



## **Il nuovo algoritmo SITA-SWAP nella diagnosi di neuropatia ottica glaucomatosa**

Laura Bossolesi, Sara Lombardo, Marco Bordin, Marta Raimondi, Sara Lanteri,  
Mauro Colombo, Giovanni Milano

*Clinica Oculistica, Università degli Studi di Pavia, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italia*

---

### ***Il nuovo algoritmo SITA-SWAP nella diagnosi di neuropatia ottica glaucomatosa***

**Scopo:** verificare le caratteristiche della perimetria automatizzata a corta lunghezza d'onda con algoritmo SITA-Standard (SITA-SWAP) rispetto al precedente algoritmo a soglia piena (SWAP-FT) e alla perimetria automatizzata standard con algoritmo SITA-Standard (SITA-SAP).

**Materiali e metodi:** sono stati selezionati 25 occhi di 13 pazienti afferenti all'ambulatorio glaucoma della Clinica Oculistica dell'Università di Pavia con glaucoma iniziale o sospetto e con una precedente e prolungata esperienza di perimetria automatizzata. I pazienti si sono sottoposti a completa visita oculistica, polarimetria laser dello strato delle fibre nervose retiniche (RNFL) con compensazione corneale variabile (GDx-VCC), tomografia a scansione laser della papilla ottica (ONH) con HRT-II, SITA-SWAP e SITA-SAP. Nei pazienti con esperienza di SWAP-FT si è anche preso in considerazione l'ultimo esame eseguito nei 2-6 anni prima. I pazienti sono stati inoltre sottoposti a questionario per evidenziare il giudizio personale relativo alle difficoltà, ai disturbi soggettivi e al gradimento dei 3 esami perimetrici a confronto. Dei 3 esami perimetrici si sono considerati gli indici perimetrici globali, difetto medio (MD) e deviazione standard dal modello (PSD), che corrisponde alla deviazione standard dal modello corretta (CPSD) dell'algoritmo SWAP-FT, e la durata dell'esame. Il confronto degli indici perimetrici e della durata dell'esame di SITA-SWAP con il precedente SWAP-FT e successivamente con SITA-SAP è stato realizzato applicando il test t di Student per dati appaiati.

**Risultati:** l'unico confronto non statisticamente significativo è quello relativo all'indice MD nei due test blu su giallo. SITA-SWAP evidenzia un valore di MD significativamente più elevato di SITA-SAP e un valore di PSD significativamente più elevato di entrambi gli altri algoritmi testati. La durata dell'esame con SITA-SWAP è più breve di circa il 20% di SITA-SAP e di addirittura il 70% di SWAP-FT. L'analisi dei questionari ha confermato la minore durata di SITA-SWAP sia rispetto a SWAP-FT, percepita in tutti i soggetti, sia rispetto a SITA-SAP, percepita solo dai pazienti esperti; ne consegue maggiore attenzione, minore affaticamento e minori disturbi soggettivi.

**Conclusioni:** SITA-SWAP è un esame perimetrico rapido, gradito ai pazienti, di facile esecuzione e probabilmente in grado di mettere in evidenza difetti glaucomatosi iniziali nonostante sia influenzato in modo rilevante dalla non perfetta trasparenza dei mezzi.

### ***The new SITA-SWAP algorithm in the diagnosis of glaucomatous optic neuropathy***

*Purpose:* to verify the characteristics of short-wavelength automated perimetry with SITA-Standard algorithm (SITA-SWAP) in comparison with previous Full Threshold algorithm (SWAP-FT) and with standard automated perimetry with SITA-Standard algorithm (SITA-SAP).

