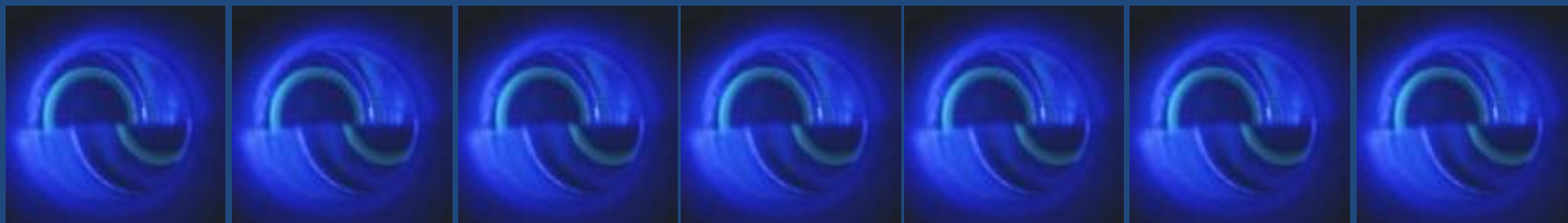
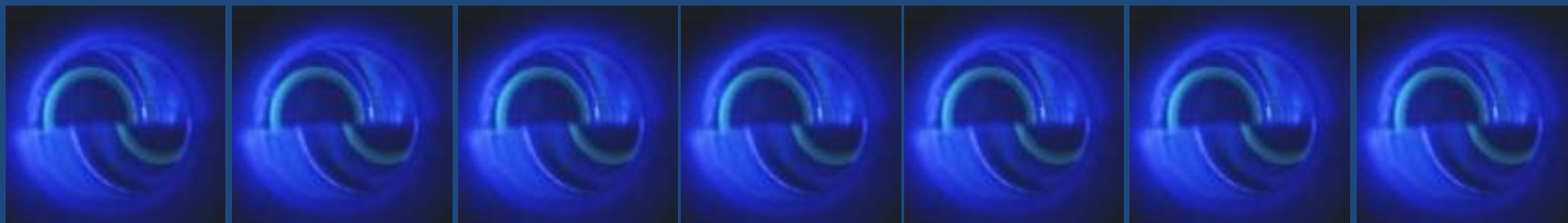




Hospital Professor Doutor Fernando da Fonseca
Internato Complementar de Oftalmologia



Medição da Pressão Intra-Ocular



Mário Ramalho

Consulta de Glaucoma: Dr. Florindo Esperancinha; Dr. Paulo Kaku; Dr. Fernando Vaz

