

Ocular Response Analyzer

(ارائه شده در گفتگوی علمی گروه اپتومتری روشنا)

حامد نیازمند



گروه اپتومتری روشنا

اوکولار ریسپانس آنالایزر به بررسی خواص بیومکانیکال قرنیه می پردازد. علاوه بر این نوعی تونومتر غیر تماسی هم بحساب میاد.

ابتدا تعریفی از خواص بیومکانیکال قرنیه ارایه بدیم:

قرنیه یک بافت ویسکوالاستیک هست یعنی اینکه موقعی که نیروی بهش وارد میشه، مقداری از اونو در خودش نگه میداره (خاصیت ویسکوز) و مقداری از اون رو مثل یک بافت الاستیک بر می گردونه. قبلا تصور بر این بود که قرنیه فقط الاستیکه یعنی هر چی نیرو بهش وارد بشه تمامش رو برمیگردونه ولی همانگونه که گفتیم قرنیه علاوه بر اینکه میتونه نیروی وارده به خودشو برگرونه مقداری هم در خودش نگه میداره.

اندازه گیری این خصوصیات بیومکانیکال بوسیله اوکولار ریسپانس آنالایزر امکان پذیر هست.

قبلا توی جراحی های انکساری فقط به خصوصیات توپوگرافیک قرنیه توجه میشد مثل ضخامت، انحنا، الویشن قدامی، الویشن خلفی و.... تا اینکه یکی از همکاران اپتومتریستمون گفت اینکه ضخامت استاندارد باشه به تنهایی کافی نیست و باید میزان استقامت این بافت عجیب (قرنیه) هم اندازه گیری بشه و بدونیم که قرنیه چه میزان نیرو قداره در خودش نگهداره و اومدن مشغول ساخت دستگاهی به نام اوکولار ریسپانس آنالایزر شدن. پس حدود یک دهه قبل این خاصیت کشف نشده بود و در جراحیهای ریفراکتیو فقط به خصوصیات توپوگرافیک قرنیه توجه میشد.

حالا ببینیم اوکولار ریسپانس آنالایزر چی داره و چطور کار میکنه و مجموعا با خودش چند چنده!!

اوکولار ریسپانس آنالایزر سیستم ایرپاف داره و از اشعه مادون قرمز هم استفاده میکنه. یک جریان هوای سریع میاد به سطح قرنیه میخوره، قرنیه مسطح میشه، جریان باد ادامه داره، قرنیه فرو میره، جریان باد کم میشه، قرنیه دوباره مسطح میشه، جریان باد تموم میشه و قرنیه حالت گنبدی سابق خودشو پیدا میکنه. از اینجا به بعد باید آنالیز اطلاعات انجام بشه.

پس مکانیسم عمل ORA بصورت زیر است:

جریان باد از سمت دستگاه سطح قرنیه را مسطح میکند، دستگاه مقدار فشار لازم برای مسطح کردن رو اندازه میگیرد. فشار جریان باد کمکان ادامه دارد و بعد از رسیدن به یه پیک دوباره کم میشود و در حال کاهش قرنیه مجدد مسطح میشود. مقدار فشار در لحظه مسطح شدن قرنیه مجدد اندازه گیری میشود. به عبارتی دستگاه با دتیکتورهای که داره مشخص میکنه در دو لحظه ای که قرنیه مسطح بود فشار هوا چقدر بوده.

خوب با یه حساب دو دو تا و محاسبه اختلاف فشار بین دو حالت مسطح میشه فهمید که این قرنیه ما چقدر از فشار رو در خودش نگهداشته. این اختلاف فشار اسمش استقامت دینامیک قرنیه هست و واحدش هم میلیمتر جیوه هست. به عبارتی

بهش میگن **Corneal hysteresis یا همون CH.**

پس با توضیحات داده شده در مورد نحوه و مکانیسم عملکرد دستگاه میشه گفت که ما دو عدد مربوط به مقدار فشار داریم که در زمان مسطح بودن دو بار قرنیه هستش. یک بار مسطح شدن در لحظه افزایش فشار و یک بار مسطح شدن در لحظه کاهش فشار. اختلاف این دو عدد معادل میزان جذب شده توسط قرنیه و یا به عبارتی مقاومت دینامیک قرنیه هست. این CH خیلی خوبه، خیلی مهمه!

