



Sara Giammaria, Gianluca Manni

Università di Roma Tor Vergata
Programma Aziendale del Glaucoma

L'analisi del danno campimetrico centrale: il ruolo del nuovo pattern 24-2C

Abstract: La diagnosi e l'individuazione precoce del danno da glaucoma è essenziale per la corretta gestione del paziente con glaucoma. È stato dimostrato che l'esame del campo visivo con ulteriori punti di prova nell'area maculare può migliorare l'individuazione dei difetti centrali che con il pattern 24-2 potrebbero non essere diagnosticati tempestivamente.

Il nuovo 24-2C può essere uno strumento utile in quei pazienti in cui il 24-2 risulta normale ma l'esame del nervo ottico suggerisce la presenza del danno da glaucoma. Infatti, il 24-2C, rilevando quantità proporzionalmente simile di perdita del campo visivo centrale rispetto al 10-2 e avendo prestazioni simili a quelle del 24-2, può sopperire la necessità di 2 esami separati per valutare sia la presenza del danno centrale che periferico del campo visivo.

Keywords and abbreviations: Glaucoma, Campo visivo, 24-2C, 24-2, 10-2, macula

Introduzione

Lo studio del campo visivo rimane ad oggi uno degli strumenti essenziali per la diagnosi di glaucoma e per il monitoraggio della progressione della malattia. Nonostante l'avvento e la diffusione di strumenti di imaging sempre più innovativi e precisi nella quantificazione del danno al livello del nervo ottico e della macula, il campo visivo fornisce informazioni complementari riguardanti funzionalità visiva e pertanto è imprescindibile nella gestione del paziente con glaucoma.

Comunemente, nella pratica clinica l'area di campo visivo che viene testata è quella com-

presa nei 30° o 24° centrali in quanto raramente difetti dovuti al glaucoma si manifestano esclusivamente al di fuori di quest'area (1). Il pattern utilizzato più frequentemente e considerato il gold standard per la valutazione del campo visivo, è il 24-2, costituito da 54 punti di prova a distanza di 6° gli uni dagli altri (Fig. 1A).

Sebbene nella maggior parte dei casi il danno da glaucoma si manifesti perifericamente nell'area testata, è crescente l'interesse rivolto verso l'area più centrale del campo visivo, corrispondente a livello anatomico all'area maculare dove risiede circa il 40% delle cellule ganglionari retiniche (2). È stato ampiamente dimostrato

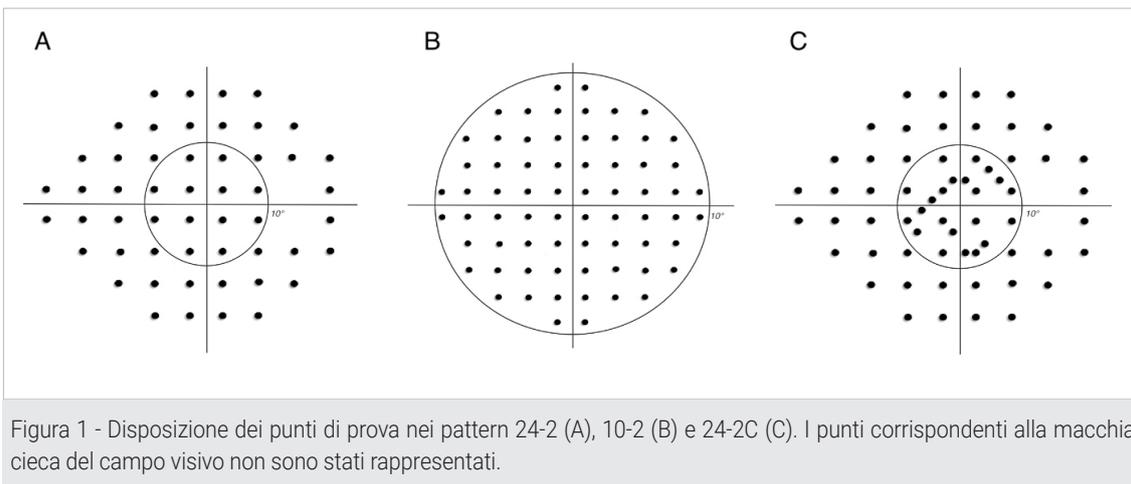


Figura 1 - Disposizione dei punti di prova nei pattern 24-2 (A), 10-2 (B) e 24-2C (C). I punti corrispondenti alla macchia cieca del campo visivo non sono stati rappresentati.