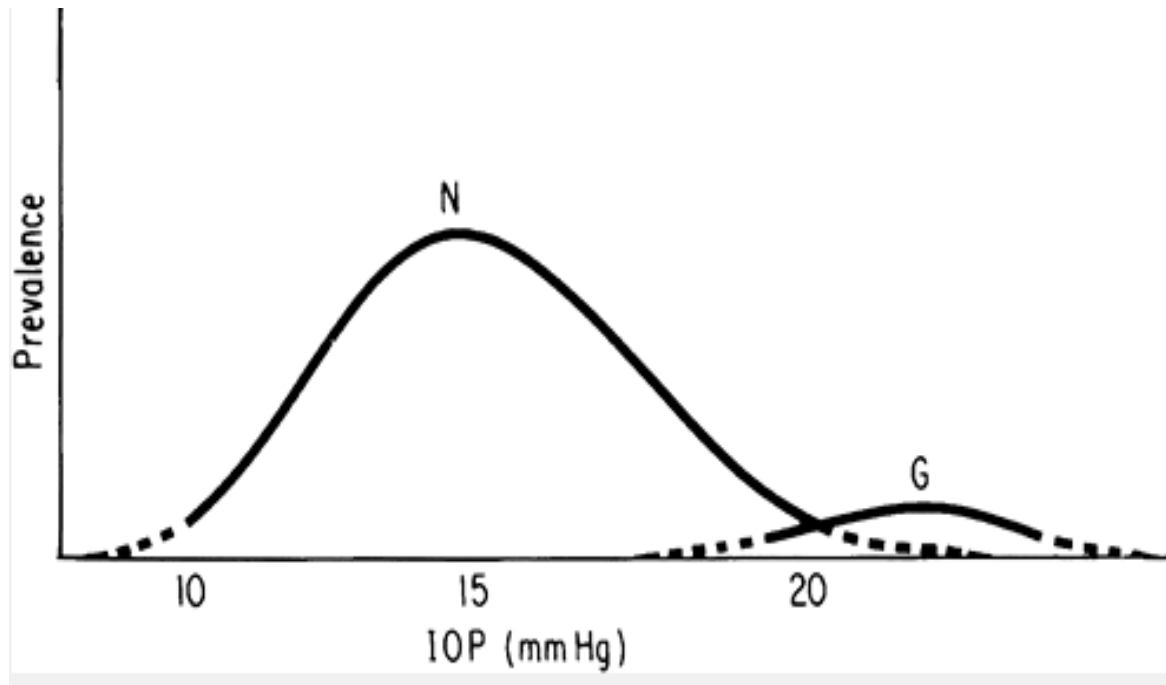
Director de Serviço: Dr. António Melo

Glaucoma e PIO

- ✓ **Uma PIO elevada contribui para a destruição das fibras nervosas no glaucoma, mas não define Glaucoma**
- ✓ **Para o diagnóstico de glaucoma, o valor de PIO não é importante, embora seja útil em casos equívocos**
- ✓ **Actualmente, o tratamento do glaucoma é feito através da diminuição da PIO, com base em evidência de estudos clínicos**
- ✓ **Factores não relacionados com a PIO podem explicar o glaucoma progressivo com PIO baixa**
- ✓ **O principal critério que determina se a terapia é adequada é a estabilidade do nervo óptico e a função visual e não o nível de PIO**

Valor normal de PIO

Não existe...



Métodos de medição da PIO

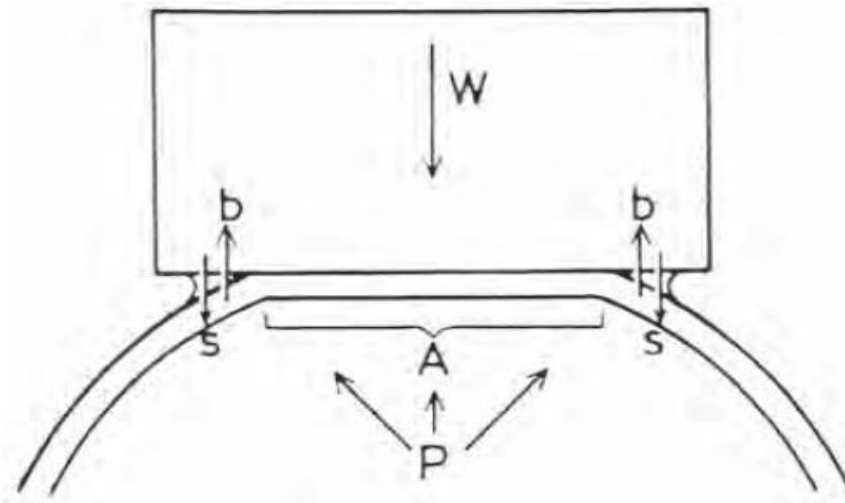
- Tonometria de aplanção de Goldmann
- Tonometria “Non-Contact” - “Air puff”
- Tonometria “Non-Contact” - ORA
- Tonopen
- Tonómetro de Pascal®
- ICare®

Métodos de medição da PIO

- Tonometria de aplanção de Goldmann

- ✓ Introduzido em 1957 por Hans Goldmann e Theo Schmidt

- ✓ Princípio de Imbert-Fick



$$W = PA$$



$$W + s = PA + b$$

$$7.35 \text{ mm}^2$$

Fig. 1. Representation of forces involved during applanation tonometry. (Key: W = tonometer force; s = surface tension of pre-corneal tear film; P = intraocular pressure; A = area of applanation; b = corneal rigidity/ resistance to bending.)

