

DETEZIONE SPAZIALE E SENSIBILITÀ LUMINOSA DIFFERENZIALE NELLE EMIANOPSIE OMONIME

Carlo ALECI, Tiziana USAI, Franco ANSELMINO

Ospedale Gradenigo, Torino

ABSTRACT

Purpose: To evaluate differential light sensibility as obtained by standard white-on-white perimetry (SAP) and spatial detection by rarebit perimetry (RP) in patients with post-stroke homonymous hemianopias.

Methods: Seventeen patients with homonymous hemianopia underwent SAP and RP. Correlation between the two techniques was evaluated, congruent defects were quantified in the spared hemifield and residual vision areas were investigated in the blind hemifield.

Results: A strong correlation was found between SAP and RP. In the spared hemifield, RP discovered congruent defects in a higher

percentage of cases. A residual visual function has been found at the RP in 69,2 % of perimetrically blind visual field quadrants as assessed by SAP.

Conclusions: RP appears to be useful to assess visual function in hemianopic patients. As compared to SAP, it seems able to detect small congruent defects in a higher percentage of cases. Finally, a certain residual function has been found at RP in the blind regions of the visual field, although for this finding further demonstrations are required.

Ottica fisiopat 2012; XVII: 13-23

INTRODUZIONE

Per l'estesa rappresentazione delle vie visive nel sistema nervoso centrale i difetti perimetrici sono la principale conseguenza di lesioni cerebrovascolari e di tumori in questa sede¹, al punto che si stima che in circa il 20-30% degli infarti cerebrali il sistema visivo risulta implicato in una certa misura^{2,3}. Come conseguenza, si riscontrano spesso nei pazienti sottoposti a perimetria automatica convenzionale (SAP) i tipici difetti perimetrici, ovvero l'emianopsia e la quadrantopsia.

Nonostante i tentativi degli ultimi anni per mettere a punto un test più adatto a valutare queste alterazioni neurooftalmologiche, la perimetria standard bianco-su-bianco resta il gold standard: infatti né la tecnologia a duplicazione di frequenza⁴⁻⁸ né le tecniche di perimetria oggettiva come i PEV multifocali⁹ o la pupillometria¹⁰ si sono dimostrate più sensibili. Solo

la perimetria a lunghezza d'onda breve¹⁴ pare più efficace nelle sindromi demielinizzanti e nelle patologie cerebrali su base vascolare¹¹⁻¹³, ma come è noto l'utilizzo di questa metodica ad oggi risulta fortemente limitato. È importante sottolineare che i difetti emianoptici evidenziati alla perimetria bianco-su-bianco si riferiscono alla sensibilità luminosa differenziale. Eppure c'è evidenza del fatto che altre funzioni visive¹⁵⁻²¹ possono risultare alterate in misura differente nell'emicampo affetto. La perimetria rarebit (RP) è un test perimetrico che appare promettente nell'evidenziare un danno al campo visivo in pazienti con malattie neurologiche. Si differenzia dalle tecniche perimetriche convenzionali in quanto misura la frequenza con cui vengono percepiti stimoli minimi, vale a dire micropunti ad alta luminanza presentati in maniera tachistoscopica²²⁻²⁴. Su queste basi

AUTORE CORRISPONDENTE

Carlo Aleci,
Ospedale Gradenigo,
corso Regina
Margherita 8,
10153 Torino
carlo.aleci@gradenigo.it

PAROLE CHIAVE:

perimetria,
perimetria rarebit,
detezione spaziale,
sensibilità luminosa,
emianopsia.

KEY WORDS:

Perimetry, Rarebit
Perimetry, Spatial
Detection,
Light sensibility,
Hemianopia.

possiamo affermare che la perimetria rarebit valuta un parametro differente dalla sensibilità luminosa differenziale, un parametro che potremmo definire detezione spaziale²⁵ e che come si è visto per altre funzioni visive²⁶, può essere mediato da strutture differenti e sottostare a meccanismi funzionali diversi da quelli preposti alla percezione degli stimoli luminosi utilizzati per testare il campo visivo. In questa indagine è stata valutata con la perimetria rarebit la detezione spaziale in pazienti affetti da emianopsia/quadrantopsia omonima. Le quadrantopsie sono state considerate come emianopsie incomplete cosicché entrambi i pattern sono stati analizzati come un unico gruppo. I risultati ottenuti alla RP sono stati correlati con quelli corrispondenti della SAP allo scopo di stimare se il primo tipo di esame è più efficace del secondo nello scoprire piccoli difetti nell'emicampo risparmiato ed allo stesso tempo per stabilire se esiste una funzione residua di detezione spaziale nell'emicampo compromesso.

