

E. B.

PAPERAN

1 - SEP 1991

Tinjauan kepustakaan

VISUAL EVOKED RESPONSE
dan
Pemeriksannya

oleh :

Dr. RATNA DOEMILAH

pembimbing :

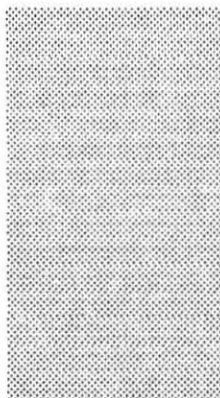
Dr. WISNUJONO SOEWONO

DIBACAKAN PADA
TANGGAL 1 FEBRUARI 1991

LABORATORIUM/UPF ILMU PENYAKIT MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA/
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH Dr. SOETOMO
SURABAYA

Tinjauan kepustakaan

VISUAL EVOKED RESPONSE dan Pemeriksaaannya



oleh :

Dr. RATNA DOEMILAH

pembimbing :

Dr. WISNUJONO SOEWONO



DIBACAKAN PADA
TANGGAL 1 FEBRUARI 1991



LABORATORIUM/UPF ILMU PENYAKIT MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA/
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH Dr. SOETOMO
SURABAYA

"VISUAL EVOKED RESPONSE
dan PEMERIKSAANNYA".

DAFTAR ISI.	halaman
I. <u>P E N D A H U L U A N.</u>	1
II. <u>PENGETRIAN VISUAL EVOKED RESPONSE.</u>	2
2.1. DEFINISI	2
2.2. ISTILAH	3
2.3. MACAM VER/VEP	3
III. <u>DASAR PEMERIKSAAN.</u>	5
3.1. ANATOMI RETINA	5
3.2. FISILOGI RANGSANGAN CAHAYA	7
3.3. LINTASAN PENGLIHATAN	8
IV. <u>ALAT UNTUK PEMERIKSAAN VER.</u>	9
4.1. ELEKTRODA	10
4.2. ALAT PENIMBUL RANGSANGAN	11
4.3. ALAT PRE AMPLIFIER & AMPLIFIER	13
4.4. PERALATAN KOMPUTER	14
V. <u>CARA PEMERIKSAAN</u>	14
5.1. HAL-HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN SEBELUM PEMERIKSAAN	14
5.2. PELAKSANAAN PEMERIKSAAN	19
VI. <u>GAMBARAN HASIL PENCATATAN VER PADA ORANG NORMAL</u>	21
6.1. GAMBAR GRAFIK GELOMBANG VER	21
6.2. ISTILAH YANG DIPAKAI	22
6.3. CARA PENGUKURAN PERIODE LATEN DAN AMPLITUDO	22
6.4. PENENTUAN HARGA NORMAL	23
6.5. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMERIKSAAN VER	23
VII. <u>INDIKASI PEMERIKSAAN VER.</u>	25
VIII. <u>R I N G K A S A N.</u>	25
IX. <u>P E N U T U P.</u>	26
X. <u>DAFTAR KEPUSTAKAAN.</u>	27

DAFTAR GAMBAR.

- Gambar : 1. Macam-macam Rangsangan,
(Disalin dari : Manual Evoked Potensial, hal. 180, Ophthalmic Electrodiagnose, Kumpulan Makalah Perdami III)..... 3
- Gambar : 2. Bentuk Gelombang tipe Transient,
(Disalin dari : Evoked Potential Primer, hal. 98 4
- Gambar : 3. Bentuk Gelombang tipe Steady State,
(Disalin dari : Evoked Potential Primer, hal. 148 4
- Gambar : 4. Penampang vertikal dari Retina,
(Disalin dari : Warwick R, eugene wolff's anatomy of the eye and orbit)..... 5
- Gambar : 5. Distribusi Kepadatan Fotoreseptor,
(Disalin dari : Kumpulan Makalah Perdami III, hal. 1107 7
- Gambar : 6. Lintasan penglihatan,
(Disalin dari : Vaughan D., General Ophthalmology, hal. 242)..... 9
- Gambar : 7. Macam Elektroda,
(Disalin dari : Current Practice of Clinical Electromyography, hal. 41)..... 11
- Gambar : 8. Elektroda Bentuk Jarum,
(Disalin dari : Current Practice of Clinical Electromyography, hal. 42)..... 11
- Gambar : 9. Skema Diagram dari VER dengan rangsangan kilatan sinar terang,
(Disalin dari : Clinical Ophthalmology from Duane T.D., hal. 12)..... 12
- Gambar : 10. Skema diagram alat perekam VER dengan rangsangan papan catur,
(Disalin dari : Ophthalmology clinics of North America, vol 2/no. 3 - hal. 501)..... 13
- Gambar : 11. Gambaran hubungan macam rangsangan dengan area makula,
(Disalin dari : Electroophthalmology for clinician, Japan journal of ophthalmology, hal. 274)..... 13
- Gambar : 12. Denah Ruang Pemeriksaan,
(Disalin dari : Galloway ophthalmic Electrodiagnoses, hal. 47)..... 15
- Gambar : 13. Penempatan Elektroda pada kulit kepala, elektroda pasif dan arde,
(Disalin dari : Ophthalmology clinics of North America, vol 2/no. 3 - hal. 40)..... 16

- Gambar : 14. Skema dari transient VER dengan rangsangan seluruh luas papan catur normal,
(Disalin dari : Evoked Potensial primer, hal. 104)..... 21
- Gambar : 15. Cara-cara pengukuran amplitudo dan periode laten pada VER tipe transient,
(Disalin dari : Manual Evoked Potential a practical guide to clinical aplication, hal. 56).
..... 23

UCAPAN TERIMA KASIH kami sampaikan kepada yang terhormat ;

1. Dr. Wisnujono Soewono, sebagai pembimbing dan Kepala Lab/UPF Ilmu Penyakit Mata, yang telah memberikan bimbingan dari awal sampai selesainya makalah ini.
2. Dr. Moestidjab, sebagai staf ahli yang telah memberikan koreksi, saran dan perbaikan dalam penyusunan makalah ini.
3. Dr. Diany Yogiantoro, sebagai staf ahli dan Ketua Program Studi Ilmu Penyakit Mata yang telah memberikan pengarahan serta dorongan sehingga makalah ini bisa terselesaikan.
4. Dr. Hamidah M. Ali, sebagai ibu-asuh yang telah memberikan dorongan dan saran dalam penyusunan makalah ini.
5. Seluruh staf Lab/UPF Ilmu Penyakit Mata yang ikut membantu dalam penyusunan makalah ini.
6. Teman-teman sejawat peserta PPDS-I yang telah memberikan bantuannya pada penyusunan makalah ini.