*Methods:* 25 eyes of 13 patients with early or suspected glaucoma and a previous and protracted experience of automated perimetry were included and screened by the glaucoma unit of the University Eye Clinic of Pavia (Italy). Patients were submitted to complete ophthalmic examination, scanning laser polarimetry of retinal nerve fiber layer (RNFL) with variable corneal compensation (GDx-VCC), scanning laser tomography of optic nerve head (ONH) with HRT-II, SITA-SWAP e SITA-SAP. In patients with experience of SWAP-FT the last examination carried out in the previous 2-6 years was also taken into account. Patients were also subjected to a questionnaire in order to highlight personal opinion concerning difficulties, subjective problems and satisfaction about the three perimetric tests in comparison. Perimetric global indices, mean defect (MD) and pattern standard deviation (PSD), which is corrected pattern standard deviation (CPSD) of SWAP-FT, and the duration of the examination were considered for each exam. The comparison of perimetric indices and duration of the examination of SITA-SWAP with the previous SWAP-FT and then with SITA-SAP was made using paired Student's t-test.

*Results:* the only not statistically significant comparison is about MD index in the two blue-on-yellow perimetries. SITA-SWAP shows a significantly higher value of MD than SITA-SAP and a significantly higher value of PSD than both the other tested algorithms. The duration of the examination with SITA-SWAP is shorter by about 20% than SITA-SAP and even by 70% than SWAP-FT. The analysis of the questionnaires confirms the shorter duration of SITA-SWAP than both SWAP-FT, perceived by all the patients, and SITA-SAP, perceived only by the expert patients. The result is more attention, less fatigue and subjective problems.

*Conclusions:* SITA-SWAP is rapid, more acceptable and easy to perform. SITA SWAP is probably able to highlight early glaucomatous defects although it is significantly influenced by the imperfect transparency of the dioptric media.

---

## **Introduzione**

Il glaucoma è una neuropatia ottica caratterizzata da una perdita progressiva delle cellule ganglionari retiniche (RGC) e dei loro assoni. Come conseguenza si ha una riduzione della sensibilità luminosa differenziale e tipiche alterazioni morfologiche della testa del nervo ottico (ONH) e dello strato delle fibre nervose retiniche (RNFL) [1-2]. Le fibre e le cellule gangliari più precocemente colpite dal danno glaucomatoso sono quelle di calibro maggiore [3-5]. Queste cellule potrebbero essere costituite sia dagli elementi M magnocellulari, sensibili al contrasto, sia dagli elementi P parvocellulari, di calibro maggiore, sensibili al blu [6] (da distinguere dagli elementi P parvocellulari di calibro minore, sensibili al rosso ed al verde). La perimetria automatizzata è probabilmente l'esame clinico più affidabile per la diagnosi della malattia glaucomatosa. Tuttavia è noto che è poco sensibile in quanto riesce a rilevare un danno glaucomatoso quando la malattia è in corso da tempo ed ha già portato alla perdita irreversibile di un consistente contingente di cellule [5-8].

Si è così predisposto un metodo di esame perimetrico automatizzato adatto a stimolare selettivamente la risposta di cellule retiche M e/o P di calibro maggiore, sensibili alle corte lunghezze d'onda: si tratta della perimetria blu su giallo a corta lunghezza d'onda o SWAP (*Short-Wavelength Automated Perimetry* o perimetria automatizzata a corta lunghezza d'onda). La strategia di esame prevede la presentazione di uno stimolo blu (lunghezza d'onda di 440 nm), di dimensione V di Goldman e durata di 200 msec, su un fondo giallo di intensità elevata (100 cd/mq). Lo stimolo blu di dimensione elevata è necessario per evocare la risposta dei coni S, che fanno capo alle cellule P parvocellulari di calibro maggiore e hanno un picco di sensibilità proprio a 440 nm. L'elevata luminanza del fondo ed il suo colore giallo sono necessari per saturare le risposte dei coni del rosso e del verde e dei bastoncelli.

La perimetria SWAP si è dimostrata in grado di diagnosticare la malattia glaucomatosa anche anni prima della perimetria automatizzata standard (SAP) bianco su bianco [9-12].