METODOLOGIA

La tecnica rarebit è stata descritta in dettaglio in un precedente articolo da Frisén²². Essa mira a valutare la matrice neuroretinica alla ricerca di intervalli funzionali nella continuità spaziale dei campi recettivi. Piuttosto che spot di luce proiettati su sfondo bianco come avviene nella perimetria convenzionale, gli stimoli utilizzati consistono in due minuscoli punti luminosi bianchi ad alto contrasto (diametro dei punti: 50% del minimo angolo di risoluzione, MAR) sullo

schermo scuro LCD. Il contrasto dei punti non varia durante l'esame mentre le dimensioni aumentano in funzione dell'eccentricità in modo da mantenere il MAR costante in ogni locus testato del campo visivo. Al paziente sono presentati simultaneamente in condizioni monoculari due stimoli di breve durata (200 msec) separati da 4 gradi in posizioni casuali entro il campo visivo. Al soggetto è richiesto di fissare una mira centrale e, nel caso, di indicare la comparsa di uno o di due punti premendo una volta o due volte un tasto apposito. Sulla base delle modalità con cui sono analizzati i dati entro il campo visivo, abbiamo scelto 24 aree rettangolari (dimensioni 6° x 8° nelle porzioni centrali e 6° x 14° in periferia) che d'ora in avanti definiremo matrici, a comprendere nel complesso una regione estesa fino a 30° lungo il meridiano orizzontale e 20° lungo quello verticale dal punto di fissazione. In ciascuna matrice la detezione dei punti è testata ripetutamente n-volte, finché l'operatore non decide di interrompere l'esame. Per il nostro proposito abbiamo decretato concluso l'esame al termine del decimo passaggio, cioè dopo che la stimolazione in ciascuna matrice è stata ripetuta 10 volte: riteniamo questa soluzione un buon compromesso tra l'accuratezza finale e la durata dell'esame. Il tratto distintivo della perimetria rarebit è il suo approccio probabilistico: piuttosto che stimare la soglia della funzione visiva, il test esprime l'integrità funzionale del campo visivo in ogni locus come percentuale delle risposte corrette (Hit Rates, HR) sul totale delle presentazioni.

Tabella 1

Dati demografici ed anamnestici del campione. I soggetti 15, 16 e 17 sono stati esclusi per la scarsa attendibilità dei loro esami perimetrici.

PAZIENTE	SESSO	ETÀ (ANNI)	DISTANZA DI ESORDIO (MESI)	REFRAZIONE (sfer. equival.) (Dx / Sx)	LOCALIZZAZIONE	PATTERN PERIMETRICO
1	f	74	2	4,00/4,25	temporal-occipital R	LEFT HEMI
2	m	52	84	-2,00/-3,00	front+par+temporal R	LEFT HEMI
3	f	72	11	1,25/1,25	occipital R	LEFT HEMI
4	m	64	25	1,00/0,75	occipital L	RIGHT HEMI
5	m	56	20	3,25/1,00	occipital R	LEFT HEMI
6	f	68	9	1,25/1,00	front+par+temp+occipital R	LEFT HEMI
7	m	34	60	-1,75/-1,75	occipital R	LEFT HEMI
8	m	56	117	-1,50/-2,00	vertebro-basilar R	LEFT HEMI
9	m	75	32	-2,00/-1,50	temporal-occipital R	LEFT HEMI
10	m	80	13	0,75/0,50	occipit. R	LEFT HEMI
11	m	68	2	-0,50/1,00	front+temp R	LEFT HEMI
12	m	70	40	-1,25/-1,25	temporal L	RIGHT SUP QUAD
13	f	63	50	1,50/1,50	occipit.L	RIGHT SUP QUAD
14	f	39	11	-3,50/-5,00	not specific	LEFT INF QUAD
15	m	66	4	1,50/1,00	frontal+temporal L	RIGHT INF QUAD
16	m	51	18	-1,25/-1,25	parietal+occipital L	RIGHT INF QUAD
17	m	71	14	2,25/2,25	occipital R	LEFT SUP QUAD
MEDIA		62,3	30,1			
SD		12,7	31,7			
RANGE		34-80	2-117			

Al termine è calcolato un indice globale, il Mean Hit Rate (MHR \pm SD), risultato della media dei valori provenienti dalle singole matrici eccetto le due aree contigue alla macchia cieca. Il limite inferiore di normalità per il MHR è posto a 97.2%²³.

La sensibilità media (MS) può essere considerato l'indice corrispettivo della perimetria convenzionale.

Dall'ambulatorio di neurooftalmologia della nostra struttura sono stati reclutati 17 pazienti (12 maschi, 5 femmine) affetti da emianopsia o quadrantopsia omonima diagnosticate alla SAP conseguenti ad ictus cerebrale come documentato alla tomografia computerizzata (TC) ed alla risonanza magnetica nucleare (RMN). Secondo Wall et al (2002)⁴, un difetto al campo visivo è considerato emianoptico (o quadrantoptico) se un intero emicampo (o quadrante) risulta depresso con una netta separazione lungo il meridiano verticale dalla zona di normosensibilità

e senza altre aree scotomatose tali da mascherare le caratteristiche di omonimia.

Di questi pazienti, 10 (58.8%) presentavano un'emianopsia e 7 (41.2%) una quadrantopsia. Il tempo di insorgenza dei sintomi neurologici risaliva ad un periodo di tempo variabile dai 2 ai 117 mesi (Tab.1). L'età media era di 62.2 anni (\pm 12.7, range 34-80). Criteri di esclusione erano una acuità visiva con correzione (Best Corrected Visual Acuity, BCVA) <0.7 , ametropie $> \pm 3$ diottrie, malattie oftalmologiche, pressione intraoculare > 18 mmHg(G) o familiarità per glaucoma, strabismo, ambliopia, diabete, terapie sistemiche in grado di determinare difetti perimetrici, disabilità cognitiva e scarsa collaborazione. Ogni paziente dimostrava una fissazione foveale stabile testata con il visuscopio di Cüppers. Come campione di controllo sono stati selezionati 14 volontari sani (età media: 57 \pm 10.8 anni,

range 34-70) con BCVA pari a 1.0, provenienti dallo staff dell'ospedale. I criteri di esclusione erano gli stessi adottati per il gruppo precedente. Soggetti con ipertensione arteriosa o familiarità per malattie cerebrovascolari sono stati esclusi.

