

REGISTRAZIONE DI PEV DOPO FOTOSTRESS
IN SOGGETTI NORMALI, CON IPERTENSIONE
OCULARE E GLAUCOMATOSI

M.G. BUCCI, V. PARISI

Università degli Studi di Roma «Tor Vergata»
Clinica Oculistica

BOLLETTINO DI
OCULISTICA

ANNO 71 - SUPPLEMENTO N. 2 - 1992



CAPPELLI EDITORE
BOLOGNA

REGISTRAZIONE DI PEV DOPO FOTOSTRESS IN SOGGETTI NORMALI, CON IPERTENSIONE OCULARE E GLAUCOMATOSI

M.G. BUCCI, V. PARISI

Università degli Studi di Roma «Tor Vergata»
Clinica Oculistica

Il «macular photostress test» (M.P.S.T.; Baillart, 1954), cioè la valutazione del tempo di recupero dell'acuità visiva dopo abbagliamento della retina centrale, può fornire un contributo diagnostico in patologie come il diabete (Zingirian et al., 1985), le maculopatie (Severin et al., 1967), il glaucoma (Polizzi et al., 1984).

Sherman e Henkind (1988), hanno suggerito l'utilizzazione del M.P.S.T. nella diagnosi di glaucoma, pur tuttavia sottolineando che questo tipo di test non fornisce ulteriori contributi nell'identificazione della struttura retinica interessata funzionalmente dalla malattia glaucomatosa.

Lovasik (1983) e Franchi et al. (1987), hanno studiato il recupero della funzione maculare dopo abbagliamento della retina centrale utilizzando una metodica obiettiva di va-

lutazione della funzione visiva: la registrazione di Potenziali Evocati Visivi (PEV) dopo fotostress.

Dopo abbagliamento della retina centrale si osservava una riduzione d'ampiezza ed un aumento dei tempi di latenza ed erano necessari 60'' per un recupero totale della morfologia del PEV.

Bucci et al. (1989, 1991), osservando le modificazioni del PEV dopo fotostress in presenza di ipertono oculare sperimentalmente indotto, hanno suggerito che il tempo di recupero dipende sia dalla capacità di resintesi del fotopigmento retinico che dal trofismo del fascio papillo-maculare. Alla luce di tali presupposti nella presente indagine abbiamo voluto valutare, tramite i PEV, la funzionalità del nervo ottico ed il tempo di recupero maculare dopo fotostress in soggetti normali, con ipertensione oculare e con glaucoma, al fine di po-

ter fornire un ulteriore contributo nello studio semeiologico della malattia glaucomatosa.

SOGGETTI E METODI

Sono state effettuate registrazioni di PEV dopo fotostress su un totale di 38 soggetti.

È stato possibile prendere in considerazione solo i dati di 28 soggetti, in quanto la casuale presenza di artefatti poteva far eccedere dal tempo di registrazione da noi stabilito.

Inoltre, non è stato possibile registrare Elettroretinogrammi da Pattern (P-Erg) o Focali (F-Erg), in quanto la registrazione di tali segnali richiedono un numero elevato di medie e pertanto tempi di registrazione superiori a quelli necessari al nostro obiettivo. Le registrazioni di PEV sono state effettuate, pertanto su un totale di 28 soggetti suddivisi in tre gruppi:

- Gruppo «C», soggetti di controllo: 9 persone di età compresa tra i 42 ed i 56 anni (media 48.7 ± 4.9) in cui l'esame oftalmoscopico non aveva rivelato alcuna patologia del disco ottico o dei mezzi diottrici (15 occhi);
- Gruppo «I», soggetti con ipertensione oculare: 9 persone di età compresa tra i 43 ed i 58 anni (media 47.6 ± 5.3) in cui l'esame oftalmoscopico non aveva rilevato alcuna patologia dei mezzi diottrici ma con IOP superiore ai 18 mmHg ed assenza di deficit campimetrici e/o alterazioni

papillari (12 occhi);

- Gruppo «G», soggetti glaucomatosi: 11 persone di età compresa tra i 43 ed i 55 anni (media 48.3 ± 3.4) in cui l'esame oftalmoscopico non rilevava alcuna patologia dei mezzi diottrici ma con IOP superiore ai 18 mmHg e con presenza di deficit campimetrici e/o alterazioni papillari (15 occhi).

