

Titolo

L'importanza del Lag Accomodativo nel modello visivo funzionale

Abstract

Il Lag Accomodativo, rivela numerose informazioni sull'efficienza visiva durante lo svolgimento delle attività prossimali, sia per quanto riguarda la domanda cognitiva che per la relazione tra accomodazione e convergenza. Eventuali valori anomali, stanno ad indicare processi adattivi da inquadrare come il tentativo, da parte del sistema, di risolvere le difficoltà che incontra in visione prossima. L'utilizzo di tecniche soggettive come i test dei cilindri crociati dell'analisi visiva ed oggettive, quali le retinoscopie dinamiche ed in particolare la MEM Retinoscopy, forniscono validi strumenti d'indagine.

Autori:

Marta Brunelli

Enzo Caccioppoli

Luca Caccioppoli

Agostino Morigi

Marco Osti

Marzo 2001

Il lag accomodativo rappresenta la differenza diottrica fra lo stimolo accomodativo e la risposta accomodativa esercitata dal soggetto (Cross¹, 1911).

Per comprendere come sia stato possibile giungere al concetto di “lag accomodativo” è necessario ripercorrere il cammino tracciato da coloro che se ne sono occupati a partire dal secolo XIX.

Si deve infatti a Bowman, già nel 1859, la prima descrizione sull'osservazione del riflesso retinico attraverso la pupilla mediante un oftalmoscopio. Cuignet nel 1873 fu il primo ad utilizzarlo per stabilire lo stato refrattivo dell'occhio poiché attribuì tale riflesso alla superficie posteriore della cornea. Mengin, comprese che il riflesso era invece da attribuire alla retina. Chibret definì “schiascopia” la tecnica per determinare la condizione refrattiva dell'occhio osservandone il riflesso retinico. Parent iniziò ad usare la schiascopia insieme alle lenti per determinare l'errore refrattivo, Duane aggiunse l'utilizzo sistematico delle lenti toriche per determinare l'astigmatismo, Helmholtz introdusse l'utilizzo del retinoscopio nella diagnosi clinica per determinare lo stato refrattivo.

Le varie tecniche retinoscopiche possono essere divise in due gruppi: statiche e dinamiche. Mentre nelle prime l'esaminato mantiene la fissazione sul target a lunga distanza, cercando di creare le condizioni affinché l'accomodazione sia il più rilassata possibile, nelle seconde la fissazione è indirizzata verso un target a distanza prossimale, dove l'accomodazione deve essere stimolata al fine di permetterne la discriminazione. Il principio basilare delle retinoscopie dinamiche consiste nel fatto che se si osserva un riflesso con movimento neutro, l'esaminato ha l'accomodazione regolata sul target; se invece il movimento è discorde l'accomodazione è regolata per un punto più prossimo all'esaminato rispetto al target mentre il movimento concorde indica che l'accomodazione è regolata per un punto nello spazio più lontano del target.

Fin dai primi studi, l'optometria ha dato molto rilievo allo studio delle tecniche oggettive e soggettive per la valutazione dello stato accomodativo

(Birnbaum², 1985). Convenzionalmente la risposta accomodativa è considerata uguale all'inverso della distanza dello stimolo. Si dà quindi per scontato che per uno stimolo a 50 cm la risposta è di 2.00 dt. Questa assunzione teorica, a tutt'oggi purtroppo ancor molto diffusa, è stata ampiamente smentita sia clinicamente (Sheard³, 1920) che sperimentalmente (Morgan⁴, 1944).

L'attenzione nei confronti delle tecniche di retinoscopia dinamica si deve prevalentemente al fatto che esiste una differenza tra la risposta accomodativa individuale e la "necessità" accomodativa determinata dalla distanza dello stimolo. Per una specifica distanza di fissazione, la risposta è infatti inferiore di una quota definita «lag accomodativo» di circa 0,50 dt rispetto al valore teoricamente necessario per quella distanza (Sheard⁵, 1929; Borish⁶, 1975).

