



Linnéuniversitetet

Fakulteten för hälso- och livsvetenskap

Examensarbete

Jämförelse mellan rebound tonometri och non-contact tonometri

Emilia Bergdahl
Huvudområde: Optometri
Nivå: Grundnivå
Nr: 2013:O2

Jämförelse mellan rebound tonometri och non-contact tonometri

Emilia Bergdahl

Examensarbete i Optometri, 15 hp
Filosofie Kandidatexamen

Handledare: Karin Lennartsson
Leg. Optiker (MSc Optom.),
Universitetadjunkt

Institutionen för medicin och optometri
Linnéuniversitet
391 82 Kalmar

Examinator: Baskar Theagarayan
PhD, Universitetsadjunkt i optometri

Institutionen för medicin och optometri
Linnéuniversitetet
391 82 Kalmar

Examensarbetet ingår i optikerprogrammet, 180 hp (grundnivå)

Abstrakt

Syfte: Syftet med studien är att jämföra icare tonometri med NCT och se om de två metoderna får likvärdiga resultat. Studien ville även se vilken av metoderna som föredras av deltagarna.

Metod: 85 personer deltog med medelålder $27 \pm 9,2$ år. Mätningarna utfördes på 82 av deltagarna i slumpmässig ordning på deras högerögon. I studien användes topcon CT-80A non-contact tonometer (topcon corporation) och icare® TA01i tonometer (icare Finland Oy).

Resultat: Medelvärde för icare var $16,4 \pm 3,9$ mmHg. Medelvärdet för NCT var $15,6 \pm 2,6$ mmHg. Det var statistisk signifikant skillnad mellan metoderna ($p = 0,001$). Våldigt god positiv korrelation mellan icare och NCT ($r = 0,85$; $y = 1,2905x - 3,7199$). 91% av deltagarna föredrog icare framför NCT.

Slutsats: Båda metoderna fungerar bra som screeningmetoder av IOP men icare har en tendens att ge högre värden än NCT. Icare tonometer var den metod som de flesta deltagarna föredrog. Det fanns en statistiskt signifikant skillnad mellan icare och NCT vilket tyder på att metoderna skiljer sig åt resultatmässigt.

Summary

Aim: The aim of this study was to compare the icare tonometry with non-contact tonometry (NCT) by measuring IOP to determine if equivalent results are produced. Furthermore, the study was also designed to gauge the participant's preference of the two methods.

Methods: 85 people participated in the study with a mean age of 27 ± 9.2 years. The measurements were performed randomly in 82 of the participants using both the technique. The study used a topcon CT-80A non-contact tonometer (topcon corporation) and an icare® TA01i tonometer (icare Finland Oy).

Results: The mean IOP value for icare was 16.4 ± 3.9 mmHg and the mean value for NCT was 15.6 ± 2.6 mmHg. There was a statistical significance between the two methods ($p = 0,001$). There was a strong positive correlation in results between icare and NCT ($r = 0.85$; $y = 1.2905x - 3.7199$) and participant feedback indicated that 91% had a preference for the icare tonometer.

Conclusion: Results show that icare has a higher intraocular pressure values when compared with NCT and that 91% of participants prefer the icare tonometer. There was a statistical significance between icare and NCT that shows that the two methods do not give equivalent results thus the null hypothesis is rejected.

Innehållsförteckning

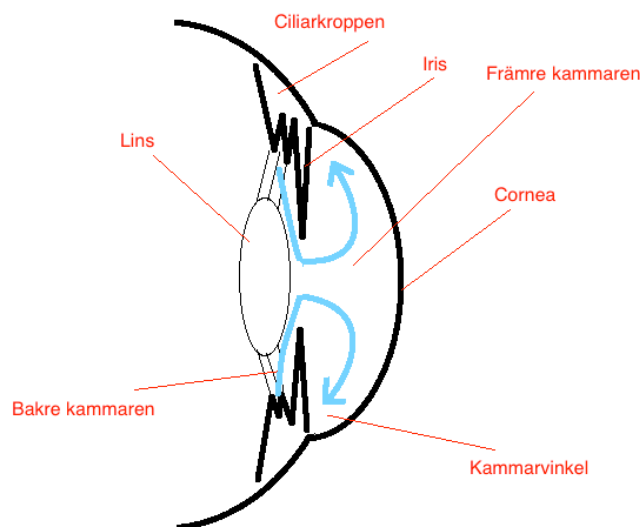
1	Introduktion.....	1
1.1	Variation av IOP.....	2
1.2	Varför det är viktigt att mäta IOP.....	4
1.2.1	Glaukom.....	4
1.3	Metoder för att mäta IOP.....	5
1.3.1	Manometri.....	5
1.3.2	Tonometri.....	5
1.4	Icare.....	8
1.5	NCT.....	10
1.6	Tidigare studier.....	11
2	Syfte.....	14
3	Material och metoder.....	15
3.1	Mätningarna.....	15
3.2	Sammanställning och analys av data.....	16
4	Resultat.....	17
5	Diskussion.....	20
6	Slutsats.....	22
	Tackord.....	23
	Referenser.....	24
	Bilagor.....	26
	Bilaga 1- Informerat samtycke.....	26
	Bilaga 2- Journalblad.....	27

1 Introduktion

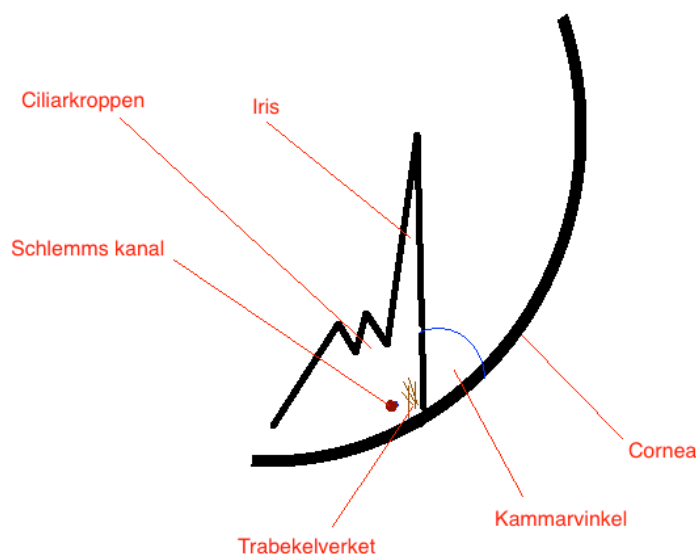
Främre delen av ögat kan delas in i två kammare, främre- och bakre kammaren. Dessa två kammare innehåller kammarvatten. Kammarvattnet produceras i pars plicatas epitel i ciliarkroppen och släpps ut i den bakre kammaren (Remington, 2005).

Kammarvattnet passerar mellan kristallina linsen och iris och genom pupillen in i främre kammaren (se figur 1). I främre kammaren cirkulerar kammarvattnet för att sedan dräneras ut. Det finns två vägar för kammarvattnet att lämna främre kammaren. Den största volymen, 90% enligt Kanski och Bowling (2011), dräneras i trabekelverket och schlemms kanal där det absorberas av vener (Remington, 2005) (se figur 2). Den andra utvägen som kammarvattnet kan ta omfattar 10 %, enligt Kanski och Bowling (2011), av dräneringen och sker genom ett uveoskleralt utflöde där kammarvattnet passerar utrymmen som omger ciliarmuskeln fram till suprochoroidala utrymmen och sedan absorberas till och genom sklera alternativt absorberas till ciliarvener (Remington, 2012). En liten del av kammarvattnet dräneras även via iris (Kanski & Bowling, 2011).

Kammarvattnets uppgift är att förse de icke vaskulära vävnaderna med näring och syre samt skölja bort slaggprodukter (Remington, 2005).



Figur 1 Schematisk bild på kammarvattnets väg från bakre kammaren till främre kammaren. Kammarvattnet bildas i ciliarkroppen, passerar till främre kammaren mellan linsen och iris för att sedan dräneras ut via kammarvinkeln och trabekelverket. Baseras på bild från Bergmanson (2010) s 120.