Nei tre gruppi di soggetti il PEV dopo fotostress è stato effettuato utilizzando la seguente metodica.

I soggetti in esame erano seduti in una stanza semioscura ed isolata acusticamente; il display era situato davanti ad un campo uniforme di luminanza di 5 cd/m²; lo stimolo visivo era del tipo a scacchiera (checkerboard patterns) con contrasto del 70%, luminanza media di 110 cd/m², frequenza spaziale di 2 cicli/grado e frequenza temporale di 2 Hz. Elettrodi a coppetta di argento clorurato venivano fissati con collodion in Fpz e Oz; terra al braccio sinistro. La resistenza interelettrodica era mantenuta inferiore ai 3 Kohm. Il segnale bioelettrico veniva amplificato (gain 2000), filtrato (banda passante 1-100 Hz) e sottoposto a processo di averaging (100 medie prive di artefatti per ogni trial). Il tempo di analisi era di 500 msec. Ciascuna registrazione era effettuata monocularmente.

Successivamente veniva registrato un PEV con numero ridotto di medie

(40 averaging), in quanto, per il nostro scopo era necessario paragonare tra di loro registrazioni che avessero avuto la durata di 20'' ed abbiamo definito «base» questo tipo di PEV. Al termine di tale registrazione veniva effettuato il fotostress per 30'' utilizzando una lampada di 200 watt a diffusione circolare posta a 20 cm dal soggetto. Tale abbagliamento produceva uno scotoma centrale transitorio di 6 gradi. Precedentemente il soggetto in esame era adattato per 10' alla luminosità ambientale e il diametro pupillare era di circa 3 mm. Durante il fotostress la pupilla aveva diametro di circa 1 mm. Dopo l'abbagliamento ciascun soggetto fissava il centro del monitor e venivano effettuate registrazioni di PEV ogni 20'' dal termine del fotostress per circa 3 minuti. Ciascuna registrazione veniva fissata sullo schermo del computer.

RISULTATI

Separatamente per ciascun gruppo di soggetti abbiamo preso in esame i risultati dei PEV di base, e dei PEV registrati a 20'', 40'', 60'' dopo fotostress. Per ciascun tracciato abbiamo preso in considerazione i seguenti parametri del PEV: tempo di latenza P100, dispersione temporale N75-N145, ampiezza picco-picco N75/P100 e P100/N145. Per ciascun tempo di registrazione i dati medi ri-

levati nei gruppi di soggetti con ipertensione oculare e glaucomatosi sono stati confrontati statisticamente (T-Test) con i valori medi del gruppo di controllo.

Inoltre, per ogni registrazione, abbiamo valutato il tempo di recupero dopo fotostress, cioè il tempo necessario dopo l'abbagliamento maculare per un recupero completo della morfologia di base del PEV.

PEV di base

Rispetto ai valori rilevati nei soggetti di controllo, nei soggetti con ipertensione oculare e glaucomatosi sono stati rilevati tempi di latenza P100 significativamente superiori ($P < 0.01$). La ampiezza del PEV era significativamente ridotta ($P < 0.01$) nei soggetti glaucomatosi, ma non in quelli con sola ipertensione ($P > 0.05$). La dispersione temporale N75-N145 era pressoché uguale nei tre gruppi di soggetti.

PEV dopo fotostress: Controlli

Un esempio di registrazione di PEV dopo fotostress in un soggetto normale è rappresentato nella figura 1. I valori medi e le deviazioni standard sono riportate nella tabella I e nella figura 2 (barre bianche).

Rispetto al valore di base, a 20'' dal fotostress è stato osservato un aumento del tempo di latenza della P100 e della dispersione temporale N75-N145.