I. PENDAHULUAN.

Elektrofisiologi Okuler adalah ilmu yang menilai fungsi penglihatan dengan mengukur aktivitas listrik dari sistim penglihatan mulai epitel pigmen sampai korteks serebri (10).

Salah satu Elektrofisiologi okuler yang menilai fungsi serabut saraf dari nervus optikus sampai korteks serebri disebut "Visual Evoked Potential" atau "Visual Evoked Response" (VEP/VER) (11, 14).

VEP/VER menggambarkan aktivitas listrik korteks serebri (korteks visual) yang berasal dari sel-sel kerucut di daerah makula seluas 20° (5, 10, 14), aktivitas tersebut ditimbulkan oleh rangsangan cahaya pada mata.

Oleh fotoreseptor di retina, rangsangan cahaya ini akan diubah menjadi energi listrik kemudian disalurkan melalui lintasan penglihatan ke korteks visual. Aktivitas listrik dari korteks visual dapat direkam oleh elektroda-elektroda yang diletakkan pada kulit kepala bagian oksipital (4,11,14,15). Yang mana elektroda tersebut di hubungkan dengan seperangkat alat komputer sehingga hasil rekaman dapat dilihat.

Tahun 1849, Dubois Reymond memberi bukti nyata tentang adanya aktivitas listrik dari otak dan retina. Tahun 1934, Adrian dan Matthews mendeteksi adanya respon listrik dari otak dan di tahun 1941 kembali Adrian melengkapi penemuan pertamanya tentang VER/VEP dan diselesaikan oleh Dawson di awal tahun 1950 (4, 6, 14).

Karena sulitnya memisahkan signal VER dari EEG dan gangguan elektrikal maka tahun 1960 para peneliti mengharapkan

perkembangan laboratorium dengan komputer untuk memudahkan pemeriksaan VER.

Tahun 1961, Ciganek memberikan gambaran skema dan uraian yang baik dari VER/VEP dimana secara nyata dapat menunjukkan respon yang dominan dari Fovea (6, 16).

Rangsangan cahaya yang dapat diberikan pada mata untuk pemeriksaan VER/VEP hanya berbentuk kilatan sinar terang dan ini digunakan pada awal tahun 60 an.

Rangsangan dengan bentuk tertentu dimana terdapat bagian yang gelap dan terang dengan batas yang jelas, diperkenalkan oleh Halliday dan kawan-kawan sejak tahun 1972 dan masih dipergunakan sampai sekarang (5, 6, 11, 13).

Pada 15 tahun terakhir ini, VER merupakan pemeriksaan klinik standar untuk pemeriksaan fungsi penglihatan di rumah sakit-rumah sakit, dan dapat digunakan untuk evaluasi kemampuan lintasan penglihatan dari retina ke korteks serebri (6, 7, 14).

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengenal tentang "Visual Evoked Response" dan cara-cara pemeriksaannya sesuai dengan kemajuan teknologi di bidang ilmu kedokteran klinik, sehingga dapat menunjang penentuan diagnosa dibidang ilmu penyakit Mata terutama di bidang Neurooftalmologi.

II. PENGERTIAN "VISUAL EVOKED RESPONSE".

2.1. DEFINISI :

"Visual Evoked Response" adalah suatu respon yang dihasilkan oleh aktivitas listrik di Korteks Visual sebagai respon terhadap rangsangan cahaya pada mata.

Aktivitas listrik ini dapat direkam dengan menggunakan

elektroda yang diletakkan di kulit kepala bagian oksipital (4, 5, 6, 11, 15, 16).

2.2. ISTILAH :

"Visual Evoked Response" (VER) juga dikenal sebagai "Visual Evoked Potentials" (VEP), atau "Visual Evoked Cortical Potentials" (VECPs). Jika menggunakan rangsangan dengan bentuk tertentu (pattern stimulation), dapat disebut sebagai "Pattern Shift Evoked Potentials" (PSEPs) dan istilah yang pada saat ini dipakai adalah VER/VEP (14).

2.3. MACAM VER/VEP :

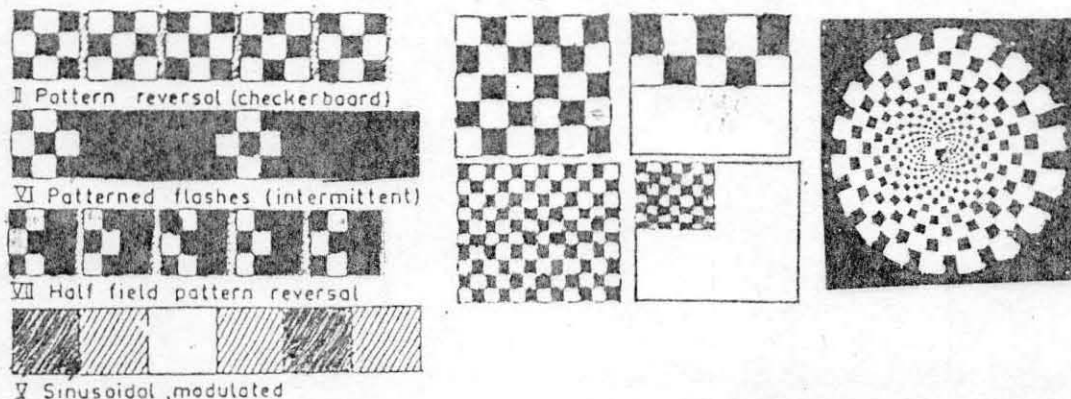
VER dibagi berdasarkan :

2.3.1. Macam Rangsangan yang Dipilih : (3, 13, 16).

1. VER yang dibentuk oleh rangsangan dengan kilatan sinar terang,
2. VER yang dibentuk oleh rangsangan dengan bentuk tertentu, yaitu ; bentuk papan catur (checker board), terdiri dari kotak-kotak gelap dan terang dengan batas yang jelas.