Figur 2 Schematisk bild på kammarvinkeln där kammarvattnet dräneras ut från främre kammaren vidare till trabekelverket och sedan ut i schlemms kanal. Bild baseras på Bergmanson (2010) s 116.

Kammarvattnet i ögat bildar ett intraokulärt tryck (intraocular pressure, IOP) som bör normalt sett ligga mellan 11- 21 mmHg. Trycket mellan ögonen bör inte heller skilja mer än 4mmHg (Prokopich, Hrynychak & Elliott, 2007). Om det blir obalans i produktion och dränering av kammarvattnet kan det leda till ändring av trycket i ögat (Forrester, Dick, McMenamin & Lee, 2002). Den vanligaste orsaken till ett förhöjt IOP orsakas av en försämrade dränering av kammarvattnet. Detta kan bland annat orsakas av att pigment täpper till i trabekelverket och ökar motståndet för utflöde av kammarvatten. En annan orsak till försämrade utflöde av kammarvattnet är att när den kristallina linsen växer, trycker den fram iris som minskar kammarvinkeln och minskar på så sätt utflödet genom trabekelverket (Remington, 2005).

1.1 Variation av IOP

IOP varierar under dagen och är högre på morgonen än på kvällen. En normal dygnsförändring av IOP är ca 5 mmHg mellan morgon och kväll. Det är därför är det viktigt att upprepa IOPmätningen och notera vilken tidpunkt på dygnet som mätningen utfördes. En variation av IOP under dagen kan bland annat bero på hjärtfrekvens, blodtryck och andning (Kanski & Bowling, 2011).

IOP varierar beroende på kroppsposition. Vid liggande position ökar IOP och det beror på att i liggande position ökar trycket i de episklerala venerna, vilket ger ett ökat motstånd på dräneringen av kammarvatten. Normal variation mellan sittande och liggande position

varierar mellan 0,3-6,0 mmHg. Blinkning kan öka IOP med upp till 10 mmHg (Bergmanson, 2010). Även ackommodation påverkar IOP. När ögat ackommoderar och ciliarmuskeln spänns, sprids plattorna som trabekelverket är uppbyggt av ut och motståndet på avflödet minskar och kan i sin tur ge ett lägre IOP (Remington, 2012).

Diabetiker har ett högre IOP. Temperatur har även det betydelse för IOP då kyla sänker IOP. Minskad tyngdkraft ger ett högre IOP. Kaffe och tobak ökar IOP medan alkohol, fettfri diet, heroin och marijuana sänker IOP (Bergmanson, 2010).

Vissa fall av högt IOP kan orsakas av att iris buktar fram, in i främre kammaren och minskar kammarvinkeln, i värsta fall blockerar den helt (Bergmanson, 2009). Detta tillstånd kallas iris bombé (iris bombé på engelska) och är ett tillstånd som uppträder på grund av att synechier blockerar kammarvattnets vandring från bakre kammaren till främre kammaren ut genom pupillen. Detta ger upphov till ökad mängd kammarvatten i den bakre kammaren som i sin tur trycker iris framåt (Millodot, 2009).

Etnicitet har visat sig ha en betydande roll för IOP. Bergmanson (2010) uppger att personer med afrikanskt ursprung har ett högre IOP än vad personer med indiskt ursprung har. Personer med afrikanskt ursprung har även visat sig ha ökad risk att utveckla glaukom (Kanski & Bowling, 2011). I en studie gjord av The Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) framgår att afrikaner har en corneal tjocklek (central corneal thickness, CCT) som är 23µm tunnare än amerikaner och de tror att det kan vara av den anledningen som afrikaner har större risk att utveckla glaukom. OHTS tror att CCT kan vara beroende på etnicitet och därför att vissa folkgrupper har högre riskfaktor att utveckla glaukom (Brandt, Beiser, Kass, Gordon & The Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) Group, 2001).

IOP tenderar att vara högre hos äldre personer och i synnerhet hos äldre kvinnor (Kanski & Bowling, 2011). Att äldre kvinnor tenderar att ha högre IOP beror på en ändring i östrogennivåerna. När östrogenhalten sjunker så höjs IOP. Barn har generellt ett lägre IOP än vuxna (Bergmanson, 2010). Bergmanson (2010) tror att ett högre IOP vid åldrande beror på att främre kammarens volym minskar samt att det uveosklerala utflödet minskar. Alla är inte överens om huruvida åldern har betydelse för IOP. Colton och Ederer (1980) gjorde en sammanställning av olika studier där det visade sig att IOP tenderar att öka med stigande ålder. Kanski och Bowling (2011) hävdar att medelvärdet på IOP hos äldre personer är högre än hos yngre. I en annan studie sågs ingen ökning av IOP med stigande ålder (Toris, Yablonski, Wang & Camras, 1999).

1.2 Varför det är viktigt att mäta IOP

Ett högt IOP kan leda till atrofi och skador på synnervsutträdet. Detta leder till synfältsbortfall. Om IOP är så högt att det påverkar synfältet kan det diagnostiseras som glaukom. Lågt IOP kan orsakas av tillstånd så som näthinneavlossning, uveit eller läckage (Prokopich et al, 2007). Lågt IOP (ocular hypotony på engelska) kan resultera i synskada orsakad av choroidala veck choroidalavlossning, retinala veck eller näthinneavlossning (Millodot, 2009). Att mäta IOP som en rutin i undersökningen hjälper oss att identifiera de personer som har större risk att drabbas av glaukom (Mohamed & Shah, 2009).

1.2.1 Glaukom

Glaukom (glaucoma på engelska) definieras enligt Millodot (2009) som en progressiv sjukdom med retinal celldöd som i sin tur leder till synbortfall. Glaukom är ofta associerat med ett högt IOP. Sjukdomen kan delas in i öppenvinkelglaukom och trångvinkelglaukom. En tredje grupp som beskrivs är då en känd okulär åkomma kan orsaka glaukom, ett så kallat sekundärglaukom. Slutstadiet i sjukdomen kallas för absolutglaukom, och i detta stadiet är ögat helt blint och hårt, synnervsutträdet är vit och pupillen är dilaterad. Detta stadiet kan patienten hamna i om man ej behandlar sjukdomen eller om behandlingen misslyckas (Millodot, 2009).

Normaltrycksglaukom är ytterligare en grupp glaukom. Då ligger IOP inom det normala intervallet, men påverkar ändå synnervsutträdet med skador som är typiska för glaukom och leder till synfältsbortfall. Dessa personer har en öppen kammarvinkel och inga tecken på sekundärglaukom (Kanski & Bowling, 2011). Som komplement till tonometriundersökningen är det bra att titta in i ögat för att undersöka synnervsutträdet, för att diagnostisera glaukom (Faigen, 2000).

Risken att utveckla glaukom ökar med ett högre IOP. Högre ålder är förknippad med en högre risk att utveckla glaukom. En stor cup/disc-kvot ger högre risk att drabbas av glaukom samt en större mönsteravvikelse (pattern standard deviation, PSD) vid synfältsundersökning är en stor riskfaktor för glaukom och är även ett bra sätt att tidigt upptäcka synfältsdefekter orsakade av glaukom (Kanski & Bowling, 2011). Det anses även att en tunn cornea kan vara en riskfaktor för glaukom då det ger låga mätvärden för de flesta mätmetoder (Gordon, Beiser, Brandt, Heuer, Higginbotham, Johnson, Keltner, Miller, Parrish II, Wilson & Kass, 2002). Patienter med öppenvinkelglaukom som har tunnare CCT tenderar att ha värre och mer uttalad glaukom än patienter med normal CCT (Herndon, Weizer & Stinnett, 2004)

Glaukom behandlas genom att försöka sänka IOP antingen genom att minska produktionen av kammarvatten eller genom att öka dräneringen. Kirurgisk behandling är ofta sista utvägen som tas till då läkemedel ej hjälper att hindra progriderande skador på nervfiberlagret. Ett sätt att öka dräneringen genom kirurgi är att med hjälp av laser bilda hål i trabekelverket så att motståndet på dräneringen minskar. Det kan även ta bort en kil av trabekelverket samt bilda en liten flik i sklera där kammarvatten kan sippra ut och absorberas i episcleral vävnad. Ett annat kirurgiskt ingrepp som kan utföras är att med hjälp av laser skada delar av den vävnad som producerar kammarvatten för att på så sätt minska produktion (Remington, 2012). Normaltrycksglaukom behandlas ofta med att sänka IOP och det fungerar effektivt på att reducera glaukomprogressionen på vissa patienter. Behandlingen strävar efter att sänka IOP med 30% från utgångsläget, 80% av patienterna blir därefter stabila (Kanski & Bowling, 2011).