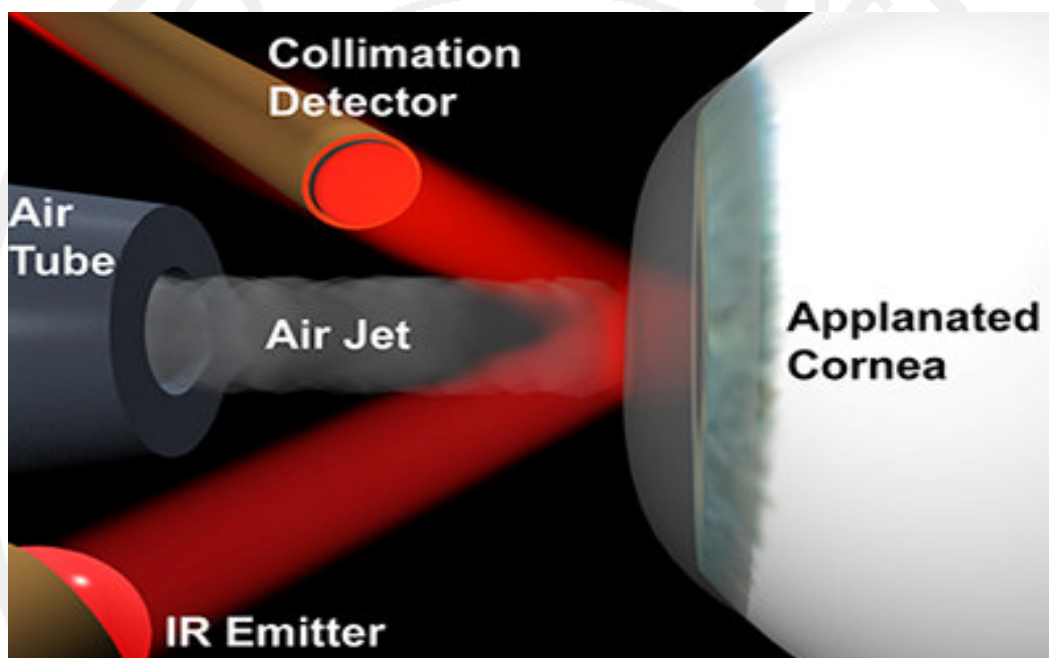
پس واسه CH فرمول میشه:

$$CH = P1 - P2$$

که P1 و P2 فشارهای لحظه مسطح بودن قرنیه هستند.

راستی درجریان هستند که اون اشعه مادون قرمز کجا کاربرد داشت؟ دستگاه از اشعه مادون قرمز برای تعیین مسطح شدگی قرنیه استفاده میکند. خوب دستگاه باید یه جوری بفهمه که قرنیه مسطح شد دیگه. Ir به قرنیه میتابد و دتکتور بازتاب را میگیرد.

یه عکس از دتکتور ببینیم:



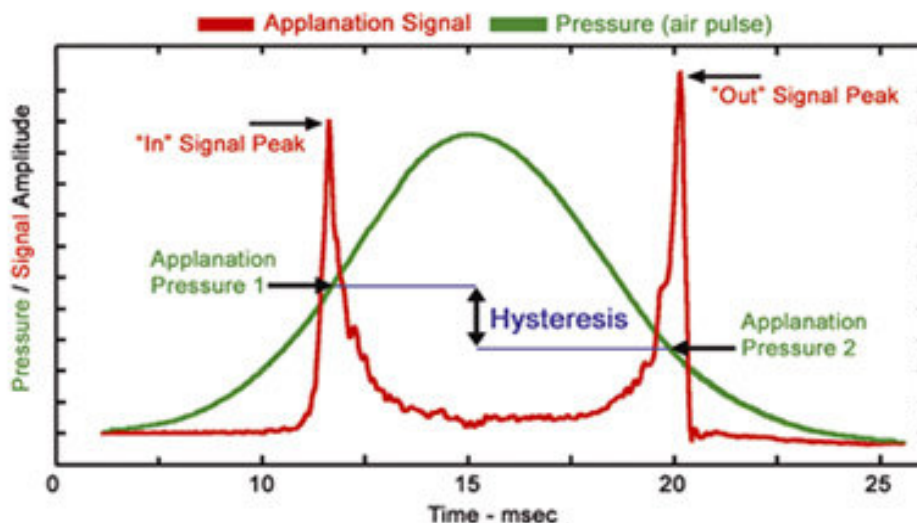
بریم سراغ دیتای دیگه ای که دستگاه اوکولار ریسپانس آنالایزر میده یعنی CRF که اهمیتش یک سطح کمتر از CH هست. چرا کمتر؟ چون CRF تحت تاثیر خصوصیات دیگه قرنیه ای بیشتر قرار میگیره.