Cross⁷ introdusse la procedura teorica e pratica della retinoscopia dinamica per determinare lo stato refrattivo a distanza prossimale. Nella tecnica sviluppata da Cross era scontato che il target prossimale fosse in grado di stimolare tutta l'accomodazione necessaria per quella distanza. Elaborò di conseguenza la tecnica dinamica, iniziando dalle lenti stabilite grazie alla retinoscopia statica, osservando perciò un primo movimento del riflesso retinoscopico concorde. Proseguiva poi aggiungendo binocularmente lenti positive fino ad ottenere un riflesso retinoscopico neutro oppure, nel caso non fosse possibile, discorde.

Sheard⁸ dimostrò la presenza di un apparente "lag di accomodazione" per un valore compreso tra 0,50 e 0,75 dt. Fu questa la prima volta in cui veniva clinicamente riscontrato che l'accomodazione è localizzata più lontano rispetto al target fissato; di conseguenza l'esaminato accetta una modesta quantità di potere positivo per ogni distanza di fissazione. A dire il vero, il concetto di lag accomodativo non era ancora ben definito, tanto che Sheard considerava ogni valore superiore a tale lag accomodativo alla stregua di un'ipermetropia latente, una necessità presbiopica o un'indicazione di anomalia accomodativa. Ogni aggiunta positiva oltre al primo neutro ottenuto durante la retinoscopia dinamica fu considerato prima da Sheard nel 1920 poi

da Swann⁹ nel 1950 come “Positive Relative Accomodation” (PRA). Nei decenni che seguirono diversi ricercatori si interessarono al lag: alcuni si occuparono di stabilirne l'esatto ammontare (Tait¹⁰, Bestor¹¹, Nott¹²) mentre altri si concentrarono sulle dimensioni del target (Pascal¹³, Fry¹⁴). Da questi studi, sono nate differenti tecniche di retinoscopia dinamica che hanno messo in luce come il valore del lag potesse assumere valori diversi. In particolare Tait¹⁵ evidenziò questa differenza a seconda che la retinoscopia dinamica fosse eseguita partendo dalla retinoscopia statica ed aggiungendo positivo, rispetto all'iniziare da una lente positiva sfuocante per sottrarre positivo fino al punto neutro. Pascal¹⁶ definì questi due punti rispettivamente come “Punto Neutro Inferiore” e “Punto Neutro Superiore”.

Sebbene un modesto lag accomodativo sia da considerare normale, la sua funzione non è altrettanto chiara. Di solito si assume che il lag si verifica quando il sistema esercita la minima quantità di accomodazione sufficiente per fornire una adeguata visione prossimale. Tuttavia questo “lazy lag” è stato oggetto di accese discussioni da quando Liebowitz e Owens¹⁷ dimostrarono che lo stato tonico dell'accomodazione, convenzionalmente posto all'infinito, è in realtà molto vicino al punto prossimo. Liebowitz e Owens misurarono un valore medio di Accomodazione Tonica, in assenza di stimoli accomodativi, di circa 1.7 dt, con considerevoli variazioni individuali.

Schor e coll.¹⁸ suggerirono che il lag accomodativo è di grande aiuto all'accomodazione perché fornisce costantemente lo stimolo atto a scongiurare l'indesiderato rilassamento del sistema. Alla stregua della disparità di fissazione che fornisce lo stimolo necessario affinché il sistema di vergenza sia e resti attivo.

Nel contesto del modello di Skeffington, un normale valore di lag, dovrebbe essere generato da una blanda inibizione dell'accomodazione allo scopo di ridurre la sovraconvergenza associata allo stress visivo prossimale. Quando una blanda inibizione non è più sufficiente, un aumento della stessa e di conseguenza un aumento del lag, rappresenta un pattern adattivo. L'inibizione deve servire ad evitare la diplopia eventualmente indotta dalla sovraconvergenza ma in questo caso produce comunque un'inefficienza

visiva. Da questo punto di vista, un'eccessivo lag può rappresentare un'inibizione attiva piuttosto che un'insufficienza accomodativa.