Bentuk Modifikasi Papan Catur, antara lain ;

- a. Bentuk sinusoidal (sine wavegrating), terdiri dari kotak-kotak yang berisi garis-garis gelap dan terang yang berbeda pancaran sinarnya.
- b. Bentuk-bentuk yang lain, yaitu ; Dart board.

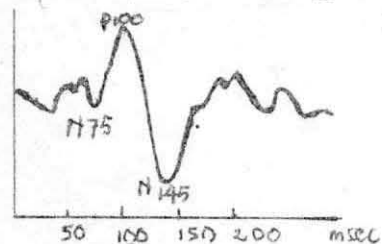


Gambar : 1. Macam-macam Rangsangan.

(Disalin dari : Manual Evoked Potential, hal 180, Ophthalmic Electrodiagnose, Kumpulan makalah Perdami III)

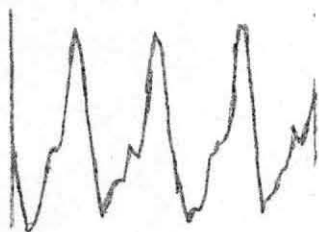
2.3.2. Frekuensi rangsangan :

- "Transient VER", bila frekwensi rangsangan 1 - 2 x/detik (13) atau ± 2 Hz (14).



Gambar : 2. Bentuk Gelombang tipe Transient.
(Disalin dari : Evoked Potential Primer, hal. 98)

- "Steady state VER", bila frekwensi rangsangan mencapai 4 - 10 Hz (13, 14).



Gambar : 3. Bentuk Gelombang tipe Steady state.
(Disalin dari : Evoked Potential Primer, hal. 148)

2.3.3. Cara pemberian rangsangan : (11, 14, 16)

- a. Untuk rangsangan kilatan sinar terang adalah kilatan cahaya dengan frekwensi dan intensitas tertentu (sistim kedip/fliker).

"Transient VER" dengan rangsangan kilatan sinar terang dapat digunakan untuk pemeriksaan pasien yang tidak dapat memfokus sumber rangsangan dan tidak kooperatif, terutama bayi dan anak, penderita dengan tajam penglihatan jelek seperti kekeruhan media optik (katarak, kekeruhan kornea) (13, 14).

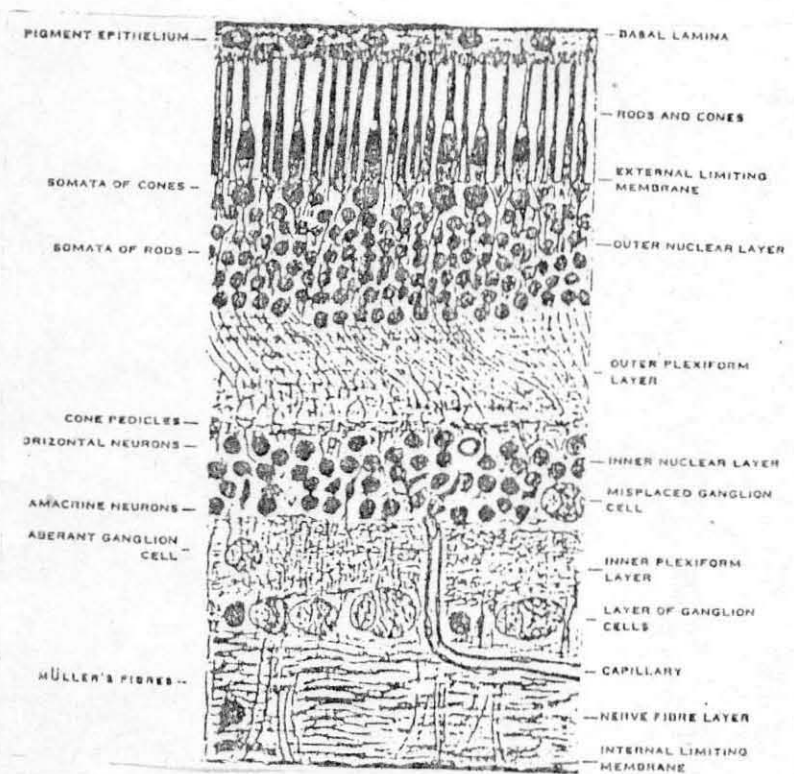
- b. Untuk rangsangan dengan bentuk papan catur ;
 1. dengan cahaya yang berpulsa (intermittent/patterned stimulation).
 2. dengan merubah warna kotak-kotak gelap dan menjadi kotak terang secara bergantian (pattern reversal/ alternating pattern).

- * 3. bentuk tampak dan tidak tampak (appearance-disappearance) dihasilkan melalui penggambaran alternating pattern, dimana permulaan atau akhir dari bentuk gambaran ini dipakai sebagai rangsangan.

