

3
ATTI

LXIX

CONGRESSO DELLA
SOCIETÀ OFTALMOLOGICA ITALIANA



esam
FUTURA

REGISTRAZIONI DI FERG E PEV «DOPO FOTOSTRESS» NELL'IPERTONO SPERIMENTALE

M.G. Bucci, V. Parisi, R. Giannini, P.M. Rossini

II Università degli Studi Tor Vergata di Roma
Cattedra di Clinica Oculistica - Direttore: Prof. M.G. Bucci
Cattedra di Neurofisiologia Clinica - Direttore: Prof. P.M. Rossini

RIASSUNTO

Lo scopo del nostro lavoro è stato quello di valutare il tempo di recupero maculare dopo fotostress in condizioni di ipertono oculare sperimentalmente indotto. Abbiamo complessivamente esaminato 30 soggetti sani e normali dal punto di vista oftalmologico. Su 18 di essi abbiamo effettuato in O.D. il PEV «dopo fotostress» di controllo ed in O.D. il PEV «dopo fotostress» in presenza di ipertono oculare indotto sperimentalmente. Su 12 soggetti abbiamo effettuato il FERG in ipertono sperimentale.

Il PEV dopo fotostress in ipertono presenta tempi di latenza superiori, voltaggi inferiori ed un tempo di «recupero» maggiore rispetto a quello di controllo; rispetto al valore di base in O.D. è stato rilevato a 20' un aumento medio del tempo di latenza di 32 ± 4.62 msec, a 40' un aumento di 17.6 ± 4.71 msec ed a 60' un aumento di 10.10 ± 3.07 msec (\pm : limite di confidenza per livello di 0.01); tali variazioni sono risultate significative con $P < 0.001$ (T-Test Related Samples) se confrontate con il valore di base e l'omologo di OS. La presenza del FERG immodificato, ed il ritardo del PEV dopo fotostress in ipertono esprimevano presumibilmente una sofferenza, pressione-dipendente, delle cellule ganglionari retiniche. Il PEV dopo fotostress può rappresentare un nuovo parametro semeiologico per quelle affezioni, come la malattia glaucomatosa, in cui si ritiene possa esistere uno stato di sofferenza delle cellule ganglionari e del fascio papillo-maculare.

PAROLE CHIAVE: ERG, PEV, Pressione oculare, fotostress, glaucoma.

SUMMARY

FERG and PEV after fotostress recording in the experimental ocular hypertension.

This study was performed to determine the macular recovery time after fotostress in experimental increased intraocular pressure conditions.

Thirty normal subjects participated in the experiments. In 18 of them, a VEP in the right eye after fotostress, and then a VEP in the same eye after fotostress but with an experimental ocular hypertension, were recorded.

A FERG was recorded in 12 subjects with an experimental elevation of intraocular pressure.

Long VEP latencies, low amplitudes, high recovery time, normal FERG, were observed in the experimental pressure increase.

In the right eye (at 20') a 32 ± 4.62 msec of VEP latency mean increase, (at 40') a 17.6 ± 4.71 msec, and (at 60') a 10.10 ± 3.07 msec have been found (\pm : confidence limit for 0.001); these differences were statistically significant with $P < 0.001$ (T-test Related Samples) if compared with normal control eyes and the left eye.

Thus, VEP after fotostress can be a new indicator of retinal damage during ocular hypertension, like in the glaucomatous eyes, in which retinal ganglion cells and papillo-macular fibers are affected.

KEY WORDS: ERG, VEP, Ocular pressure, Photostress, glaucoma.

Il meccanismo della visione è strettamente correlato alla stimolazione dei fotorecettori ed al fenomeno dell'adattamento retinico: qualora venga prodotto un abbagliamento della retina centrale, se ne altera il processo di adattamento con conseguente formazione di uno scotoma; il ritorno alla condizione precedente è funzione dell'integrità del complesso epitelio pigmentato - fotorecettori, unità funzionale indispensabile alla resintesi del pigmento maculare (1).

Baillart (2), nella valutazione clinica della retina centrale, propose di analizzare il tempo di recupero della acutezza visiva dopo aver abbagliato la regione maculare con un oftalmoscopio, ed indicò questo test (M.P.S.T. = macular photo stress) come indice della «riserva funzionale maculare».

Successivamente il M.P.S.T. fu effettuato su soggetti normali (3-4), su soggetti diabetici (5-7), su soggetti con maculopatie (8), su soggetti glaucomatosi (6).

Sherman e Henkind (9) hanno studiato il tempo di recupero maculare in soggetti glaucomatosi, rilevando che patologie dei fotorecettori, dell'epitelio pigmentato, della membrana di Bruch, della coriocapillare e della vascolarizzazione maculare, potrebbero essere causa di alterato recupero maculare dopo *foto stress* mentre, non è ben chiaro il ruolo svolto dai diversi strati funzionali retinici nella capacità di recupero maculare.