infatti come quest'area del campo visivo sia essenziale per il normale svolgimento delle attività quotidiane e il mantenimento di una adeguata qualità di vita del paziente con glaucoma (3,4). Dal momento che difetti campimetrici possono svilupparsi anche negli stadi più precoci della malattia (5-7), nasce la necessità di testare con maggiore attenzione l'area maculare per identificare prontamente lo sviluppo o la progressione del danno. Il 24-2 ha solo 12 punti nei 10° centrali del campo visivo e solo 4 negli 8° corrispondenti alla macula. Mentre il 24-2 generalmente è usato per lo studio dei difetti più periferici, il 10-2, costituito da 68 punti di prova distanti 2° l'uno dall'altro e concentrate nei 10° centrali (Fig. 1B), è stato proposto per la mappatura dei difetti campimetrici centrali, avendo una densità maggiore di punti di prova nell'area maculare rispetto al 24-2.

24-2 e 10-2: caratteristiche e limiti

La scarsa densità di punti di prova nella parte centrale del campo visivo e i 6° di spazio tra loro hanno portato all'ipotesi che il 24-2 possa provocare ad una mancata identificazione di danni presenti in questa zona. Questo pattern, infatti, non sarebbe sufficiente a testare le cellule gangliari retiniche più densamente concentrate nella retina paracentrale. Diversi studi hanno

confrontato le capacità diagnostiche del 24-2 e del 10-2 in pazienti con glaucoma iniziale e hanno rivelato che, in percentuali comprese tra il 15 e l'82% di test classificati come normali dal 24-2 risulti invece danneggiato con il test 10-2 (7-11), implicando una maggiore sensibilità del 10-2 nell'identificare il danno centrale da glaucoma.

Non tutti gli studi però hanno riportato simili risultati. West e collaboratori (12), e ancor più recentemente il gruppo di Orbach (13), hanno dimostrato come ci siano poche prove che l'aggiunta del test 10-2 riveli ulteriori difetti non rilevati già dai 12 punti centrali del 24-2, in pazienti con danno iniziale o ipertensione oculare, consigliando perciò di riservare il test 10-2 a pazienti selezionati con un rischio maggiore di progressione nel campo visivo centrale.

D'altro canto, infatti, sebbene i due test siano complementari e possano favorire una migliore caratterizzazione del danno da glaucoma (14), non è consigliabile testare ogni paziente con entrambi i pattern, né tantomeno sostituire o alternare il 24-2 con il 10-2. Nel primo scenario, infatti, sarebbe troppo dispendioso per il paziente, in termini di tempo, effettuare entrambi i test nella stessa visita, qualora possibile. Il maggior tempo necessario ad eseguire entrambi i test si rifletterebbe inevitabilmente in una drastica

riduzione della collaborazione del paziente e dell'affidabilità dei test, per non parlare dell'allungamento dei tempi di attesa per l'accesso all'esame.

Nel secondo scenario invece, se il test 10-2 venisse eseguito al posto del 24-2, o alternandolo a questo, ci sarebbe il potenziale ritardo nel tempo impiegato per identificare la progressione del danno campimetrico nelle regioni più periferiche (15). Ad esempio, un salto nasale diventerebbe evidente al 10-2 solo quando ormai così avanzato da minacciare o compromettere la regione centrale, quando invece l'individuazione precoce della progressione è il cardine della corretta gestione del paziente affetto da glaucoma.