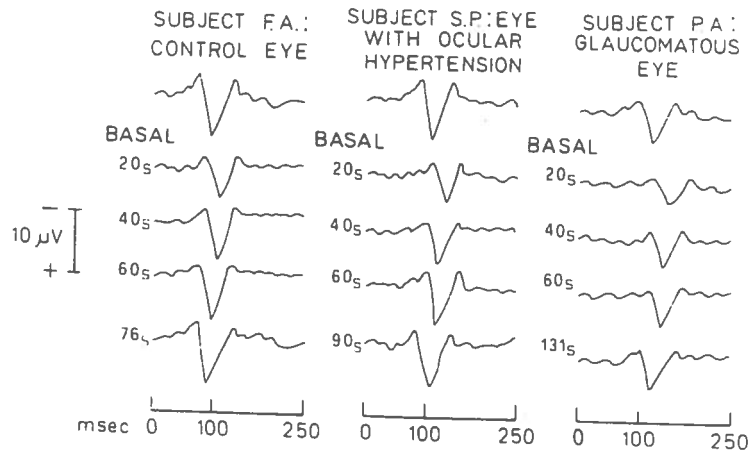


Fig. 1: Esempi di tracciati di un soggetto normale (F.A.), di un soggetto con ipertensione oculare (S.P.) e di un soggetto glaucomatoso (P.A.) in condizioni basale a 20'', 40'' e 60'' dopo fotostress. L'ultimo tracciato indica il ritorno alla condizione di base del PEV ed i secondi necessari al completo recupero della sua morfologia.

A 40'' e 60'' dal fotostress i tempi di latenza della P100 e la dispersione temporale sono diminuiti rispetto ai valori rilevati a 20'', pur rimanendo superiori ai valori di base.

Andamento inverso ha subito invece l'ampiezza del PEV, che è diminuita a 20'' del fotostress, per poi aumentare a 40'' e 60''.

Ad 80'' dal fotostress in tutti i soggetti di controllo il PEV aveva riacquisito la sua morfologia di base (media 73.3 ± 2.9).

PEV dopo fotostress: soggetti con ipertensione oculare e glaucomatosi.

Un esempio di registrazioni di PEV dopo fotostress è rappresentato nella

figura 1. I risultati medi e le deviazioni standard sono riportate nella tabella I e nella figura 2 (soggetti con ipertensione: barre con linee diagonali; soggetti glaucomatosi: barre scure). Nella tabella III sono riportati, per ciascun soggetto, le alterazioni del campo visivo, la escavazione della papilla, il tempo P100 di base e dopo 20'' dal fotostress ed il tempo di recupero totale della morfologia del PEV dopo abbagliamento.

In questi due gruppi di soggetti il PEV ha presentato lo stesso andamento riscontrato nel gruppo di controllo.

A 20'', rispetto ai valori di base, è stato rilevato un aumento dei tempi

di latenza ed una riduzione di ampiezza; a 40'' e 60'', rispetto a 20'', è stata osservata una riduzione dei tempi di latenza ed aumento della ampiezza; a 60'' i PEV erano sostanzialmente alterati rispetto alla condizione di base.

Il tempo di latenza P100 rilevato a 20'', 40'' e 60'' ha subito nei soggetti con ipertono oculare un incremento percentuale medio non significativamente diverso ($P > 0.05$) rispetto a quello rilevato nei soggetti di controllo. Nei soggetti glaucomatosi è stato osservato un incremento maggiore rispetto a quello osservato sia nel gruppo di controllo che nei soggetti con ipertono. Tuttavia tale incremento era significativamente diverso da quello osservato nei controlli solamente a 60'' dal fotostress.

In entrambi i gruppi a 20'' e 40'' è stato rilevato, rispetto al gruppo di controllo, un decremento significativamente maggiore ($P < 0.01$) dell'ampiezza N75/P100; a 60'' tale variazione non era significativamente diversa ($P > 0.05$) (tab. II).

Il recupero totale della morfologia del PEV era significativamente maggiore ($P < 0.01$) rispetto a quello rilevato nei soggetti di controllo. Infatti i soggetti con ipertensione oculare presentavano un recupero medio di 95.1 ± 6.5 secondi, mentre nei soggetti glaucomatosi tale tempo era ulteriormente aumentato: 113.2 ± 11.8 secondi.