Nello studio delle patologie maculari, Bass et al., (10) proposero l'utilizzazione dei Potenziali Visivi Evocati (PEV) da pattern reversal con stimolazioni a frequenze spaziali variabili dai 14', ai 28', ai 56', di arco visivo: nei soggetti con maculopatie erano presenti alterazioni morfologiche dei PEV maggiormente evidenziabili utilizzando alte frequenze spaziali di stimolazione (14' di arco visivo).

Numerosi studi recentemente condotti (11-19) hanno messo in evidenza che nei soggetti glaucomatosi il PEV da pattern reversal presenta alterazioni morfologiche del tracciato ascrivibili a modificazioni anatomico-funzionali del fascio papillo-maculare.

Franchi et al., (20) hanno studiato il recupero della funzione maculare utilizzando la metodica dei PEV dopo abbagliamento: veniva effettuato il PEV di base, l'abbagliamento maculare, e valutato il «tempo di recupero», cioè il tempo impiegato affinché il PEV ritornasse alla condizione di partenza. In tutti i soggetti normali, dopo 30" veniva rilevato un aumento dei tempi di latenza ed una riduzione d'ampiezza, mentre dopo 60" si osservava un recupero totale della morfologia del PEV. In soggetti che presentavano maculopatie, il tempo di recupero era notevolmente aumentato in relazione alle alterazioni anatomico-funzionali del sistema fotorecettori-epitelio pigmentato.

Alla luce di tali presupposti nella presente indagine abbiamo voluto valutare:

a) il tempo di recupero maculare nei soggetti normali analizzando le variazioni del PEV e il suo ritorno ai valori di base dopo abbagliamento maculare;

b) il tempo di recupero maculare nei soggetti in cui era stato indotto un ipertono oculare, analizzando le variazioni del PEV ed il suo recupero dopo abbagliamento maculare in condizioni di ipertono oculare sperimentalmente indotto;

c) le differenze esistenti tra il recupero della funzione maculare dopo abbagliamento nei soggetti normali ed in quelli con ipertono indotto, al fine di evidenziare correlazioni tra l'aumento della Pressione Intraoculare (P.I.O.) e recupero della funzionalità maculare; inoltre, paragonando i

risultati del PEV (espressione della funzionalità del sistema fotorecettori-cellule ganglionari-vie ottiche) e quelli dell'Elettoretinogramma da Flash-FERG- (espressione della funzionalità del sistema epitelio pigmentato-fotorecettori) realizzati sotto ipertono, si cercherà di individuare, se il danno anatomo-funzionale, responsabile dell'eventuale ritardo del recupero della funzionalità maculare in condizione di ipertono, sia da ascrivere ad alterazioni della retina in toto, della retina sensoriale, o della neuroretina, in quanto, studi realizzati con test soggettivi di recupero maculare dopo fotostress su soggetti glaucomatosi (9), non permettevano di comprendere in pieno il ruolo svolto dai differenti strati funzionali retinici nel recupero della funzionalità maculare dopo fotostress.

Soggetti e metodi

Sono state effettuate registrazioni di ERG e PEV su un totale di 46 persone, di cui, solo 30 persone (48 occhi) sono state prese in esame in quanto i test elettrofisiologici eseguiti su questi non presentavano artefatti tali da far aumentare i tempi prestabiliti di registrazione dei PEV e degli ERG; non ci è stato possibile realizzare registrazioni di PERG in quanto la metodica da noi impiegata per far aumentare il tono oculare (applicazione di un oftalmodinamometro) interferiva con la registrazione del segnale. I soggetti in esame sono stati suddivisi in due gruppi:

1° gruppo: 18 persone di età compresa tra i 42 ed i 56 anni (media 48,7 \pm 4,9 anni): l'esame oftalmoscopico non rilevava alcuna patologia oculare del disco ottico o dei mezzi diottrici. Su questo gruppo, nell'occhio sinistro veniva effettuato il PEV dopo fotostress di controllo (18 occhi), mentre

nell'occhio destro veniva effettuato il PEV dopo fotostress in condizioni di ipertono sperimentale (18 occhi);

2° gruppo: 12 persone di età compresa tra i 42 ed i 56 anni (media 48,4 \pm 6,9 anni): l'esame oftalmoscopico non rilevava alcuna patologia oculare, del disco ottico o dei mezzi diottrici. Su questo gruppo veniva registrato il FERG in condizioni di base e dopo aver indotto un ipertono oculare (12 occhi).