In aggiunta, è stato riportato che tra il 16 e il 20% dei test 24-2 che mostrano un chiaro danno da glaucoma, non presenta deficit nei 10° centrali (7,10,16), evidenziando come non tutti i pazienti glaucomatosi necessitano di un 10-2 e che quindi la scelta di eseguire questo test rispetto al 24-2 andrebbe valutata con attenzione.

A margine, va inoltre considerato che non sono attualmente disponibili software in grado di unire i dati dei due tipi diversi di pattern per l'analisi di progressione. Monitorare l'evoluzione del danno diventerebbe difficile e potenzialmente poco efficace, dovendo confrontare manualmente in contemporanea i numerosi report dei singoli esami.

In sintesi, quindi, l'utilizzo del solo test 24-2 o 10-2 non è sufficiente a comprendere tutti i vari tipi di danno campimetrico da glaucoma e assicurare al paziente un corretto ed accurato follow-up. Per questo motivo, nel tempo sono stati proposti pattern in grado di unire le caratteristiche del 24-2 e del 10-2 in modo da poter testare contemporaneamente sia il campo visivo periferico che centrale. Aggiungere punti di prova nei 10° centrali del 24-2 ha dimostrato la

capacità di individuare un maggior numero di difetti centrali rispetto al classico 24-2 (17,18). In un recente studio è stato dimostrato che il pattern 24-2 con 12 punti aggiuntivi centrali (24-2+) è in grado di aumentare l'individuazione di danni centrali fino al 10%. Lo stesso studio ha anche mostrato che tra il 74% e il 98% dei difetti non identificati dal 24-2, aveva almeno un punto di prova con sensibilità inferiore a 20 dB, comportando la necessità di identificare correttamente questi difetti (19). Risultati simili a quelli degli studi precedenti, sono stati ottenuti anche con l'uso del programma G1 del perimetro Octopus (Haag-Streit AG, Koeniz-Berne, Switzerland) che impiega un pattern con 59 punti di prova nei 30° del campo visivo e con una densità maggiore nella zona maculare dove si trovano 17 punti di prova di cui i 5 centrali sono distanziati da 2.8°. Il 56% di occhi classificati normali nei 10° centrali del 24-2 hanno mostrato un danno centrale al G1 (20).

Il 24-2C

Sulla base delle crescenti evidenze a favore di un maggior numero di punti nei 10° centrali del 24-2, ad inizio 2019 è stato introdotto in commercio sui nuovi campimetri Humphrey Field Analyzer (Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA) il 24-2C.

Questo nuovo pattern incorpora 10 punti di prova aggiuntivi all'interno dei 10° centrali, 5 in ogni emicampo, per un totale di 64 punti di prova (Fig. 1C). A differenza dei restanti punti di prova e del 10-2, i punti aggiuntivi non sono distribuiti simmetricamente lungo le linee mediane verticali e orizzontali, ma sono stati scelti quelli corrispondenti ad aree in cui il glaucoma tende a manifestarsi più frequentemente, con l'obiettivo di favorire l'identificazione del danno in tutti gli stadi del glaucoma. Un gruppo selezionato di esperti, infatti, basandosi sui numerosi studi

presenti in letteratura sulla prevalenza e la profondità del danno da glaucoma, ha individuato delle aree del campo visivo più colpite e ha selezionato tra i punti di prova del 10-2, quelli più soggetti a progressione (21) e corrispondenti alle zone più vulnerabili nell'emimacula superiore e inferiore (22,23).

L'emimacula inferiore (corrispondente all'emicalpo superiore) contiene, all'interno degli 8° dalla fovea, le cellule ganglionari che proiettano nel settore infero-temporale del nervo ottico, il più soggetto a danno da glaucoma. Il corrispettivo settore superiore più vulnerabile invece raccoglie gli assoni provenienti da cellule ganglionari posizionate più esternamente nell'emimacula superiore (Fig. 2). I punti di prova aggiuntivi hanno un pattern arcuato e asimmetrico tra i due emicalpi che segue la localizzazione di queste zone maculari.