1.3 Metoder för att mäta IOP

IOP kan mätas med flera olika instrument och metoder och mäts i millimeter kvicksilver (mmHg). Metoderna kan delas in i manometri, och tonometri. Manometri (manometry på engelska) är en direkt mätning av IOP och påverkas inte av corneas centrala tjocklek (central corneal thickness, CCT). Tonometri är en indirekt mätning av IOP (intraocular pressure på engelska) och påverkas av CCT. Vidare i texten beskrivs några av metoderna som används för att mäta IOP (Millodott, 2009).

1.3.1 Manometri

Denna metod används som referens till andra mätmetoder som justeras efter denna metod. Manometri mäts med en liten ihålig nål som sticks in i främre kammaren och kammarvatten trycks ut genom nålen till en behållare som är markerad med centimeter vatten kalibrerad till mmHg och motsvarar IOP. Denna metod används främst som laboratorieteknik för att mäta ett konstant tryck över en tid (Kniestedt, Punjabi, Lin & Stamper, 2008; Stamper, 2011).

1.3.2 Tonometri

Tonometri är en indirekt mätning av IOP (Millodott, 2009) där CCT är en faktor som kan påverka mätresultatet. En högre CCT ger ett falskt högt IOP, då det inte är IOP som är högt, utan motståndet på cornea som ger ett högre mätvärde. Detsamma gäller om CCT är lågt. Då är det det minskade motståndet i cornea som ger ett falskt lågt IOP (Pärssinen, Hiltunen & Kaarniranta, 2012).

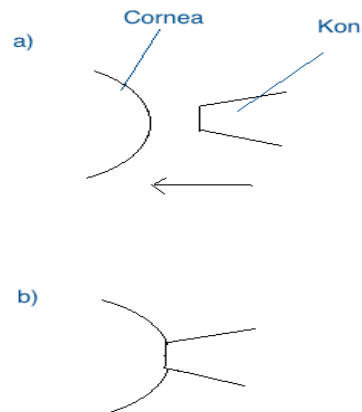
Nu har forskare även börjat se ökande bevisning på att det inte bara är CCT som påverkar mätresultatet vid tonometri utan även corneas biomekanismer. Dessa biomekanismer är corneas stress, stramhet, elasticitet och viskositet. Ett exempel på detta är om IOP mäts på en välmående cornea med 640 µm CCT och på en cornea med samma CCT men som lider av ödem, så har dessa två corneor olika högt motstånd vid mätningen. Cornean med ödem skulle ge mindre motstånd än vad den friska cornean utan ödem skulle ge (Mohamed & Shah, 2009).

Tonometri finns i många utföranden och metoder.

Applanationstonometri

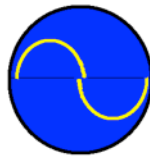
Denna metod att mäta IOP bygger på att antingen använda en känd kraft och mäta hur stor area som plattas till på cornea eller att en bestämd area plattas till och mäter hur stor kraft som går åt till det, eller en kombination mellan dessa två (Kanski & Bowling, 2011).

Ett exempel på en sådan metod kallas för goldmann applanation tonometri (GAT) och anses vara gyllene standard. Denna metod utförs i biomikroskop på ett bedövat öga tillsammans med en droppe fluorescein. För att mäta IOP förs en noga desinficerad kon mot ögat så den ligger an (se figur 3) (Kanski & Bowling, 2011).



Figur 3 Schematisk bild på GAT a) konen förs mot cornea, b) konen plattas till cornea Baseras på en bild från Kanski & Bowling (2011) s 314.

Konen består av prismor och har en bestämd cirkulär kontaktyta med en area på 3,06 mm i diameter (Kanski & Bowling, 2011). För att mäta IOP förs konen mot apex på cornea och kraften som behövs för att platta till cornea den bestämda arean mäts. Prismorna i konen bildar ett ringmönster med två halvringar när den ligger mot cornea. De två halvringarna bildas av fluoresceinet när det belyses av blått ljus från biomikroskopet. Genom att ändra kraften som konen har mot ögat flyttas halvringarna från eller mot varandra. När rätt kraft används för att platta till cornea tillräckligt mycket kommer dessa halvringars inre ytor haka i varandra och bilda ett liggande S (Prokopich et al, 2007) (se figur 4)



Figur 4 Schematisk bild på hur ringarna förhåller sig till varandra vid GAT när rätt kraft används för att platta till cornea. Insidan på de två halvringarna hakar i varandra. Baseras på bild från Kanski & Bowling (2011) s 314.

GAT är ofta använd för att bestämma pålitligheten på andra tonometrar. En nackdel med denna metod är att patienten behöver hålla ögat öppet under hela mätningen. Om patienten har svårt med detta kan undersökaren behöva hålla upp ögonlocket på patienten och får då vara noga med att inte trycka på ögongloben vilket i sin tur påverkar mätresultatet och trycket i ögat (Prokopich et al, 2007)

Som alternativ till GAT finns ett handhållet instrument som kallas Perkins tonometry. Fördelen med det är att det även kan utföras på patienter som ligger ned. Personer som ligger ner har generellt ett högre tryck och detta bör tas med i resultatet. Detta instrument har samma metod och procedur som GAT (Prokopich et al, 2007).

Ett instrument som inte kräver någon bedövning är non-contact tonometer (NCT). Detta instrument använder sig av en luftpuff för att mäta IOP. Mätningen går snabbt och de flesta patienter tolererar mätning av IOP utförd med detta instrument (Mohamed & Shah, 2009).

Indentationtonometri

Denna metod bygger på att det finns en bestämd kraft som skapar en inbuktning i cornea som är större om trycket är lägre och mindre om trycket är högre. Kraften som används till detta är antingen en skapad, digital kraft eller en tyngd med en känd vikt (Kniestedt et al, 2008; Stamper, 2011).

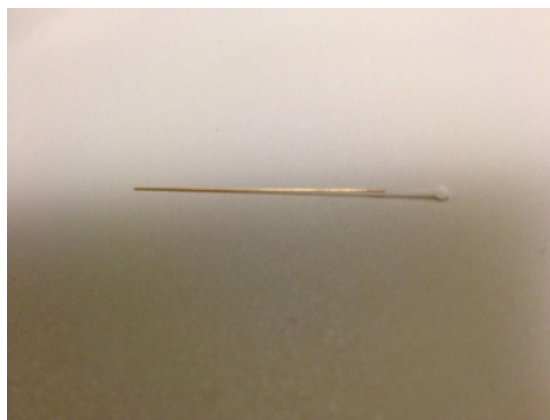
Ett exempel på ett instrument som mäter IOP genom indentation tonometri är Schiøtz tonometer. Den utförs i liggande position där en kolv tillsammans med gravitationskraften utgör en bestämd kraft. Kolven kan väga olika mycket beroende på hur många lösa tyngder som läggs på. När tonometern placeras på ögat trycker kolvens kraft mot cornea och ju längre in den sjunker i cornea desto lägre är IOP. För varje 0,05 mm den sjunker in, ändras en visare efter en avläsningsskala. Denna skala kan konverteras till mmHg med hjälp av en tabell som baseras på kolvens tyngd (Kniestedt et al, 2008; Stamper, 2011).