Questo può dipendere sia da un precoce coinvolgimento nella neuropatia glaucomatosa delle cellule ganglionari stimolate sia dal fatto che i coni S sono rari elementi scarsamente ridondanti (ridotta sovrapposizione tra campi recettoriali) la cui perdita, anche se limitata a pochi elementi, lascia aree del campo visivo cieche alla luce blu evidenziabili con un adeguato test perimetrico. I pattern di stimolazione disponibili sono 30-2, 24-2, 10-2 e gli algoritmi che possono essere utilizzati sono di soglia piena 4-2 (SWAP-FT o SWAP *Full Threshold*) o SITA (*Swedish Interactive Threshold Algorithm*).

SWAP-FT è una metodologia d'esame per il perimetro Humphrey la cui lunga durata, la difficoltà nella percezione dello stimolo blu, la notevole influenza dalla trasparenza dei mezzi diottrici, il ridotto range dinamico degli stimoli, l'elevata fluttuazione hanno reso questo esame di difficile applicazione clinica. Inoltre è un sistema scarsamente ridondante con una maggiore fluttuazione dei valori soglia normali che risultano essere più bassi dando quindi una scala dei grigi più scura e una difficoltà maggiore nella definizione di normalità e anormalità [12]. I limiti di SWAP-FT sono diventati particolarmente evidenti quando è stato introdotto l'algoritmo SITA per SAP, una strategia rapida, interattiva, di facile esecuzione, di elevata riproducibilità, precisa nella determinazione della soglia [12-13]. Si è pertanto studiato l'adattamento dell'algoritmo SITA alla perimetria SWAP [14-15].

Dagli studi compiuti si è ottenuto il nuovo algoritmo SITA-SWAP che sperimentalmente ha mostrato rispetto al precedente algoritmo SWAP-FT una minore durata (3.6 min contro 11.8 min), una maggiore sensibilità (in media >4 dB), un *range* dinamico più ampio, una scala dei grigi meno scura e una minore variabilità [15].

SITA-SWAP rappresenta uno strumento prezioso per la gestione dei casi in cui si sospetti la presenza di glaucoma. SWAP è un test con caratteristiche migliori rispetto alla perimetria bianco su bianco per individuare la perdita di campo visivo in fase iniziale dovuta al glaucoma e per monitorare modifiche in fase iniziale, prima del presentarsi di difetti bianco su bianco [16-18]. Dal punto di vista applicativo il nuovo SITA SWAP potrebbe essere in grado di rilevare difetti precoci del campo visivo in tempi più brevi dalla loro comparsa rispetto al tradizionale metodo bianco su bianco. Applicando al SITA SWAP gli stessi parametri dell'analizzatore di campo Humphrey, esso riduce i tempi di analisi di circa il 70% rispetto al vecchio algoritmo *Full Threshold* SWAP, eliminando così i lunghi tempi di esecuzione e il grosso impegno da parte dei pazienti che hanno impedito, finora, un utilizzo clinico diffuso [14-15].

## Scopo del lavoro

Scopo dello studio è di verificare le caratteristiche del metodo di esame SITA-SWAP in confronto con gli algoritmi SITA-SAP e SWAP-FT.

## Materiali e metodi

Il presente studio è stato condotto seguendo la Dichiarazione di Helsinki ed è stato ottenuto il consenso informato da ogni paziente. Tra i pazienti seguiti dall'Ambulatorio Glaucoma della Clinica Oculistica dell'Università di Pavia, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, si sono selezionati 25 occhi di 13 pazienti (età media:  $63.77 \pm 7.21$ , M/F: 6/7) con glaucoma iniziale o sospetto e con una precedente e prolungata esperienza di perimetria automatizzata. La diagnosi è stata posta dopo una completa visita oculistica comprendente esame obiettivo completo, tonometria ad appianazione secondo Goldmann, pachimetria ad ultrasuoni, polarimetria laser dello strato delle fibre nervose retiniche (RNFL)