Dopo aver ottenuto il consenso informato e l'approvazione da parte del Comitato Etico, i partecipanti alla sperimentazione sono stati sottoposti ad una valutazione oftalmologica completa (completa di ispezione alla lampada a fessura, retinoscopia, tonometria, misura dell'acuità visiva, valutazione dei riflessi pupillari e dei movimenti oculari).

Per la perimetria automatica convenzionale ci si è avvalsi di un perimetro Octopus 1-2-3 (Haag-Streit, Berna, Svizzera), programma 32x (strategia di soglia piena) che con uno stimolo bianco (Goldmann III = 0.43° di ampiezza) valuta i 30° centrali del campo visivo in 76 loci disposti entro una griglia regolare e spaziati di 6°. La perimetria rarebit (versione 4) è stata somministrata prima ad una distanza di 50 cm per la valutazione delle zone più periferiche del campo visivo (modalità outer), poi ad 1 metro per testare i loci più centrali (modalità inner). A seconda della modalità (outer od inner) il software provvede automaticamente a scalare la dimensione delle coppie di stimoli e la loro separazione in maniera appropriata alle due rispettive distanze d'esame. Tutti i soggetti (anche quelli sani ai quali era stato previamente somministrato un esame di prova) erano avvezzi alla perimetria convenzionale, mentre l'inizio del test con la tecnica rarebit veniva preceduto

da un breve allenamento (10 minuti circa) per aumentare la dimestichezza con l'insolita metodica. Prima dell'inizio di ogni esame si provvedeva alla calibrazione dello strumento.

Le sessioni avevano luogo in una stanza in penombra (luminanza media: 1 lux). I soggetti tenevano il capo poggiato su una mentoniera posizionata a mezzo metro per testare le 20 matrici periferiche e successivamente ad un metro di distanza dal monitor per valutare le 4 rimanenti aree centrali.

Se necessario venivano utilizzate lenti per correggere vizi refrattivi, associate ad una correzione addizionale positiva adeguata alla distanza d'esame nei pazienti presbiti. L'ordine con cui ciascun occhio veniva esaminato in presenza di un operatore esperto in procedure psicofisiche (T.U.) era casuale.

I criteri di attendibilità utilizzati per la perimetria convenzionale erano: Reliability Factor (RF) <25% o risposte False Positive <10%, mentre per la tecnologia rarebit: Error Statistic Value ≤4.

In fase di elaborazione dati i seguenti parametri sono stati presi in considerazione:

- per la SAP: MS ed MS riferita all'emicampo affetto ed a quello risparmiato.

Per valutare la presenza di difetti omonimi nell'emicampo risparmiato è stata calcolata nella mappa Comparison la percentuale di punti significativamente depressi ($p < 0.05$) in questa regione associati a difetti congrui nell'emicampo risparmiato dell'occhio adelfo. In questo caso il criterio che abbiamo adottato per definire due difetti congrui sono stati:

- a) l'esatta corrispondenza spaziale tra i due punti (cioè congruenza assoluta) nei due occhi con una differenza di sensibilità ≤ 4 dB, oppure (come criterio più restrittivo)
- b) l'esatta corrispondenza spaziale tra i due punti nei due occhi con una differenza di sensibilità ≤ 2 dB.
- Questi livelli di tolleranza corrispondono al limite superiore della fluttuazione della soglia luminosa, come riportato nei soggetti normali^{27,28}. Ci riferiremo a questi criteri, i cui effetti sono stati analizzati separatamente, definendoli livelli di congruenza alla SAP (CLSAP4 e CLSAP2).
- Per minimizzare artefatti dovuti a perdite di fissazione, i sei punti attorno alla macchia cieca non sono stati presi in considerazione.
- per la RP: MHR ed MHR riferita all'emicampo affetto ed a quello risparmiato.
- Per valutare la presenza di difetti omonimi nell'emicampo risparmiato è stata calcolata la percentuale di matrici deprese in questa regione, nelle quali cioè la mancata detezione dello stimolo (Miss Rate, MR) era $\geq 5\%$, associate a matrici deprese congrue nell'emicampo risparmiato dell'occhio adelfo. In questo caso il criterio che abbiamo adottato per definire due difetti come congrui sono stati:
- a) l'esatta corrispondenza spaziale tra le due matrici (cioè congruenza assoluta) nei due occhi con una differenza nel MR $\leq 10\%$, oppure (come criterio più restrittivo)
- b) l'esatta corrispondenza spaziale tra le due matrici nei due occhi con una differenza nel MR $\leq 5\%$.
- Questi livelli di tolleranza corrispondono al limite superiore della fluttuazione

della soglia di detezione alla perimetria rarebit in un'analisi globale e punto-a-punto come riportato nei soggetti normali²⁹. Ci riferiremo a questi criteri, i cui effetti sono stati analizzati separatamente, definendoli livelli di congruenza alla RP (CLRO10 e CLRP5). Per valutare la presenza di una detezione spaziale residua nell'emicampo risultato compromesso alla perimetria convenzionale, sono state considerate le matrici con funzione residua ed il valore di MHR in ognuno dei due quadranti (superiore ed inferiore) che abbiamo definito perimetricamente ciechi alla perimetria convenzionale. In questo caso sono state escluse le quadrantopsie e sono state considerate solo le emianopsie. In particolare un quadrante dell'emicampo compromesso è stato considerato cieco alla SAP se era soddisfatta una di queste due condizioni:

a) scotoma assoluto in ciascuno dei 19 loci del quadrante, oppure

b) profonda depressione (sensibilità residua ≤ 5 dB) interessante ≤ 4 loci lungo il margine del meridiano verticale con sensibilità abolita nei rimanenti punti del quadrante.