I soggetti in esame venivano fatti sedere in una stanza semioscura ed isolata acusticamente. Erano informati sul tipo di esame e sulla sua utilità a fini diagnostici. Nel 1° gruppo veniva effettuata una registrazione del PEV di base adottando la seguente modifica:

— lo stimolo visivo utilizzato era del tipo a scacchiera (checkerboard pattern reversal) i cui singoli elementi bianchi e neri si alternano, in modo cadenzato, in un monitor TV;

— per stimolare l'area maculare e quindi evidenziare maggiormente il tempo di recupero maculare e le eventuali alterazioni del fascio papillo-maculare, abbiamo utilizzato frequenze spaziali di 2 cicli/grado (avendo i singoli elementi del pattern dimensioni di 0,5 cm di lato ed essendo l'osservatore posto ad una distanza di 114 cm); il monitor TV sottendeva un angolo complessivo di 12,5 gradi di arco visivo;

— il contrasto tra i singoli elementi dello schermo, era mantenuto fisso sul 70%;

— la frequenza temporale era di 2 Hz (stimolazione transient).

Elettrodi a coppetta di argento clorurato venivano fissati con collodion, previa scarnificazione della cute, sullo scalpo, secondo la seguente disposizione:

— esploranti in Oz, O1, O2;

— riferente in Fpz (sistema internazionale 10-20);

— terra al braccio sinistro.

La resistenza interelettrodica veniva mantenuta inferiore a 3k Ohm.

Il segnale bioelettrico veniva amplificato (guadagno 20 dB), filtrato (banda passante 1-100 Hz) e sottoposto a processo di averaging (100 eventi privi di artefatto per ogni trial) il tempo di analisi era di 500 msec (apparecchio Caldwell 7400).

Ogni tracciato veniva ripetuto almeno due volte e sovrapposto per controllarne la ripetibilità delle onde valutate.

Ciascuna stimolazione veniva effettuata monocularmente previa occlusione dell'occhio controlaterale con una benda nera.

Ogni variazione negativa del potenziale all'ingresso del primo amplificatore è stata sempre indicata da una deflessione verso l'alto della traccia.

La risposta «transient» è caratterizzata da una serie di onde fra le quali sono distinguibili tre picchi a polarità alternante negativa-positiva-negativa, che, nel soggetto normale, hanno latenze medie rispettivamente di 75,100 e 145 msec.

Dopo aver effettuato la registrazione di base, ed aver verificato che il PEV fosse nei limiti della norma, si effettuava una seconda registrazione riducendo il numero di averaging (40 eventi privi di artefatti per ogni trial), in quanto, per il nostro scopo, era necessario effettuare e paragonare tra di loro, registrazioni di PEV che avessero avuto la durata di circa 20" ed abbiano definito «base'» questo tipo di tracciato ottenuto con averaging ridotto.

La traccia del segnale PEV veniva fissata direttamente sullo schermo del computer (1° store).

Si procedeva, allora, alla misurazione del tono oculare (mediante tonometro ad appianazione portatile secondo Perkins) e della pressione

arteriosa.

Successivamente nell'occhio sinistro veniva effettuato il fotostress utilizzando una lampada di 200 Watt posta a 20 cm dall'occhio, che veniva fissata dal soggetto per 30 secondi e quindi si registravano i PEV a:

20" (40 averaging dal termine del fotostress e 2° store della traccia sullo schermo);

40" (40 averaging dal secondo store e 3° store della traccia sullo schermo);

60" (40 averaging dal terzo store e 4° store della traccia sullo schermo);

80" (40 averaging dal quarto store e 5° store della traccia sullo schermo) dal termine del fotostress stesso.

Nell'occhio destro, dopo aver effettuato la registrazione di base e valutato che il PEV fosse nei limiti della norma, veniva effettuata la registrazione «base» secondo la stessa metodica utilizzata nell'occhio controlaterale.

Successivamente, previa anestesia locale con Novesina allo 0,4%, veniva applicato l'oftalmodinamometro di Baillart con cui veniva esercitata una forza tale da elevare la pressione endoculare ad un valore pari ad 1/2 della pressione arteriosa sistolica (Tabella di conversione) per la durata di 40"; poi sempre mantenendo costante la pressione esercitata con l'oftalmodinamometro, veniva effettuato il fotostress secondo la stessa metodica dell'occhio controlaterale, e successivamente venivano effettuate registrazioni di PEV a 20", 40", 60", 80", 100", 120" (40 averaging per ogni 20" di registrazione e successivo store sullo schermo) e si misurava in secondi, durante la registrazione, il tempo in corrispondenza del quale il PEV si era sovrapposto a quello di partenza (base'), cioè il tempo di recupero del PEV dopo il fotostress.

L'applicazione dell'oftalmodinamometro era sospesa dopo 90", cioè

20" dopo il fotostress. Inoltre veniva fatta particolare attenzione a che la pressione esercitata dall'oftalmodinamometro non distorceva il bulbo oculare a tal punto da indurre un astigmatismo corneale che avrebbe potuto influenzare la risposta del PEV.