CRF (Corneal Resistance Factor):

یعنی مقاومت استاتیک قرنیه؛ درحقیقت فشار لازم برای شکستن حالت گنبدی قرنیه هست و هرچی CRF بالاتر باشه قرنیه دیرتر میشکنه. اون هم واسه خودش فرمولداره

$$CRF = P1 - 0.7P2$$

عکس رو با همدیگه ببینیم:



محور افقی زمان هست. کل این پروسه اندازه گیری در حد چند میلی ثانیه بیشتر نیست.

اون منحنی قرمز که می بینین، جایی که نوشته In Peak Signal، اولین مسطح شدن قرنیه هست. هرچی CRF بیشتر باشه این دیرتر شکل میگیره. Out Peak Signal، دومین مسطح شدن قرنیه هست. فاصله زمانی بین ایندو نشاندهنده چیز خاصی نیست.

سوال: چرا پیک دومی بلندتره؟

اونها فقط میزان پالس دریافتی دتکتور هست و فقط اهمیتشون توی قرنیه های که آسیب پاتولوژیک دیده اند هستش. جایی که اشعه مادون قرمز خوب برگشت نکنه.

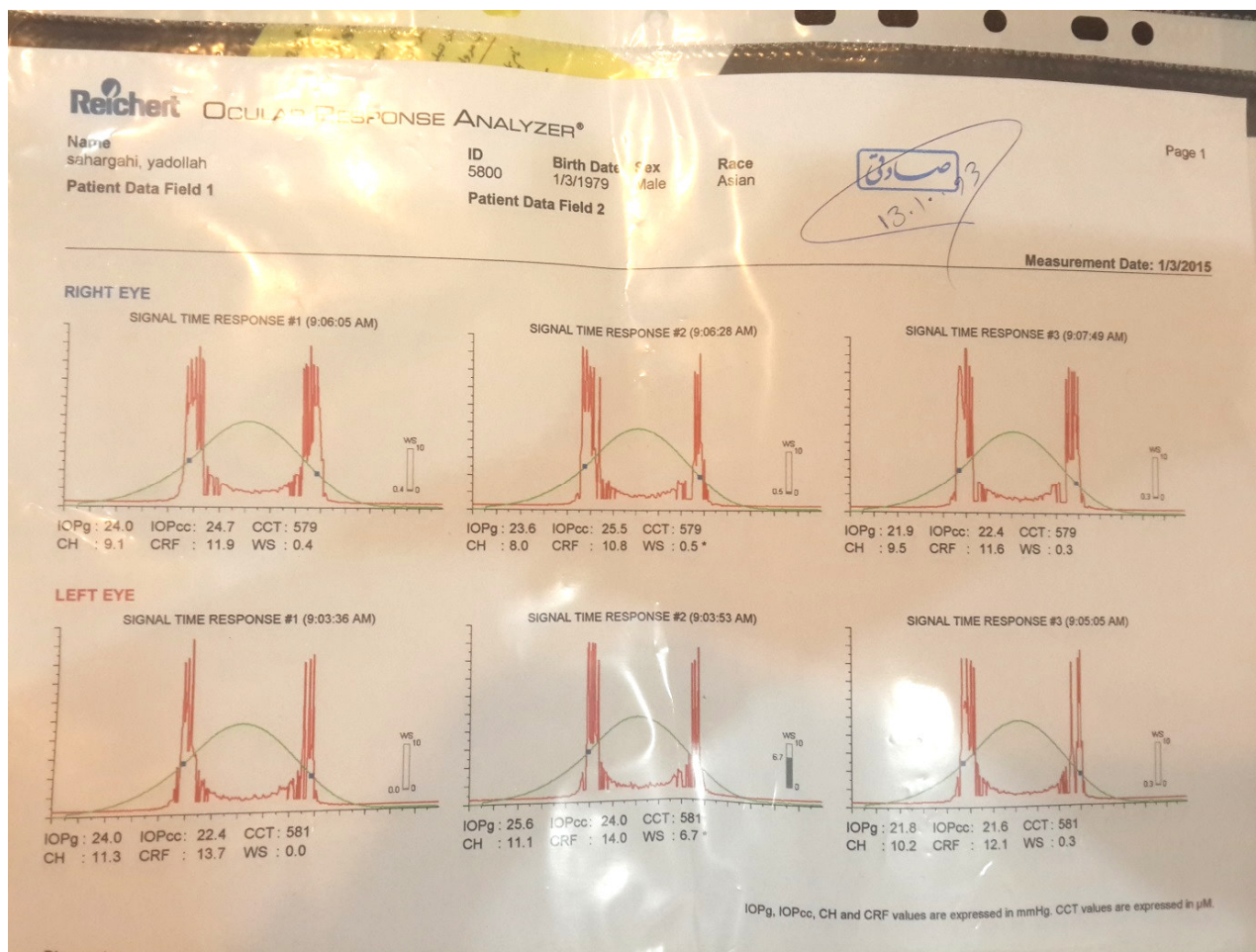
توی نمودار بالا خودش مقدار هیسترسیس رو نشون داده. توی عکس براساس زمان من توضیح میدم دقت کنین:

حدود دوازده میلی ثانیه: قرنیه مسطح شده

حدود پانزده میلی ثانیه: قرنیه رفته به داخل خم شده و فشار باد حداکثره

حدود نوزده میلی ثانیه: قرنیه دوباره مسطح شده چون فشار باد داره کم میشه

چند هفته قبل یکی از همکاران کیس زیر را مطرح کردند که IOP که خودشون گرفته بودن ۱۶ بود درحالی که IOPg اوکولار ریسپانس آنالایزر بیشتر از آن است و لذا عدد ۱۶ در تونومتري حاصل خطای معاینه و کالبره نبودن دستگاه و ... هست.



بریم سراغ سومین فاکتور اندازه گیری شده توسط اوکولار ریسپانس آنالایزر

IOPg یا همون IOPgoldman: معادل فشار داخل چشمی تونومتر گلدمن هست. دستگاه اوکولار ریسپانس آنالایزر فشار معادل فشار گلدمن رو هم میده.

توی تحقیقات مختلف خیلی اختلاف فاحشی بین فشار چشم گلدمن اوکولار ریسپانس آنالایزر با فشار چشم تونومتر وجود نداشته و میتونیم از اوکولار ریسپانس آنالایزر به عنوان تونومتر غیر تماسی هم استفاده کنیم. واحدش هم میلیمتر جیوه هست.

IOPcc یا IOP corneal compensated: فشار داخل چشم اصلاح شده، این فاکتور هم خیلی مهمه.

در این اندازه‌گیری خواص بیومکانیکال قرنیه در نظر گرفته می‌شود و هیچ ارتباطی با ضخامت قرنیه ندارد و قادر است به شکل صحیح تری فشار چشم رد اندازه‌گیری کند. و بیشتر در مواردی مانند قرنیه‌های که ضخامت غیر طبیعی دارند و یا اعمال جراحی ریفراکتیو یا کراتوپلاستی کاربرد دارد.

همیشه ایرادی که به تونومتر گلدمن گرفته می‌شود ضخامت قرنیه هست حتی آستیگمات قرنیه ای هم تونومتر گلدمن رو تحت تاثیر قرار میده. الان کشف شده که استقامت دینامیک قرنیه هم که تاثیر روی فشار چشم تونومتر گلدمن داره. جراحی‌های ریفراکتیو هم زیاد شده که فشار چشم تونومتر گلدمن رو تحت تاثیر قرار میده. پس باید یک دستگاه باشه که همه این فاکتورهای مداخله گر رو بزاره کنار و یک فشار اصلاح شده بده، اون دستگاه چیزی نیست جز اوکولار ریسپانس آنالایزر.

برخلاف تونومتر ایر پاف که قبل از اندازه‌گیری فشار، برای کسانی که عمل کاتاراکت داشتند باید توی منوی دستگاه ضخامت بالاتر را انتخاب کنیم و برای بعد لیزیک ضخامت کمتر، توی تنظیمات اوکولار ریسپانس آنالایزر لازم نیست تغییری بدیم چون فشار داخل چشمی اصلاح شده واسه همین هست که ضخامت مهم نیست.

کاربردش کجاست:

جراحی انکساری

نرمال تنشن گلوکوم

کراتوپلاستی

قرنیه‌های نازک شده

قرنیه‌های بیش از حد ضخیم

کراتوکونوس

آستیگمات‌های بالا

و چندین و چند بیماری دیگه و حتی افراد نرمال

بعلت حذف حذف اثر ضخامت و تمام موارد مداخله گر که بالا یک به یک معرفی شدن، محدوده نرمال تو IOPcc با گلدمن فرق میکنه و معمولاً و در افراد نرمال فشار چشم اصلاح شده کمی بیشتر از گلدمن هست. در تحقیقات فشار داخل چشمی اصلاح شده در افراد نرمال حدود دو میلیمتر بیشتر از فشار گلدمن بود.

یه سوال، گفتیم قرنیه مقداری از فشار رو به خودش جذب میکنه، به نظرتون این جذب فشار زیر سر کدوم قسمت قرنیه هست؟ استروما؟ بله مقصر خودشه. استروما که قسمت اصلی بافت قرنیه هست. شامل دو ماده هست: یکی کلاژن و دیگری پروتیوگلیکان. یه نکته کنکوری هم بگم اونم اینکه کلاژن استروما بیشتر کلاژن نوع یک هست. این پروتیوگلیکان‌ها هم آب کش زیادی دارن. از بحث دور نشیم. کلاژن استروما توی جذب فشار نقش داره.