Reboundtonometri

Denna metod mäter IOP genom att mäta återstudsens hastighet av ett objekt som studsar mot cornea. Ett exempel på ett sådant instrument är icare tonometer (Kontiola, 2000).

1.4 Icare

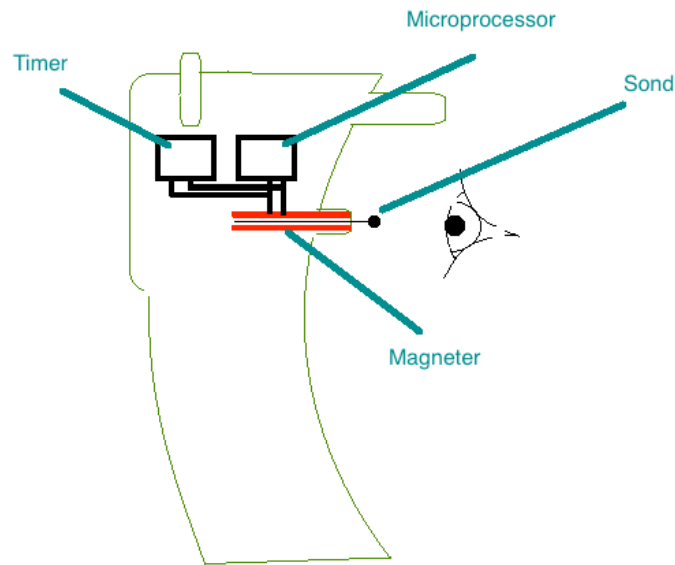
Tonometeren är ett handhållet instrument med en sond som hålls på plats med hjälp av magnetism när instrumentet är påslaget. Sondens topp är gjord i plast och är rund längst ut på toppen (se figur 5) (Icare tonometer användar- och underhållshandbok, 2009). Sondens längd är 50 mm lång och 1,4/1,0mm i diameter och gjord av rostfritt stål (Kontiola, 2000).



Figur 5. Engångssond som används vid mätning av IOP med icare tonometer.

Instrumentet placeras mot patientens panna med dess justerbara pannstöd och själva mätningen utförs genom att trycka in startknappen och sonden kommer då att studsas mot patientens cornea. Det som händer är att en elektrisk puls bryter magnetismen och sonden stöts bort och ut från tonometern. En mikroprocessor (se figur 6) analyserar sedan farten som sonden har vid återgången (Kontiola, 2000). Sonderna byts ut mellan varje öga och patient. Detta medför att ingen kontamination eller spridning av bakterier sker (Icare tonometer användar- och underhållshandbok, 2009). Fördelarna med detta instrument är att det är lätt att använda och mätningarna går snabbt att utföra samt att metoden inte kräver någon bedövning (Kageyama, Hirooka, Baba & Shiraga, 2011). Instrumentet är även portabelt och lätt att ta med sig (Gandhi, Prakalapakorn, El-Dairi, Jones & Freedman, 2012). Det drivs av batterier vilket medför att strömkälla inte behövs.

Efter mätningarna är utförda talar instrumentet om, med hjälp av olika symboler, hur pålitligt resultatet är. P med ett streck nertill (P_{-}) säger att standardavvikelsen, SD, är något större än normalt men inte sannolikt påverkar resultatet. P med ett streck i mitten (P_{-}) säger att SD är tydligt större än normalt och det rekommenderas att IOP mäts om ifall IOP är högre än 19 mmHg. P med ett streck upptill (P^{+}) säger att SD är stor och det rekommenderas att göra en ny mätning. P utan något streck anses som ett pålitligt mätvärde (Icare tonometer användar- och underhållshandbok, 2009). Icare tonometer tenderar att ge något högre värden än GAT (Iliev, Goldblum, Katsoulis, Amstutz & Frueh, 2006).

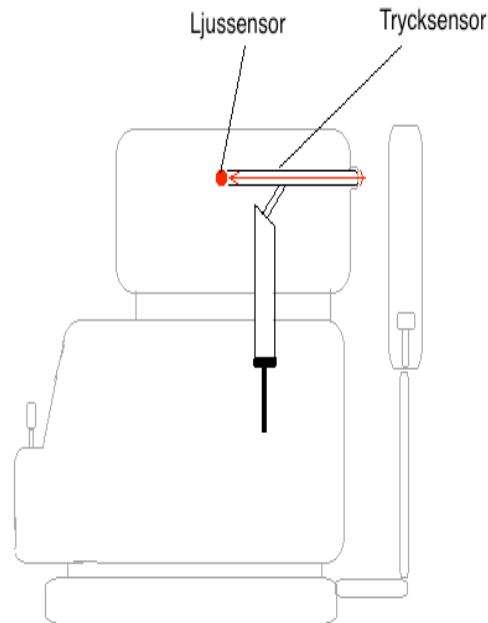


Figur 6 Schematisk bild på hur icare tonometer är uppbyggd. Sondens stöts ut mot ögat med hjälp av magnetism och studsar mot cornea. En mikroprocessor analyserar farten som sonden har efter studsens och omvandlar den till mmHg. Bild baseras på Kontiola (2000) s 143.

1.5 NCT

Detta är en typ av applanationstonometri och påminner om GAT i det avseendet att den mäter kraften som behövs för att platta till en viss area av cornea. Den stora skillnaden är att denna metod använder sig av luftpuffar istället för en kon och ögat behöver därför inte bedövas i förväg (Prokopich et al, 2007). Luftpuffens kraft ökar linjärt över några millisekunder. Puffen är så pass stark att den trycker till cornea så den buktar något inåt och registrerar den kraften som krävs precis i det ögonblicket då cornea är helt plan innan den börjar bukta in. När cornea är helt plan, reflekteras en laserstråle i cornea, som i sin tur skickar en signal till generatoren som stänger av puffen (se figur 7). Den kraft som puffen hade i det ögonblicket den stängdes av noteras och detta värde konverteras till mmHg (Kniestedt et al, 2008; Stamper, 2011). Tonomern har två inställningar för hur stark luftpuffen skall vara. Normalt vid mätningar rekommenderas inställning 0-30. Om patientens IOP är högt rekommenderas inställning 0-60 istället. Tonomern talar om för personen som utför mätningen om den behöver ändra denna inställning genom att meddela "OVER" på displayen efter en mätning. Om mätningen har låg pålitlighet visas mätvärdet med parenteser och rekommenderas att mäta om. Visas "ERR" på

displayen efter en mätning tyder detta på en inkorrekt mätning, och denna rekommenderas att mätningen görs om. (Instruction manual computerized tonpmeter CT-80, 1999).



Figur 7 Schematisk bild på hur NCT är uppbyggd. En luftpuff används för att applanera cornea och en ljussensor känner av när cornea är helt plan genom att ljuset reflekteras i cornea och kraften vid det tillfället registreras och omvandlas till IOP i mmHg. Bild baseras på Computerized tonometer CT-80A/80 (u.å.).

1.6 Tidigare studier

I en studie gjord av Svensson (2012) undersöktes främst om kontaktlinser påverkar mätningen av IOP, men även hur väl icare tonometri och NCT förhåller sig till varandra. I studien användes Topcon CT-80A non-contact tonometer (topcon corporation) samt icare TA01i tonometer (icare Finland Oy). Studien kom fram till att metoderna inte skiljer sig från varandra i mätresultat, men att icare visar något högre värden vid ett högre IOP än vad NCT gör. I den studien deltog 27 personer.

En annan studie, gjord av Ogbuehi (2006), jämförde Topcon CT80 non-contact tonometer med GAT på 60 st högerögon från unga och friska deltagare. Ogbuehi mätte trycket på varje

deltagare med de två metoderna, vid två separata tillfällen med två veckor mellan mättillfällena (totalt fyra mätningar). Ogbuehi hittade ingen skillnad mellan mätningarna från första och andra mättillfället. Medelavvikelsen mellan de två metoderna var $0,2 \pm 1,5$ mmHg. Studien tyder på att NCT ger ett konstant högre värde än GAT. Det visades sig att det ej var statistiskt signifikant skillnad mellan metoderna ($p > 0,05$).