Nel secondo gruppo veniva registrato il FERG di base secondo la seguente metodica:

— lo stimolo visivo era del tipo a flash da luce stroboscopica di intensità di 0,1 Joule;

— la frequenza temporale era di 2 Hz;

— il segnale bioelettrico veniva registrato con elettrodi di platino ad uncino inseriti nel canto esterno della palpebra inferiore previa instillazione di Novesina allo 0,4%; l'elettrodo riferente era di argento clorurato e veniva fissato con collodion in Fpz; la terra era al braccio sinistro;

— la resistenza inter-elettrodica veniva mantenuta inferiore ai 10 KOhm.

Il segnale bioelettrico veniva amplificato (guadagno 50 dB), filtrato (banda passante 10-200 Hz) e sottoposto a processo di averaging (40 eventi privi di artefatti per ogni trial). Il tempo di analisi era di 200 msec. Ciascuna stimolazione veniva effettuata monocularmente previa occlusione dell'occhio controlaterale con una benda nera.

Ogni variazione del potenziale all'ingresso del primo amplificatore è stata sempre indicata come una deflessione verso il basso della traccia.

La risposta del FERG è un segnale bifasico costituito da una serie di onde fra le quali sono distinguibili due picchi (onda a e b) che nel soggetto normale hanno latenze medie rispettivamente di 16 e 40 msec. Inoltre nella porzione ascendente dell'onda b si rileva nella stimolazione a 0,1 Joule e con il sistema di registrazione da noi

utilizzato, la presenza di Potenziali oscillatori, che per utilità chiameremo b' e b".

Dopo aver effettuato la registrazione del FERG di base, veniva misurata la pressione arteriosa e la PIO; quindi applicato l'oftalmodinamometro per 90" (secondo la stessa metodica del primo gruppo) venivano effettuate registrazioni di FERG a 20", 40", 60" (per ogni 20" di registrazione venivano usati, come nel primo gruppo, 40 averaging e store della traccia sullo schermo del computer).

Nelle registrazioni dei PEV e dei FERG le latenze delle varie onde e i relativi voltaggi, sono state misurate al picco, mediante una coppia di cursori, direttamente sullo schermo del computer.

Al termine delle registrazioni dei PEV e dei FERG, e quindi a 120" dalla sospensione dell'applicazione dell'oftalmodinamometro, veniva effettuata una tonometria per valutare le modificazioni del tono oculare.

Risultati

Per lo studio del recupero della funzionalità maculare dopo abbagliamento, abbiamo preso in considerazione i risultati provenienti dai due gruppi di soggetti:

— 1° gruppo in OS: PEV dopo fotostress di controllo;

— 1° gruppo in OD: PEV dopo fotostress in presenza di ipertono indotto;

— 2° gruppo: FERG in presenza di ipertono indotto.

Nelle analisi dei tracciati dei PEV abbiamo preso in considerazione i seguenti parametri: tempo di latenza della P100, dispersione temporale N75-N145, voltaggio N75-P100, voltaggio P100-N145.

Per ciascun parametro esaminato abbiamo valutato statisticamente con

il T-Test Related Samples la variazione rilevata a 20", 40", 60", rispetto al valore di base'; inoltre abbiamo comparato (T-Test Related Samples) ogni valore riscontrato in O.D. con l'omologo di O.S.

Nelle analisi dei tracciati dei FERG abbiamo preso in considerazione i seguenti parametri: tempi di latenze onde a e b, voltaggio a/b, ampiezza b' e b".

PEV dopo fotostress

I valori dei parametri del PEV di base' rientravano nei limiti della norma in tutti i soggetti esaminati (latenza P100: 93.19 ± 3.2 per limiti massimi — media +3S D. — di 102.08 msec).

Dopo il fotostress, a 20", si osservava un aumento statisticamente significativo ($p < 0.001$) del tempo di latenza della P100 (valore medio 105.10 ± 3.14) e della dispersione temporale (da 46.53 ± 3.1 msec del valore di base' a 51.62 ± 5.43 msec).

A 40" e 60" dal fotostress il tempo di latenza del P100 e la dispersione temporale, diminuivano rispetto ai valori riscontrati a 20", pur mantenendosi significativamente aumentati rispetto ai valori di base' ($p < 0.001$).

Ad 80" dal fotostress il tracciato era perfettamente sovrapponibile a quello di base', per cui sia il tempo di latenza della P100, che la dispersione temporale, non presentavano modificazioni significative rispetto ai valori di base' ($p > 0.05$).

L'ampiezza del PEV (voltaggio N75/P100 e P100/N145) pur diminuendo al 20" e riaumentando da 20" a 60" fino a raggiungere il valore di partenza ad 80", non subiva mai modificazioni significative rispetto alla situazione di base' ($p > 0.05$), (Tab. I; Fig. 1: OS).