البته تونومتر گلدمن هنوز هم گلد استاندارد در اسکرینینگ و افراد معمول هست پس تونومترا تون رو نندازید دور! در بیماران و افرادی که قرنیه غیر طبیعی دارن اختلاف فشار چشم اصلاح شده و گلدمن بیشتر خواهد بود.

مقادیر نرمال:

میانگین CH در تحقیقات مختلف به خورده با هم تفاوت داره ولی تقریباً حدود 10.5 هستش. و کمتر بودن CH نشان دهنده کاهش استقامت دینامیک قرنیه خواهد بود. در جریان باشین: CH به سن ربط نداره، به جنس هم ربط نداره، به ریفرکشن هم ربط نداره.

میانگین CRF هم در مقالات مختلف متفاوت و همین محدوده 10.5 اندازه گیری شد.

مقادیر CH و CRF در تحقیقات ها کمی تفاوت داره ولی اکثر اونها حدود 10 تا 10.5 رو نشون میدن. اگه مقادیر بالای ۵.۱۰ باشن، نشانه چیزی هست؟ مقادیر بالاتر، نه فقط ضخامت قرنیه چک بشه.

CH و CRF در اینرمالی های قرنیه کم میشن. مثلاً میانگین CH در یک تحقیق در چشم کراتوکونوس 7.5 بود. یا مثلاً برای افرادی که عمل لیزیک کرده بودن 9.0 بود.

آیا در نازکی قرنیه CH کمتره؟ بله ضخامت کمتر باشه CH هم کمتره و در ضخامت بالاتر تا حدودی بیشتر میشه. البته ارتباط بین ضخامت مرکزی با CH خیلی ارتباط معنی دار قوی نیست. مقالات میگه یک ارتباط Moderate هست نه قوی. در کورته اعتبار دبتای اوکولار ریسپانس آنالایزر میره زیر سوال.

مجموعاً همیشه گفت که میانگین CH در لیزیک شده ها، در کراتوکونوس، در دیستروپی فوکس، در گلوکوم و در نرمال تنشن گلوکوم، کمتر از افراد نرمال هست.

پس یکی از کاربردهای اوکولار ریسپانس آنالایزر در کراتوکونوس، گلوکوم، فشار داخل چشمی لیزیک شده ها، تستهای قبل لیزیک، دیستروپی آندوتال فوکس، و نرمال تنشن گلوکوم هست.

به این دیستروپی فوکس به گریز بزنینم. مکانیسم ایجاد دیستروپی فوکس، که ناشی از اختلال در ایجاد غشا دسمه هست. غشا دسمه قرنیه داره توسط آندوتلیوم تولید میشه، به عبارتی ترشح میشه. حالا توی دیستروپی فوکس این مرحله دچار اختلال میشه.

دقت شود که اگر CH کم باشد فشار اندازه گیری شده توسط تونومتر گلدمن کمتر از حد واقعی بدست می آید. یعنی اگر فشار رو اندازه بگیریم با گلدمن بشه 16 میلیمتر جیوه، و CH بجای ۱۰، شش بوده باشه، میزان واقعی به نظرتون چند بوده؟ میزان واقعی بالاتر بوده. مثلاً ۲۰ میلیمتر جیوه.

یه تحقیق جالب بگم، قبل لیزیک افراد CH حدود 10.8 داشتن، سه ماه بعد لیزیک شده بود 9.3، CRF قبل لیزیکشون 10.00 بود، بعد لیزیک شده بود 8.2، اینها مقالاتی هستن که میتونن معاینه شونده رو قانع کنن که بعد لیزیک استقامت چشم کم میشه. در مورد کاتاراکت هم یکی دو تا مقاله دیدم که این پارامترها بعد از عمل کاتاراکت تغییر خفیف میکنه، ولی خیلی مهم نبوده.

WS یا Waveform Score:

مربوط به سیگنال هست و باید بالاترین ws در بین چند بار اندازه گیری شده، در نظر گرفته بشه. تحت عنوان Best score value یا BSV. که خود دستگاه با ستاره مشخصش میکنه.

رنج معمول برای ws بالای 0.7. اگر اشتباه نکنم بهترین، ولی معمولاً کسب نمیشه.