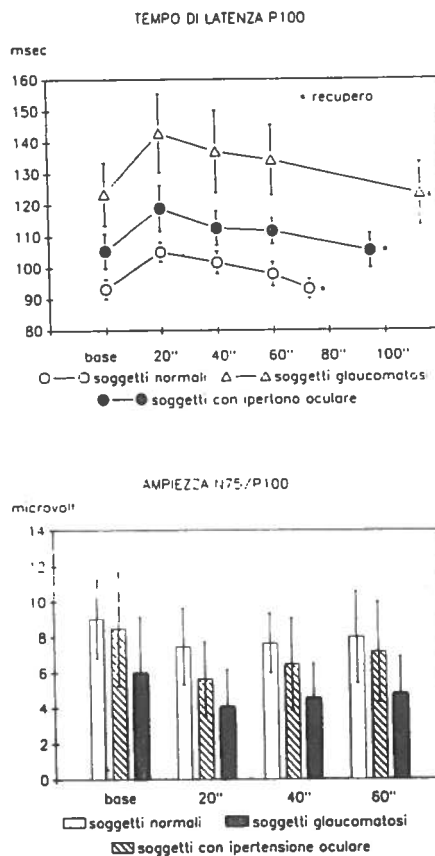


Fig. 2: Rappresentazione grafica dei valori medi e delle deviazioni standard del tempo di latenza P100 e dell'ampiezza N75/P100 in condizioni basali e 20, 40 e 60 secondi dopo fotostress, in soggetti normali, con ipertensione oculare e glaucomatosi.

Tab. I - Medie e deviazioni standard \pm dei parametri del PEV in condizioni basali e 20'', 40'', 60'' dopo fotostress, in soggetti normali (C), con ipertono oculare (I) e glaucomatosi (G).

		Latenza P100 (msec)	Dispersione N75-N145 (msec)	Ampiezza N75/P100 (microvolt)	Ampiezza P100/N145 (microvolt)
Base	C	93.19 \pm 3.20	46.53 \pm 3.10	9.02 \pm 2.24	9.63 \pm 2.77
	I	105.35 \pm 5.57*	51.88 \pm 6.48 #	8.46 \pm 3.34 #	8.59 \pm 3.59 #
	G	123.46 \pm 10.0*	52.36 \pm 6.57 #	5.98 \pm 3.14*	6.06 \pm 2.69*
20''	C	105.10 \pm 3.14	51.62 \pm 5.43	7.45 \pm 2.15	7.21 \pm 1.88
	I	118.97 \pm 7.28*	53.26 \pm 5.46 #	5.63 \pm 2.08 #	5.77 \pm 2.14 #
	G	142.93 \pm 12.5*	53.42 \pm 5.50 #	4.05 \pm 2.10*	4.03 \pm 1.83*
40''	C	101.66 \pm 3.62	50.62 \pm 4.63	7.64 \pm 1.66	7.93 \pm 2.32
	I	112.65 \pm 5.37*	52.48 \pm 5.42 #	6.46 \pm 2.60 #	6.64 \pm 2.90 #
	G	136.98 \pm 13.1*	52.36 \pm 6.57 #	4.54 \pm 1.95*	4.43 \pm 1.97*
60''	C	97.72 \pm 3.82	47.98 \pm 3.05	7.98 \pm 2.59	8.46 \pm 2.65
	I	111.73 \pm 4.14*	51.88 \pm 6.48 #	7.16 \pm 2.82 #	7.46 \pm 3.27 #
	G	134.26 \pm 11.2*	52.26 \pm 6.57 #	4.77 \pm 2.11*	4.96 \pm 2.29*

Tempo di recupero della morfologia del PEV dopo fotostress:

Controlli:	73.3 \pm 2.9 sec.
Ipertesi:	95.1 \pm 6.5* sec.
Glaucomatosi:	113.2 \pm 11.8* sec.