In questo caso, il livello residuo di sensibilità luminosa lungo il meridiano verticale è stato attribuito ad instabilità di fissazione.

Ad ogni modo per evitare artefatti dovuti a spostamenti di fissazione o perdite di fissazione nei campi visivi emianoptici, nella mappa rarebit i due livelli di congruenza sono stati valutati solo nelle tre aree più periferiche (localizzate dai 10 ai 30 gradi di eccentricità), escludendo le tre rimanenti regioni più prossime al

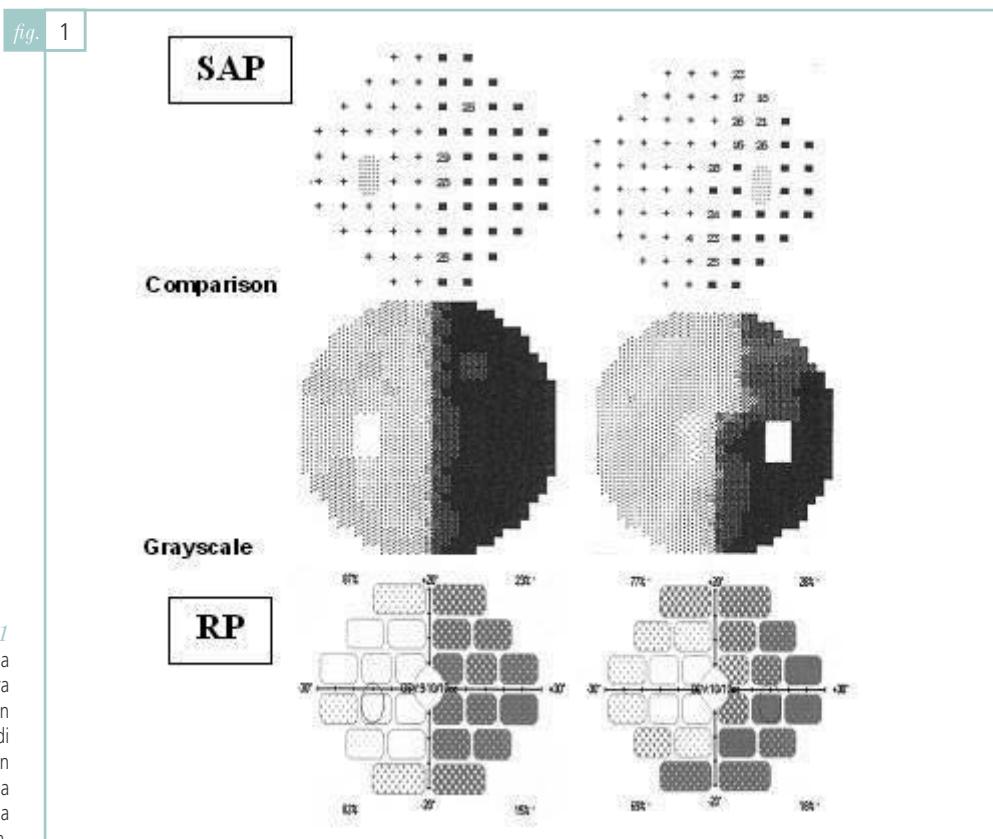


fig. 1
Corrispondenza topografica tra SAP e RP in un paziente di 64 anni con emianopsia omonima destra.

meridiano verticale.

Alla RP, una detezione spaziale residua era ritenuta presente in una matrice se l'HR risultava $\geq 15\%$ o, in seconda analisi, $\geq 10\%$. Gli effetti di questi criteri sono stati analizzati separatamente. È stata condotta un'analisi di correlazione lineare tra gli indici MS e MHR nell'intero campo visivo e considerando i due emicampi utilizzando il test di Pearson, dopo aver verificato il requisito di normalità delle distribuzioni di frequenza con il test di Kolmogorow-Smirnow. Il t-test per dati appaiati è stato impiegato per confrontare la durata d'esame di SAP e RP e valutare la significatività statistica delle differenze ottenute nei due esami tra casi e controlli. Il test di Mann-Withney è stato utilizzato per analizzare le differenze tra i risultati ottenuti alla SAP ed alla RP. Il livello di significatività statistica è stato fissato per $p \leq 0.05$.

Dopo i valori medi, tra parentesi è riportata la corrispondente deviazione standard.