Ytterligare en studie gjord av Gandhi et al (2012) där de jämför mätresultat från icare med GAT. I denna studie har de använt icare one rebound tonometri på barn, 12 år och äldre, med glaukom eller barn med misstänkt glaukom. 60 st barn deltog i studien. Studien gjordes i syfte att se hur pass pålitligt mätresultaten på icare tonometri är jämfört med GAT för att sedan kunna mäta IOP hemifrån med hjälp av icare på tider som inte vanliga kliniker har öppet för att kunna se fluktationer som annars inte skulle kunna mätas. Mätningarna upprepades fyra gånger med icare för varje deltagare och öga. Två av mätningarna utfördes av undersökaren och två av patienten själv. GAT mättes två gånger för varje öga och ett medelvärde av de två mätningarna räknades ut. De kom fram till att icare tonometri hamnade inom 3 mmHg från GAT i 68% av fallen. I de fallen där mätresultaten skiljde sig mer mellan de två metoderna mätte icare ett lägre värde än GAT i 16% och högre i 84%. Icare upplevdes mer tolererad än GAT av deltagarna. IOP tenderade att minska successivt efter några mätningar och de som utförde studien tror det kan bero på att patienterna slappnar av mer för varje upprepning av mätningarna.

En studie gjord av Iliev et al (2006) som jämförde icare med GAT visade att det fanns en liten statistiskt signifikant skillnad mellan icare och GAT där icare tenderar att ge högre värden än GAT men att mätresultaten ej var influerade av nivån på IOP. I studien deltog 55 stycken och de delades in i två grupper. I grupp 1 som hade 28 deltagare utfördes de tre mätningarna i samma rum av samma undersökare i samma ordning där de mätte CCT först, sedan mättes IOP med icare och avslutades med mätning av IOP med GAT. I grupp 2 där det deltog 27 stycken utfördes de tre mätningarna i olika undersökningsrum för att testa icare i en mer naturlig undersökningmiljö. När grupperna jämfördes visades inte någon statistisk signifikant skillnad på hur icare korrelerar med GAT. En trend sågs på att icare ger högre värden än GAT i 84% av mätningarna inom 3 mmHg.

Vincent, Vincent, Shields och Lee (2012) gjorde en studie där de jämförde icare, NCT och GAT. I den studien deltog 109 deltagare som alla hade diagnostiserats med glaukom av en

glaukomspecialist. Samtliga mätningar gjordes inom 30 minuter och GAT utfördes efter de två andra mätningarna. Det framgår ej om de två andra metoderna utfördes i samma ordning på samtliga patienter. Samtliga metoder utfördes med patienten i sittande position. I studien mättes även CCT för att se om detta har någon påverkan på tonometrarna och det visade sig att influensen av CCT var lika mellan alla tonometrarna. Skillnaderna i IOP mellan tonometrarna var liten men statistiskt signifikant.

2 Syfte

Syftet med studien var att se om icare tonometri och non-contact tonometri ger likvärdiga resultat samt att se vilken metod som var mest uppskattad av deltagarna.

3 Material och metoder

Studien utfördes i Kalmar på Linnéuniversitetet och i studien deltog 85 personer i åldrarna 19 till 57 år. Medelåldern var $27 \pm 9,2$ år. 27 av deltagarna var män och 58 var kvinnor. Kriteriet för att delta var att deltagarna var 18 år fyllda, inte hade någon ögonsjukdom samt inte tog mediciner som kan påverka trycket i ögat. Deltagarna fick ej ha gjort någon ögonoperation och inte heller ha kontaktlinser i ögat och dessa måste tagits ut minst 15 min innan mätningen utfördes. Tre av deltagarna fick uteslutas från studien. Två av dessa på grund av mediciner och en på grund av att mätningarna ej gick att utföra. Utrustningen som använts i studien är Topcon CT-80A non-contact tonometer (NCT) (Topcon corporation) (se figur 8) och icare® TA01i tonometer (icare Finland Oy) (se figur 9) och ett fixationsobjekt.



Figur 8 Topcon CT-80A non-contact tonometer som användes i studien.



Figur 9 Icare tonometer som användes i studien.

Innan mätningarna utfördes informerades deltagarna muntligen och skriftligen om hur mätningarna skulle gå till och att de kunde avsluta sitt deltagande när de vill utan att behöva förklara varför. Deltagarna fick även skriva under på ett informerat samtycke (se bilaga 1). Efter mätningarna tillfrågades deltagarna vilken av metoderna de föredrog.

3.1 Mätningarna

Vilken ordning som mätningarna skulle utföras i slumpades fram samt utfördes på deltagarnas högerögon. Båda mätningarna utfördes med deltagaren i sittande position. Ingen

bedövning behövdes för någon av mätningarna. Ögonlocken hölls ej upp under mätningarna. Belysningen mättes upp till 21 lux med en luminansmätare och ändrades så att den var lika för de två metoderna.

Non-contact tonometry utfördes med NCT CT80A där deltagaren fick placera hakan på hakstödet och pannan mot pannstödet. Deltagaren fick sedan titta på ett fixationsobjekt och tre luftpuffar sköts mot ögat och ett medelvärde räknades ut av de tre mätningarna. Om något av dessa tre mätvärden blev ERR, eller fick parenteser () ansågs dessa inte pålitliga och fler mätningar utfördes till dess att tre godkända mätvärden fastställdes. Detta rekommenderas av manualen för NCT CT80A. Om ”OVER” uppkom på skärmen efter en mätning betydde det att IOP var högt och att omfånget för mätningarna behövde ändras från 0-30 till 0-60 och sedan göra en ny mätning (Instruction manual computerized tonometer CT-80, 1999).

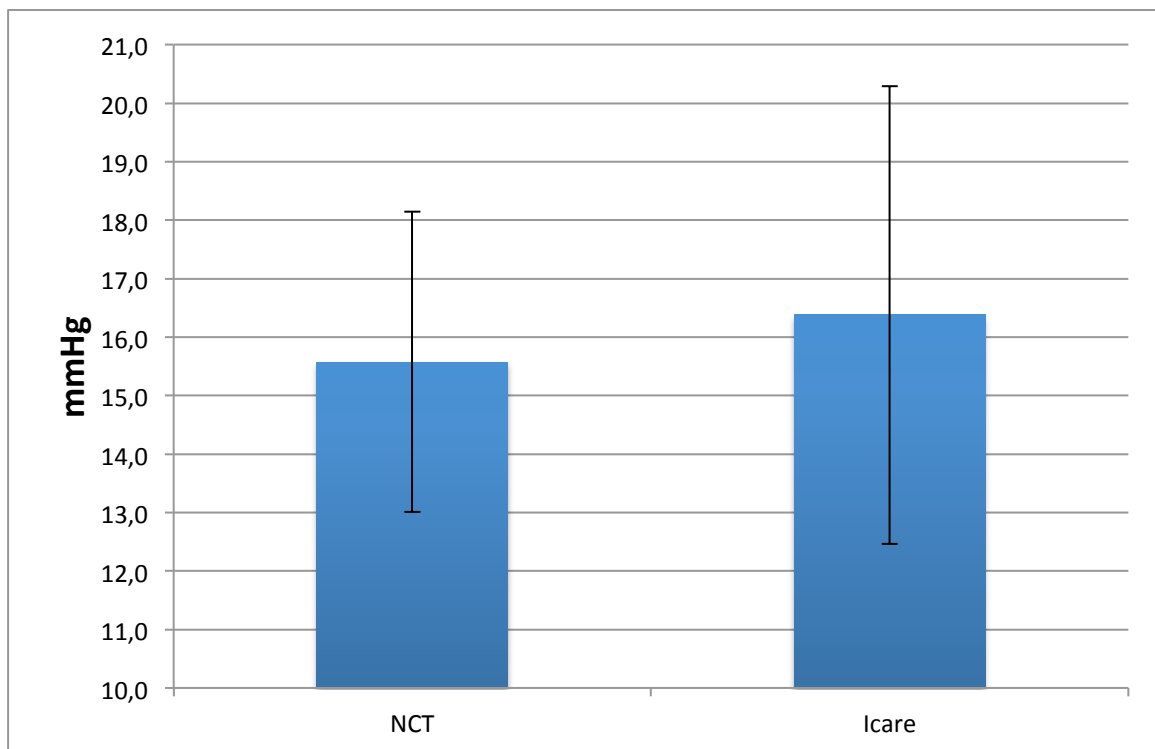
Rebound tonometri utfördes med icare tonometer där deltagaren fick fixera blicken på motstående vägg sex meter bort. Tonometeren placerades mot deltagarens panna så att sonden var ca 4-8 mm från deltagarens cornea. Med hjälp av att trycka på en knapp studsade sonden mot cornea och detta upprepades sex gånger och ett medelvärde räknades ut. En ny mätning utfördes då instrumentet varnade om för mycket standardavvikelse. I studien godtog endast mätvärden som hade normal SD, P utan något streck. Resultaten från mätningarna dokumenterades i ett journalblad (se bilaga 2) som sedan användes för att sammanställa i Excel och sedan förstöras.