Cross, nel 1915, aveva notato differenze di adattamento nella visione da lontano rispetto a quella da vicino: aveva reso clinicamente applicabile il test dei cilindri crociati a distanza prossimale, in aggiunta a quello normalmente utilizzato per lontano. Egli concluse che, inserendo i cilindri crociati con l'asse negativo verticale, se le linee verticali del crocefilo posto a 40 cm dal soggetto apparivano più nitide, la lente inserita dinanzi agli occhi era di potere positivo troppo elevato o negativo scarso. Viceversa se erano le linee orizzontali a risultare più marcate, Skeffington osservò che questa differenza si accentuava in condizioni di stress visivo e formulò l'ipotesi secondo cui, sotto stress, il Sistema Nervoso Simpatico (SNS) prevale sul Sistema Nervoso Parasimpatico (SNP), orientando l'accomodazione più lontano nello spazio rispetto al target e alla convergenza.

Il modello comportamentale prevede in realtà due possibili deterioramenti dell'efficienza dei meccanismi del sistema visivo. Il primo è conosciuto con varie denominazioni a seconda degli autori: «miopizzazione» o «processo di assorbimento del positivo» oppure «sequenza ipermetropia-emmetropia-miopia». Il secondo è noto come «esoforizzazione» o «sequenza exoforia-ortoforia-esoforia». In questo contesto ci soffermeremo in particolare sul primo riguardante il sistema accomodativo. Lagace¹⁹ per monitorizzare nel tempo il processo di miopizzazione introdusse il concetto di «Convex Acceptance» (Accettazione di Positivo) ovvero «l'ammontare di potere positivo che il soggetto mostra di accettare per vicino rispetto a quanto accetta per lontano». Per il calcolo, l'autore suggerisce la formula seguente:

$$\text{Convex Acceptance} = \#14B \text{ Gross} - \#7$$

Durante il processo di deterioramento visivo, la capacità di «Convex Acceptance» diminuisce progressivamente in funzione del tempo e/o dell'esposizione allo stress visivo prossimale. Infatti, durante la fase iniziale di deterioramento dell'efficienza visiva, si assiste ad un aumento di accettabilità di positivo riscontrabile nei test con i cilindri crociati (#14A e #14B) che, associato alla tendenza esoforica nei test di foria prossimale, contribuisce ad

un aumento del #14A Net e del #14B Net. In particolare il valore del #14A Net in condizioni ottimali dovrebbe essere circa +1,00 dt e tende a diminuire durante le fasi di deterioramento, fino ad azzerarsi per assumere eventuali valori negativi.

Quando l'individuo oggetto di un processo di miopizzazione, ha somatizzato il deterioramento a carico del sistema accomodativo, ha già pagato il prezzo consistente in una minore discriminazione visiva per lontano, a favore di maggior comfort e migliore efficienza in visione prossimale. Tale situazione risolve parzialmente il problema e rappresenta un tipico processo adattivo: l'organismo si adegua e dirige le proprie risorse verso la situazione che comporta un maggior dispendio di energia ed un maggior numero di disagi, al fine di migliorare quindi comfort ed efficienza.

L'esperienza clinica ha dimostrato che il processo di miopizzazione e quello di esoforizzazione sono, almeno nelle fasi iniziali, concomitanti. Di conseguenza, un precoce sintomo di deterioramento è rappresentato in visione prossimale, sia da una tendenza esoforica che da un aumento di accettabilità di positivo. Il fenomeno è stato spiegato in termini neurofisiologici. Durante le attività visive prossimali relativamente prolungate ed impegnative, è stato dimostrato un aumento del livello di attenzione e dell'arousal associato ad un'attivazione del SNS prodotto dalla necessità di comprensione e memorizzazione delle informazioni visive. L'attivazione del SNS, produce un allontanamento del punto in cui viene localizzata l'accomodazione, rispetto al piano di riferimento. Questo fenomeno è osservabile clinicamente con un aumento del lag accomodativo mediante i valori del #5, #14A e #14B. Allo stesso tempo, la convergenza viene localizzata più vicino nello spazio rispetto al piano di riferimento. Clinicamente lo si può osservare attraverso i valori del #13B, #15A e #15B i quali denotano una diminuzione dell'exoforia fisiologica. In questo frangente, la sovraconvergenza riesce solo parzialmente a richiamare una maggior accomodazione; entro certi limiti è in grado di ridurre la discrepanza tra le posizioni in cui le due funzioni sono localizzate nello spazio. Ciò dipende ovviamente dal grado di flessibilità che esiste tra le due funzioni: un Rapporto AC/A basso, lascia alla sovraconvergenza maggior

