

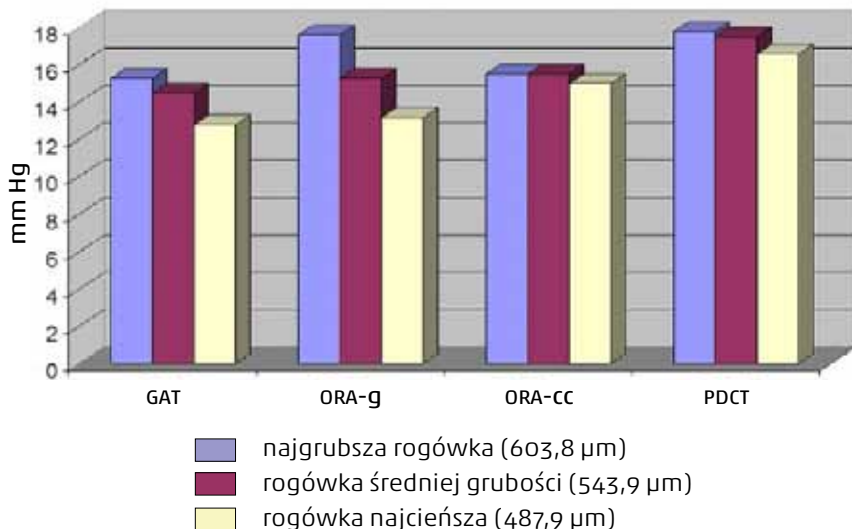
Zmierzch tonometrii z pachymetrią?

Technologia Corneal Response

Jak mierzą ciśnienie współczesne tonometry, jak mierzą ciśnienie tonometry wykorzystujące technologię *Corneal Response*.

Poniższ wykres obrazuje wpływ rodzaju rogówki na wskazania poszczególnych tonometrów.

tonometr Reichert 7 CR ►
- *The Glaucoma Tonometer*



GAT – tonometr aplanacyjny – silna zależność wskazań od grubości rogówki, dodatkowo IOP jest niższe na skutek działania środka znieczulającego

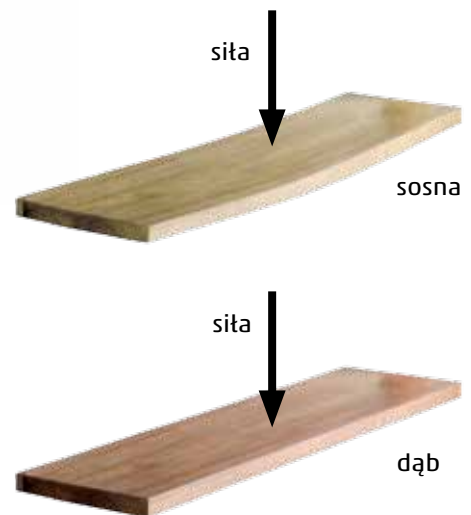
ORA-g – tradycyjny tonometr bezdotykowy i tonometr aplanacyjny – również silna zależność wskazań od grubości rogówki

ORA-CC (ciśnienie skompensowane rogówkowo) – technologia *Corneal Response*, zastosowana w tonometrze Reichert 7 CR i Ocular Response Analyzer, najmniejsza zależność wskazań od grubości rogówki

PDCT – dynamiczny tonometr konturowy – również silna zależność wskazań od grubości rogówki

Czy pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego z uwzględnieniem grubości rogówki nie jest dokładny?

Proponujemy prosty eksperyment myślowy. Dwie tej samej grubości deski: sosnową i dębową poddano działaniu identycznej siły nacisku. Oczywiście jest, że deski ugną się w różnym stopniu, dlaczego?



Grubość materiału nie świadczy o jego mechanicznej wytrzymałości na zginanie. Opór, jaki stawia rogówka podczas aplancji (a więc jej wpływ na wynik pomiaru) nie jest zależny tylko od jej grubości, ale od właściwości mechanicznych, a dokładniej lepko-sprężystych.

Myślenie o rogówce: „cienka”, „gruba” jest błędne. Poprawne myślenie o rogówce to: „mocna / słaba”.



HISTEREZA MATERIAŁÓW

Sir James Alfred Ewing w 1890 roku odkrył, że niektóre materiały po wywarceniu nań nacisku nie wracają od razu lub w ogóle nie wracają do oryginalnego kształtu.

Przykładem może być gęsty miód w słoiku, w którym przez długi czas będziemy mogli obserwować ślad po wciśniętej łyżce. Zjawisko to nosi nazwę histerezy materiałów i jest powszechnie wykorzystywane w inżynierii materiałowej i architekturze.