Métodos de medição da PIO

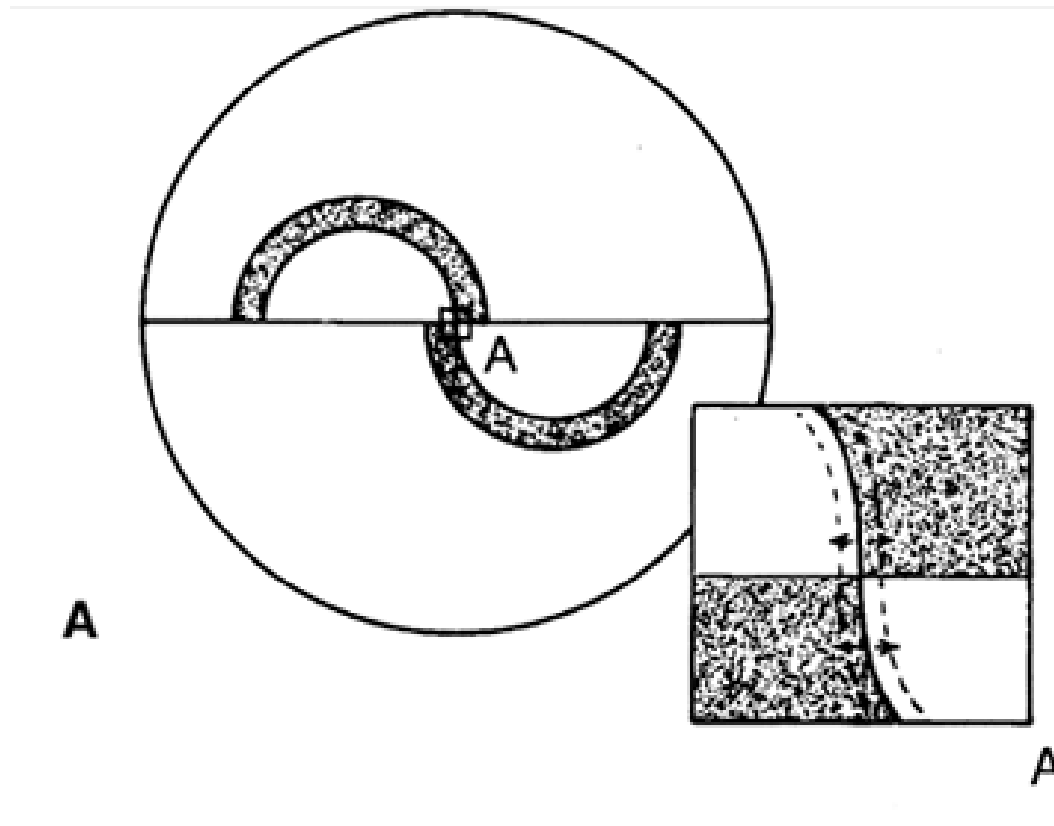
- **Tonometria de aplanação de Goldmann**

- ✓ **Anestesia córnea**
- ✓ **Fluoresceína**
- ✓ **Luz azul cobalto**
- ✓ **Biprisma**