VER yang sering digunakan di klinik adalah "transient VER" dengan rangsangan papan catur tipe "reversal" (4,13,14,16). Umumnya dipakai untuk penderita dengan tajam penglihatan yang masih baik dan kooperatif. Secara statistik tipe ini paling peka untuk mendeteksi kelainan pada lintasan penglihatan (13)

III. DASAR PEMERIKSAAN.

3.1. ANATOMI RETINA :



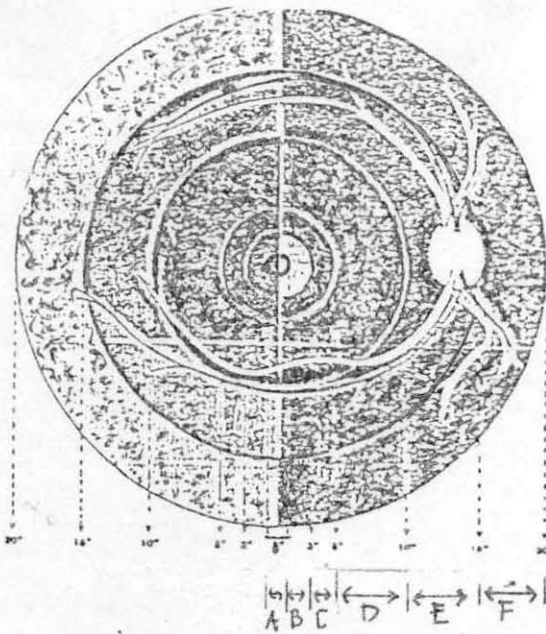
Gambar : 4. Penampang vertikal dari Retina,
(Disalin dari : Warwick R, eugene wolff's
anatomy of the eye and orbit).

Retina terdiri dari 10 lapisan jaringan saraf (8, 9, 11, 15, 18), yang terdiri dari :

1. Lapisan epitel pigmen,
2. Lapisan Foto Reseptor ; segmen luar dan dalam (batang dan kerucut).
3. Lapisan batas luar (membrana limitan luar), merupakan kompleks sambungan antara sel müller dengan batang dan kerucut.
4. Lapisan nukleus Luar : badan sel dan serabut-serabut batang serta kerucut.
5. Lapisan plexiform luar ; axon foto reseptor dan ujung foto reseptor.
6. Lapisan nukleus dalam, terdiri dari ; badan sel bipolar, sel horizontal, sel amakrine, sel müller.
7. Lapisan plexiform dalam ; sinaps antara sel bipolar, sel amakrine dan sel ganglion.
8. Lapisan sel ganglion ; badan sel ganglion dan sinaps-sinaps seperti dalam lapisan plexiform dalam.
9. Lapisan serabut saraf : akson-akson ganglion.
10. Lapisan batas dalam (membrana limitan dalam) kompleks sambungan ujung-ujung sel müller yang meluas pada permukaan vitreus.

Lapisan Foto Reseptor Retina :

Lapisan fotoreseptor dibentuk oleh segmen luar dan dalam sel-sel batang dan kerucut, dimana sel-sel foto reseptor ini mengandung molekul pigmen yang disebut rhodopsin, bilamana ada cahaya masuk kedalam mata, maka akan merubah molekul pigmen tersebut menjadi suatu energi listrik, proses ini disebut transduksi (9, 11). Bagian fotoreseptor yang peka terhadap cahaya adalah segmen luar (11).



Lokasi Kerucut/mm² Batang/mm²

A - Foveola	150.000	0
B - 1 - 3	30.000	40.000
C - 3 - 6	20.000	75.000
D - 6 - 10	10.000	100.000
E - 10 - 15	7.000	124.000
F - 15 - 20	2.000	130.000

Gambar : 5. Distribusi Kepadatan Fotoreseptor.
(Disalin dari : Kumpulan Makalah Perdami,
hal. 1107)

3.2. FISILOGI RANGSANGAN CAHAYA :

Fungsi retina adalah menerima bayangan penglihatan, menganalisa, mengubah informasi dan informasi ini berjalan melalui lintasan penglihatan sampai ke korteks visual sehingga dapat dimengerti oleh otak, hal ini dilaksanakan oleh sel-sel foto reseptor retina (8, 9, 11).

Bila suatu berkas cahaya (photon) di absorsi oleh suatu molekul Rhodopsin akan mengubah 11 Cis Retinaldehid menjadi bentuk konfigurasi semua trans Retinal dan opsin (15) serta terjadi hiperpolarisasi membran plasma segmen luar sel fotoreseptor sehingga aliran natriumnya terganggu (10, 11).

Akibat reaksi kimia yang mengikuti isomerisasi dari 11 Cis Retinaldehid dan hiperpolarisasi tersebut akan menghasilkan suatu energi listrik yang akan disalurkan ke seluruh axon melalui serabut-serabut sel horizontal dan sel-sel bipolar. Kemudian oleh sel-sel bipolar energi listrik ini dikirimkan ke lapisan plexiform dalam, dimana oleh sel-sel ganglion energi listrik tersebut diteruskan ke otak melalui lintasan penglihatan (12, 15).

3.3. LINTASAN PENGLIHATAN :

Lintasan penglihatan merupakan lintasan yang dilalui impuls saraf sejak dari terbentuknya bayangan di retina sampai kesadaran mengenai adanya obyek yang dilihat.

Akson sel ganglion termasuk dalam lapisan saraf dari retina dan menyusun Stratum optikum dan papila saraf optik. Akson-akson ini tidak bermielin, setelah menembus lamina kribrosa mereka mendapat selubung mielin dan dinamakan saraf optik (12, 15).

Saraf optik meninggalkan bola mata berjalan ke posterior melalui Foramen optikum dan kanalis optikum masuk ke rongga tengkorak.

Serabut saraf ke dua saraf optik (kanan dan kiri) secara sinambung dari retina menuju korpus Geniculatum laterale dan kolikulus superior.

Serabut saraf optik kedua sisi saling bersilangan dan menjadi satu, bagian ini disebut Kiasma optikum (12). Dalam penggabungan saraf optik kanan dan kiri, kira-kira 53% dari serabut-serabut tersebut menyilang garis tengah dan 47% sisanya tidak menyilang. Serabut-serabut yang menyilang berasal dari retina belahan nasal dan dari belahan temporal tidak menyilang.