Oltre a questo, il 24-2C può essere considerato un compromesso tra il 24-2 e il 10-2 anche in termini di durata del test. Mentre per il 24-2 di solito sono necessari tra i 6 e gli 8 minuti per completare il test, il 24-2C necessita di soli circa 30 secondi in più per testare i punti centrali aggiuntivi, durando quindi anche considerevolmente meno del 10-2 per cui sono necessari dagli 8 ai 10 minuti. Questo è reso possibile dall'uso della strategia Swedish Interactive Threshold Algorithm (SITA) Faster, la più recente strategia di test, che impiega circa due terzi del tempo richiesto da SITA Fast, e circa la metà del SITA Standard, più comunemente utilizzato (24).

24-2C vs 24-2

Nel 2020 Phu e Kalloniatis (25) hanno confrontato le caratteristiche del 24-2C e del 24-2 (sia SITA Standard che SITA Fast) e la loro capacità di indentificare difetti nel campo visivo centrale, anche in relazione ai dati strutturali maculari forniti dalla tomografia a coerenza ottica (OCT).

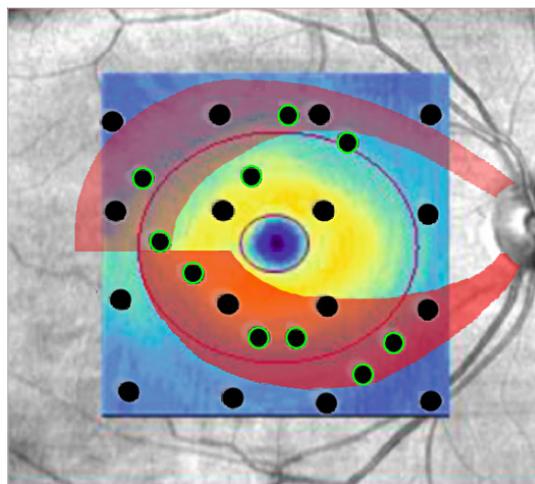


Figura 2 - Punti di prova dei gradi centrali del 24-2C sovrapposti alla mappa di spessore retinico dell'OCT. Otto dei 10 punti di prova aggiuntivi rispetto al pattern 24-2 (in verde) sono localizzati nelle aree di maggiore vulnerabilità dell'emimacula superiore e inferiore (in rosso). (Il pattern 24-2C è rappresentato capovolto per combaciare con le aree maculari testate).

Pazienti con glaucoma e con sospetto glaucoma sono stati testati nello stesso giorno con entrambi i tipi di pattern.

Per quanto riguarda gli indici globali campimetrici, come mean deviation (MD), pattern standard deviation (PSD) e sensibilità centrale media, i due pattern sono risultati simili tra loro. Gli autori hanno trovato una differenza minima, ma statisticamente significativa, di -0,73 dB tra l'MD ottenuta usando il test 24-2C rispetto al test 24-2, sebbene gli altri indici non fossero significativamente diversi. Questo risultato può suggerire che il test 24-2C può migliorare la sensibilità per rilevare la perdita di sensibilità centrale dovuta al glaucoma, tuttavia anche gli autori stessi hanno riconosciuto come questa piccola differenza probabilmente non sia clinicamente rilevante.

Un altro parametro di interesse è stato l'eventuale differenza nella capacità di identificazione dei cluster di riduzione significativa del campo visivo (ovvero la presenza di tre o più punti di prova contigui con significativa riduzione della sensibilità retinica). In questo il 24-2C si è di-

mostrato superiore al 24-2, individuando un numero marginalmente superiore di cluster nei 10° centrali. Se questo lavoro ha confermato quanto riportato da precedenti studi preliminari sul confronto tra 24-2 e 24-2C, sia in termini di indici globali che di numero di difetti centrali individuati (26,27), l'analisi della relazione struttura-funzione ha portato invece a risultati inattesi. Il 24-2C ha identificato un maggior numero di difetti corrispondenti ad aree di perdita di spessore maculare all'OCT, tuttavia, una volta considerato il fisiologico "displacement" delle cellule ganglionari retiniche, la metà dei punti del pattern cadeva al di fuori dell'area maculare studiata con il protocollo di scansione OCT scelto per questo studio.