libertà dall'accomodazione e di conseguenza la differenza tra le posizioni in cui sono localizzate le due funzioni nello spazio è causa di minori sintomi astenopici. Al contrario un Rapporto AC/A alto, impone un legame funzionale più stretto, quindi modeste variazioni di sovraconvergenza producono significative ripercussioni sul sistema accomodativo che si traduce in un aumento della discrepanza tra le posizioni in cui sono localizzate le due funzioni nello spazio. In questa situazione i soggetti che ne sono interessati, mostrano più precocemente fenomeni astenopici. In entrambe le situazioni, lo stress visivo è osservabile, compatibilmente con i concetti di stress, mediante una tendenza del soggetto ad accorciare la distanza fra sé ed il testo scritto; ciò contribuisce alla produzione di maggiori sintomi astenopici, così da innescare un trend adattivo.

In questa fase, l'utilizzo di lenti positive nella visione prossimale, consente la diminuzione della discrepanza spaziale tra accomodazione e convergenza diminuendo così la necessità di sovraconvergenza. Il processo adattivo, in questa precoce fase priva di adattamenti somatici, è potenzialmente reversibile.

Tra le tecniche soggettive i test prossimali mediante l'uso dei cilindri crociati sono sicuramente molto importanti. Nonostante che per anni siano stati utilizzati soprattutto per stabilire la "tolleranza" soggettiva del sistema visivo a distanza prossimale, si deve attribuire ai test dei cilindri crociati (#14A e #14B) ed alle relative forie (#15A e #15B) la massima importanza ed un grande significato funzionale. Per aumentare ulteriormente la sensibilità dei test, si eseguono ad un livello di luminosità pari a 20 Lux. Skeffington li definì come «l'informazione più attendibile per valutare lo spazio disponibile nel sistema visivo ad accettare una lente a scopo preventivo e migliorativo». Egli, era profondamente convinto che i valori ottenuti con questi test, fossero la chiave per interpretare gli aspetti critici della correlazione fra l'accomodazione e la convergenza in visione prossimale (attraverso i rapporti tra #14A e #15A e fra il #14B e #15B); questo si riflette di conseguenza nella visione per lontano. Durante il #14A, a causa dei cilindri crociati e dei prismi disturbanti, la fissazione è difficoltosa, la fusione impossibile e la nitidezza

decisamente deteriorata. Il sistema visivo si trova quindi impossibilitato ad esercitare due delle funzioni primarie cui deve assolvere: produrre un'immagine nitida e singola grazie al contributo di entrambi gli occhi. Per questi motivi Jaques considerò il #14A come un test che raggiunge «stati profondi a livello visivo inconscio più di ogni altro test» e rivela inoltre «cosa il sistema visivo vuole che l'esaminatore sappia relativamente ad attributi inconsci». Con i test #14A e #15A si esaminano sia il tono dello stimolo viscerale che quello dei muscoli retti oculomotori (muscoli scheletrici); questo spiega cosa intendesse Jaques circa gli «attributi inconsci». Durante l'esecuzione del #14A e #14B il soggetto deve valutare la solidità ed il contrasto delle linee, aspetti che si modificano ad ogni variazione di lente introdotta dall'esaminatore. Molti autori sono d'accordo nel ritenere questa situazione del tutto simile a quella del #7, con la differenza che è proposta in visione prossimale. Le coppie #14A - #15A, #14B - #15B, insieme alla coppia #7 - #8, diventano importanti indicatori dello stato di organizzazione della condizione visiva dell'individuo. Il rapporto fra il #7 e l'#8 esprime la lente limite che l'individuo può accettare per lontano; il rapporto fra il #14A - #15A, #14B - #15B esprime invece il valore limite della lente accettabile per la visione prossimale.

Il #15A ovvero la «foria attraverso le lenti del #14A» è il primo indicatore della «accomodazione libera da convergenza» nel determinare il potere positivo a distanza prossimale.