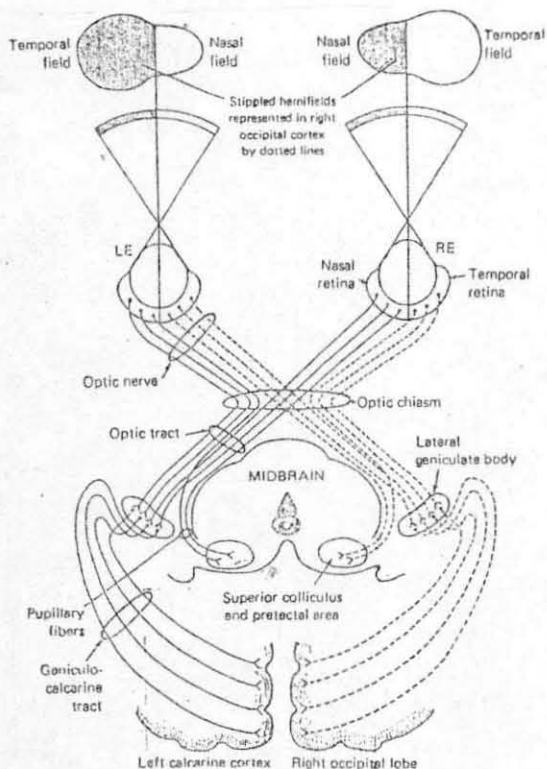
Kemudian berpisah lagi dan menjadi dua berkas kembali, yang dinamakan traktus optikus (12).

Traktus optikus ini sebagian besar serabutnya menuju ke posterior dan melengkung melalui permukaan pedunkulus serebri ke permukaan dorsal batang otak untuk berakhir di Korpus genikulatum laterale.

Serabut-serabut yang berasal dari inti di korpus genikulatum laterale berproyeksi pada kortek visual primer atau area 17/area striata, serabut-serabut tersebut

dinamakan ~~radiasio~~ optika atau serabut genikulokalkarina (12). Area 17 ini merupakan terminal dari semua data visual yang ditangkap oleh foto reseptor di retina, kemudian data visual di integrasikan ke area 18 dan 19 (korteks asosiasi visual).

Sebagian kecil dari serabut traktus optikus menuju ke kolikulus superior melalui brakiumkolikuli superioris. Fungsi kolikulus superior disini digunakan untuk menyalurkan rangsangan yang membangkitkan gerakan kepala, leher dan kedua bola mata secara konjugatif (12).



Gambar : 6. Lintasan Penglihatan.
(Disalin dari : Vaughan D., General Ophthalmology, hal 242).

IV. ALAT UNTUK PEMERIKSAAN VER.

Untuk pemeriksaan VER dibutuhkan beberapa peralatan, antara lain ; elektroda, alat penimbul rangsangan, pre amplifler dan amplifler serta komputer.

Setelah mata mendapat rangsangan dari alat penimbul rangsangan, maka signal VER akan terekam oleh elektroda yang telah dipasang pada kulit kepala bagian oksipital.

Dan stop kontak elektroda tersebut berhubungan dengan pre amplifier dan amplifier, yang kemudian meneruskan data ke komputer, sehingga signal VER dapat di lihat pada layar monitor komputer dalam bentuk grafik gelombang yang dapat dibuat tertulis melalui alat plotter.

4.1. ELEKTRODA :

4.1.1. Macam Elektroda :

- Elektroda yang dipakai untuk pemeriksaan EEG. :

Elektroda yang dipakai untuk pemeriksaan VER sama dengan elektroda yang dipakai pada pemeriksaan EEG (Electroencephalogram) (13,14).

Elektroda ini terbuat dari besi berbentuk cawan dengan lubang ditengah dan tepinya datar, mempunyai diameter 4 - 10 mm (13).

Permukaannya harus dilapisi bahan yang tidak menimbulkan reaksi dengan elektrolit dari kulit kepala atau kulit, dapat terbuat dari emas, timah, platina atau perak (13, 14).

Bagian belakang dari cawan elektroda di hubungkan oleh kawat/kabel ke stop kontak penghubung.

- Elektroda dengan bentuk Jarum :

Dipakai sebagai elektroda aktif terbuat dari jarum yang berisi kabel dari stainless stell, platina atau perak. Jarum ini di inserikan pada kulit kepala bagian sub kutan.

Elektroda ini banyak dipakai di laboratorium-laboratorium.

- Elektroda dengan bentuk Klip :

Dipakai sebagai elektroda pasif dan dipasang di daun telinga.

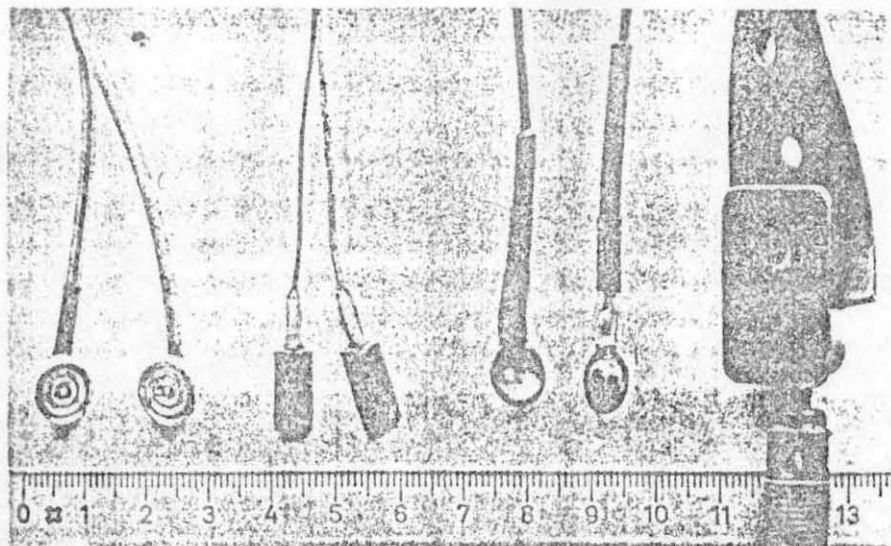


Fig. 3.8. Some examples of surface electrodes (recording electrodes): a, silver electrodes; b, tin electrodes; c, tin-coated EEG electrodes; d, stainless steel ground electrode with the fixation band partly shown.

Gambar : 7. Macam Elektroda,
(Disalin dari : Current Practice of
Clinical Electromyography, hal 41).