T-Test: P < 0.01; P > 0.05: # (Significatività statistica delle modificazioni rispetto al gruppo di controllo, separatamente per ciascun tempo di registrazione)

Tab. II - Incremento in msec del tempo di latenza P100 e decremento percentuale della ampiezza N&%/P100 in relazione al tracciato di base a 20'', 40'' e 60'' dal termine del fotostress. C = soggetti di controllo; I = soggetti con ipertensione oculare; G = soggetti glaucomatosi. Il simbolo - indica il decremento percentuale. M = media; SD = deviazione standard; P = significatività (T-Test) rispetto al gruppo di controllo.

		Tempo di latenza P100			Ampiezza N75/P100		
		M	SD	P	M	SD	P
20''	C	11.92	3.12		-0.16	0.10	
	I	13.68	6.15	>0.05	-0.27	0.10	<0.01
	G	19.47	5.88	<0.01	-0.33	0.12	<0.01
40''	C	8.47	2.77		-0.14	0.08	
	I	7.31	3.92	>0.05	-0.22	0.06	<0.01
	G	13.54	4.64	<0.01	-0.25	0.11	<0.01
60''	C	4.54	2.71		-0.12	0.15	
	I	5.55	3.42	>0.05	-0.14	0.06	0.62
	G	10.78	4.91	<0.01	-0.19	0.12	0.13

Registrazione di PEV dopo fotostress in soggetti normali, con ipertensione ecc.

Tab. III - Riepilogo, per ciascun soggetto, delle alterazioni del campo visivo, della escavazione della papilla, del tempo di latenza P100 di base e dopo 20'' dal termine del fotostress e del tempo di recupero della completa morfologia del PEV. Il simbolo \pm indica l'assenza di alterazioni; +, ++, +++ e ++++ indicano il grado patologico di alterazione.
Gruppo «I»: soggetti con ipertensione oculare;
Gruppo «G»: soggetti glaucomatosi.

Paz.	Alterazione campo visivo	Escavazione papilla	Tempo P100 basale (msec)	Tempo P100 20'' D.F. (msec)	Tempo rec. (sec)
Gruppo «I»					
S.G.	\pm	\pm	108.3	118.7	92
S.G.	\pm	\pm	106	120.9	100
G.U.	\pm	\pm	106.2	116	112
B.R.	\pm	\pm	108.3	125.8	98
C.N.	\pm	\pm	96	108.3	88
C.O.	\pm	\pm	96	123	90
C.O.	\pm	\pm	100	108	88
B.O.	\pm	\pm	110	116	96
S.P.	\pm	\pm	108.3	127.8	95
S.P.	\pm	\pm	108.3	127.8	95
G.R.	\pm	\pm	114	125	96
F.D.	\pm	\pm	102.8	110.4	91
Gruppo «G»					
G.I.	++	++	116	135	110
P.A.	++++	++++	137.5	152	126
P.A.	+++	++++	122	150	131
P.L.	++++	+++	131.2	145	120
P.L.	+++	+++	118.7	143	120
B.R.	+++	+++	125	145.5	110
C.N.	+	+	113.6	127.2	110
B.O.	++	++	116.6	129.16	100
G.R.	+++	++	123	152.1	105
L.C.	+	++	118.7	143.7	105
L.C.	++++	++++	138	154	140
G.U.	+++	+++	131.2	153	105
G.U.	+++	+++	140	166	112
F.A.	++	++	108	120.6	102
B.U.	++	++	112.5	127.8	102

CONCLUSIONI

Lo scopo della nostra ricerca è stato quello di valutare, tramite i PEV, la funzionalità del nervo ottico ed il tempo di recupero maculare dopo fotostress in soggetti normali, con ipertono oculare e con glaucoma.

Il PEV di base ha messo in evidenza sia nei soggetti con ipertono oculare che in quelli glaucomatosi un tempo di latenza P100 maggiore rispetto a quello rilevato nel gruppo di controllo. Tale aumento era statisticamente significativo ($P < 0.01$). La ampiezza del PEV era ridotta significativamente nei soggetti glaucomatosi ($P < 0.01$), ma non in quelli con ipertono oculare ($P > 0.05$). La dispersione temporale era pressoché uguale nei tre gruppi.