3.2 Sammanställning och analys av data

Resultatet av mätningarna fördes in i ett Exceldokument där de två metoderna jämfördes mot varandra och medelvärden, statistisk signifikans och standardavvikelser räknades ut med hjälp av formler i programmet. Statistisk signifikans räknades fram med parat t-test.

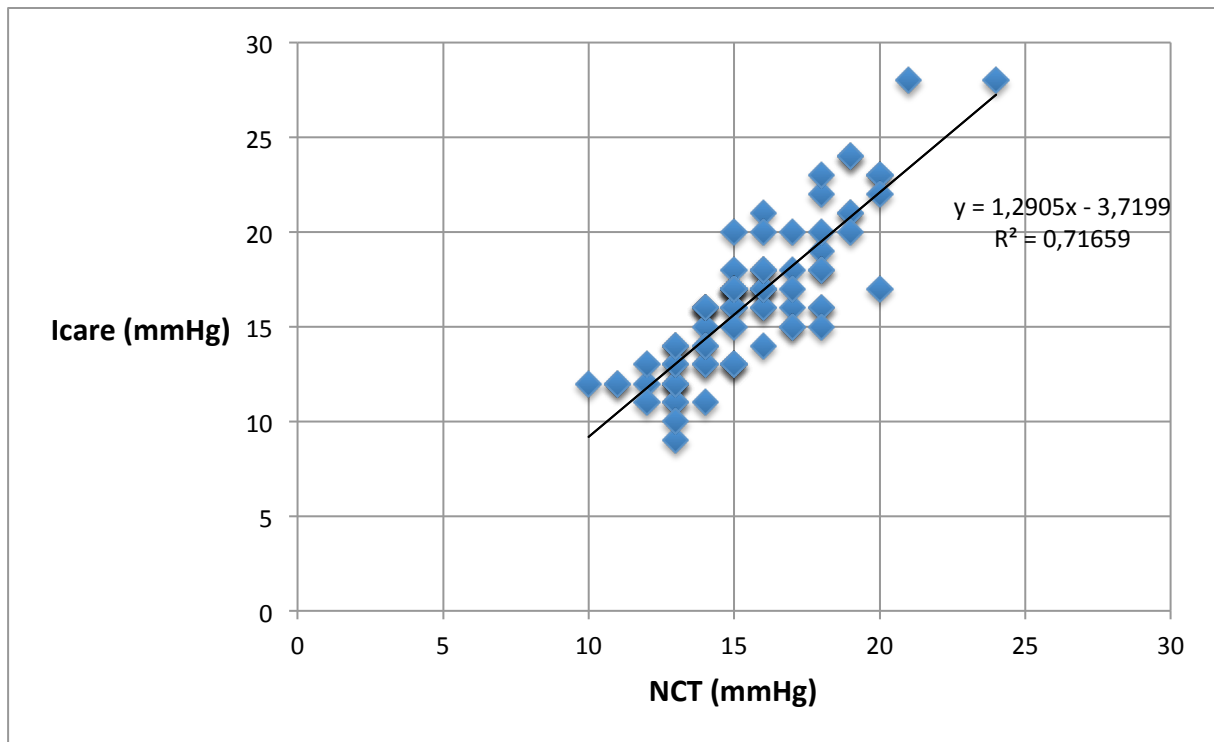
4 Resultat

NCT slumpades att utföras först i 44 av fallen, och icare först i 38. Båda mätningarna utfördes på samtliga deltagare. Medelvärde när NCT utfördes först var 15,5 mmHg och när NCT utfördes som andra mätning, efter icare låg medelvärdet på 15,6 mmHg. När icare utfördes först blev medelvärdet 16,3 mmHg och när icare utfördes som en andra mätning efter att NCT utförts blev det 16,4 mmHg. Ingen statistisk signifikant skillnad sågs på vilken metod som utfördes först ($p = 0,88$; $p = 0,86$). Medelvärdet för NCT var $15,6 \pm 2,6$ mmHg (Se figur 10). Medelvärdet för icare var $16,4 \pm 3,9$ mmHg (se figur 10). Med parat t-test räknades det ut att det fanns statistisk signifikant skillnad mellan de två metoderna ($p = 0,001$). 91 % av deltagarna föredrog att bli mätt med icare framför NCT.



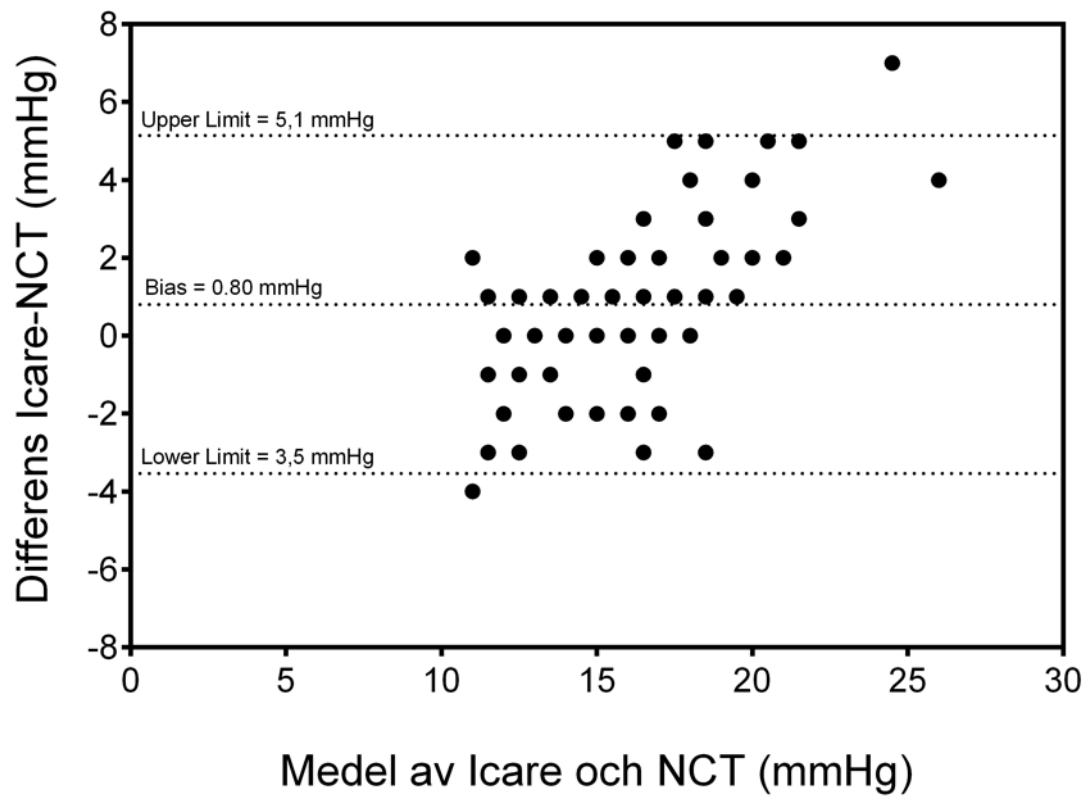
Figur 10 Medelvärde och standardavvikelse för NCT och icare i mmHg.