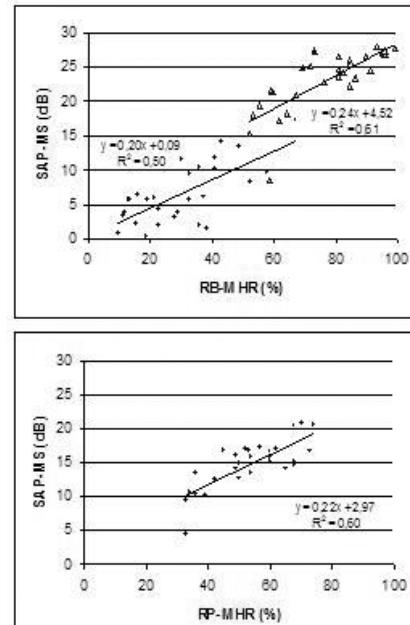
La ricerca ha seguito i dettami della Dichiarazione di Helsinki, il consenso informato è stato ottenuto dai soggetti reclutati dopo la spiegazione sulla natura e le possibili conseguenze dello studio. Inoltre sono stati seguiti i criteri istituzionali previsti per l'uso etico di soggetti volontari umani.

RISULTATI

Dei 17 pazienti originariamente reclutati, solo 14 hanno portato a termine la sperimentazione mentre i dati desunti dai 3 rimanenti sono stati esclusi per l'alto numero di errori commessi in uno o entrambi gli esami. Nessuno dei 14 soggetti normali ha dimostrato difetti al campo visivo convenzionale.

La MS media nel gruppo di controllo

fig. 2



e nel gruppo di pazienti è risultata essere 27.7 dB (± 0.8) e 14.7 dB (± 3.6), mentre l'MHR medio valeva rispettivamente 96.8% ($\pm 1.7\%$) e 52.2% ($\pm 12.3\%$) (differenza: $p<0.01$ in entrambi i casi). Nei due gruppi il tempo d'esame alla RP era significativamente più basso rispetto a quello necessario per completare un esame perimetrico convenzionale (nei controlli: RP: 568.2 sec (± 33.9), SAP: 1211.7 sec (± 55.8); nei pazienti: RP: 648.8 sec (± 56.9), SAP: 1138.5 sec (± 128.6); $p<0.01$). La corrispondenza topografica del danno rappresentata nelle mappe ottenute con le due metodiche era evidente (Fig. 1).

Nella figura 2 è rappresentata la correlazione lineare tra i risultati ottenuti alla SAP e quelli desunti alla RP. Esiste una correlazione significativa tra MS alla SAP e MHR alla RP se si prende in considerazione l'intero campo visivo ($r=0.78$, $p<0.01$) (Fig. 2, basso). Il coefficiente di correlazione è lo stesso se si considera solo l'emicampo risparmiato, mentre appare leggermente più basso se si considera l'emicampo affetto ($r=0.71$; $p<0.01$) (Fig. 2, alto).

Per quantificare il grado di congruenza del danno nell'emicampo superstite, per ogni esame e per entrambi i livelli di congruenza prestabiliti è stata calcolata alla SAP ed alla RP la percentuale dei loci alterati congrui rispetto ai loci totali di quell'emicampo. Come mostrato nella tabella 2, la RP evidenzia in media una maggior percentuale di loci congrui alterati rispetto alla SAP, per entrambi i livelli di congruenza. Rispetto alla SAP, la RP è inoltre in grado di svelare difetti congrui in un maggior numero

di pazienti. Per ciascuna delle due tecniche invece, l'applicazione del primo o del secondo parametro non determina differenze significative nella capacità di evidenziare le alterazioni in questione ($p>0.05$).

Per indagare la funzione visiva residua nell'emicampo compromesso, è stato valutato il numero di matrici ed il MHR per ciascun quadrante cieco, come già riportato nella sezione dei Materiali e Metodi. Dei 40 quadranti compromessi desunti dalle mappe perimetriche convenzionali dei nostri pazienti, 13 (32.5%) risultavano ciechi alla SAP sulla base dei criteri sopra elencati. Alla RP è stato riscontrato il persistere di una seppur minima capacità di detezione spaziale in 9 (69.2%) di questi quadranti in caso si adotti un MHR con cut-off $\geq 10\%$ che si riducono ad 8 (61.5%) per MHR con cut-off $\geq 15\%$. A seconda del livello di cut-off adottato, nei quadranti ciechi alla SAP il numero totale di matrici residue era rispettivamente 21 (1.6 matrici residue per quadrante) o 13 (1 matrice per quadrante).

fig. 2
Correlazione tra MS ottenuta alla perimetria automatica standard a MHR ottenuta alla perimetria rarebit in pazienti affetti da emianopsia omonima e da quadrantopsia. Alto: valutazione separata per i due emicampi: risparmiato (cerchi) e compromesso (triangoli). Basso: campo visivo globale.

Tabella 2

Analisi dei livelli di congruenza nell'emicampo risparmiato.
Tra parentesi la deviazione standard.

CRITERI	SAP	RP	p
CLSAP4; CLRP10 (loci %)	12,85 (13,89)	33,57 (18,65)	0,003
CLSAP2; CLRP5 (loci %)	9,34 (9,52)	19,29 (11,41)	0,017
Emicampi con difetti congrui per CLSAP4 e CLRP10 (%)	78,5	92,80	ns
Emicampi con difetti congrui per CLSAP2 e CLRP5 (%)	78,5	92,80	ns

Infine non è stata riscontrata nessuna correlazione tra MHR ed esordio della patologia (Spearman $rs = -0,05$, $p > 0,05$) od età dei pazienti (Spearman $rs = -0,15$, $p > 0,05$).