con GDx-VCC, tomografia a scansione laser della papilla ottica con HRT-II e perimetria automatizzata standard (SAP) con algoritmo SITA-Standard e programma 24-2 del perimetro HFA-750 (Humphrey-Zeiss, Dublin, CA, USA). La presenza di un difetto perimetrico definibile come precoce secondo la classificazione di Hodapp [19] oppure la presenza di un'alterazione statisticamente significativa con GDx-VCC e/o con HRT-II ma con CV nella norma, hanno permesso la diagnosi di glaucoma precoce o sospetto.

I pazienti si sono sottoposti quindi a perimetria SWAP con algoritmo SITA-Standard e programma 24-2. Applicando il test t di Student per dati appaiati si sono confrontati gli indici perimetrici MD (*Mean Defect*) e PSD (*Pattern Standard Deviation*) e la durata dell'esame tra test SITA-Standard bianco su bianco (SAP) e blu su giallo (SWAP). Nei pazienti che già in passato avevano eseguito l'esame SWAP con strategia soglia piena (FT) si sono confrontati durata ed indici perimetrici MD e PSD di SITA-SWAP con i corrispondenti dati di SWAP-FT. Si noti che il corrispondente indice di PSD dato dall'algoritmo SITA è l'indice CPSD (*Corrected Pattern Standard Deviation*) dell'algoritmo FT. Naturalmente l'esame SWAP-FT considerato era l'ultimo 24-2 eseguito dal paziente circa 2-6 anni prima. Nei pazienti con una precedente esperienza di SWAP-FT si è anche proposto un questionario per mettere in evidenza il giudizio personale di ciascun paziente relativo alle difficoltà, ai disturbi soggettivi ed al gradimento di SITA-SWAP rispetto a SWAP-FT.

## Risultati

I risultati dei diversi esami perimetrici sono riportati in tabella 1.

Applicando il test t di Student per dati appaiati si sono confrontati gli indici perimetrici MD (*Mean Defect*) e PSD (*Pattern Standard Deviation*) e la durata dell'esame del test SITA-SWAP blu su giallo con quelli di SITA-Standard bianco su bianco (SAP) e successivamente con quelli di SITA-FT blu su giallo, nei pazienti in cui era stato eseguito negli anni precedenti (Tabelle 2-4). Si deve rilevare come l'unico confronto non statisticamente significativo sia quello relativo all'indice MD nei due test blu su giallo. SITA-SWAP evidenzia invece MD significativamente più elevato di SITA-SAP. SITA-SWAP evidenzia un valore di PSD significativamente più elevato di entrambi gli altri algoritmi testati. La durata dell'esame con SITA-SWAP è più breve di circa il 20% di SITA-SAP e di addirittura il 70% di SWAP-FT.

Vengono anche riportate le tabelle che il paziente doveva compilare e nelle quali doveva esprimere i suoi giudizi personali relativi all'esame SITA-SWAP rispetto a quello precedentemente eseguito con SWAP-FT (Tabella 5) ed a quello con SITA-SAP (Tabella 6).

Il questionario (Tabella 5) ha permesso di constatare che la minor durata dell'esame SITA-SWAP era facilmente percepita da tutti i soggetti. Il più evidente beneficio di un esame più breve era una maggiore facilità a mantenere l'attenzione ed un minore affaticamento nell'esecuzione dell'esame. Ciò consente anche di facilitare in parte la percezione dello stimolo che in realtà è immutato come caratteristiche fisiche rispetto al precedente esame SWAP-FT. L'esame più breve permette anche di ridurre in modo consistente i disturbi irritativi legati ad una fissazione attenta e prolungata spesso associata ad una rarefazione dell'ammiccamento. La durata leggermente inferiore di SITA-SWAP rispetto a SITA-SAP ( $3.56 \pm 0.56$  contro  $5.03 \pm 0.41$ ) è stata chiaramente percepita da pazienti esperti di perimetria (Tabella 6). Effetto benefico è stata una migliore collaborazione nel mantenere l'attenzione e minori disturbi soggettivi. Fisiologico del sistema sensibile alle corte lunghezze d'onda è la maggiore difficoltà di percezione dello stimolo blu rispetto a quello bianco.

