al. Validity and limitations of the Nidek NT -4000 non-contact tonometer: a clinical study. *Ophthal Physiol, Opt.* 2006; (26): 33-39.
9. Fernandes P, Diaz-Rey J.A. Queiros A, Gonzalez-Meijone J.M, Jorge J. Comparison of the ICARE rebound tonometer with the Goldmann tonometer in a normal population. *Ophthalmic and Physiologic Optics.* 2005; (25): 436-440
10. Jorge J, fernandes P, Qyeiros A, Ribeiro P. Garces C, Gonzalez- Meijome J.M. Comparison of the IOPen and Icare rebound tonometers with the Goldmann tonometer in a normal population. *Ophthalmic and Physiologic Optics.* 2010; (30): 108-112

11. Lopez Caballero C, Contreras I, Muñoz – Negrete FJ, Rebolleda G et al. Tonometría de rebote en la práctica clínica. Comparación con la tonometría de aplanación. Arch Soc Esp Oftalmol. 2007; (82): 273-278
12. Diaz-Llopis M, Garcia-Delpech S, Udaondo P. Rebound Tonometry vs Goldmann vs. Pneumotonometer. Arch Soc Esp Oftalmol. 2007; (82): 607-608.
13. Saenz-Frances F, Garcia-catalan M, Jerez-Fidalgo M, Fernandez-Vidal J.M et al. Concordancia entre la tonometría de aplanación Goldmann y la tonometría de contorno dinámico: efectos de la morfometría corneal. Arch Soc Esp Oftalmol. 2011; 86(9): 287-291.
14. Herdener S, Hafizovic D, Pache M, Lautebach S et al. Is the PASCAL Tonometer suitable for measuring intraocular pressure in clinical routine? Long and short term reproducibility of dynamic contour tonometry. Eur J Ophthalmol. 2008; (18): 39–43.
15. Oncel B, Dinc U, Orge F & Yalvac B. Comparison of IOP measurement by ocular response analyzer, dynamic contour, Goldmann applanation, and noncontact tonometry. Eur J Ophthalmol 2009; (19): 936–941.
16. Heras-Mulero H, Moreno-Montañes J, Sadaba L.M, Mendiluce Martin L. Comparación del tonómetro Pascal con el Neumotonómetro y el tonómetro Goldmann. Arch Soc Esp Oftalmol. 2007; (82): 337-342.
17. Martínez-de-la-Casa JM, García-Feijoo J, Fernández-Vidal A et al. Ocular response analyzer versus Goldmann applanation tonometry for intraocular pressure measurements. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006; (47): 4410–4414.
18. Jorge M. J, González – Meijone J. M. Tonometría no invasiva. Precisión, Ventajas y Limitaciones (II). Gaceta Óptica; 433, enero 2009.
19. Ceruti P, Morbio R, Marraffa M, Marchini G. Comparison of Goldmann applanation Tonometry and dynamic contour Tonometry in healthy and glaucomatous eyes. Eye. 2009; (23): 262–9.
20. Babalola OE, Kehinde AV, Iloegbunam AC et al. A comparison of the Goldmann applanation and non-contact (Keeler Pulsair EasyEye) tonometers and the effect of central corneal thickness in indigenous African eyes. Ophthalmic Physiol Opt 2009; (29): 182–188.

21. Kotecha, A., White, E. T., Shewry, J. M. and Garway- Heath, D. F. The relative effects of corneal thickness and age on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Br. J. Ophthalmol*; 2005; (89): 1572–1575.
22. Theodosiades J, Myint J, Murdoch I.E, Edgar D. F, Lawrenson J. G. Does optometrists' self-reported practice in glaucoma detection predict actual practice as determined by standardised patients? *Ophthalmic and Physiologic optics*. 2012, (32): 234-241.
23. Milla E, Duch S, Buchacra O, Masuet C. Poor agreement between Goldmann and Pascal tonometry in eyes with extreme pachymetry. *Eye*. 2009; (23): 536–542.
24. Castellvi J. M, Parera M. A, Loscos A. J. Consideraciones sobre los principios físicos de la tonometría de aplanación. *Gaceta óptica*; 2009: 442, noviembre 2009
25. Oncel B, Dinc U, Orge F & Yalvac B. Comparison of IOP measurement by ocular response analyzer, dynamic contour, Goldmann applanation, and noncontact tonometry. *Eur J Ophthalmol* 2009; (19): 936–941.
26. Ogbuehi. K, Mucke. S, Osuagwu U. Influence of central corneal thickness on measured intraocular pressure differentials: Nidek RKT – 7700, Topcon CT-80 NCTs and Goldmann Tonometer. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012; (32), 547-555.
27. Mangouritsas G, Mourtzoukos S, Mantzounis A & Alexopoulos L. Comparison of Goldmann and Pascal Tonometry in relation to corneal hysteresis and central corneal thickness in nonglaucomatous eyes. *Clin Ophthalmol* 2011; (5): 1071–1077.
28. Schiano Lomoriello D, Lombardo M, Tranchina L, Oddone F, Serrao S & Ducoli P. Repeatability of intra-ocular pressure and central corneal thickness measurements provided by a non-contact method of tonometry and pachymetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011; (249): 429–434.
29. Martinez-de-la-Casa JM, Jimenez-Santos M, Saenz-Frances F et al. Performance of the rebound, noncontact and Goldmann applanation tonometers in routine clinical practice. *Acta Ophthalmol* 2011; 89: 676–680.