CONCLUSIONI

È noto che uno dei maggiori problemi in perimetria è la durata dell'esame. Una tecnica alternativa alla perimetria automatica standard, capace di testare rapidamente e con sufficiente precisione il campo visivo di pazienti colpiti da ictus cerebrale è auspicabile, in particolar modo se si considerano le condizioni cliniche che li rendono incapaci a sostenere l'impegno di un esame di soglia piena. La perimetria rarebit a questo scopo si è dimostrata utile nella pratica oftalmologica^{22-24,30-36} ed il suo grado di efficacia nella valutazione delle emianopsie omonime è stato paragonato a quello di una perimetria Humphrey³⁷. Un notevole vantaggio è la possibilità di modularne la durata in funzione delle condizioni del paziente stabilendo a priori il numero delle stimolazioni in ciascuna matrice. Inoltre la variabilità tra un test ed il successivo nei soggetti normali non appare più elevata rispetto a quella della SAP^{22,29}. I nostri risultati confermano la tecnica rarebit come una valida alternativa in questa categoria di pazienti, considerata la buona correlazione con la perimetria standard degli strumenti Octopus e la breve durata dell'esame. L'adozione di una strategia di soglia piena

alla perimetria convenzionale senza dubbio ha enfatizzato la differenza nella durata dei due esami. A questo proposito occorre considerare come se è vero che la differenza tra l'esame convenzionale con strategia di soglia piena e la RP verde sulla maggior durata di una strategia full threshold, si consideri che nel nostro esperimento alla perimetria RP la stimolazione è stata ripetuta per ben 10 volte. Se è noto che l'adozione di una strategia più veloce (ma altrettanto accurata) alla perimetria convenzionale può diminuire la durata d'esame anche del 50%, la possibilità di diminuire alla RP la frequenza delle stimolazioni per matrice (o "passes") da 10 a 5, considerato un compromesso accettabile²², fa sì che la proporzione non cambi e che il guadagno in termini di tempo per la perimetria rarebit rimanga.

Una volta che la presenza di emianopsia è stata appurata, l'attenzione durante il follow-up si rivolge in particolar modo alle regioni del campo visivo risparmiate dall'evento ischemico, per sorvegliare l'eventuale comparsa di nuovi difetti. La RP è risultata più sensibile rispetto a quella convenzionale nell'evidenziare difetti congrui localizzati nell'emicampo risparmiato. Come è già stato suggerito²², una possibile spiegazione risiede nel minimo contenuto informazionale degli stimoli puntiformi atti alla detezione spaziale adottati dal perimetro di Frisén rispetto al target perimetrico convenzionale modulato

in luminanza: la ridotta diffusione della luce proveniente dai punti, infatti farebbe sì che la misura della sensibilità nelle aree depresse dell'emicampo risparmiato non sia falsata da stimoli proiettati sulle regioni circostanti, come avverrebbe alla SAP. D'altra parte proprio a causa delle minime dimensioni dei target, un difetto alla RP può rispecchiare un angioscotoma fisiologico, rivelandosi dunque un artefatto^{38,39}.

Studi psicofisiici ed elettrofisiologici⁴⁰ dimostrano la persistenza di un certo grado di funzione visiva residua nelle aree decretate cieche dall'esame perimetrico. In particolare funzioni come la percezione del movimento^{16-19,41}, la detezione e localizzazione spaziale^{1,20}, la percezione cromatica^{18,21} e la discriminazione dell'orientamento²¹ appaiono parzialmente risparmiate o meno compromesse rispetto alla sensibilità luminosa. Il caso del paziente che si accorge di una percezione residua (dunque una condizione differente dalla cosiddetta visione cieca⁴¹ nella quale non vi è questa consapevolezza) è stato attribuito all'attività residua di isole cellulari risparmiate nel tessuto occipitale compromesso^{17, 42} o di fibre della via visiva genicolostriata⁴³. In effetti la presenza di una funzione di detezione spaziale residua nelle aree cieche del campo visivo come ha svelato la perimetria rarebit in questo studio supporta tale eventualità. È comunque d'obbligo molta cautela nella considerazione del nostro reperto, che potrebbe invece essere il risultato artefattuale della diffusione dell'informazione dello stimolo al di là del limite della regione cieca

od in alternativa di uno slittamento di fissazione che influenza la localizzazione spaziale dello stimolo percepito⁴⁴⁻⁴⁶. Per le sue minime dimensioni, lo stimolo puntiforme della perimetria rarebit sembra meno suscettibile di un effetto di diffusione luminosa. Nessuno dei soggetti reclutati dimostrava una fissazione eccentrica ed in nessuna mappa perimetrica la sensibilità al punto di fissazione risultava compromessa. La stabilità di fissazione nei nostri pazienti è da attribuire proprio ad un risparmio maculare, che si estende normalmente fino ad 1.5 gradi nell'emicampo cieco⁴⁶⁻⁴⁸. D'altra parte nella perimetria rarebit è impossibile neutralizzare stimolazioni avvenute durante uno cambio repentino di fissazione. Per questo motivo abbiamo preferito non analizzare la funzione di detezione spaziale residua nell'emicampo cieco in matrici localizzate entro 10 gradi dal meridiano verticale, anche se in questo modo è stata inevitabilmente persa una certa quota di informazioni. In conclusione, la perimetria rarebit è una tecnica perimetrica rapida ed appropriata per pazienti affetti da ictus cerebrale con alterazioni perimetriche. Essa sembra più efficace della perimetria automatica convenzionale nell'evidenziare i difetti congrui nell'emicampo risparmiato. Per queste ragioni è valida sia come tecnica di screening che di follow-up in presenza di emianopsia o quadrantopsia omonima. Se i risultati saranno confermati, la perimetria di Frisén potrebbe inoltre essere utilizzata per esplorare la detezione spaziale residua nelle regioni cieche del campo visivo.