کیسی که قبلاً در گروه مطرح شده بود رو یه بار دیگه با هم ببینیم:

بیمار آقای ۳۶ ساله جهت چک آپ و درد گهگاهی خفیف اطراف چشم؛

VA: 10/10

VAcc

OD: 60 x 0.25 = 10/12

OS: 120 x 0.25 = 10/12

OU: Biomicroscopy. AC Deep

Not reaction/PRLR/Clear media

Symetric 0.7 disc/Cup

IOP: 16 / OU

عکس ها رو ببینیم:

گروه اپتومتری روشنا

NAME

JAN_03_2015 PM 04:49

NO:0240

VD : 12.00

CYL : (-)

<R>	S	C	A
19	+ 0.37	-0.37	62
19	+ 0.37	-0.37	60
19	+ 0.50	-0.50	69

* + 0.37 -0.37 62

S.E. +0.12

<L>	S	C	A
19	+ 0.50	-0.37	120
18	+ 0.50	-0.37	126
18	+ 0.62	-0.62	123

1/1979

Examination 1 of 1/3/10
Analysis 6, standardized
Biometry

Time: 2:26 PM
Duration: 1 Min

OD

Right eye

OS

Left eye

Measuring mode	Mode	Phakic	Phakic
Axial length	AL	24.15 mm	24.11 mm
Cornea thickness	CCT	579 μ m	581 μ m
Aqueous depth	AD	2.69 mm	2.63 mm
Lens thickness	LT	4.01 mm	4.07 mm
Retina thickness	RT	200** μ m	200** μ m
Flat meridian	K1	40.96 D @ 6°	40.89 D @ 0°
Steep meridian	K2	41.77 D @ 96°	41.54 D @ 90°
Astigmatism	AST	-0.81 D @ 6°	-0.65 D @ 0°
Keratometric index	n	1.3375	1.3375
White to White	WTW	 12.07 mm	---
Iris barycenter	IC	 -0.14 / -0.14 mm	---
Pupil diameter	PD	 5.19 mm	---
Pupil barycenter	PC	 -0.06 / -0.08 mm	---

* Value user-defined
** System constant
 Significant difference between OD and OS
 see detail printout
n Analysis

LENSTAR
LS 900*

EyeSuite™ Biometry, V1.4.0
LS 900, SN 592, V 1.1.0

HS HAAG-STREIT
INTERNATIONAL

DARMANGAH MOTAHARI

Patient: sahrgaei, yadolah

DOB: 01-jan-1979

Examination: 20 Mar 2014

Pat-ID: —

Gender: male

Ethnicity: (Caucasian)

Quality: Very good (SD 12 μ m)

Focus: 1.00 dpt

Operator: ESLAMI

Initial Report

Quality: Very good (SD 18 μ m)

Focus: 1.00 dpt

Operator: ESLAMI

Disc Size: 2.08 mm² (average)

OD

OS

Disc Size: 2.18 mm² (average)

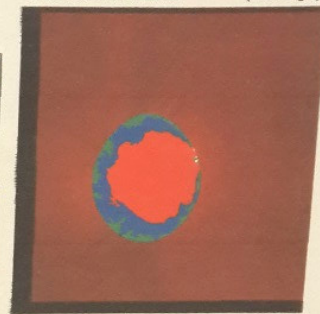
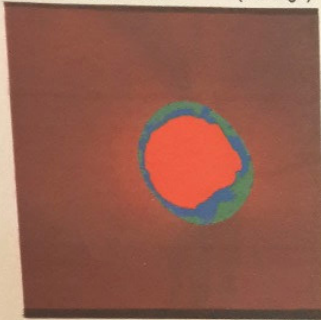
CUP

Linear Cup/Disc Ratio []

0.77	Asymmetry ✓ 0.01	0.76
p = 0.02	p = 0.35	p = 0.02

Cup Shape Measure []

0.03	Asymmetry ✓ 0.09	-0.06
p < 0.001	p = 0.07	p = 0.01



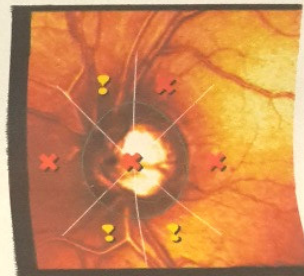
RIM

Rim Area [mm²]

0.83	Asymmetry ✓ -0.08	0.91
p < 0.001	p = 0.34	p < 0.001

Rim Volume [mm³]

0.15	Asymmetry ✓ -0.01	0.16
p < 0.001	p = 0.35	p < 0.001



MRA: Outside normal limits

MRA: Outside normal limits

RNFL

Height Variation Contour [mm]

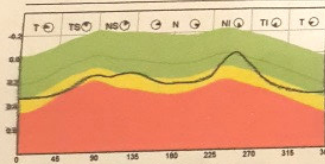
0.36	Asymmetry ✓ -0.09	0.45
p > 0.5	p = 0.07	p > 0.5