PEV dopo fotostress in ipertono

I valori del PEV di base' erano nei limiti della norma in tutti i soggetti esaminati.

A 20" dal fotostress e sotto ipertono, si è osservata una significativa modificazione ($p < 0.001$) di tutti i parametri del PEV: il tempo di latenza della P100 è passato dal valore di base' di 93.74 ± 3.43 msec a 125.75 ± 8.14 msec; la dispersione temporale è passata dal valore di base' di 48.74 ± 4.77 msec a 54.96 ± 6.21 msec; l'ampiezza del PEV si è notevolmente ridotta passando da 9.63 ± 2.7 μ V a 5.61 ± 1.3 μ V.

A 40" e 60" dal fotostress è stata rilevata, rispetto a 20", una diminuzione dei tempi di latenza della P100 e della dispersione temporale, che tuttavia permanevano notevolmente aumentati rispetto ai valori di base' ($p < 0.001$); l'ampiezza del PEV pur riaumentando era notevolmente inferiore a quella di base' ($p < 0.001$).

Il recupero del PEV, cioè il tempo in cui il tracciato ritornava esattamente sovrapponibile a quello di base, era in questo gruppo di 114.2 ± 5.11 sec e quindi notevolmente superiore a quello del gruppo di controllo.

Riportando i valori del tempo della P100 rilevati in OD a quelli omologhi di OS, sono state evidenziate variazioni altamente significative ($p < 0.001$) in tutti i tempi di registrazione (20", 40", 60"); i voltaggi rilevati in OD hanno presentato variazioni significative, rispetto agli omologhi di OS, a 20" e 40" (rispettivamente $p < 0.001$ e $p < 0.01$), mentre a 60", riaumentando, non presentavano modificazioni significative ($p > 0.05$). La dispersione temporale riscontrata in OD, rispetto a quella rilevata negli stessi tempi di registrazione in OS, non risultava mai essere significativamente modificata ($p > 0.05$); (Tab. I; Fig. 1: OD).

Tabella I. Riepilogo dei valori medi e delle deviazioni standard dei parametri del PEV di base (base') e dopo fotostress (20", 40", 60")

Occhio sinistro: controllo

Occhio destro: in situazione di ipertono indotto

L'analisi statistica effettuata attraverso il «T-Test Related Samples», ha dato le seguenti significatività:

riportando a base': $p < 0.001:***$, $p < 0.01:**$, $p < 0.05:**$, $p > 0.05:ns^*$

riportando ad O.S.: $p < 0.001:ooo$, $p < 0.01:oo$, $p < 0.05:oo$, $p > 0.05:ns^o$

		latenza p100	Disp. Temp.	Volt. N75/p100	Volt. p100/n145
base'	OS:	93.19 ± 3.20	46.53 ± 3.10	9.02 ± 2.24	9.63 ± 2.77
	OD:	93.74 ± 3.43	48.74 ± 4.77	8.73 ± 2.12	9.59 ± 2.72
20"	OS:	105.10 ± 3.14 ns ^o ***	51.62 ± 5.43 ns ^o ***	7.45 ± 2.15 ns ^o ns*	7.21 ± 1.88 ns ^o **
	OD:	125.75 ± 8.14 *** ooo	54.96 ± 6.21 *** ns ^o	5.63 ± 1.45 *** oo	5.61 ± 1.33 *** oo
	OS:	101.66 ± 3.62 ***	50.62 ± 4.63 ***	7.64 ± 1.66 ns	7.93 ± 2.32 ***
	OD:	111.37 ± 7.47 *** oo	51.75 ± 5.43 *** ns ^o	6.46 ± 1.69 *** o	6.55 ± 1.82 *** oo
40"	OS:	97.72 ± 3.82 ***	47.98 ± 3.05 *	7.98 ± 2.59 ns*	8.46 ± 2.65 ns*
	OD:	103.85 ± 5.36 *** ooo	49.44 ± 5.35 ns* ns ^o	7.16 ± 1.60 ** ns ^o	7.88 ± 2.34 *** ns ^o