RIASSUNTO

Obiettivi: valutare la sensibilità luminosa differenziale ottenuta alla perimetria automatica standard (SAP) e la detezione spaziale con la perimetria rarebit (RP) in pazienti affetti da emianopsia omonima per pregresso ictus cerebrale.

Procedure di base: diciassette pazienti con emianopsia omonima sono stati sottoposti a SAP ed RP. È stata stimata la correlazione tra le due tecniche ed indagata la presenza di difetti congrui nell'emicampo risparmiato e l'eventualità che persistano aree di funzionalità residua nell'emicampo cieco.

Risultati: dai risultati ottenuti emerge una forte correlazione tra SAP e RP. Nell'emicampo risparmiato la perimetria rarebit ha messo in evidenza difetti congrui in una più alta percentuale di casi. Una funzione residua di detezione è stata riscontrata alla perimetria rarebit nel 69.2% dei quadranti del campo visivo ciechi alla SAP. Conclusioni: la tecnica rarebit si è dimostrata utile per valutare la funzione visiva in pazienti emianoptici. Rispetto alla perimetria convenzionale, sembra in grado di riconoscere piccoli difetti congrui in una più alta percentuale di casi. Infine una certa funzione residua di detezione spaziale sembra essere presente come evidenziato alla perimetria rarebit nelle regioni cieche del campo visivo, benché su questo aspetto siano necessarie ulteriori conferme sperimentali.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Gilhotra JS, Mitchell P, Healey PR, Cumming RG, Currie J. *Homonymous visual field defects and stroke in an older population*. Stroke **33**: 2417-2420, 2002
- 2 Huber A. *Homonymous hemianopia*. Neuro-ophthalmol **12**: 351-366, 1992
- 3 Smith JL. *Homonymous hemianopia, a review of one hundred cases*. Am J Ophthalmol **54**: 616-623, 1962
- 4 Wall M, Neahring RK, Woodward KR. *Sensitivity and specificity of frequency doubling perimetry in neuro-ophthalmic disorders: a comparison with conventional automated perimetry*. Invest Ophthalmol Vis Sci **43**: 1277-1283, 2002
- 5 Cerio-Ramsden CD, Munoz-Negrete FJ, Moro JGM, Rebolledo G. *Frequency doubling Perimetry in retrochiasmal disorders*. Arch Soc Esp Oftalmol **78**: 143-149, 2003
- 6 Thomas D, Thomas R, Mulyil JP, George R. *Role of frequency doubling perimetry in detecting neuro-ophthalmic visual field defects*. Am J Ophthalmol **131**: 734-741, 2001
- 7 Noval S, Contreras I, Rebolledo G, Munoz-Negrete FJ, Ruiz De Zarate B. *A comparison between Humphrey and frequency doubling perimetry for chiasmal visual field defects*. Eur J Ophthalmol **15**: 739-745, 2005
- 8 Neahring RK, Wall M, Withrow K. *Sensitivity and specificity of frequency doubling perimetry in neuro-ophthalmic disorders*. Invest Ophthalmol Vis Sci Suppl **38**: S390, 1997
- 9 Wall M. *What's new in Perimetry*. J Neuro-Ophthalmol **24**: 46-55, 2004
- 10 Rajan MS, Bremner FD, Riordan-Eva P. *Pupilloperimetry in the diagnosis of functional visual field loss*. J Royal Soc Med **95**: 498-500, 2002
- 11 Keltner J, Johnson CA. *Short-wavelength automated perimetry in neuro-ophthalmological disorders*. Arch Ophthalmol **113**: 475-481, 1995
- 12 Fushimoto N, Adachi-Usami E. *Use of blue-on-yellow perimetry to demonstrate quadrantanopia in multiple sclerosis*. Arch Ophthalmol **116**: 828-829, 1998
- 13 Fushimoto N, Kubota M, Saeki N, Adachi-Usami E. *Use of blue-on-yellow perimetry for detection of sectoranopia*. Eye **18**: 338-341, 2004
- 14 Wild JM. *Short wavelength automated perimetry*. Acta Ophthalmol Scand **79**: 546-559, 2001
- 15 Barbur JL, Ruddock KH, Waterfield VA. *Human visual response in the absence of geniculocalcarine projection*. Brain **103**: 905-928, 1980.
- 16 Ptito A, Lepore F, Ptito M, Lassonde M. *Target detection and movement discrimination in the blind field of hemispherectomized patients*.