Dopo fotostress abbiamo osservato nei tre gruppi un aumento del tempo di latenza P100 ed una riduzione di ampiezza del PEV.

L'aumento del tempo di latenza non era statisticamente differente nei soggetti con ipertono da quello rilevato nei soggetti di controllo, mentre nei soggetti glaucomatosi tale incremento era maggiore di quello rilevato sia nei controlli che nei soggetti con ipertono.

La diminuzione di ampiezza del PEV rilevata nei soggetti con ipertono ed in quelli glaucomatosi era significativamente maggiore ($P < 0.01$) sia a 20'' che a 40'' dal fotostress. A 60''

il decremento di ampiezza, rispetto ai valori di base, non era statisticamente differente tra i tre gruppi.

Il tempo di recupero maculare rilevato nei soggetti con ipertono ed in quelli glaucomatosi era più lungo rispetto a quello osservato nei soggetti normali.

Il recupero maculare dopo abbagliamento è funzione sia della capacità di resintesi del fotopigmento retinico da parte del sistema fotorecettore-epitelio pigmentato, che del trofismo del fascio papillo maculare (Bucci et al., 1989, 1991).

Il complesso epitelio pigmentato-fotorecettori non sembra che venga alterato funzionalmente dall'aumento della pressione intraoculare: infatti l'Elettroretinogramma da Flash, che rileva l'attività funzionale di questi strati retinici (Armington, 1974), non presenta patologiche modificazioni nella malattia glaucomatosa, (Karpe, 1945; Henkes, 1951; Iser e Goodman, 1956; Vanysek, 1956; Francois e De Roux, 1959; Busti, 1962; Ponte, 1962; Wanger e Persson, 1983; Marx et al., 1986a/b; Holopigian et al., 1990; Bucci e Parisi, 1991).

Altri esami elettrofunkzionali, quali i PEV e l'Elettroretinogramma da pattern (PERG), presenterebbero modificazioni patologiche del tracciato in soggetti con ipertensione oculare e con glaucoma. In particolare il PERG, essendo generato dagli strati

più interni della retina (Maffei e Fiorentini, 1981, 1982; Hollander et al., 1984; Maffei et al., 1985), rifletterebbe possibilmente le alterazioni funzionali dello strato delle cellule ganglionari secondarie all'azione ischemica prodotta dall'aumento della pressione intraoculare (Wanger e Persson, 1983; Wanger e Persson, 1985; Marx et al., 1986a/b; Siliprandi et al., 1988).

Inoltre, sia i PEV, che il PERG, possono costituire un test diagnostico particolarmente sensibile se lo stimolo visivo è costituito da barre o scacchi con frequenza spaziali medio-alte (2-3 cicli/grado) e pertanto in grado di stimolare la zona maculare e quindi di attivare il fascio papillo-maculare (Sokol et al., 1981; Towle et al., 1983; Atkin et al., 1983; Bobak et al., 1983; Howe e Mitchell, 1986; Porciatti et al., 1987; Bucci et al., 1988; Marx et al., 1988).

Pertanto le variazioni del PEV e l'aumento del tempo di recupero maculare dopo fotostress riscontrate nei soggetti con ipertono oculare e glau-

comatosi si possono ascrivere ad alterazioni dello strato più interno della retina ed in particolare al trofismo del sistema macula-fascio papillo maculare.

Il tempo di recupero sembra essere proporzionale al tempo di latenza della P100 del PEV di base, alle alterazioni del campo visivo, ed alla escavazione della papilla. Infatti i soggetti con solo ipertono presentano singolarmente tempi di latenza della P100 nel range di normalità (valore medio + 3 SD della P100 a 2 cicli/grado con contrasto del 70%: 114 msec - nostri dati normativi su un campione di 40 soggetti normali) ma tempo di recupero maculare superiore a quello dei controlli, mentre i soggetti glaucomatosi presentano sia tempi di latenza patologici che tempi di recupero maculare notevolmente aumentati.

In conclusione il PEV dopo fotostress può fornire un ulteriore contributo nella diagnosi precoce e nel monitoraggio della malattia glaucomatosa.