I punktdiagrammet (se figur 11) visas varje mätning som gjordes med icare och NCT samt att det var en väldigt god positiv korrelation mellan icare och NCT ($r = 0,85$; $y = 1,2905x - 3,7199$).



Figur 11 Punktdiagram som visar mätningar av IOP gjort med icare och NCT (mmHg).

I ett Bland-Altman diagram (se figur 12) visas hur skillnaden mellan mätmetoderna påverkas vid olika IOP. Vid ett högre IOP har icare en tendens att ge högre resultat till skillnad från när IOP är lägre då den har en tendens att visa något lägre resultat.



Figur 12 Bland-Altman diagram som beskriver fördelningen av skillnaden i IOP för varje mätning. Icare tonometer värden minus NCT värden visas på y-axeln. Medelvärde av IOP värden utfört med tonometrarna visas på x-axeln.

5 Diskussion

Studien visar att icare tonometri och NCT inte ger likvärdiga resultat. Väntat var att de två metoderna skulle ge marginella skillnader på grund av deras olika uppbyggnad men att de skulle ge någorlunda likvärdiga mätvärden. Något som kan tänkas ha påverkat resultatet till viss del är att deltagarna ofta gned sig i ögonen mellan mätningarna, vilket kan sänka IOP något till nästa mätning, genom att omdistribuera kammarvattnet i ögat. Detta skulle i så fall visas när metoden jämförs med sig själva då de använts som första och andra metod. Det har dock visat sig att metoderna inte påverkar mätresultaten av varandra då medelvärdet för NCT som första metod och andra metod låg på 15,5 mmHg respektive 15,6 mmHg samt att medelvärdet för icare som första metod och andra metod låg på 16,3 mmHg respektive 16,4 mmHg. Studien visade sig ha väldigt hög statistisk signifikant skillnad mellan metoderna ($p=0,001$) vilket tyder på att metoderna skiljer sig nämnvärt i IOP. När icare tonometri tillämpas är det viktigt att tänka på att hålla tonometern rakt, så lite som 5° lutning kan ge ett felaktigt resultat enligt Kontiola (1997) som testade detta på en prototyp av icare. Detta är inte säkert att detta påverkar resultaten på dagens icare tonometrar men bör hållas i åtanke att det kan ha påverkat resultaten något. Studien som gjordes av Svensson (2012) kom fram till att de två metoderna gav likvärdiga resultat. I den studien deltog bara 27 personer och detta kan vara en orsak till att Svenssons studie inte överensstämmer med denna studie som hade stor variation på ålder och mätningar utförda på 82 deltagare.

Bland-Altman diagrammet (figur 12) visar stora skillnader mellan instrumenten. 95 % limit of agreement (LoA) gav ett intervall från -3,5 till 5,21 mmHg, ett intervall på 8,71 mmHg. Om en person med högt IOP som ligger på 27 mmHg med ett av instrumenten och istället mäts med det andra instrumentet kan det ge ett IOP på så lite som 19 mmHg, vilket inte alls är ett högt IOP. En sådan gång kan okulär hypertension missas på den patienten på grund av att "fel" instrument använts. Vikten av att instrumenten ger små skillnader mellan varandra är alltså viktig. Att man håller sig till ett och samma instrument och inte varierar mellan flera olika kan därför vara viktigt eller ännu bättre att mätning alltid sker med två olika instrument för att se om något av instrumenten ger en indikation på ett högt IOP alternativt mäta IOP med GAT.

Att icare generellt ger högre mätvärden än NCT kanske inte är en nackdel. De patienter med ett högre IOP har större riskfaktor att utveckla glaukom och då kanske upptäcks tidigare om

icare används jämfört med NCT. Dessvärre skulle detta betyda fler remisser till ögonmottagningen som inte skulle uppskatta onödiga remisser med misstänkt glaukom. Samtidigt bör inte glaukom misstänkas bara för att en patient har högt IOP. Tonometri bör kombineras med andra undersökningar, så som cup/disc-kvot och att mäta kammavinkeln, innan man tar beslut om att remittera sin patient vidare till ögonmottagningen.

Studien visar att icare har en tendens att ge ett högre mätresultat vid högre IOP än vad NCT gör (se figur 10) och det kan tänkas bero på att icare är mer känslig för CCT än vad NCT är. I Kageyama et als studie (2011) hade icare en tendens att ge lägre värden än NCT. Det som skiljer studierna åt är att den utfördes på barn och att de hade 15 minuter mellan mätningarna. Detta kan vara en indikation på att barns corneor skiljer sig från vuxnas eller att barnen kanske spände sig mer vid NCT och höll andan. Att de hade 15 minuter mellan mätningarna borde inte påverka att studierna skiljer sig åt då denna studie visat på att metoderna inte påverkade varandra när de utfördes direkt efter varandra. En studie gjord av Nakamura, Darhad, Tatsumi, Fujioka, Kusuhara, Maeda & Negi (2006) jämförde bland annat icare med NCT och sambandet mellan CCT vid de olika mätmetoderna. Båda instrumenten påverkades lika mycket av CCT men trots detta gav icare högre värden vid högt IOP och lägre värden vid lågt IOP. Detta kan vara en indikation på att det inte är CCT som påverkar resultaten och istället är corneas biomekanismer exempelvis corneas elasticitet och viskositet och att icare kanske är känsligare för dessa mekanismer än vad NCT är. Intressant hade varit att mäta CCT på samtliga deltagare i denna studie för att fastställa om CCT som påverkade resultaten på icare mer än på NCT.

Icares fördelar är att den är portabel och inte behöver något eluttag. Detta möjliggör att mätning av IOP med fördel kan utföras på de patienter som har svårt att lägga huvudet mot NCTs ställning. Till dessa fördelar kan tilläggas att den är väl tolererad av patienterna och det var den metod som de flesta deltagarna föredrog. Det var endast en person av deltagarna som mätningen av icare misslyckades på. Nackdelen med icare är att det ständigt krävs nya engångsögonsonder till mätningarna.

Många utför idag refraktiv kirurgi där cornea tunnas ut och formas om för att korrigera dess synfel. Detta medför att NCT och icare ger ett lägre värde för ju större synfel som korrigeras. Detta bör finnas i åtanke när dessa patienter undersöks.

6 Slutsats

Båda metoderna fungerar bra som screeningmetoder av IOP men icare ger något högre resultat än NCT. Icare föredrogs av de flesta deltagarna. Det kan vara en fördel att alltid mäta IOP med två olika metoder för att se om någon av metoderna ger indikation på ett högt IOP för att sedan gå vidare med ytterligare undersökningar.

Tackord

Tack till..

Karin Lennartsson som bollat ideér och hjälpt mig under arbetets gång, Karthikeyan Baskaran som hjälpt mig med statistiken, Viktor Sundelin som korrekturläst arbetet och skött markservicen medan arbetet skrivits och Michael Murphy som korrekturläst summary och hjälpt mig med engelskan. Även ett stort tack till alla som deltagit i studien och icare Finland AB som bidragit med sonder till studien.

Referenser.