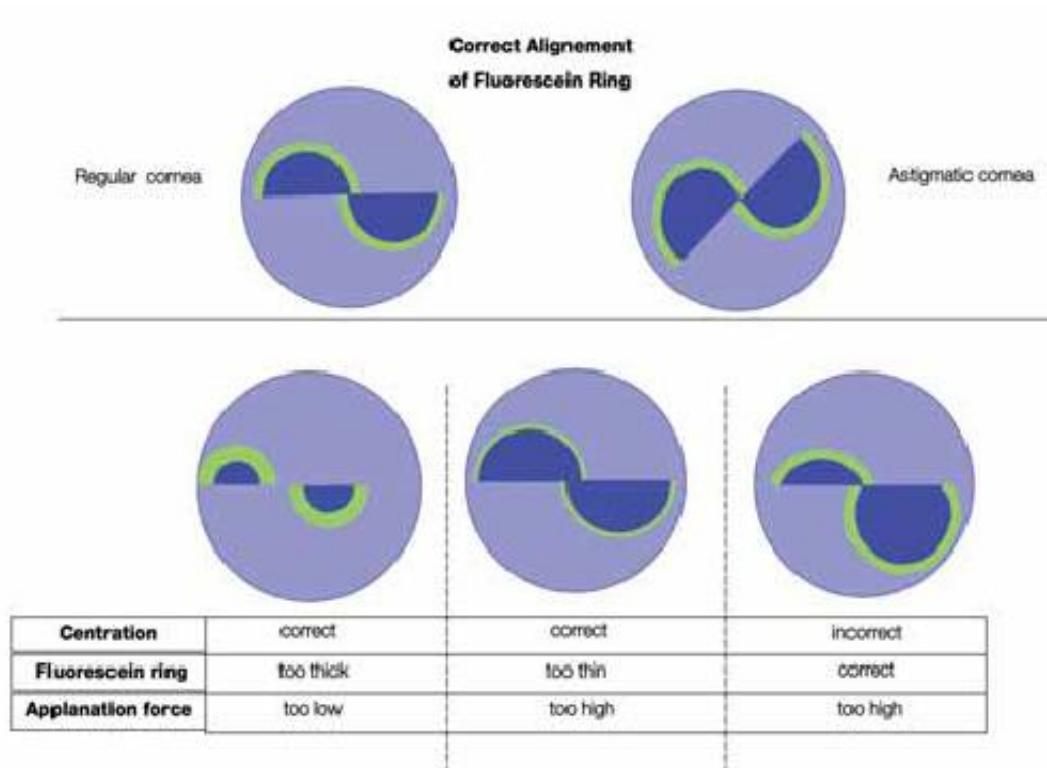
Métodos de medição da PIO

- Tonometria de aplanação de Goldmann



Métodos de medição da PIO

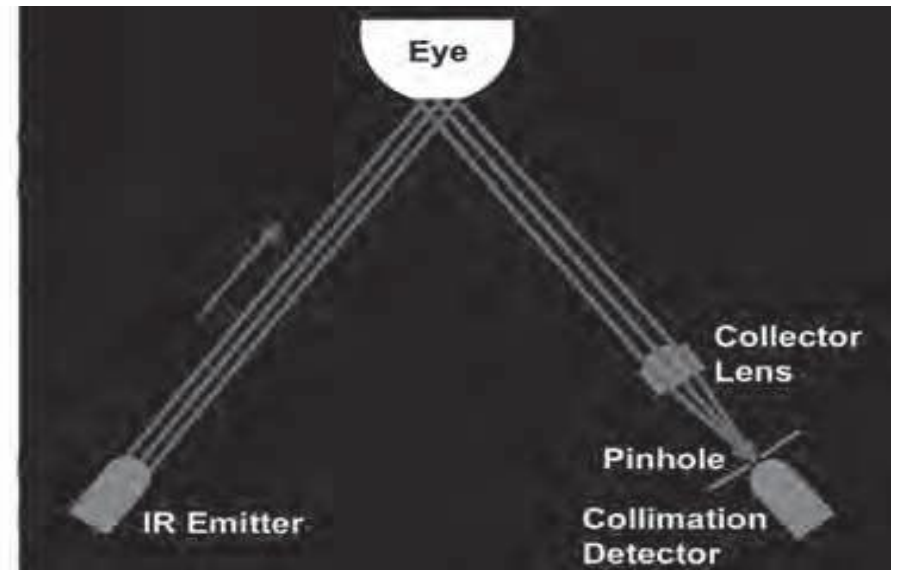
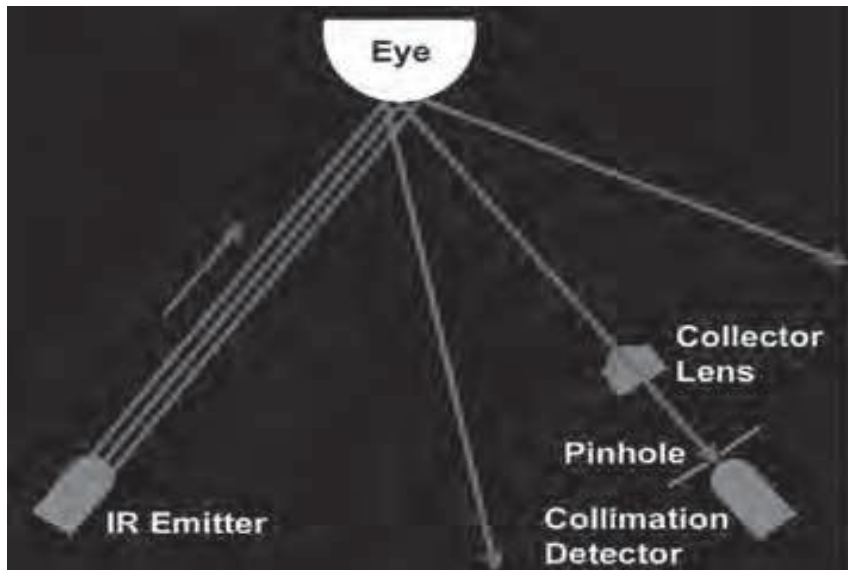
- Tonometria de aplanção de Goldmann



Métodos de medição da PIO

- Tonometria “Non Contact”

✓ Desenvolvido por Grolman no início dos 70's



Métodos de medição da PIO

- Tonometria “Non Contact”