Nell'area maculare, infatti, le cellule ganglionari retiniche sono dislocate radialmente rispetto alla posizione dei fotorecettori stimolati dal campo visivo durante il test, fino ad un massimo di 2° come nel caso dei 4 punti centrali del 24-2 (28). Questo, pertanto, potrebbe voler dire che il 24-2C non aiuterebbe a migliorare la correlazione struttura-funzione rispetto al 24-2, anche se nuovi studi con differenti protocolli di scansione maculare con OCT potrebbero in futuro smentire questi primi risultati.

Differenti sono state anche le performance in termini di tempo di esecuzione tra i due test: tra il 24-2 SITA Standard e il 24-2C SITA Faster c'è stata una differenza di quasi 2 minuti. Al contrario, tra il 24-2 SITA Fast e il 24-2C SITA Faster la differenza è stata di soli 26 secondi a favore del 24-2C, rendendo clinicamente irrilevante la

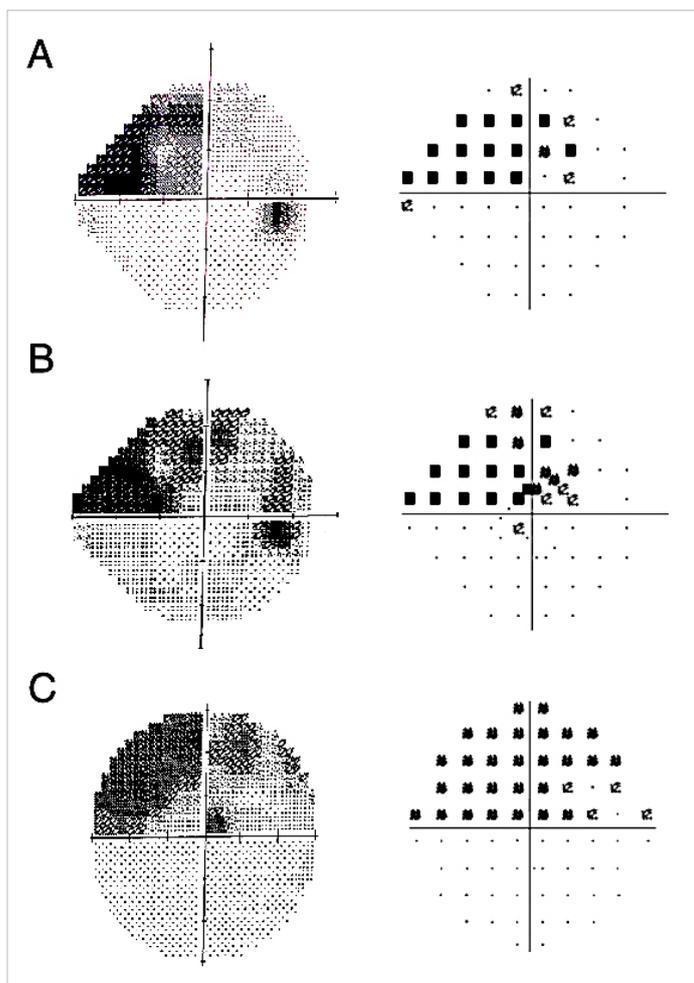


Figura 3 - Campi visivi di un paziente con danno arciforme superiore coinvolgente i 10° centrali. Le scale di grigio (sinistra) e le pattern deviation (destra) dei test 24-2 (A), 24-2C (B) e 10-2 (C) mostrano la caratterizzazione del danno con i diversi pattern.

differenza tra le due strategie di test.

Alla luce di questi risultati quindi il 24-2C può essere considerato un'alternativa valida al 24-2 avendo capacità comparabili nell'individuare il danno ma con i vantaggi di testare più punti nell'area centrale più vulnerabile e di tempi di esecuzioni ridotti (nel caso del 24-2 SITA standard) o equivalenti (nel caso del 24-2 SITA Fast), nonostante il maggior numero di punti di prova.