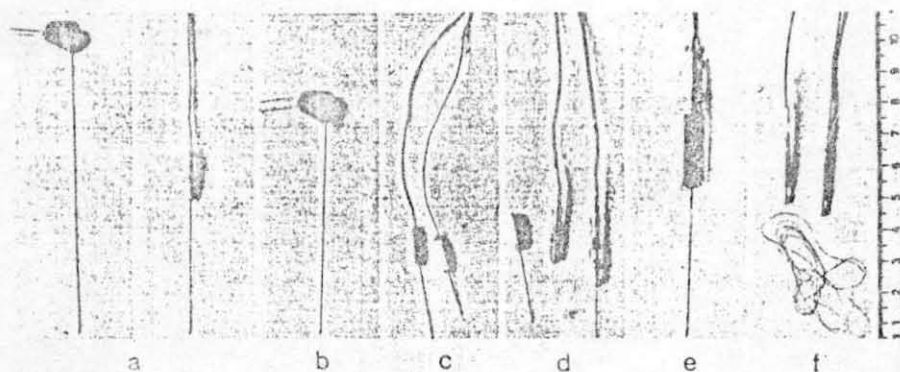


Fig. 3.9. Some commonly used types of needle electrodes: a, concentric needle electrodes; b, bipolar concentric needle electrode; c, monopolar needle electrodes; d, injection needles and plug connections (in some laboratories used as monopolar needle electrodes); e, single fibre electrode; f, platinum wire and attachment clips for intramuscular wire electrodes.

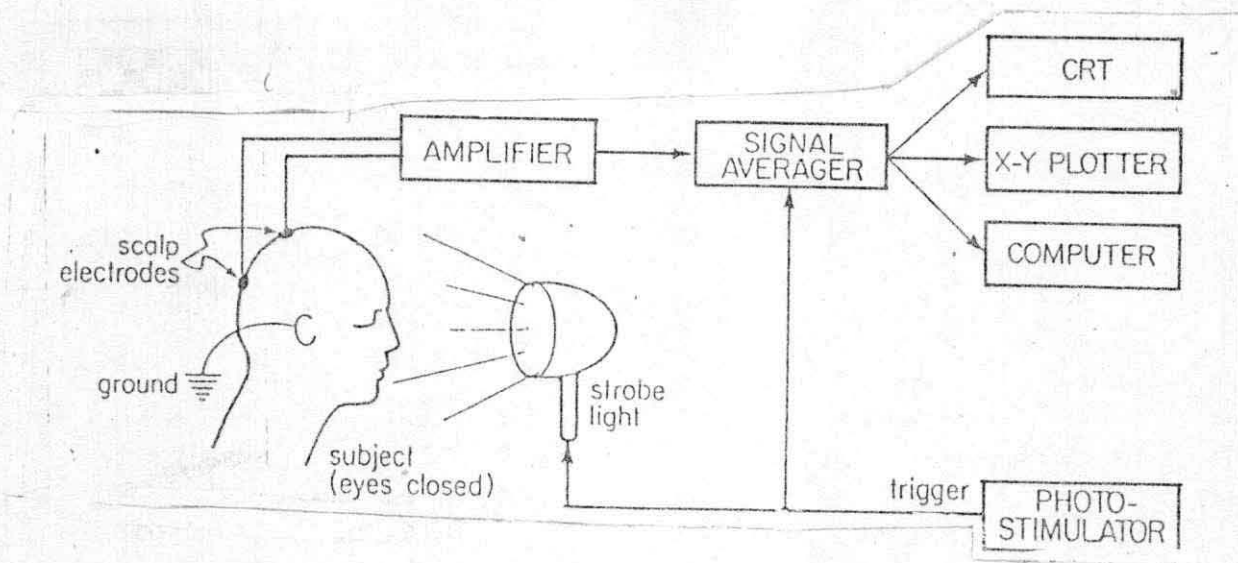
Gambar : 8. Elektroda bentuk Jarum.
(Disalin dari : Current Practice of
Clinical Electromyography, hal 42).

4.2. ALAT PENIMBUL RANGSANGAN :

Alat penimbul rangsangan untuk pemeriksaan VER
ada 2 macam, yaitu :

4.2.1. Untuk rangsangan dengan kilatan sinar terang :

Dapat berupa suatu tabung xenon/strobos
kopik yang di nyalakan dengan frekwensi serta
intensitas tertentu (11, 13, 14)



Gambar : 9. Skema diagram dari VER dengan rangsangan kilatan sinar terang. (Disalin dari : Clinical Ophthalmology from Duane T.D., hal. 12).

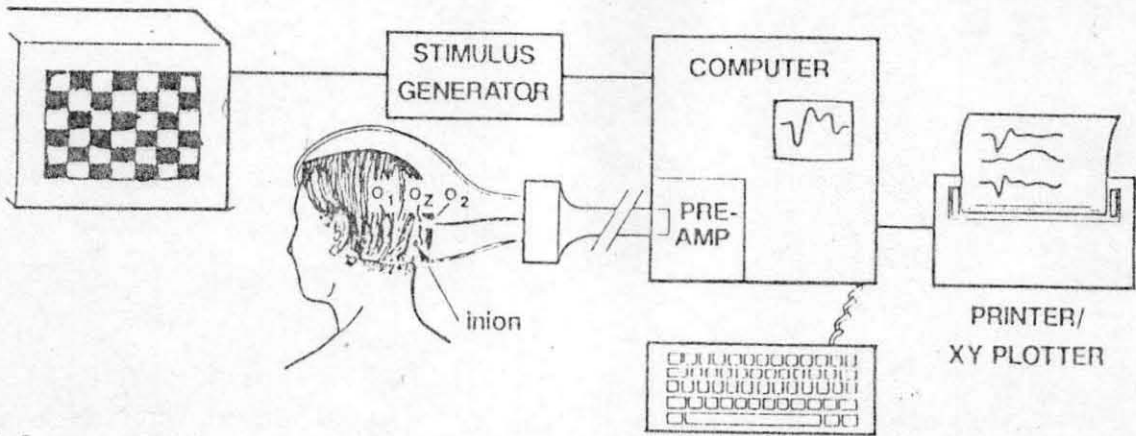
4.2.2. Untuk rangsangan dengan bentuk papan catur :

Menggunakan video monitor dengan bentuk rangsangan papan catur (checkerboard stimulation) dimana bagian gelap dan terang mempunyai batas yang jelas. Dan ini biasa dipergunakan serta menjadi standar di klinik-klinik (14, 16).