Mean RNFL Thickness [mm]

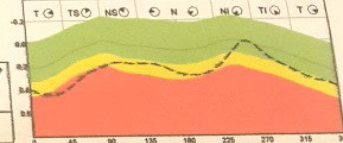
0.17	Asymmetry ✓ -0.01	0.18
p = 0.11	p = 0.3	p = 0.13

Inter-Eye Asymmetry

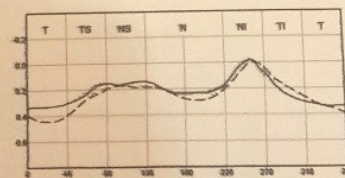
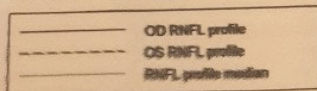
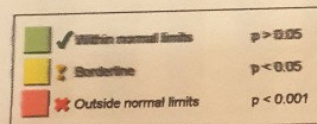
8 %



RNFL Profile



RNFL Profile



Combined RNFL Profile

Comments:

در حد نرمال است
در حد نرمال است
در حد نرمال است

Signature:

Date: 23-03-2014

DARMANGAH MOTAHARI

Patient: sahrgaei, yadolah

DOB: 01-jan-1979

Examination: 26-mar-2014

Pat-ID: —

Gender: male

Ethnicity: (Caucasian)

Quality: Very good (SD 12 μm)

Initial Report

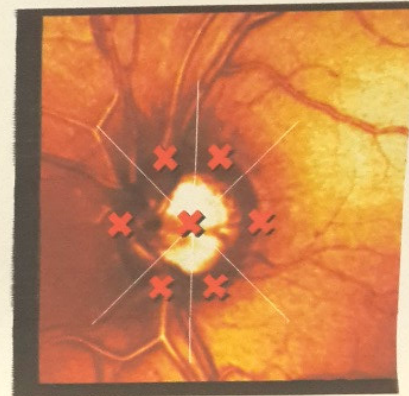
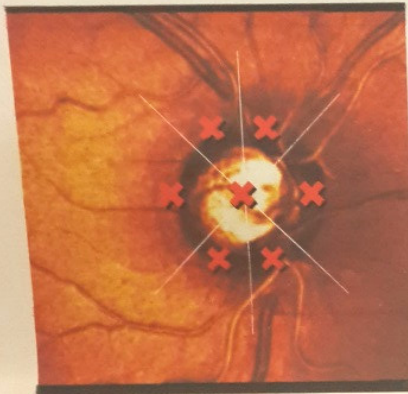
Quality: Very good (SD 18 μm)

Focus: 1.00 dpt

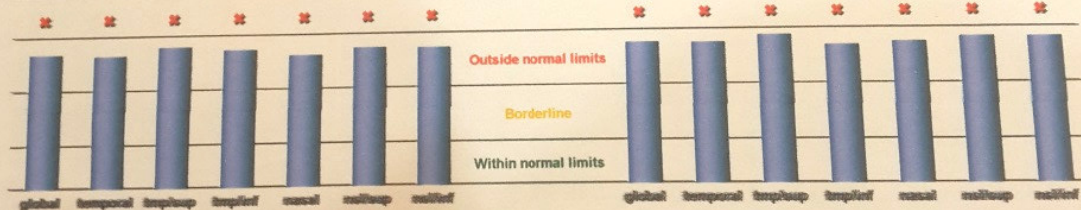
Focus: 1.00 dpt

Operator: ESLAMI

Operator: ESLAMI

OD**OS****Glaucoma Probability Score (GPS)**

global	temporal	tempup	tempinf	nasal	nasup	nasinf	Parameter	global	temporal	tempup	tempinf	nasal	nasup	nasinf
0.86	0.87	0.93	0.90	0.86	0.91	0.90	Glaucoma prob.	0.92	0.91	0.95	0.89	0.91	0.94	0.94
-0.59	-0.86	-0.59	-0.50	-0.50	-0.81	-0.83	Rise steepness	-0.38	-0.47	-0.20	-0.53	-0.19	-0.13	-0.89
0.80	0.21	0.11	0.12	0.23	0.10	0.09	Cap:rise [mm ²]	0.95	0.22	0.14	0.12	0.25	0.12	0.09
0.78	—	—	—	—	—	—	Cap:depth [mm]	0.61	—	—	—	—	—	—
-0.07	—	—	—	—	—	—	H. RNFL curv.	-0.09	—	—	—	—	—	—
-0.17	—	—	—	—	—	—	V. RNFL curv.	-0.17	—	—	—	—	—	—