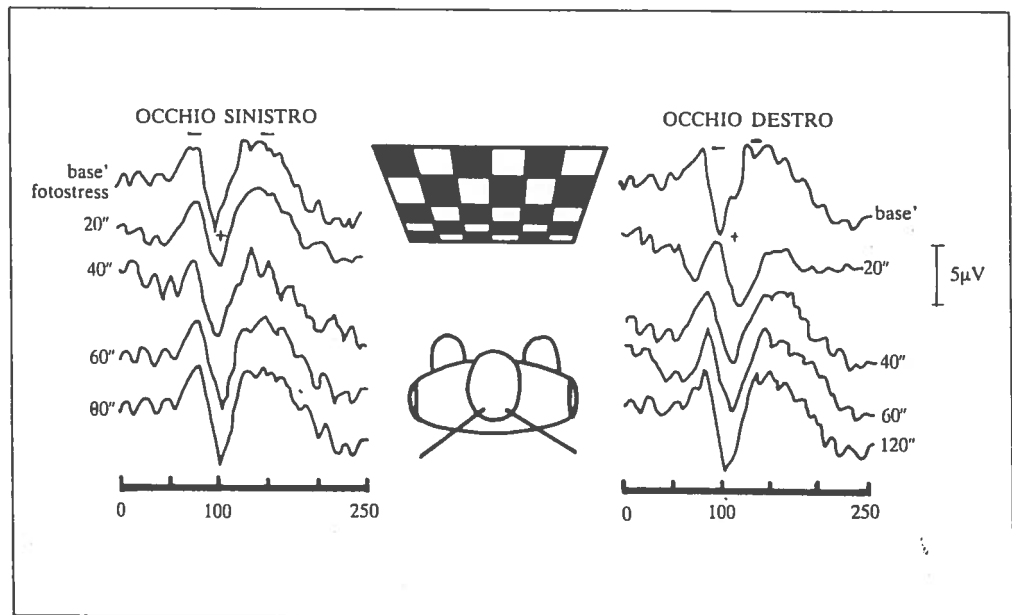


Figura 1. Tracciati dei PEV del soggetto A.L. in condizione basale (base') e dopo fotostress (20", 40", 60"): in o.s. registrazione di controllo ed in o.d. registrazione in condizione di ipertono indotto

Tabella II. Riepilogo dei valori medi dei parametri del FERG dopo ipertono

	lat onda a	lat onda b	ampiezza b'	ampiezza b''	volaggio a/b
base'	15,99 ± 0,8	40,04 ± 1,8	10,14 ± 2,2	11,95 ± 1,6	64,89 ± 10
20''	15,99 ± 0,8	40,04 ± 1,8	7,76 ± 1,7	11,16 ± 1,5	64,89 ± 10
40''	15,99 ± 0,8	40,04 ± 1,8	10,14 ± 2,2	11,95 ± 1,7	64,89 ± 10
60''	15,99 ± 0,8	40,04 ± 1,8	10,14 ± 2,2	11,95 ± 1,6	64,89 ± 10

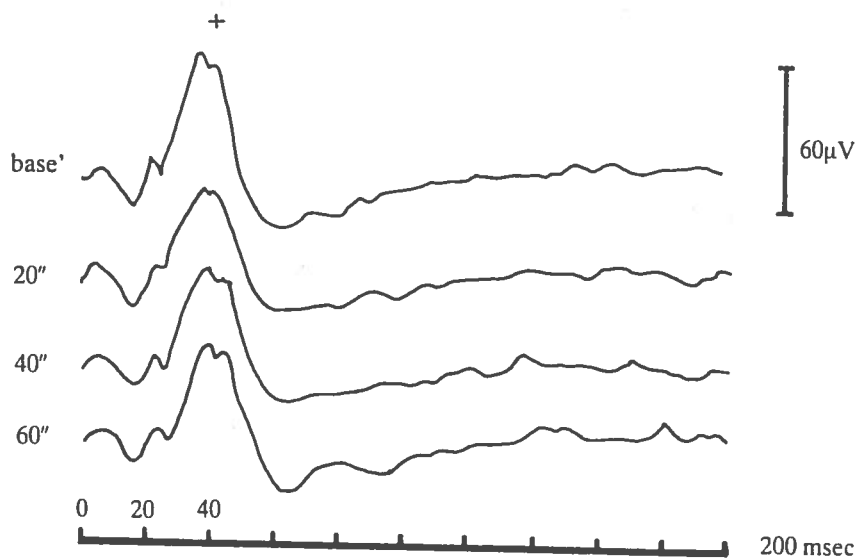


Figura 2. Tracciati del FERG del soggetto m.a. in condizione basale (base') e dopo ipertono (20'', 40'', 60'')

'FERG dopo ipertono

Il FERG di base presentava valori nei limiti della norma in tutti gli occhi esaminati. Dopo 20'', 40'' e 60'' dall'induzione dell'ipertono i tempi di latenza dell'onda a e b ed il voltaggio a/b, non presentavano alcuna modificazione, presentando gli stessi valori riscontrati nella situazione di base (rispettivamente 15.99 msec, 40.06 msec, 64.89µV), mentre a 20'' si rilevava una piccola diminuzione del valore dall'ampiezza del potenziale

oscillatorio b', che passava dal valore di base di $10.14 \pm 2.29\mu\text{V}$ a $7.76 \pm 1.7\mu\text{V}$ ($p < 0.01$). A 40'' e a 60'' i potenziali oscillatori erano perfettamente evidenziabili e sovrapponibili a quelli presenti nella situazione di base (Tab. II; Fig. 2).