## Discussione

La neuropatia ottica glaucomatosa è una perdita cronica, irreversibile e progressiva di cellule ganglionari retiniche e di fibre nervose [1-4] che si può mettere in evidenza con opportuni esami clinici rivolti sia all'analisi morfometrica della testa del nervo ottico e dello strato delle fibre nervose sia allo studio della funzione del nervo ottico con perimetria automatizzata.

Nonostante che la perimetria sia relativamente insensibile perché riesce ad evidenziare un danno quando una percentuale piuttosto consistente di cellule ganglionari retiniche è già stata irreversibilmente persa, tuttavia resta probabilmente il *gold standard* per la diagnosi di malattia glaucomatosa soprattutto perché fornisce informazioni pertinenti al danno visivo clinicamente rilevante ed alla qualità della visione del paziente glaucomatoso [1, 2, 20].

Si è così predisposto un metodo di esame perimetrico automatizzato detto SWAP (*Short-Wavelength Automated Perimetry* o perimetria automatizzata a corta lunghezza d'onda) in grado di stimolare le cellule precocemente coinvolte nella malattia [10-12]. Si è dimostrato che la stimolazione selettiva del sistema retinico sensibile alle corte lunghezze d'onda, i coni S, sia così in grado di fornire segni funzionali precoci di neuropatia ottica glaucomatosa [4, 6, 21]. Con il presente studio si vogliono verificare le caratteristiche obiettive del nuovo esame SITA-SWAP ed anche l'impatto che esso può avere sui pazienti, in particolare su quelli con precedente esperienza di perimetria SWAP-FT.

La principale caratteristica dell'algoritmo SITA è la ridotta durata dell'esame. Si ritiene che l'esame cromatico debba durare circa il 15% in più del corrispondente esame con stimolo bianco: la maggiore difficoltà di trasmissione delle corte lunghezze d'onda attraverso i mezzi, la ridotta acuità visiva dei coni del blu e la maggiore fluttuazione rendono più difficile fissare il valore soglia ed allungano la durata del test [12]. Tuttavia ciò non è confermato utilizzando l'algoritmo SITA-SWAP. Anche SITA-SWAP risulta piuttosto breve ( $3.56 \pm 0.56$ ), prevedibilmente assai più breve di SWAP-FT ( $11.47 \pm 1.12$ ) ma anche di SITA-SAP ( $5.03 \pm 0.41$ ). Si potrebbe supporre che nella elaborazione di SITA-SWAP si sia meglio definito ERF (*Error Related Factor*) [15]. Tale parametro matematico determina la precisione con cui deve essere misurata la soglia nei punti testati. Minore è ERF, più precisa deve essere la soglia, più elevato rischia di essere il numero di stimoli presentati in ciascun punto e più lungo può risultare l'esame e quindi l'impegno cui il paziente è sottoposto. Un esame breve evita l'affaticamento del paziente e favorisce una migliore collaborazione ed una migliore riuscita del test.

Il questionario proposto sembra confermare queste considerazioni; anche se la percezione dello stimolo blu resta comunque fisiologicamente difficile, SITA-SWAP è decisamente più accettato e gradito rispetto a SWAP-FT. I pazienti, esperti e ben allenati ad eseguire esami perimetrici, riescono anche ad avvertire la minore durata rispetto al corrispondente esame acromatico, cosa che sembra avere un impatto molto positivo sull'attenzione e non negativo sui disturbi soggettivi, favorendo così la collaborazione necessaria per un'ottimale riuscita del test.