✓ Anestesia córnea

✓ Requer pouco treino



Métodos de medição da PIO

- Tonometria “Non Contact”

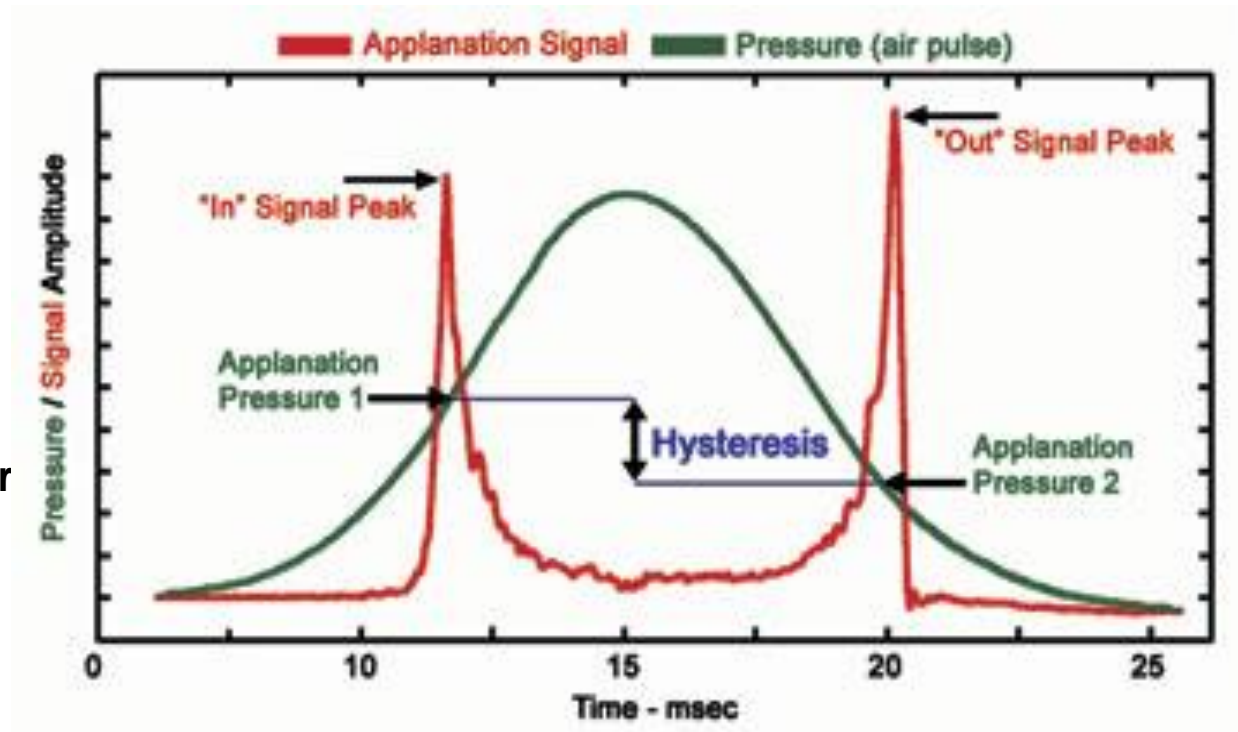
→ *The Reichert Ocular Response Analyser (ORA)*

- ✓ Corneal Hysteresis

$$(P1 - P2)$$

- ✓ Corneal Response Factor

$$(P1 - kP2)$$



Métodos de medição da PIO

- Tonometria “Non Contact”