Nel #14B «cilindri crociati fusi» eliminata la diplopia, si valuta l'influenza dell'accomodazione nel rapporto accomodazione – convergenza. La risposta del test indica l'eventuale presenza di stress visivo come risultato della necessità di mantenere la visione binoculare da vicino.

L'esecuzione del #15B «foria attraverso le lenti del #14B» verifica l'orientamento spaziale in visione prossimale quando uno dei due sistemi viene disturbato. Anche il #15B è un indicatore di «accomodazione libera da convergenza» nello stabilire la lente accettabile per vicino.

Tra le tecniche oggettive, una delle più utilizzate ed affidabili è la MEM Retinoscopy (Monocular Estimation Method) il cui sviluppo risale al 1960 ad

opera di Haynes²⁰. A tutt'oggi la MEM Retinoscopy, è l'unica retinoscopia dinamica a valutare il lag accomodativo mediante una misurazione monoculare mentre l'esaminato indossa la correzione abituale e senza forottero, legge binocularmente un target prossimale attaccato al retinoscopio. In contemporanea l'esaminatore inserisce, per breve tempo, delle lenti davanti ad un occhio dell'esaminato fino ad ottenere la neutralizzazione del riflesso retinoscopico. Il valore della lente che neutralizza il riflesso retinoscopico rappresenta una misura oggettiva del lag accomodativo. Il lag varia a seconda della richiesta, vale a dire le dimensioni e la natura del target e con il livello di attenzione e domanda cognitiva (Haynes²¹ 1960, Kruger²² 1980). Il reticolo dei cilindri crociati (#14A e #14B) esige una minor attività cognitiva e richiede meno accomodazione per l'identificazione rispetto a quella necessaria per leggere le parole stampate sul target della MEM Retinoscopy. Per questo il lag misurato con i test dei cilindri crociati è solitamente più elevato. A questo proposito, Haynes riportò che sostituendo la mira per la Mem Retinoscopy con un target che presentava solo una linea verticale, si ottenevano valori più vicini a quelli normalmente riscontrati con i test dei cilindri crociati. La MEM Retinoscopy è un test clinico molto importante perché in grado di misurare oggettivamente la risposta accomodativa in condizioni reali durante la lettura (Greenspan²³ 1974).

I lavori iniziati da Getman e coll. concernenti l'effetto del coinvolgimento cognitivo sull'accomodazione, permisero di stabilire che il riflesso diviene più brillante mentre il movimento passa da «con» a «contro» quando il soggetto è coinvolto in attività cognitive quali la lettura. Skeffington²⁴ (1958) interpretò il fenomeno di apparente miopizzazione come “una ricerca di significato”. In seguito, molte esperienze cliniche hanno documentato il fatto che se al soggetto è richiesto un coinvolgimento cognitivo come fissare un target molto piccolo oppure leggere parole difficili, il movimento del riflesso retinoscopico diventa discorde (Kruger²⁵, 1977).

Quando Haynes²⁶ (1960) iniziò a dedicarsi all'argomento, fu addirittura tratto in inganno da questo particolare fenomeno, tanto che ipotizzò trattarsi di errori di misurazione imputabili all'esaminatore perché non allineato con l'asse

visivo del soggetto esaminato. In seguito Kruger^{27 28 29} (1978) sostenne che mentre l'esaminato è coinvolto in un'attività visiva a distanza prossimale, un aumento della domanda cognitiva ha come prodotto un incremento dell'accomodazione. Tale variazione può provocare una riduzione del lag accomodativo, causare una variazione di luminosità del riflesso retinico ed un cambiamento di direzione del movimento del riflesso che diventa discorde. Poiché il sistema accomodativo è innervato ed influenzato da entrambi i rami del Sistema Nervoso Autonomo, appare ragionevole ipotizzare che l'attività cognitiva, o le esperienze che modificano l'attenzione e lo stato emotivo, possono alterare l'equilibrio del SN che regola anche l'attività accomodativa (Campbell, Robson e Westheimer³⁰, 1959).