L'indice perimetrico MD è determinato da una riduzione di sensibilità luminosa diffusa in buona parte del CV (per lo più dovuta a ridotta trasparenza dei mezzi) e/o da un difetto localizzato sufficientemente ampio e profondo da influenzare la sensibilità media di tutto il CV (come nel glaucoma avanzato). L'indice perimetrico PSD (CPSD nell'algoritmo FT) indica la presenza di un difetto localizzato ed è sufficientemente sensibile da essere alterato da perdite di sensibilità luminosa piccole e poco profonde come nel glaucoma iniziale. L'uso combinato dei due indici perimetrici normalmente permette una migliore caratterizzazione del difetto.

I due metodi di esame blu/giallo presentano MD non significativamente diversi, indicando una pesante e non eliminabile dipendenza di questo tipo di stimolazione dall'opacità dei mezzi diottrici. La significativa differenza degli indici perimetrici PSD/CPSD tra SITA-SWAP e SWAP-FT non può essere considerata rilevante perché troppo tempo è passato tra i due esami (2-6 anni) ed i reperti si riferiscono necessariamente a condizioni cliniche modificate nel tempo e quindi non confrontabili. Nel confronto tra algoritmi SITA è evidente una maggiore e significativa deviazione dalla norma degli indici perimetrici di SITA-SWAP rispetto a SITA-SAP. Poiché riteniamo che sia dimostrato che la trasmissione dello stimolo blu è comunque alterata in modo importante dall'opacità dei mezzi inevitabilmente presente in un gruppo di soggetti anziani, si deve considerare MD modificato da fattori indipendenti dalla malattia glaucomatosa.

PSD è probabilmente l'indice globale più indicativo di difetto perimetrico localizzato tipico del glaucoma anche perché non è modificato dalla trasparenza dei mezzi. Il fatto che PSD sia più significativamente deviato anche rispetto a SITA-SAP fa ritenere che SITA-SWAP sia in grado di rilevare i difetti glaucomatosi in modo più efficace e forse più precoce.

Il campione studiato è troppo scarso per poter trarre conclusioni significative ma si può ritenere che per minimizzare l'influenza che l'alterata opacità dei mezzi può avere sui risultati della perimetria SWAP, sia necessario prestare maggiore attenzione alla comparsa dei difetti localizzati tipici della neuropatia glaucomatosa e messi ben in evidenza dall'indice globale PSD/CPSD.

In conclusione i dati raccolti consentono di definire SITA-SWAP un esame perimetrico rapido, gradito ai pazienti, di facile esecuzione e probabilmente in grado di mettere in evidenza difetti glaucomatosi iniziali nonostante sia influenzato in modo rilevante dalla non perfetta trasparenza dei mezzi.

## Tabelle e figure

**Tabella 1. Indici perimetrici globali MD e PSD/CPSD e durata degli esami perimetrici dei diversi algoritmi SITA-SWAP, SITA-SAP e SWAP-FT in ciascuno dei 13 pazienti esaminati (25 occhi). I valori medi di ciascun gruppo sono indicati in fondo alla tabella.**