→ *The Reichert Ocular Response Analyser (ORA)*

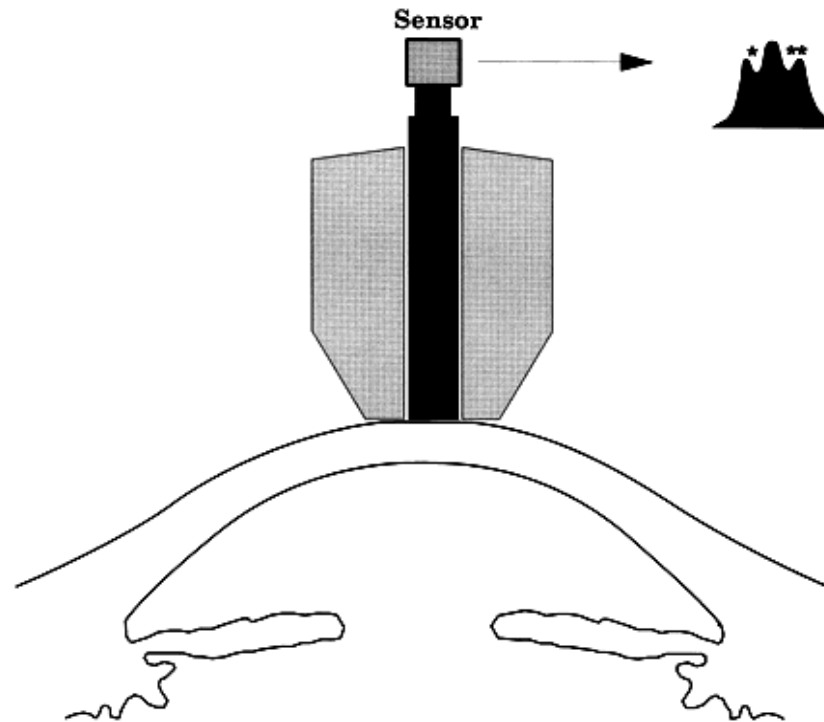
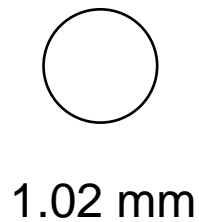
~~✓ Anestesia córnea~~



Métodos de medição da PIO

- Tonopen

- ✓ Baseado no tonómetro de MacKay-Marg



Métodos de medição da PIO

- **Tonopen**

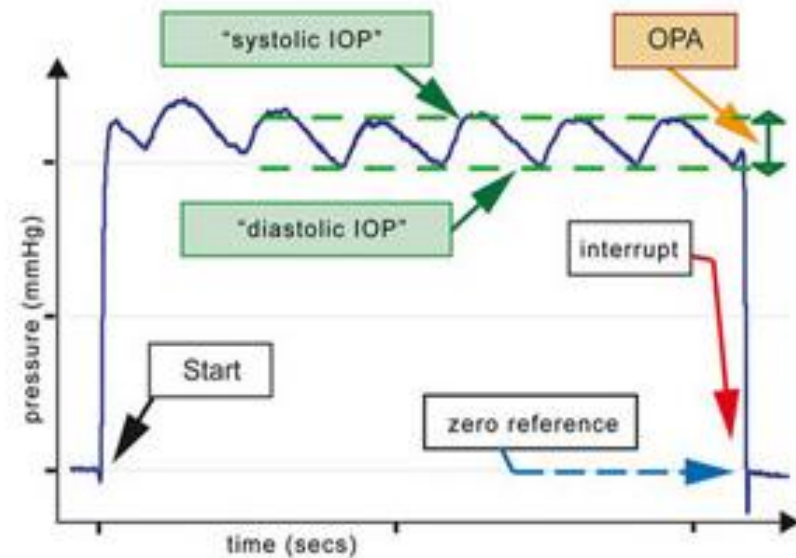
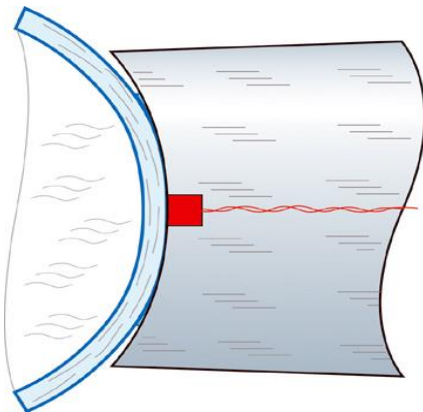
- ✓ **Anestesia córnea**
- ✓ **Portátil**
- ✓ **Conveniente**



Métodos de medição da PIO

• Pascal® Dynamic Contour Tonometer

✓ Introduzido em 2002



Métodos de medição da PIO

• Pascal® Dynamic Contour Tonometer

- ✓ Anestesia córnea
- ✓ Necessários 5 ciclos cardíacos
- ✓ Quality Score deve ser entre 1 e 2



Métodos de medição da PIO

- Icare ®

✓ Anestesia córnea



Métodos de medição da PIO

Tonometria de aplanção de Goldmann é o

GOLD STANDARD



“Terminology and Guidelines for Glaucoma - European Glaucoma Society, 3rd Edition, 2008”