24-2C vs 10-2

Se da una parte il 24-2C è in grado di fornire risultati parzialmente migliori nei gradi centrali rispetto al 24-2, diversi studi si sono concentrati

nel testare se il 24-2C potesse fornire prestazioni simili al 10-2.

In un primo studio, quando confrontati, il 24-2C è stato in grado di segnalare come danneggiati un numero simile di punti identificati dal 10-2. Questo ha portato a proporre per alcuni pazienti, l'uso del 24-2C per una diagnosi precoce dei difetti centrali senza necessariamente ricorrere all'aggiunta del 10-2 come test complementare (26). Tuttavia, è necessario sottolineare che questi risultati in realtà sono piuttosto prevedibili in quanto, nello studio in questione sono stati confrontati solamente punti di prova in comune tra i due pattern.

Similmente al lavoro di comparazione tra il 24-2C e il 24-2 Phu e Kalloniatis hanno anche comparato 24-2C al 10-2, (29) ipotizzando però una maggiore capacità di quest'ultimo di caratterizzare i difetti centrali, per via del maggior numero di punti di prova, e di fornire una migliore concordanza struttura-funzione rispetto a quanto dimostrato dal 24-2C (25). I ricercatori hanno valutato 131 pazienti con glaucoma e 57 sospetti glaucoma. Ogni partecipante è stato sottoposto ai test campimetrici, utilizzando sia il 24-2C SITA Faster che il 10-2 SITA Fast, e all'imaging maculare OCT per le correlazioni struttura-funzione. I pattern 24-2C e 10-2 hanno mostrato indici globali (MD, PSD e sensibilità centrale media) simili, ovvero hanno rilevato una simile quantità di perdita del campo visivo centrale. Le differenze sono state invece più evidenti quando lo studio ha considerato il numero assoluto di cluster di riduzione del campo visivo centrale. Il 10-2 ha individuato infatti più cluster rispetto al 24-2C, rispecchiando la maggiore risoluzione del pattern 10-2. Il maggior numero di punti di prova del 10-2 ha anche permesso una maggiore concordanza struttura-funzione rispetto al pattern 24-2C, una volta considerato il displacement delle cellule ganglionari. Per lo stesso motivo e per la differente strategia di test

usata, inoltre, il 10-2 SITA Fast, ha confermato di essere più dispendioso in termini di tempo rispetto al 24-2C SITA Faster.

A metà 2021 Chakravarti e collaboratori (30) hanno presentato i risultati del lavoro riguardante la concordanza tra il 24-2C e il 10-2 nell'identificazione di danni perimetrici nei gradi centrali degli emicampi superiore e inferiore. Nello studio sono stati inclusi 162 occhi di pazienti con glaucoma, sospetto glaucoma e soggetti sani. Un maggior numero di difetti centrali è stato identificato dal 10-2 sia nell'emisfero superiore che inferiore, rispetto al 24-2C. Anche in questo caso, la differenza di difetti centrali rilevato con 10-2 probabilmente è attribuibile in parte al maggior numero di punti di prova nel pattern 10-2 rispetto ai 10 gradi centrali del pattern 24-2C (64 per il 10-2 e 22 per il 24-2C). Nonostante il maggior numero di difetti rilevati dal 10-2, la concordanza con il 24-2C per il rilevamento di qualsiasi danno perimetrico nei gradi centrali, basato sui criteri di total deviation (TD) e pattern deviation (PD), è stato considerato dagli autori da moderato a sostanziale. Questi risultati, suggeriscono gli autori, dimostrano la capacità di documentare i difetti centrali in pazienti con glaucoma con una minor necessità di effettuare un 10-2.