Pazienti	SITA-SWAP MD	SITA-SWAP PSD	SITA-SWAP durata (min)	SITA-SAP MD	SITA-SAP PSD	SITA-SAP durata (min)	SWAP-FT MD	SWAP-FT CPSD	SWAP-FT durata (min)
1 OD	-3.51	3.62	3.26	-0.43	2.03	5.32	-0.26	1.96	13.33
1 OS	-4.63	2.86	3.39	-1.2	1.22	5.1	-0.4	1.71	12.5
2 OD									
2 OS	-2.02	2.11	3.42	-2.22	1.33	5.34	0.35	1.80	11.13
3 OD	-1.1	2.7	3.11	-1.86	1.54	5.01	1.77	1.51	11.24
3 OS	-0.54	2.55	3.15	-2.08	1.63	5,12	-0.9	0.54	11.21
4 OD	-2.97	2.52	3.43	-1.98	1.21	5.22	-1.58	Spento	10.33
4 OS	-1.12	2.4	3.36	-1.7	1.43	5.35	-2.54	Spento	10
5 OD	-3.68	3.8	3.29	-0.91	1.18	4.34	-1.8	3.78	11.39
5 OS	-4.58	5.12	3.26	-1.5	1.25	4.58	-10.97	2.61	12.19
6 OD	-12.65	4.68	5.16	-1.57	1.91	5.08	-13.17	2.53	11.52
6 OS	-13.25	5.12	4.32	-2.63	1.85	5.4	-2.24	2.05	10.55
7 OD	-6.21	2.83	4.19	-0.32	1.83	5.47	-9.59	4.01	13.07
7 OS	-8.68	5.72	4.26	-3.01	1.83	5.35	3.51	4.81	14.17
8 OD	3.45	2.46	2,57	0.58	1,31	5.09	4.63	0.51	10.17
8 OS	5.04	2.25	3.05	1.41	1,73	5.08	-5.19	1.94	11.26
9 OD	-1.24	2.87	3.07	0.83	2.01	4.3	-5.71	0.74	12.11
9 OS	-3.23	2.97	3.23	1.32	1.54	4.44	-2.42	2.76	11.27
10 OD	-7.15	2.33	3.38	-4.44	1.59	5.04	-3	3.77	11.59
10 OS	-2.81	3.51	3.22	-1.38	1.75	4.48	1.16	2.25	10.03
11 OD	0.11	3.45	3.56	-1.26	1.86	5.47	-1.22	1.89	10.25
11 OS	-1.29	4.4	3.52	-2.69	2.05	5.39		1.59	11.59
12 OD	-0.98	3.66	4.09	-2.78	2.45	5.54			
12 OS	-0.26	2.57	3.56	-1.41	2.15	5.26			
13 OD	-8.68	4.09	4.16	-1.34	2.48	4.37			
13 OS	-3.45	2.63	4.08	-0.17	1.31	4.49			
<i>M±ds</i>	-3.42±4.4	3.33±1.02	3.56±0.56	-1.31±1.4	1.7±0.37	5.03±0.41	-2.27±4.5	2.25±1.17	11.47±1.12

**Tabella 2. Confronto tra MD dei diversi algoritmi (significativo per  $p < 0.05$ ).**

MD	SITA-SWAP: -3.42±4.3	p
SITA-SAP	- 1.31±1.4	0.023
SWAP-FT	- 2.27±4.5	0.408

**Tabella 3. Confronto tra PSD/CPSD dei diversi algoritmi (significativo per  $p < 0.05$ ).**

PSD	SITA-SWAP: 3.33±1.02	p
SITA-SAP	1.70±0.37	0.000
SWAP-FT (CPSD)	2.25±1.17	0.004

**Tabella 4. Confronto tra durata dell'esame con i diversi algoritmi (significativo per  $p < 0.05$ ).**

DURATA ESAME	SITA-SWAP: 3.56±0.56	p
SITA-SAP	5.03±0.41	0.000
SWAP-FT	11.47±1.12	0.000

**Tabella 5. Esempio della tabella che il paziente doveva compilare dopo l'esecuzione dell'esame (confronto SITA-SWAP/SWAP-FT): sono riportati i risultati delle risposte dei 13 pazienti esaminati.**

SITA-SWAP/SWAP-FT	miglior	peggio	uguale
Durata esame	13		
Facilità visione stimolo	5		8
Mantenimento attenzione	13		
Affaticamento	10		3
Bruciore oculare	8		5
Lacrimazione oculare	7		6
Secchezza oculare	8		5