- 16 Brain **114**: 497-512, 1991
- 17 Intriligator JM, Xie R, Barton JSS. *Blindsight Modulation of Motion Perception*. J Cogn Neurosci **14**: 1174-1183, 2002
- 18 Morland AB, Jones SR, Finlay AL, Deyzac, Le S, Kemp S. *Visual perception of motion, luminance and colour in a human hemianope*. Brain **122**: 1183-1198, 1999
- 19 Morland AB, Le S, Carroll E, Hoffmann MB, Pambakian A. *The Role of Spared Calcarine Cortex and Lateral Occipital Cortex in the Responses of Human Hemianopes to Visual Motion*. J Cogn Neurosci **16**: 204-218, 2004
- 20 Perenin MT, Jeannerod M. *Visual function within the hemianopic field following early cerebral hemidecortication in man-I. Spatial localisation*. Neuropsychol **16**: 1-13, 1978
- 21 Boyer JL, Harrison S, Ro T. *Unconscious processing of orientation and colour without primary visual cortex*. Neurosci **102**: 16875-16879, 2005
- 22 Frisén L. *New sensitive window on abnormal spatial vision: rarebit probing*. Vis Res **42**: 1931-1939, 2002
- 23 Frisén L. *Spatial vision in visually asymptomatic subjects at high risk for multiple sclerosis*. J Neurol Neurosurg Psychiatry **74**: 1145-1147, 2003
- 24 Frisén L. *Vigabatrin-associated loss of vision: rarebit perimetry illuminates the dose-damage relationship*. Acta Ophthalmol Scand **82**: 54-58, 2004
- 25 Parker AJ, Newsome WT. *Sense and the single neuron: probing the physiology of perception*. Annual Review of Neurosci **21**: 227-277, 1988
- 26 Westheimer G. *location and line orientation as distinguishable primitives in spatial vision*. Proceedings of the Royal Society of London **263**: 503-508, 1996
- 27 Bebie H, Fankhauser F, Spahr J. *Static perimetry: Accuracy and Fluctuations*. Acta Ophthalmol **54**: 339-349, 1976
- 28 Fankhauser F, Bebie H. *Threshold fluctuations, interpolations and spatial resolution in perimetry*. Doc Ophthalmol Proc Series **19**: 295-309, 1979
- 29 Corallo G, Bagnis A, Scotto R, Lester M, Calabria G. *Rarebit perimetry in soggetti sani: effetto apprendimento e fluttuazione a breve e lungo termine*. Ottica Fisiopat **XI**: 139-146, 2006
- 30 Martin L, Wanger P. *New perimetric techniques. A comparison between rarebit and FDT perimetry in normal subjects and glaucoma patients*. J Glaucoma **13**: 278-282, 2004
- 31 Brusini P, Salvetat ML, Parisi L, Zeppieri M. *Probing glaucoma visual damage by rarebit perimetry*. Br J Ophthalmol **89**: 180-184, 2005
- 32 Nilsson M, von Wendt G, Martin L. *Rarebit Foveal Test in diabetes*. Acta Ophthalmol Scand **84**: 567, 2006
- 33 Nilsson M, Wanger P, Martin L. *Perception of very small visual stimuli in the fovea: normative data for the rarebit fovea test*. Clin Exp Optom **89**: 81-85, 2006
- 34 Martin L. *Rarebit and frequency-doubling technology perimetry in children and young adults*. Acta Ophthalmol Scand **83**: 670-677, 2005
- 35 Jacobson L, Flodmark O, Martin L. *Visual field defects in prematurely born patients with white matter damage of immaturity: a multiple-case study*. Acta Ophthalmol Scand **84**: 357-362, 2006
- 36 Martin L, Ley D, Marshal K, Hellström A. *Visual function in young adults following intrauterine growth retardation*. J Pediatr Ophthalmol Strabismus **41**: 212-218, 2004
- 37 Gedik D, Akman A, Akova Y. *Efficiency of Rarebit Perimetry in the Evaluation of Homonymous Hemianopia in Stroke Patients*. Br J Ophthalmol. Doi: 10.1136/bjo.2006.112607, 2007
- 38 Schiefer V, Benda N, Dietrich TJ, Selig B, Hofmann C, Schiller J. *Angioscotomata detection with fundus-oriented perimetry: a study with dark and bright stimuli of different sizes*. Vis Res **39**: 1897-1909, 1999
- 39 Adams DL, Horton JC. *The representation of retinal blood vessel in primate striate cortex*. J Neurosci **231**: 5984-5997, 2003
- 40 Azzopardi P, King SM, Cowey A. *Pattern electroretinograms after cerebral hemisectomy*. Brain **124**: 1228-1240, 2001
- 41 Stoerig P, Cowey A. *Blindsight in man and monkey*. Brain **120**: 535-559, 1997
- 42 Schärli H, Harman AM, Hogben JH. *Residual vision in a subject with damaged visual cortex*. J Cogn Neurosci **11**: 502-510, 1999
- 43 Schärli H, Harman AM, Hogben JH. *Blindsight in subjects with homonymous visual field defects*. J Cogn Neurosci **11**: 52-66, 1999
- 44 Bischoff P, Lang J, Huber A. *Macular sparing as a perimetric artifact*. Am J Ophthalmol **119**: 72-80, 1995
- 45 Jamara RJ, Van De Velde F, Peli E. *Scanning eye movements in homonymous hemianopia documented by scanning laser ophthalmoscope retinal perimetry*. Optom Vis Sci **80**: 495-504, 2003
- 46 Trauzettel-Klosinski S, Jens R. *The vertical field border in hemianopia and its significance for fixation and reading*. Invest Ophthalmol Vis Sci **39**: 2177-2186, 1998
- 47 Reinhart J, Trauzettel-Klosinski S. *Nasotemporal overlap of retinal ganglion cells in humans: a functional study*. Invest Ophthalmol Vis Sci **44**: 1568-1572, 2003
- 48 Bunt A, Minckler DS, Johanson GW. *Demonstration of bilateral projection of the central retina of the monkey with horseradish peroxidase neuronography*. J Comp Neurol **171**: 619-630, 1977