Da quanto esposto precedentemente, si evince come la "semplice" misura del lag accomodativo, fornisca in realtà essenziali e numerose informazioni riguardanti l'efficienza funzionale del sistema visivo durante lo svolgimento delle attività prossimali. Appare chiaro quindi, quanto sia importante ed auspicabile riscontrare un normale valore di lag accomodativo così da scongiurare, almeno in parte, processi adattivi nella visione prossima.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Cross AJ – Dynamic skiametry in theory and practice – A Jay Cross Optical Copany, 1911
- ² Birnbaum MH – Symposium on nearpoint visual stress Introduction – AM J Optom Physiol Opt, 1985;62:361-364
- ³ Sheard C – Dynamic skiametry and methods of testing the accomodation and convergence of the eyes – Chicago: Cleveland Press, 1920
- ⁴ Morgan MW – Accomodation and its relationship to convergence – Am J Optom Arch Am AcadOptom, 1944;21(5)
- ⁵ Sheard C – Dynamic skiametry – AM J Optom Physiol Opt, 1929:6
- ⁶ Borish IM – Dynamic skiametry – In: Borish IM (Ed) Clinical refraction – Professional Press, 1975
- ⁷ Cross AJ – Dynamic skiametry in theory and practice – A Jay Cross Optical Company, 1911
- ⁸ Sheard D – Dynamic skiametry – Dept Education Am Opt Ass, 1920
- ⁹ Swann LA – Dynamic retinoscopy – Opt, 1950:119
- ¹⁰ Tait EF – A quantitative system of dynamic skiametry – Am J Optom Arch Acad Optom, 1928:6
- ¹¹ Bestor HM – The interpretation of dynamic skiametry findings – Am J Physiol Opt, 1920;1:3
- ¹² Nott IS – Dynamic skiametry, accomodation and convergence – Am J Physiol Opt, 1925:6
- ¹³ Pascal JI – Modern retinoscopy – Hatton Press, 1930
- ¹⁴ Fry GA – Skiametry determination of the nearpoint rx – Optom Weekly, 1950:41
- ¹⁵ Tait EF – A quantitative system of dynamic skiametry – Am J Optom Arch Acad Optom, 1928:6
- ¹⁶ Pascal JI – Modern retinoscopy – Hatton Press, 1930
- ¹⁷ Leibowitz HW, Owens DA – Night myopia and the intermediate dark focus of accomodation – J Opt Soc Am, Oct 1975
- ¹⁸ Schor CM, Kotulak JC, Tsuetaki T – Adaptation of tonic accomodation reduces accomodative lag and is masked in darkness – invest Ophtalmol Vis Sci, 1986;27:820-827la
- ¹⁹ Lagace JP – Behavioral analysis of the clinical findings – In “Lagace J.P. Behavioral optometry in action” – OEP, 1987
- ²⁰ Haynes H – Clinical observation with dynamics retinoscopy – Optom Weekly, 27 Oct 1960
- ²¹ Haynes H – Clinical observation with dynamics retinoscopy – Optom Weekly, 27 Oct 1960
- ²² Kruger PB – The effect of cognitive demand upon accomodation – Am J Optom Physiol Opt 57(7):440-445
- ²³ Greenspan SB – MEM Retinoscopy – The Refraction Letter – Baush&Lomb, Dec 1974
- ²⁴ Skeffington AM – Transcript Northwest Congress of Optometry, Portland 1958
- ²⁵ Kruger PB – Changes in fundus reflex luminance with increased cognitive processing – Am J Optom Physiol Opt, 1977;54:445-451
- ²⁶ Haynes HM – Clinical observations with dynamic retinoscopy – Optom Weekly, 1960
- ²⁷ Kruger PB – Changes in fundus reflex luminance with increased cognitive processing – Am J Optom Physiol Opt, 1977
- ²⁸ Kruger PB – The effect of accomodative changes on brightness of the fundus reflex – J Am Optom Ass, 1978;49:47-49
- ²⁹ Kruger PB – The role of accomodation in increasing the luminance of the fundus reflex during cognitive processing - J Am Optom Ass, 1977;48:1493-1496
- ³⁰ Campbell FW, Robson JG, Westheimer G – Fluctuations of accomodation under steady viewing conditions – J Physiol, 1959