**Tabella 6. Esempio della tabella che il paziente doveva compilare dopo l'esecuzione dell'esame (confronto SITA-SWAP/SITA-SAP): sono riportati i risultati delle risposte dei 13 pazienti esaminati.**

SITA-SWAP/SITA-SAP	miglior	peggio	uguale
Durata esame	11		2
Facilità visione stimolo		13	
Mantenimento attenzione	10		3
Affaticamento		7	6
Bruciore oculare		3	10
Lacrimazione oculare		6	7
Secchezza oculare		13	

### **Bibliografia**

1. Kwon YH, Caprioli J. Primary Open-angle Glaucoma. In: Duane's Clinical Ophthalmology. Editrice Lippincott, Hagerstown 2001.
2. European Glaucoma Society. Terminologia e Linee-guida per il Glaucoma, II edizione. Editrice Dogma, Savona 2003.
3. Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Chronic human glaucoma causing selectively greater loss of large optic nerve fibers. *Ophthalmol* 1988;95:357-363.
4. Glovinsky Y, Quigley HA, Pease M. Foveal ganglion cell loss is size dependent in experimental glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:395-400.
5. Kerrigan-Baumrind LA, Quigley HA, Pease ME et al. Number of ganglion cells in glaucoma eyes compared with threshold visual field tests in the same persons. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:741-748.
6. Glovinsky Y, Quigley HA, Dunkelbergert GR. Retinal ganglion cell loss is size dependent in experimental glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1991;32:3.
7. Sommer A, Katz J, Quigley HA et al. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991;109:77-83.



8. Quigley HA, Nickells RW, Kerrigan LA et al. Retinal ganglion cell death in experimental glaucoma and after axotomy occurs by apoptosis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:774.
9. Drange SM, Lakowski R, Schulzer M et al. Acquired color vision changes in glaucoma. Use of 100-Hue test and Pikkford anomaloscope as predictors of glaucomatous field change. *Arch Ophthalmol* 1981;99:829.
10. Johnson CA, Adams AJ, Casson EJ et al. Progression of early glaucomatous visual field loss as detected by blue-on-yellow and standard white-on-white automated perimetry. *Arch Ophthalmol* 1993;111:651-656.
11. Johnson CA, Brandt JD, Khong AM et al. Short-wavelength automated perimetry in low-, medium-, and high-risk ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol* 1995;113:70-76.
12. Delgado MF, Nguyen NT, Cox TA et al. Automated perimetry: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2002;109:2362-74.
13. Bengtsson B. A new rapid threshold algorithm for short-wavelength automated perimetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:1388-1394.
14. Bengtsson B, Heijl A. Diagnostic sensitivity of fast blue-yellow and standard automated perimetry in early glaucoma: a comparison between different test programs. *Ophthalmology* 2006;113:1092-1097.
15. Bengtsson B, Heijl A. Normal intersubject threshold variability and normal limits of the SITA SWAP and full threshold SWAP perimetric programs. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:5029-5034.
16. Shah NN, Bowd C, Medeiros FA et al. Combining structural and functional testing for detection of glaucoma. *Ophthalmology* 2006;113:1593-1602.
17. Spry PG, Johnson CA, Mansberger SL et al. Psychophysical investigation of ganglion cell loss in early glaucoma. *J Glaucoma* 2005;14:11-19.
18. Sanchez-Galeana CA, Bowd C, Zangwill LM et al. Short-wavelength automated perimetry results are correlated with optical coherence tomography retinal nerve fiber layer thickness measurements in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2004;111:1866-1872.
19. Hodapp E, Parrish IIRK, Anderson DR. Clinical decisions in glaucoma. *The C.V Mosby* 1993;1:84-126.
20. Rosenberg LF, Krupin T. Glaucoma Primario ad Angolo Aperto. In: Trattato di Oftalmologia. *Editrice Delfino*, Milano 2003.
21. HA Quigley, GR Dunkelberger, WR Green. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1989;107:453-464.