Glaucoma Probability Score Classification:

Outside normal limits

Glaucoma Probability Score Classification:

Outside normal limits

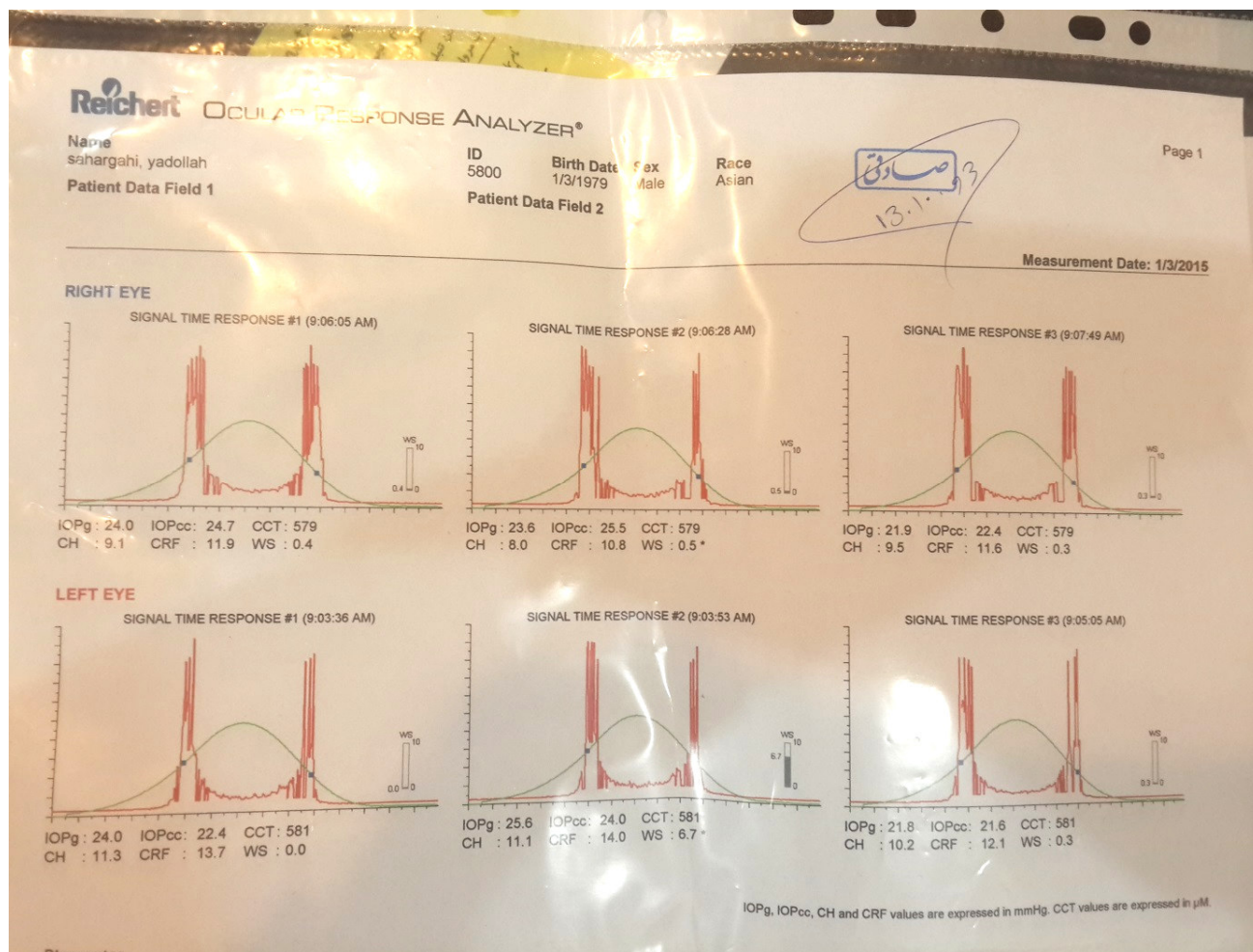
✓	Within normal limits
?	Borderline
✗	Outside normal limits

Comments:

Signature:

Date: 23-03-2014

Software Version: 3.1.201306
www.HeidelbergEngineering.com**ESLAMI JAMSHID**



ایشون فشار بیمار رو 16 گرفته بودن. با گلدمن ولی مریض CH پایین داشته و فشار واقعی 22 بود. تستهای فاندوس هم خطا رو نشون میدادن.

از اعداد سه دفعه تصویر برداری میانگین می گیریم. البته خود دستگاه هم توی یه جدول جداگونه میانگین رو میده.

گروه اپتومتری روشنا