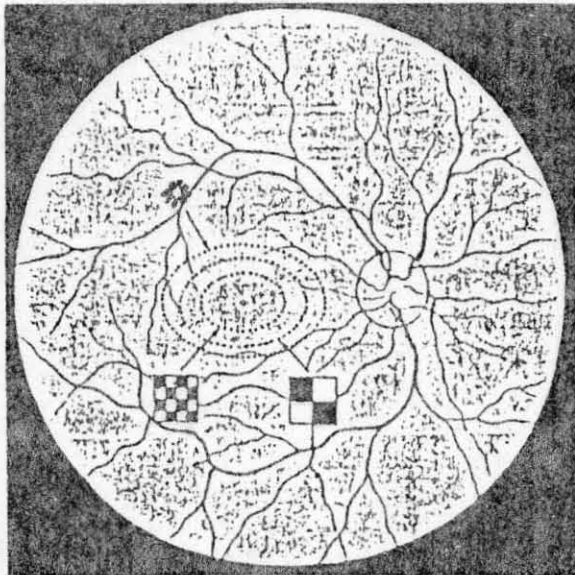
Ukuran dari kotak-kotak papan catur yaitu kotak gelap dan terang sesuai dengan ukuran sudut penglihatan untuk gelap dan terang di retina (13).

Kotak-kotak yang dihasilkan membentuk sudut penglihatan yang bervariasi antara 10, 20, 40, 60 dan 80 menit dalam busur (11, 13, 14).

Besarnya kotak papan catur ini menunjukkan lokasi yang kita periksa, semakin besar kotaknya maka lokasinya makin ke retina bagian perifer, bila makin kecil kotaknya maka akan makin ke daerah sentral/fovea.



Gambar : 10. Skema diagram alat perekam VER dengan rangsangan papan catur, (Disalin dari : Ophthalmology clinics of North America, vol 2/no.3 - hal. 501).



Gambar : 11. Gambaran hubungan macam rangsangan dengan area makula, (Disalin dari : Electroophthalmology for clinician, Japan journal of ophthalmology, hal. 274).

4.3. ALAT PRE AMPLIFIER & AMPLIFIER :

Alat ini gunanya untuk menyaring dan memperbesar signal yang direkam dari penderita melalui elektroda-elektroda, karena ukuran respon listrik dari VER lebih kecil dari pemeriksaan Elektro fisiologi yang lain (ERG/EOG) (1, 11, 13, 14).

4.4.. PERALATAN KOMPUTER, yang terdiri dari :

4.4.1. Alat Pengatur Signal :

Peralatan ini dipergunakan untuk menyinkronkan antara signal dengan stimulator, disamping itu untuk mengatur frekwensi rangsangan (1, 14).

4.4.2. Alat Perekam :

Merupakan sebuah CRT (Cathode Ray Tube) atau video monitor untuk menunjukkan hasil rekaman (14).

4.4.3. Sistem Penyimpanan (a disc storage system) :

Merupakan sistem untuk menyimpan data/hasil yang ditunjukkan oleh alat perekam dan apabila dibutuhkan pada saat lain dapat ditampilkan kembali (14).

4.4.4. Alat Pencatat (PRINTER) :

Alat pencatat ini dapat memakai x-y plotter atau alat pencatat lainnya, dan dipergunakan untuk mencatat hasil respon secara tertulis (14).

V. CARA PEMERIKSAAN.

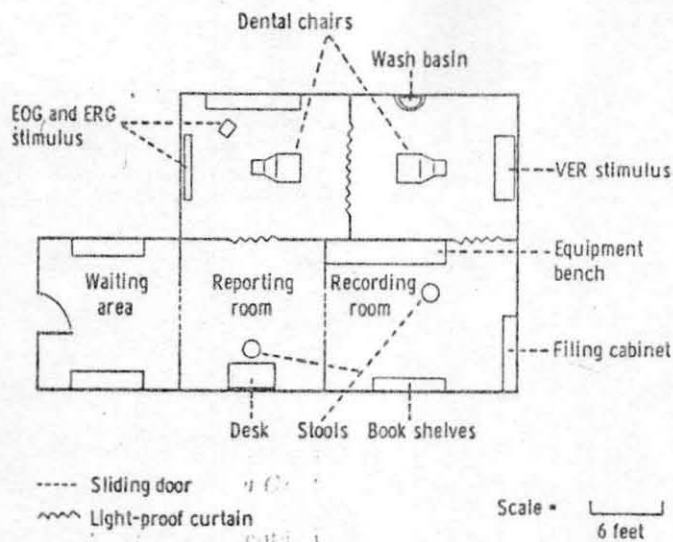
5.1. HAL-HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN SEBELUM PEMERIKSAAN :

5.1.1. Ruangun untuk Pemeriksaan :

Diperlukan ruangan yang tenang dan redup, jauh dari gangguan elektrik disekitarnya, disamping itu sebaiknya ber AC, mengingat ;

- dibutuhkannya ruang yang kedap suara dan sinar,
- menghindari pengaruh dari luar dan memberikan suasana nyaman.

Bila memungkinkan areal pemeriksaan penderita harus dipisahkan dari alat dan pemeriksa (4, 14).



Gambar : 12. Denah Ruang Pemeriksaan,
(Disalin dari : Galloway ophthalmic
Electrodiagnose, hal 47).

5.1.2. Penempatan Elektroda :

- a. Elektroda perekam (aktif) pemasangannya menggunakan sistem 10-20 Internasional.