- Bergmanson, J. P. G. (2010) *Clinical ocular anatomy and physiology* (17:e uppl.). Houston: Texas eye research and technology center.
- Brandt, J. D., Beiser, J. A., Kass, M. A., Gordon, M. O. & The Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) Group. (2001) Central corneal thickness in ocular hypertension treatment study (OHTS). *Ophthalmology*, 108(10) 1779-1788.
- Colton, T. & Ederer, F. (1980) The distribution of intraocular pressures in the general population. *Survey of Ophthalmology*, 25(3) 123-129.
- Computerized tonometer CT-80A/80*. u.å. Tokyo: Topcon corporation.
- Duba, I. & Wirthlin, A. C. (2003) Dynamic contour tonometry for post-LASIK intraocular pressure measurements. *Klinische Monatsblätter für augenheilkunde*, 221, 347-350.
- Faigen, M. (2000). The early detection of glaucoma in general practice. *Australian family physician*, 29(3) 282-285.
- Forrester, J. V., Dick, A. D., McMenamin, P.G. & Lee, W. R. (2002) *The eye: basic sciences in practice*. (2:a uppl.) Edinburgh: Saunders.
- Gandhi, N. G., Prakalapakorn, S. G., El-Dairi, M. A., Jones, S. K. & Freedman, S. F. (2012) Icare one rebound verses goldmann applanation tonometry in children with known or suspected glucoma. *American Journal of Ophthalmology*, 154(5), 843-849.
- Gordon, M. O., Beiser, J. A., Brandt, J. D., Heuer, D. K., Higginbotham, E. J., Johnson, C. A., Keltner, J. L., Miller, P., Parrish II, R. K., Wilson, M. R. & Kass, M. A. (2002) The ocular hypertension treatment study. *Archives of ophthalmology*, 120, 714-720.
- Herndon, L. W., Weizer, J. S. & Stinnett, S. S. (2004) Central coorneal thickness as a risk factor for advanced glaucoma damage. *Archives of ophthalmology*, 122, 17-21.
- Icare tonometer användar- och underhållshandbok* (Icare ® TA01i användarhandbok v 2.2 04/12) (2009) Espoo: Icare Finland Oy.
- Iliev, M. E., Goldblum, D., Katsoulis, K., Amstutz, C. & Frueh, B. (2006) Comparison of rebound tonometry with goldmann applanation tonometry and correlation with central corneal thickness. *British Journal of Ophthalmology*, 90(7) 833-835.
- Instruction manual computerized tonometer CT-80* (9906-100LW0) (1999) Tokyo: Topcon corporation.
- Kageyama, M., Hirooka, K., Baba, T. & Shiraga, F. (2011) Comparison of icare rebound tonometer with noncontact tonometer in helthy children. *Journal of Glaucoma*, 20(1), 63-66.
- Kanski, J. J. & Bowling, B. (2011) *Clinical ophthalmology a systematic approach*. (7:e uppl.) Edinburgh: Elsevier. ss. 312-348.
- Kniestedt, C., Punjabi, O., Lin, S. & Stamper, R. L. (2008) Tonometry through the ages. *Survey of ophthalmology*, 53(6), 568-591.

- Kontiola, A.I. (2000) A new inductin-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta ophthalmologica scandinavica*, 78, 142-145.
- Millodot, M. (2009) *Dictionary of optometry and visual science*. (7:e uppl.) Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann.
- Mohamed, S. & Shah, S. (2009) Intraocular pressure and pachymetry. I: M. Rosenfield, N. Loagan & K. Edwards (red;er.), *Optometry: science, techniques and clinical management* (2:a uppl.). Edinburgh: Elsevier Butterworth Heinemann. s. 391-405.
- Nakamura, M., Darhad, U., Tatsumi, Y., Fujioka, M., Kusuhara, A., Maeda, H. & Negi, A. (2006) Agreement of rebound tonometer in measuring intraocular pressure with three types of applanation tonometers. *American Journal of Ophthalmology*, 142, 332-334.
- Ogbuehi, K. C. (2006) Assessment of the accuracy and reliability of the topcon CT80 non-contact tonometer. *Clinical experimental optometry*, 89(5), 310- 314.
- Prokopich, C. L. Hrynychak, P. & Elliott, D. B. (2007) Ocular health assessment. I: D. B., Elliott. (red.), *Clinical procedures in primary eye care*. (3:e uppl.) Edinburgh: Elsevier Butterworth Heinemann. ss. 221-318.
- Pärssinen, O. Hiltunen, H. & Kaarniranta, K. (2012) Relation of biometric eye profile with intraocular corrections in healthy myopes. *Acta ophthalmologica scandinavica*, 90(5), 410-412.
- Remington, L. A. (2005) *Clinical anatomy of the visual system*. (2:a uppl.) St. Louis: Elsevier Butterworth Heinemann.
- Stamper, R.L. (2011) A history of intraocular pressure and its measurment. *Optometry and Visual Science*, 88(1), 16-28.
- Svensson, T. (2012) *Kontaktliners påverkan vid mätning av det intraoulära trycket*. Opublicerat manuskript. Institutionen för naturvetenskap, Linnéuniversitetet.
- Tonnu, P-A., Newson, T., El Sheikh, A., Sharma, K., White, E., Bunce C. & Garway-Heath, D. (2005) The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the tono-pen xl, and goldmann applanation tonometry. *British Journal of Ophthalmology*, 89, 851-854.
- Toris, C. B., Yablonski, M. E., Wang, Y. L. & Camras, C. B. (1999) Aqueous humordynamics in the aging human eye. *American Journal of Ophtalmology*, 127(4), 407-412.
- Vincent, S. J., Vincent, R. A., Shields, D. & Lee, G. A. (2012). Comparison of intraocular pressure measurement between rebound, non-contact and goldmann applanation tonometry in treated glaucoma patients. *Clinical and Experimental Ophthalmology*, 40, 163-170.

Bilagor

Bilaga 1- Informerat samtycke

Informerat samtycke

Syftet med min undersökning är att jämföra två metoder att mäta trycket i ögat.

Så går det till.

Jag kommer att utföra mätningar av ögats tryck med två typer av instrument. Mätningarna kommer endast att utföras på höger öga.

- Metod 1- Du kommer att placera huvudet i en ställning och titta rakt fram på en prick, apparaten kommer därefter att använda minst tre luftpuffar för att utföra mätningen.
- Metod 2- Du kommer att sitta ner och fästa blicken rakt fram på ett synobjekt som är placerat på väggen framför. Instrumentet kommer att placeras mot din panna och en liten sond kommer att nudda ditt öga, snabbt, sex gånger i följd.

Tiden för mätningarna är ca 5 minuter och du som deltagare kommer varken utsättas för risker, skada eller smärta.

Registreringen av mätningarna kommer endast att göras med ålder och kön. All mätdata avidentifieras i rapporten och ingen obehörig kommer att få tillgång till resultaten.

Jag har muntligt och skriftligen informerats om studien och har tagit del av ovanstående skriftliga information. Jag är medveten om att mitt deltagande i studien är fullt frivilligt och att jag när som helst och utan närmare förklaring kan avbryta mitt deltagande.

Jag samtycker till att delta:

.....

Namn:

Datum:

Bilaga 2- Journalblad

Journalblad

(Nr _____)

Födelse år/månad _____ / _____

Man

Kvinna

Ögonsjukdom? _____ Ögonkirurgi? _____

Mediciner _____

Mätning som utfördes först: Icare NCT

Mätresultat: Icare _____ NCT _____ (mmHg)

Vilket instrument föredrog deltagaren? _____

Journalblad

(Nr _____)

Födelse år/månad _____ / _____

Man

Kvinna

Ögonsjukdom? _____ Ögonkirurgi? _____

Mediciner _____

Mätning som utfördes först: Icare NCT

Mätresultat: Icare _____ NCT _____ (mmHg)

Vilket instrument föredrog deltagaren? _____

Journalblad

(Nr _____)

Födelse år/månad _____ / _____

Man

Kvinna

Ögonsjukdom? _____ Ögonkirurgi? _____

Mediciner _____

Mätning som utfördes först: Icare NCT

Mätresultat: Icare _____ NCT _____ (mmHg)

Vilket instrument föredrog deltagaren? _____

Journalblad

(Nr _____)

Födelse år/månad _____ / _____

Man

Kvinna

Ögonsjukdom? _____ Ögonkirurgi? _____

Mediciner _____

Mätning som utfördes först: Icare NCT

Mätresultat: Icare _____ NCT _____ (mmHg)

Vilket instrument föredrog deltagaren? _____

Kalmar Växjö

391 82 Kalmar
Tel 0480-446200
Lnu.se