A 120'' dall'applicazione dell'oftalmodinamometro il tono oculare era diminuito rispetto al valore medio di base ($13.06 \pm 0.8\text{mmHg}$) presentando valori medi di $5.73 \pm 1.3\text{mmHg}$.

Discussione e conclusioni

Scopo della nostra ricerca è stato quello di valutare il ruolo svolto dall'aumento della PIO sulla capacità di recupero funzionale della macula dopo abbagliamento.

Nel gruppo di controllo il PEV dopo fotostress presentava aumenti di latenza e diminuzioni di ampiezza dopo 20" dall'abbagliamento, mentre si ripristinava una condizione di normalità e quindi un recupero funzionale dopo 80". Questo fenomeno è legato alla minore capacità di adattamento dei fotorecettori dopo l'abbagliamento, e quindi una diminuita produzione di potenziale elettrotonico sufficiente ad eccitare le cellule ganglionari (20).

Nei soggetti con ipertono indotto, i parametri del PEV dopo fotostress subiscono modificazioni di entità maggiori rispetto ai controlli. Questo fenomeno legato all'ipertono può essere dovuto ad una sofferenza ulteriore dei fotorecettori oppure ad una sofferenza dello strato ganglionare.

La presenza del FERG immutato dopo ipertono ci fa presupporre che lo strato della retina sensoriale non sia sensibile funzionalmente alla quota di ipertono da noi indotta.

Questo nostro dato è confermato da un modello sperimentale di ischemia retinica (21) dove si aumentava la PIO e si riduceva la pressione arteriosa media fino ad ottenere un blocco totale della circolazione coroido-retinica; dopo 10' di ischemia si rilevava un pronto recupero del FERG mentre il PEV ed il PERG risultavano alterati anche a 2h dall'insulto ischemico. Ciò metteva in evidenza come i neuroni degli strati prossimali siano più vulnerabili al danno ischemico rispetto a quelli degli strati retinici distali.

Anche nel nostro studio gli strati retinici prossimali sembrano essere

particolarmente influenzati dall'ischemia seguente l'ipertono, e ciò spiegherebbe l'ulteriore ritardo dei tempi di latenza della p100 nei PEV sotto ipertono rispetto ai controlli dopo la stessa quota di abbagliamento maculare.

A livello della retina sensoriale non sembrano esserci state modificazioni significative della funzionalità dei fotorecettori dopo l'ipertono (latenze onde a e b e voltaggio a/b costanti), mentre una alterazione pur minima della circolazione coroido-retinica, provocata dall'insulto ischemico, può spiegare la minima diminuzione d'ampiezza dei potenziali oscillatori del FERG.

E questo in accordo a quanto si verifica in condizioni di ischemia retinica nelle affezioni vascolari (occlusioni arteriose, diabete, ipertensione) in cui i potenziali oscillatori si riducono di ampiezza fino a scomparire (22-23).

In presenza di ipertono, il tempo di recupero maggiore del PEV dopo abbagliamento maculare (in media 114") può essere spiegato da una sofferenza, provocata dall'insulto ischemico, delle cellule ganglionari maculari e degli assoni del fascio papillo-maculare. Infatti gli assoni di provenienza maculare formano fibre neurali che viaggiano nel nervo ottico «densamente impacchettate». Queste sono molto sottili ed hanno una elevata richiesta metabolica; inoltre essendo irrorate da un sistema capillare molto «labile», risultano essere notevolmente sensibili all'insulto ischemico (24-25).

Non ci sembra che la diminuzione del tono oculare al termine dell'esame (5.73mmHg di media) possa avere influenzato la risposta del PEV: infatti in studi da noi condotti (19) un ipotono di notevole entità (3-4mmHg per la durata di 20') non dava luogo ad alcune modificazioni dei PEV.

Pertanto il tempo di recupero del PEV dopo fotostress è funzione sia della capacità di resintesi del fotopigmento retinico che del trofismo del sistema macula-fascio papillo maculare e quindi questo tipo di test può essere indicato come ulteriore possibilità diagnostica nello studio delle

affezioni maculari e nella valutazione clinica del fascio papillo-maculare, in quelle patologie, come la malattia glaucomatosa, in cui tale struttura subisce modificazioni anatomico-patologiche tali da produrre un deficit funzionale.