RIASSUNTO

Sono state effettuate registrazioni di PEV dopo fotostress su soggetti normali, con ipertono oculare e glaucomatosi. Nei soggetti con ipertono oculare e glaucomatosi si è osservato un tempo di recupero maggiore rispetto ai soggetti normali. Pertanto il PEV dopo fotostress può essere indicato come un ulteriore test di diagnosi precoce di glaucoma.

Parole chiave: *PEV, macula, fotostress, IOP, glaucoma.*

SUMMARY

Parisi V., Bucci M.G.: *Recording of VEP after photostress in normal subjects, in subjects with ocular hypertension and with glaucoma.*

VEPs after photostress were recorded in normal subjects, in subjects with ocular hypertension and in subjects with glaucoma. In the subjects with ocular hypertension and in the subjects with glaucoma, the recovery time was longer than in normal subjects. Our results indicate that the VEP after photostress could be useful in the early diagnosis of glaucoma.

Key words: *VEP, macula, photostress, IOP, glaucoma.*

BIBLIOGRAFIA

- 1) Armington J.C.: *The Electroretinogram* New York, Academic Press, 1974.
- 2) Atkin A., Bodis-Wollner I., Podos S.M., Wolkstein M., Mylin L. and Nitzberg S.: *Flicker threshold and pattern VEP latency in ocular hypertension and glaucoma*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 24, 1524-1528, 1983.
- 3) Baillart J.P.: *L'examen fonctionnel de la macula. Rapport à la Société d'Ophthalmologie de Paris*, «Bull. S.O. France» 4 (suppl) 1954.
- 4) Bobak P., Bodis-Wollner I., Harnois C., Maffei L., Mylin L., Podos S., Thornton J.: *Pattern electroretinograms and visual evoked potential in glaucoma and multiple sclerosis*, «Am. J. Ophthalmol.», 96, 72-83, 1983.
- 5) Bucci M.G., Parisi V., Rossini P.M., 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, 12, 1225-1238, 1988.
- 6) Bucci M.G., Parisi V., Giannini R. e Rossini P.M.: *Registrazioni di FERG e PEV «dopo fotostress» nell'ipertono oculare sperimentale indotto*, «Atti SOI», 1989.
- 7) Bucci M.G., Parisi V., Giannini R. e Rossini P.M.: *Recordings of VEP after photostress in artificially increased IOP*, «Clin. Vis. Sci.», 1991 in stampa.
- 8) Bucci M.G. e Parisi V.: *I potenziali oscillatori dell'ERG fotopico nell'ipertensione oculare artificialmente indotta*, «Boll. Ocul.», 70, 1, 1301-1310, 1991.
- 9) Franchi A., Magni R., Lodigiani L. e Cordella M.: *VEP pattern after photostress: an index of macular function*, «Graefe's Archive Clin. Exp. Ophthalmol.», 225, 291-294, 1987.
- 10) Francois J. e De Rouk A.: *L'électrorétinographie dans le glaucome primaire*, «Ann. Ocul.», Paris, 192, 321-353, 1959.
- 11) Henkes H.E.: *The electroretinogram in glaucoma*, «Ophthalmologica», 121, 44-45, 1951.
- 12) Hollander H., Bisti S., Maffei L. and Hebel R.: *Electroretinographic responses and retrograde changes of retinal morphology after intracranial optic nerve section. A quantitative analysis in the cat*, «Exp. Brain Res.», 55, 483-493, 1984.
- 13) Holopigian K., Seiple W., Mayron C., Katy R. e Lorenzo M.: *Electrophysiological and psychophysical flicker sensitivity in patients with primary open-angle glaucoma and ocular hypertension*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 31, 1863-1868, 1990.