Conclusioni

Le più recenti evidenze dimostrano che il nuovo 24-2C può essere considerato un valido compromesso tra il 24-2 e 10-2, unendo in un solo test la possibilità di esaminare i settori periferici del campo visivo e le zone centrali più vulnerabili al danno glaucomatoso. I 10 punti di prova aggiuntivi nei 10° centrali infatti permettono di individuare difetti glaucomatosi centrali che potrebbero non essere diagnosticati con il 24-2 a causa del ridotto numero di punti di prova e la maggiore distanza tra questi. Al contempo è

stato dimostrato che il 24-2C è in grado di identificare difetti nei 10° centrali in modo comparabile al 10-2 ma con il vantaggio di un minor tempo di esecuzione del test.

Se il 24-2C consente potenzialmente una minore necessità di testare i pazienti con il 10-2, quest'ultimo dovrebbe essere comunque con-

siderato in pazienti con un maggior rischio di progressione nel campo visivo centrale poiché, dato il maggior numero di punti di prova nei 10°, permette una migliore caratterizzazione del danno e una migliore concordanza struttura-funzione, necessaria per valutare al meglio questi pazienti.

REFERENCES

1. Heijl A, Patella VM, Bengtsson B. *The Field Analyzer Primer: Excellent Perimetry*. 5th Ed. 2021.
2. Curcio CA, Allen KA. Topography of ganglion cells in human retina. *J Comp Neurol*. 1990;300(1):5-25.
3. Blumberg DM, De Moraes CG, Prager AJ, Yu Q, Al-Aswad L, Cioffi GA, et al. Association between undetected 10-2 visual field damage and vision-related quality of life in patients with glaucoma. *JAMA Ophthalmol*. 2017;135(7):742-7.
4. Chun YS, Sung KR, Park CK, Kim HK, Yoo C, Kim YY, et al. Vision-related quality of life according to location of visual field loss in patients with glaucoma. *Acta Ophthalmol*. 2019;97(5):e772-9.
5. Heijl A, Lundqvist L. The Frequency Distribution of Earliest Glaucomatous Visual Field Defects Documented By Automatic Perimetry. *Acta Ophthalmol*. 1984;62(4):658-64.
6. Peters D, Bengtsson B, Heijl A. Threat to fixation at diagnosis and lifetime risk of visual impairment in open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2015;122(5):1034-9.
7. Traynis I, De Moraes CG, Raza AS, Liebmann JM, Ritch R, Hood DC. Prevalence and nature of early glaucomatous defects in the central 10° of the visual field. *JAMA Ophthalmol*. 2014;132(3):291-7.
8. Teixeira IC, Bresciani-Battilana E, Barbosa DTQ, Caixeta-Umbelino C, Paolera MD, Kasahara N. Correlation between the ganglion cell complex and functional measures in glaucoma patients and suspects. *Int Ophthalmol*. 2015;35(1):81-7.
9. Hangai M, Ikeda HO, Akagi T, Yoshimura N. Paracentral scotoma in glaucoma detected by 10-2 but not by 24-2 perimetry. *Jpn J Ophthalmol*. 2014;58(2):188-96.
10. Sullivan-Mee M, Karin Tran MT, Pensyl D, Tsan G, Katiyar S. Prevalence, Features, and Severity of Glaucomatous Visual Field Loss Measured with the 10-2 Achromatic Threshold Visual Field Test. *Am J Ophthalmol*. 2016;168:40-51.
11. De Moraes CG, Hood DC, Thenappan A, Girkin CA, Medeiros FA, Weinreb RN, et al. 24-2 Visual Fields Miss Central Defects Shown on 10-2 Tests in Glaucoma Suspects, Ocular Hypertensives, and Early Glaucoma. *Ophthalmology*. 2017;124(10):1449-56.
12. West ME, Sharpe GP, Hutchison DM, Rafuse PE, Shuba LM, Nicoleta MT, et al. Value of 10-2 Visual Field Testing in Glaucoma Patients with Early 24-2 Visual Field Loss. *Ophthalmology*. 2021;128(4):545-53.
13. Orbach A, Ang GS, Camp AS, Welsbie DS, Medeiros FA, Girkin CA, et al. Qualitative Evaluation of the 10-2 and 24-2 Visual Field Tests for Detecting Central Visual Field Abnormalities in Glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2021;229:26-33.
14. Jung KI, Ryu HK, Hong KH, Kim YC, Park CK. Simultaneously performed combined 24-2 and 10-2 visual field tests in glaucoma. *Sci Rep*. 2021;11(1).
15. Chauhan BC, Garway-Heath DF, Goñi FJ, Rossetti L, Bengtsson B, Viswanathan AC, et al. Practical recommendations for measuring rates of visual field change in glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(4):569-73.
16. Wu Z, Medeiros FA, Weinreb RN, Zangwill LM. Performance of the 10-2 and 24-2 Visual Field Tests for Detecting Central Visual Field Abnormalities in Glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2018;196:10-7.
17. Ehrlich AC, Raza AS, Ritch R, Hood DC. Modifying the Conventional Visual Field Test Pattern to Improve the Detection of Early Glaucomatous Defects in the Central 10°. *Transl Vis Sci Technol*. 2014;3(6):6.
18. Chen S, McKendrick AM, Turpin A. Choosing two points to add to the 24-2 pattern to better describe macular visual field damage due to glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(9):1236-9.
19. Montesano G, McKendrick AM, Turpin A, Brusini P, Oddone F, Fogagnolo P, et al. Do additional testing locations improve the detection of macular perimetric defects in glaucoma? *Ophthalmology*. 2021;
20. Roberti G, Manni G, Riva I, Holló G, Quaranta L, Agnifili L, et al. Detection of central visual field defects in early glaucomatous eyes: Comparison of Humphrey and Octopus perimetry. *PLoS One*. 2017;12(10).
21. De Moraes CG, Song C, Liebmann JM, Simonson JL, Furlanetto RL, Ritch R. Defining 10-2 visual field progression criteria: Exploratory and confirmatory factor analysis using pointwise linear regression. *Ophthalmology*. 2014;121(3):741-9.