Métodos de medição da PIO

Tonometria de aplanção de Goldmann é afectada pelo estado da córnea

CORNEA STATUS	IOP READING	
	Erroneously high	Erroneously low
Thinner		+
Thicker	+	
Edema		+
Increased power	1mmHg/3 dioptries	
Decreased power		1mmHg/3 dioptries
Astigmatism with the rule*		1mmHg/4 dioptries
Astigmatism against the rule*	1mmHg/4 dioptries	
Astigmatism irregular	+/-	+/-
Tear film too abundant		+
Tear film insufficient	+	
Corneal Refractive surgery**		
Lamellar cut		+
Radial keratotomy		+
Surface excimer laser (PRK) MYOPIC		++
Intrastromal excimer laser (LASIK) MYOPIC		++

“Terminology and Guidelines for Glaucoma - European Glaucoma Society, 3rd Edition, 2008”

Métodos de medição da PIO

Estudos populacionais comparativos entre GAT, ORA e DCT

	Mean	SD	<i>P</i> value ^a
Age (years)	55.38	18.51	
GAT (mmHg)	14.88	3.69	
ORAg (mmHg)	16.47	4.40	
ORAcc (mmHg)	17.55	4.59	
DCT (mmHg)	16.66	3.99	
CCT (μm)	560.56	41.37	
CRF	10.22	1.97	
CH	9.69	1.84	
GAT-ORAg (mmHg)	-1.59	3.28	<0.0001
GAT-ORAcc (mmHg)	-2.67	3.66	<0.0001
GAT-DCT (mmHg)	-1.77	2.96	<0.0001
ORAcc-DCT (mmHg)	0.90	3.55	0.009
ORAg-DCT (mmHg)	-0.18	3.51	0.63

Total Cohort (n = 100; Normal Volunteers, n = 31; Glaucoma/Suspects, n = 69)			
	Mean	Standard Deviation	Range
Left eye (no.)	50		
Male gender (no.)	62		
Age (yrs)	52.2	17.9	22.0–89.1
Axial length (mm)	24.7	1.7	21.6–30.4
Average keratometry (mm)	7.8	0.3	7.0–8.6
Corneal astigmatism (diopters)	0.8	0.5	0.0–3.3
CCT (μm)	553	39	467–668
GAT (mmHg)			
Observer 1	15.9	5.0	7.5–33.5
Observers 2 and 3	16.4	5.4	7.0–36.0
DCT (mmHg)			
Observer 1	18.2	4.5	9.7–32.2
Observers 2 and 3	18.4	4.5	10.6–34.1
ORA IOPcc (mmHg)			
Observer 1	18.3	4.7	9.4–32.6
Observers 2 and 3	18.6	4.8	9.7–33.1

“Charlotte Renier et al. (2010) Comparison of ocular response analyzer, dynamic contour tonometer and Goldmann applanation tonometer. *Int Ophthalmol* (2010) 30:651-659”

“Achal Kotecha et al. (2010) Intraocular Pressure Measurement Precision with the Goldmann Applanation, Dynamic Contour, and Ocular Response Analyzer Tonometers *American Academy of Ophthalmology* (2010) 30:651-659”

Métodos de medição da PIO

Comparação entre GAT, Tonopen e NCT

Study	Tono-Pen	NCT	NCT type
This study	+0.6 (6.5)**	+ 0.7 (4.8)‡	Canon TX-10
Thorburn, 1978 ¹⁴			
Bandyopadhyay <i>et al</i> , 2002 ¹⁵	-1.0 (4.5)**		
Iester <i>et al</i> , 2001 ¹⁰	+0.2 (6.3) **†		
Bafa <i>et al</i> , 2001 ⁹	-0.6 (8.3)**		
Midelfart and Wigers, 1994 ²⁸	+2.4 (4.6)***		
Geyer <i>et al</i> , 1992 ⁵	+3.9 (6.5)*		
Frenkel <i>et al</i> , 1988 ¹⁸	+0.8 (6.1)*†		
Minckler <i>et al</i> , 1987 ²⁷	+1.7 (6.1)*		
Kao <i>et al</i> , 1987 ¹⁷	-0.5 (7.4)*†		
Jorge <i>et al</i> , 2003 ²¹		-0.1 (3.3)	Reichert AT550
Jorge <i>et al</i> , 2002 ¹²		-0.1 (2.2) +0.9 (2.5)	Reichert AT550 Reichert XpertP
Popovich and Shields, 1997 ⁷		+0.6 (4.5)	Reichert XPERT
Hansen, 1995 ⁸		+0.9 (4.9)	Reichert XPERT
Kretz and Demailly, 1992 ²³		+0.1 (2.9)	Reichert XPERT
Hollo <i>et al</i> , 1992 ²⁸		-3.9 (5.7)	Reichert XPERT
Myers <i>et al</i> , 1990 ²⁹		-0.7 (5.3)	Reichert XPERT
Parker <i>et al</i> , 2001 ¹¹		-0.5 (2.2)	Keeler Pulsair 3000
Mackie <i>et al</i> , 1996 ²²		-1.0 (7.1)	Keeler Pulsair 2000