Bibliografia

- 1) Cordella M. *I PEV dopo abbagliamento maculare*. Argomenti di diagnostica elettrofisiologica dell'apparato visivo 1988; 135-145.
- 2) Baillart JP. *L'examen fonctionnel de la macula. Rapport à la Société d'Ophthalmologie de Paris*. Bull. S.O. France 1954; 4 (suppl.).
- 3) Zingirian M, Castellazzo R, Trillo M. *Test del recupero maculare in soggetti normali. Standardizzazione del metodo*. Boll. Ocul. 1968; 47: 833-848.
- 4) Franzone M, Brunetti GM, Coggi G, Peronzini S. *Test del tempo di recupero maculare dopo abbagliamento. Attendibilità dell'esame*. Boll. Ocul. 1985; 64 (suppl. 11/12): 141-151.
- 5) Zingirian M, Polizzi A, Grillo N. *The macular recovery test after photostress in normal and diabetic subjects*. Acta Diabetologica Latina 1985; 22: 169-172.
- 6) Polizzi A, Grillo N, Giacomelli F, Traverso C, Rolando M. *Macular recovery test in glaucoma suspects and glaucomatous patients*. Comm. Association for Research in Vision and Ophthalmology, Sarasota (Florida) 1984.
- 7) Mosci C, Polizzi A, Grillo N, Porta A, Capris P, Zingirian M. *Ottimizzazione del test del recupero maculare nello studio dei soggetti diabetici*. Boll. Ocul. 1986; 65 (Suppl. 11/12): 347-356.
- 8) Severin SL, Tour R, Kershaw H. *Macular function and the photostress test*. Arch. Ophthalmol. 1967; 7: 163-167.
- 9) Sherman MD and Henkind P. *Photostress recovery in chronic open angle glaucoma*. Br. J. Ophthalmol. 1988; 72: 641-645.
- 10) Bass S, Sherman J, Bodis-Wollner I, Nath S. *Visual Evoked Potential in macular disease*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1985; 26: 1071-1074.
- 11) Sokol S, Domar A, Moskowitz A, Schartz B. *Pattern evoked potential latency and contrast sensitivity in glaucoma and ocular hypertension*. Doc. Ophthalmol. Proc. Ser. 1981; 27: 79-86.
- 12) Towle V, Moskowitz A, Sokol S, Schwartz B. *The visual evoked potential in glaucoma and ocular hypertension: effects of checks size, field size and stimulation rate*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1983; 24: 175-183.
- 13) Wanger P, Persson HE. *Pattern - reversal electroretinograms in unilateral glaucoma*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1983; 24: 749-753.
- 14) Atkin A, Bodis-Wollner I, Podos SM, Wollstein M, Mylin L, Nitzberg S. *Flicker Threshold and pattern VEP latency in ocular hypertension and glaucoma*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1983; 24: 1524-1528.
- 15) Bobak P, Bodis-Wollner I, Harnois C, Maffei L, Mylin L, Podos SM and Thornton J. *Pattern electroretinograms and visual evoked potentials in glaucoma and multiple sclerosis*. Am. J. Ophthalmol. 1983; 96: 72-83.
- 16) Papst N, Bobb N, Schraudigel OE. *Pattern electroretinogram and visually evoked cortical potential in glaucoma*. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1984; 222: 29-33.
- 17) Wanger P, Persson HE. *Pattern reversal electroretinograms in ocular hypertension*. Doc. Ophthalmol. 1985; 61: 27-31.
- 18) Howe JW, Mitchell KW. *Visual Evoked cortical potential to paracentral retinal stimulation in chronic glaucoma, ocular hypertension, and an age-matched group of normals*. Doc. Ophthalmol. 1986; 63: 37-44.
- 19) Bucci MG, Parisi V, Rossini PM, Rizzo P. *I Potenziali Visivi Evocati durante una indotta ipotensione oculare: utilità per una diagnosi precoce di glaucoma*. Annali di Ophthalmologia e Clinica Oculistica, Vol. CXIV - N. 12 1988; 1225-1238.
- 20) Franchi A, Magni R, Lodigiani L, Cordella M. *VEP pattern after photostress: an index of macular function*. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1987; 225: 291-294.
- 21) Siliprandi R, Bucci MG, Canella R, Carmignoto G. *Flash and pattern electroretinograms during and after acute intraocular pressure elevation in cats*. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1988; 29: 558-565.
- 22) Anastasi M. *Potenziali oscillatori ed affezioni vascolari retiniche*. Argomenti di diagnostica elettrofisiologica dell'apparato visivo 1988; 209-223.
- 23) Doty RW, Kilmura DS. *Oscillatory potentials amplitude, relation to severity of diabetic retinopathy*. J. Physiology 1978; 168: 205-218.
- 24) Undberg R and Walsh FB. *Vascular Compression involving intracranial visual pathways*. Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol. 1964; 68: 677-696.
- 25) Potts AM, Hodges D, Shelman CB, Fritz KJ, Levy NS, Magnall Y. *Morfology of the primate optic nerve. Total size, fiber distribution and fiber density distribution*. Invest. Ophthalmol. 1972; 11: 989-1003.