22. Hood DC, Raza AS, de Moraes CG V, Liebmann JM, Ritch R. Glaucomatous damage of the macula. *Prog Retin Eye Res.* 2013;32(1):1–21.
23. Kim HS, Yang H, Lee TH, Lee KH. Diagnostic value of ganglion cell-inner plexiform layer thickness in glaucoma with superior or inferior visual hemifield defects. *J Glaucoma.* 2016;25(6):472–6.
24. Heijl A, Patella VM, Chong LX, Iwase A, Leung CK, Tuulonen A, et al. A New SITA Perimetric Threshold Testing Algorithm: Construction and a Multicenter Clinical Study. *Am J Ophthalmol.* 2019;198:154–65.
25. Phu J, Kalloniatis M. Ability of 24-2C and 24-2 Grids to Identify Central Visual Field Defects and Structure-Function Concordance in Glaucoma and Suspects. *Am J Ophthalmol.* 2020;219:317–31.
26. Thomas Callan, Sophia Yu, Gary C Lee, Angie Covita TS. Evaluation of the SITA Faster 24-2C visual field test | IOVS | ARVO Journals. Available from: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2693555&resultClick=1>
27. Lee GC, Yu S, Callan T, Durbin MK, Covita A, Severin T. Diagnostic Efficacy of 24-2 and 24-2C SITA Faster Global Summary Indices. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019;60(9):2455.
28. Drasdo N, Millican CL, Katholi CR, Curcio CA. The length of Henle fibers in the human retina and a model of ganglion receptive field density in the visual field. *Vision Res.* 2007;47(22):2901–11.
29. Phu J, Kalloniatis M. Comparison of 10-2 and 24-2C Test Grids for Identifying Central Visual Field Defects in Glaucoma and Suspect Patients. *Ophthalmology.* 2021;
30. Chakravarti T, Moghadam M, Proudfoot JA, Weinreb RN, Bowd C, Zangwill LM. Agreement between 10-2 and 24-2C Visual Field Test Protocols for Detecting Glaucomatous Central Visual Field Defects. *J Glaucoma.* 2021;30(6):E285–91.