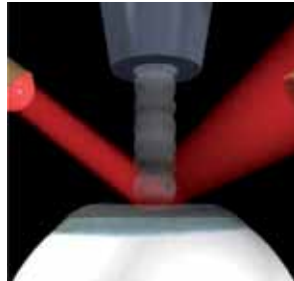


HISTEREZA ROGÓWKI

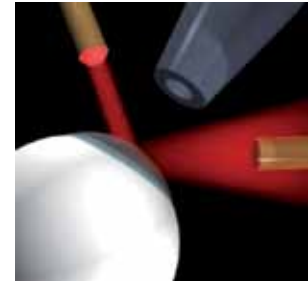
Dr David Luce wykorzystał to zjawisko na polu medycyny do charakteryzowania właściwości mechanicznych rogówki i nazwał histerezą rogówki, co dało podwaliny dla technologii *Corneal Response*. Technologia *Corneal Response* zastosowana w tonometrze Reichert 7 CR i ORA pozwala na określenie i zminimalizowanie wpływu zmieniających się właściwości mechanicznych rogówki na pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego.

Technologia *Corneal Response* – dlaczego jest taka dokładna?

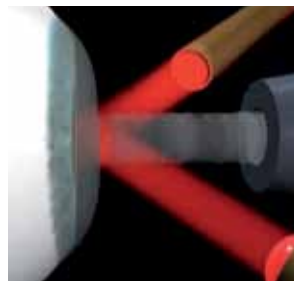
W jaki sposób mierzona jest histereza rogówki?



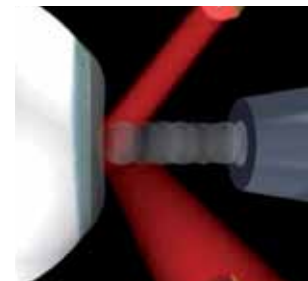
1. strumień powietrza wywołuje pierwszą aplanację



2. następuje wgłębienie rogówki

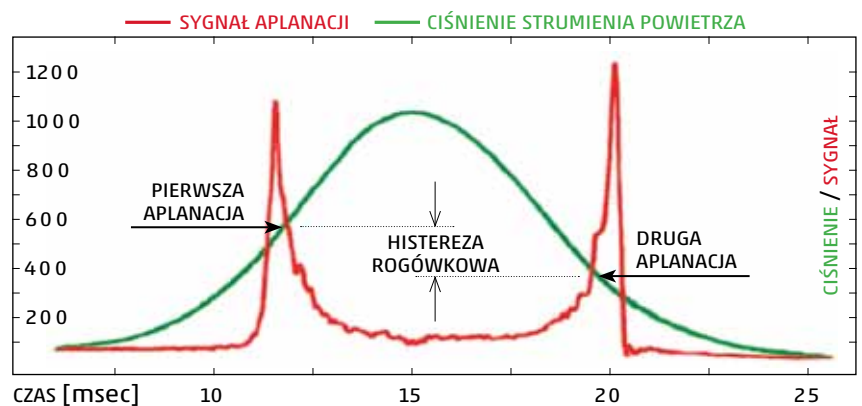


3. następuje stopniowe zmniejszenie ciśnienia powietrza



4. następuje druga aplanaacja rogówki

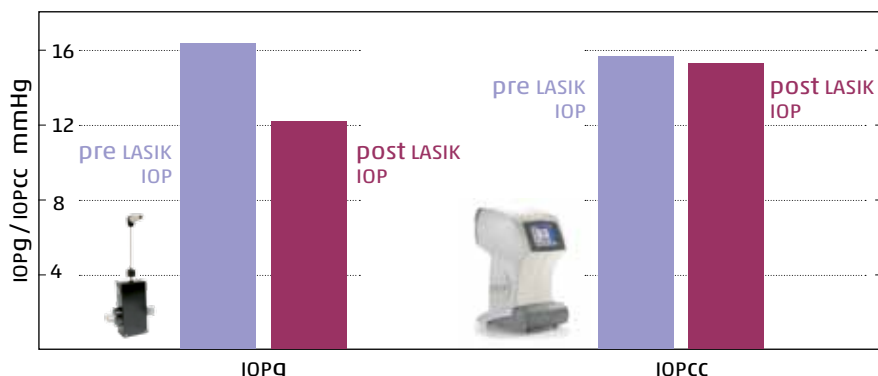
Jak to wygląda na wykresie?



Rogówka nie wróci od razu do swojego poprzedniego kształtu (tak jak miód w słoiku – patrz opis zjawiska histerezy), stąd drugie zmierzone ciśnienie będzie niższe. Upraszczając – im „słabsza”, bardziej rozwarstwiona rogówka, przykładowo po LASIK, tym szybciej wróci do swo-

jego kształtu i różnica dwóch zmierzonych ciśnień będzie mniejsza. Innym wskaźnikiem jest jakość sygnału aplanaacji – sygnał niższy i o wielu wierzchołkach może oznaczać: stożek rogówki, dystrofię czy ektazję. Sygnał aplanaacji można oceniać przy pomocy Ocular Response Analyzer’a.