“P-A Tonnu *et al*. (2005) A comparison of four methods of tonometry: method agreement and interobserver variability *Br J Ophthalmol*. 2005 July; 89(7): 847-850”

Métodos de medição da PIO

Coeficientes de repetibilidade entre diferentes tonômetros

Table 1. Repeatability coefficients for various tonometers

	Repeatability coefficient
Goldmann applanation tomometry ³⁰	2.2 to 2.5 mmHg
Dynamic Contour Tonometry ³¹	2.6 to 3.2 mmHg
Non-contact tonometry ³⁰	3.2 mmHg
Ocular Blood Flow Tonography ³⁰	3.7 mmHg
TonoPen ³⁰	4.3 mmHg

“Intraocular Pressure - World Glaucoma Association, Consensus Series 4, Kugler Publications, 2007”

Table 2. Repeatability of Measurement Techniques

Method (n = 100)	Observer 1	Observers 2 and 3
GAT (mmHg)	2.2	2.3
DCT (mmHg)	1.8	2.0
ORA IOPcc (mmHg)	4.4	4.3

“Aachal Kotecha et al. (2010) Intraocular Pressure Measurement Precision with the Goldmann Applanation, Dynamic Contour, and Ocular Response Analyzer Tonometers American Academy of Ophthalmology (2010) 30:651-659”

Métodos de medição da PIO

Diferenças da PIO interobservador

Table 5. Variance and F Statistic Examining the Spread of Interobserver Intraocular Pressure Differences for Each Tonometer

Tonometer	Variance of Interobserver Intraocular Pressure Differences	
GAT	4.83	
DCT	1.98	
ORA IOPcc	3.99	
Comparison	F Test	P Value
GAT vs. DCT	2.43	< 0.001
DCT vs. ORA IOPcc	2.01	0.001
ORA IOPcc vs. GAT	1.21	0.35

“Aachal Kotecha et al. (2010) Intraocular Pressure Measurement Precision with the Goldmann Applanation, Dynamic Contour, and Ocular Response Analyzer Tonometers American Academy of Ophthalmology (2010) 30:651-659”

World Glaucoma Association

Intraocular Pressure



**Robert N. Weinreb, James D. Brandt,
David Garway-Heath and Felipe Medeiros**

Consensus Series 4



Kugler Publications, The Hague, The Netherlands

Consensus Points

- ✓ **Em média, uma maior CCT resulta numa sobrestimação da PIO medida pelo GAT**
- ✓ **Comparativamente ao GAT, a CCT tem um menor efeito na PIO medida por DCT e ORA e um maior efeito na PIO medida por NCT e tonometria “Rebound”**
- ✓ **O GAT deve ser calibrado 2 vezes por ano**
- ✓ **DCT e ORA podem ser menos sensíveis a mudanças na biomecânica corneana após cirurgia queratofractiva do que o GAT**

Bibliografia

- ✓ JoAnn A. Giaconi. *Pearls of Glaucoma Management*, Springer, 2010
- ✓ R. Rand Allingham. *Shield's Textbook of Glaucoma*, Lippincott Williams & Wilkins, 5th edition, 2005
- ✓ *Terminology and Guidelines for Glaucoma* – European Glaucoma Society, 3rd Edition, 2008
- ✓ Charlotte Renier et al. (2010) Comparison of ocular response analyzer, dynamic contour tonometer and Goldmann applanation tonometer. *Int Ophthalmol*
- ✓ Aachal Kotecha et al. (2010) Intraocular Pressure Measurement Precision with the Goldmann Applanation, Dynamic Contour, and Ocular Response Analyzer Tonometers *American Academy of Ophthalmology*
- ✓ P-A Tonnu et al. (2005) A comparison of four methods of tonometry: method agreement and interobserver variability *Br J Ophthalmol*. 2005 July; 89(7): 847–850
- ✓ *Intraocular Pressure* – World Glaucoma Association, Consensus Series 4, Kugler Publications, 2007

Fim