- 14) Howe J.W. and Mitchell K.W.: *Visual evoked cortical potential to paracentral retinal stimulation in chronic glaucoma, ocular hypertension, and an age-matched group of normals*, «Doc. Ophthalmol.», 63, 37-44, 1986.
- 15) Iser G. and Goodman G.: *Clinical studies with flicker electroretinography*, «Am. J. Ophthalmol.», 42, 227-237, 1956.
- 16) Karpe G.: *The basis of clinical electroretinography*, «Acta Ophthalmol. Kbh.», Suppl. 24, 118, 1945.
- 17) Lovasik J.V.: *An electrophysiological investigation of the macular photostress*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 24, 437-441, 1983.
- 18) Maffei L. and Fiorentini A.: *Electroretinographic responses to alternating gratings before and after section of the optic nerve*, «Science», 211, 953-955, 1981.
- 19) Maffei L. and Fiorentini A.: *Electroretinographic responses to alternating gratings in the cat*, «Exp. Brain Res.», 48, 327-334, 1982.
- 20) Maffei L., Fiorentini A., Bisti S. and Hollander H.: *Pattern ERG in the monkey after section of the optic nerve*, «Exp. Brain Res.», 59, 423-425, 1985.
- 21) Marx M.S., Podos S.M., Bodis-Wollner I., Howard-Williams J., Siegel M.J., Teitelbaum C.S., Maclin E.L., Severin C.: *Flash and pattern electroretinograms in normal and laser-induced glaucomatous primate eyes*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 27, 378-386, 1986a.
- 22) Marx M.S., Bodis-Wollner I., Podos S.M., Teitelbaum C.S.: *The pattern ERG and VEP in glaucomatous optic nerve disease in the monkey and human*. In Cracco R.Q. Bodis-Wollner I. eds *Evoked potential*. New York, Liss Publishers Inc, 117-126, 1986b.
- 23) Marx M.S., Bodis-Wollner I., Lustgarten J.S., Podos S.M.: *Electrophysiological evidence that early glaucoma affects foveal vision*, «Doc. Ophthalmol.», 67, 281-301, 1988.
- 24) Polizzi A., Grillo N., Giacomelli F., Traverso C. e Rolando M.: *Macular recovery test in glaucoma suspects and glaucomatous patients*, «Comm. Association for Research in Vision and Ophthalmology», Sarasota, Florida, 1984.
- 25) Ponte F.: *Reperti elettroretinografici e adatometrici nel glaucoma cronico del miope elevato*, «Boll. Ocul.», 41, 739-755, 1962.
- 26) Porciatti V., Falsini B., Brunori S., Colotto A., Moretti G.: *Pattern electroretinogram as a function of spatial frequency in ocular hypertension and early glaucoma*, «Doc. Ophthalmol.», 65, 349-355, 1987.
- 27) Severin S.L., Tour R. e Kershaw H.: *Macular function and the photostress test*, «Arch. Ophthalmol.», 77, 163-167, 1967.
- 28) Sherman M.D. e Henking P.: *Photostress recovery in chronic open angle glaucoma*, «Br. J. Ophthalmol.», 72, 641-645, 1988.
- 29) Siliprandi R., Bucci M.G., Canella R., Carmignoto G.: *Flash and pattern electroretinograms during and after acute intraocular pressure elevation in cats*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 29, 558-556, 1988.
- 30) Sokol S., Domar A., Moskowitz A., Schwartz B.: *Pattern evoked potential latency and contrast sensitivity in glaucoma and ocular hypertension*, «Doc. Ophthalmol. Proc. Ser.», 27, 79-86, 1981.
- 31) Towle V., Moskowitz A., Sokol S., Schwartz B.: *The visual evoked potential in glaucoma and ocular hypertension: effect of cheks size, and stimulation rate*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 24, 175-183, 1983.

32) Vanysek J.: *Glaucoma in the electroretinographic picture*, «Zbl. Ges. Ophthal.», 67, 33, 1956.

33) Wanger P., Persson H.E.: *Pattern-reversal electroretinograms in unilateral glaucoma*, «Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.», 24, 749-753, 1983.

34) Wanger P., Persson H.E.: *Pattern-reversal electroretinograms in ocular hypertension*, «Doc. Ophthalmol.», 61, 27-31, 1985.

35) Zingirian M., Polizzi A. e Grillo N.: *The macular recovery test after photostress in normal and diabetic subjects*, «Acta Diabetologica Latina», 22, 169-172, 1985.