Jak zabieg chirurgii refrakcji wpływa na wskazania tonometrów?



Reichert 7 CR „ignoruje” zmiany właściwości mechanicznych rogówki spowodowane zabiegiem LASIK – stąd wyniki pomiarów nie różnią się znacząco.

Czy technologia Corneal Response jest dokładniejsza od tradycyjnych metod?

Evaluation of the Influence of Corneal Biomechanical Properties on Intraocular Pressure Measurements Using the Ocular Response Analyzer
 Felipe A. Medeiros, MD and Robert N. Weinreb, MD
(J Glaucoma 2006;15:364-370)

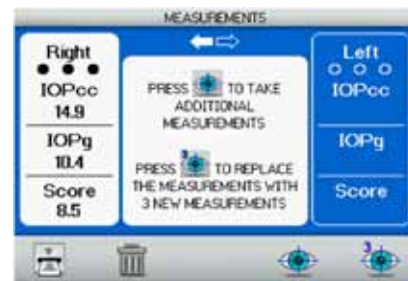
Purpose: The Ocular Response Analyzer (ORA) proposes to measure corneal biomechanical properties in vivo by monitoring and analyzing the corneal behavior when this structure is submitted to a force induced by an air jet. The purpose of this study was to evaluate the relationship between corneal biomechanical properties and corneal-compensated intraocular pressure (IOPcc) measurements as compared with Goldmann applanation tonometry (GAT).

Design: Observational study.

Conclusions: ORA IOPcc measurements seem to provide an estimate of IOP that is less influenced by corneal properties than those provided by GAT.

Results: GAT IOP measurements were significantly associated with CCT ($P=0.001$) and corneal curvature ($P<0.001$), whereas ORA IOPcc measurements were not associated with any of the ocular variables. The difference between GAT and IOPcc measurements was significantly influenced by corneal

Jakiego dane dostarcza tonometr Reichert 7 CR?



Powyżej widoczny jest ekran urządzenia

Dostępne dane to:

IOPg ciśnienie „golmanowsko skorelowane” – ciśnienie jakie zmierzyłby tonometr aplacyjny, lub tradycyjny tonometr bezkontaktowy

IOPcc ciśnienie skompensowane rogówkowo, czyli uwzględniające właściwości mechaniczne (lepko-sprężyste) rogówki.

Score liczba ta dostarcza dwóch informacji:

- **wiarygodność pomiaru** – wartość poniżej 3,0 oznacza małą wiarygodność badania, spowodowaną np. odrzuceniem przez pacjenta głowy do tyłu, lub złym ustawieniem, badanie należy powtórzyć
- **kondycja rogówki** – powtarzająca się niska wartość *Score* pomimo poprawnych warunków pomiaru oznacza stan, w którym rogówka aplanuje asymetrycznie i chaotycznie, co może oznaczać dystrofię, ektazję, lub stożek rogówki.

Reichert 7 CR to większa dokładność w przypadkach:

- pacjentów z jaskrą niskiego ciśnienia (patrz poniżej)
- pacjentów z pierwotną jaskrą otwartego kąta
- pacjentów po LASIK oraz chirurgii refrakcji (zmienione właściwości mechaniczne rogówki)
- pacjentów z dystrofią Fuchs’a i obrzękami („gąbczaste” rogówki)
- pacjentów ze stożkiem rogówki („słabe” rogówki, niedokładny pomiar tonometrem aplacyjnym)
- pacjentów z grubymi, cienkimi rogówkami oraz rogówkami o nietypowych właściwościach mechanicznych

Pomiary rogówkowo skompensowanego ciśnienia wewnątrzgałkowego wydają się dostarczać wartości mniej zależne od właściwości rogówki w porównaniu z wartościami zmierzonymi przy pomocy tonometrii aplacyjnej.



Reichert 7 CR to następny krok w tonometrii i postęp w stosunku tonometrii aplanacyjnej, oraz każdej innej tonometrii dostępnej obecnie na rynku.

TECHNOLOGIA CORNEAL RESPONSE PUBLIKACJE

Novel auto tonometer helps with diagnosis, treatment. Simultaneous IOPg, IOPcc measurements may provide significant data about patient groups.
Nancy Groves, reviewed by Nathan Radcliffe, MD
Optometry Times, January 2010, vol. 2, No. 1

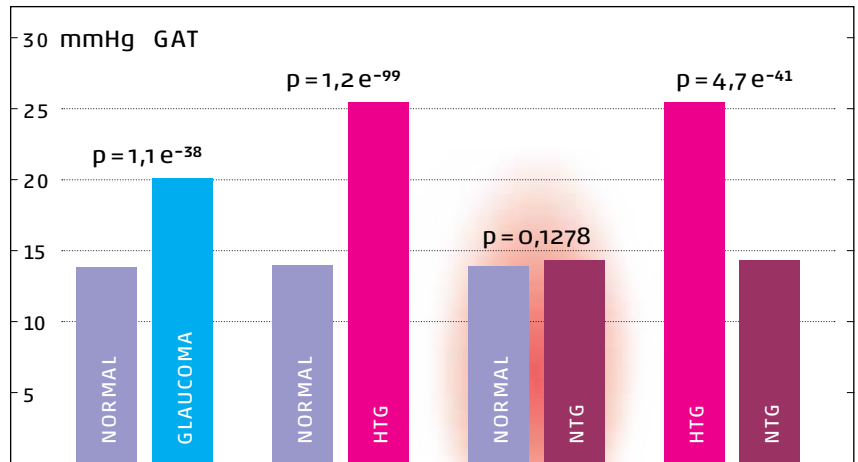
Intraocular pressure measured by dynamic contour tonometer and ocular response analyzer in normal tension glaucoma

Tetsuya Morita & Nobuyuki Shoji & Kazutaka Kamiya & Mana Hagishima & Fusako Fujimura & Kimiya Shimizu
Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, August 2009

Corneal Hysteresis and Visual Field Asymmetry in Open Angle Glaucoma
Aashish Anand, Carlos Gustavo V. De Moraes, Christopher C. Teng, Celso Tello, Jeffrey M. Liebmann, Robert Ritch
IOVS, December 2010, vol. 51, No. 12

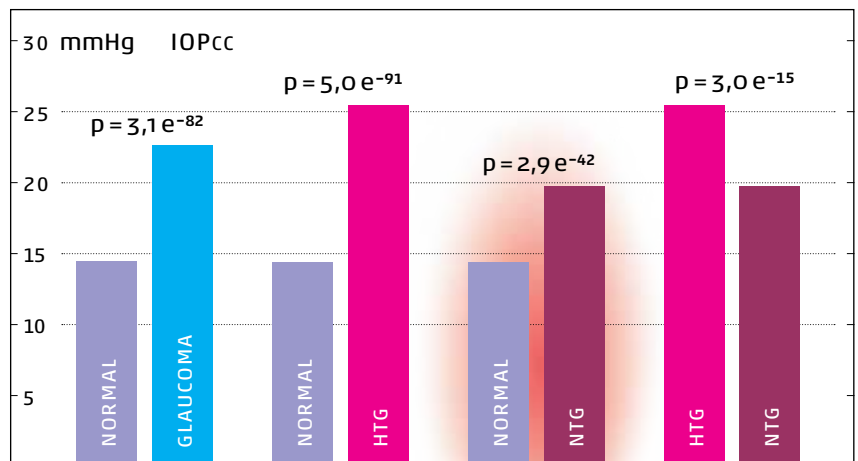
Czy jaskra niskiego ciśnienia nie istnieje?

na podstawie prezentacji *Hysteresis and Intraocular Pressure of Normal, High Tension and Normal Tension Glaucoma Eyes* Nathan Radcliffe, MD
New York Medical College



Pomiar ciśnienia wewnątrzgałkowego tonometrem aplanacyjnym nie wykazał znaczących różnic ciśnienia pomiędzy

okiem zdrowym a okiem ze zmianami jaskrowymi.



W przypadku pomiaru tonometrem technologii *Corneal Response* zanotowano znaczną różnicę ciśnień, na podstawie czego 38% badanych zostało przekwalifikowanych z NTG do HTG. Jak się przypuszcza mierzone wartości w jaskrze niskiego ciśnienia powodowane są maskującym wysokie ciśnienie działaniem słabej rogówki.

Urządzeniem zbierającym większą ilość danych jest Ocular Response Analyzer. **CH** – Corneal Hysteresis, histereza rogówki, pozwalająca na ocenę kondycji rogówki.

CRF – Corneal Resistance Factor – współczynnik rezystancji (oporu) rogówki, ułatwiający kwalifikowanie pacjentów na odpowiedni zabieg chirurga refrakcji: PRK, LASIK, procedury typu Intra. CRF niższa lub równa 6.0 wyklucza możliwość przeprowadzania zabiegów chirurgicznych gdyż istnieje zbyt duże ryzyko rozwinięcia ektaзии (Dr S. Stetson, Dyrektor Medyczny, Sharpest Vision). **CW** – Corneal Waveform, jakość sygnału aplanacji, parametr podobny do parametru Score w Reichert 7CR. **KMI** – Keratoconus Match Index – prawdopodobieństwo wystąpienia stożka rogówki.