Pada pemeriksaan VER elektroda aktifnya dipasang 1-2 cm di atas Onion, sepanjang garis tengah (mid line), posisi ini disebut OZ (1,2,13, 14,16) dan merupakan tempat yang tepat untuk mendeteksi aktifitas fovea yang dominan (1).

Bila pemasangan elektroda aktif tidak tepat dapat menimbulkan respon dari korteks yang lain di otak sehingga dapat mengacaukan hasil rekaman VER (13).

- b. Elektroda "reference"/pasif dapat di letakkan pada bagian atas kepala sepanjang garis tengah atau di atas dahi.

Disamping itu dapat juga dipasang pada tulang mastoid dibelakang telinga atau daun telinga dengan memakai penjepit (13,14)

- c. Elektroda yang dipakai sebagai arde (ground) dapat diletakkan dimana saja asal berjauhan dengan posisi elektroda yang lainnya, misalnya pada daun telinga dan bisa juga di dagu (14).

Selain itu ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain ;

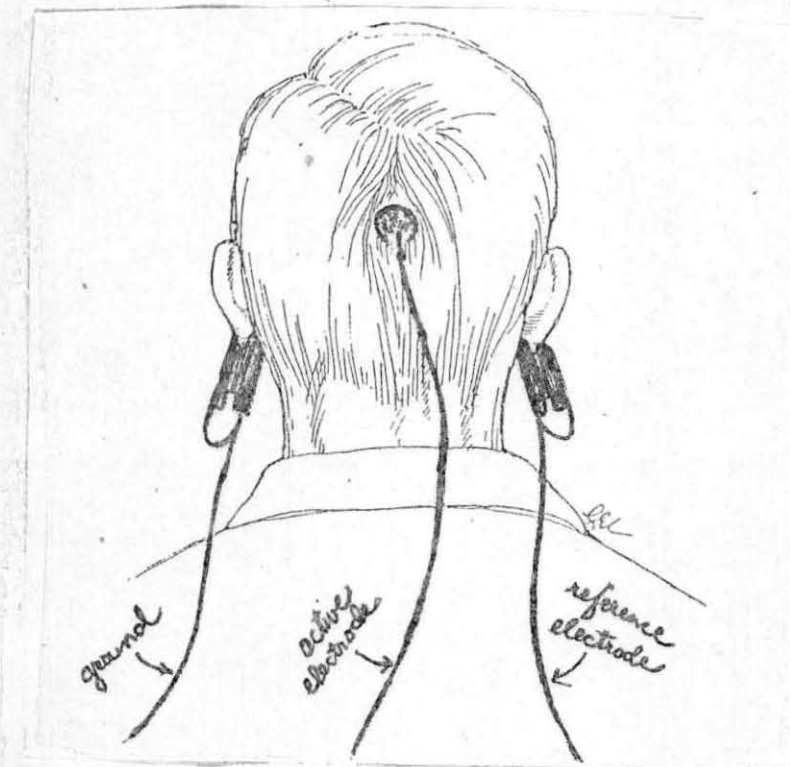
- Impedan dari Elektroda :

Impedan ini untuk mengetahui berlangsungnya hubungan listrik yang baik antara elektroda perekam dengan kulit kepala atau kulit, dan harus sebesar 1.000 - 5.000 ohms (13,14).

- Resistensi dari Elektroda :

Resisten ini untuk mengetahui adanya aliran listrik pada elektroda perekam.

Resisten ini tidak boleh lebih dari 2 ohm.



Gambar : 13. Penempatan Elektroda Aktif pada kulit kepala, elektroda pasif dan arde. (Disalin dari : Ophthalmology clinics of North America, vol 2/no. 3 - hal 460).

5.1.3. Tajam Penglihatan :

Sebelum perekaman VER, dilakukan pemeriksaan tajam penglihatan, karena hal ini merupakan parameter yang penting untuk pemeriksaan VER dengan rangsangan papan catur.

Bilamana ada kelainan refraksi dengan tajam penglihatan $< 6/60$ dapat menyebabkan keaburan-keaburan kontras dari papan catur ukuran kecil, ini akan menurunkan intensitas rangsangan sehingga menurunkan amplitudo dan meningkatkan periode laten. Hal ini terjadi pula pada kelainan refraksi karena kecurahan kornea dan katarak. Maka bila ada kelainan refraksi perlu diadakan koreksi terbaik. (4, 6, 7, 10, 13, 16).

5.1.4. Posisi Penderita :

Penderita duduk dengan baik dikursi bersandaran leher atau menggunakan kursi untuk pemeriksaan gigi, disamping itu penderita harus kooperatif dan melihat kesumber rangsangan dengan jarak ± 30 cm untuk tipe rangsangan dengan kilatan sinar terang dan untuk tipe rangsangan papan catur dengan jarak 1 s/d 1,50 m (2,3,10,13,14,16).

5.1.5. Persiapan Mental Penderita :

Sebelum melakukan pemeriksaan sebaiknya penderita diberi penerangan mengenai apa yang akan dilakukan terhadap penderita, hal ini untuk menghindari adanya gerakan-gerakan seperti bingung, takut atau kejutan yang mana akan mempengaruhi hasil pencatatan (10).

5.1.6. Lebar Pupil :

Ukuran pupil ini merupakan parameter penting

untuk pemeriksaan VER yang menggunakan tipe rangsangan dengan kilatan sinar terang.

Pupil perlu dilebarkan dengan midriasil, agar penerimaan cahaya oleh retina lebih luas sehingga akan meningkatkan intensitas rangsangan (4,10,13,14,16).

5.1.7. Tingkat Kesadaran & Ketepatan Fiksasi Rangsangan :

Untuk pemeriksaan VER diperlukan perhatian dan koordinasi penderita serta konsentrasi fiksasi yang baik, bila hal ini berjalan dengan baik maka amplitudonya akan meningkat. Selain itu penderita harus dalam keadaan bangun dan terjaga.

Untuk penderita yang tertidur dapat mengubah respon VER yaitu dengan turunnya amplitudo (13, 16).

5.1.8. Kontras dari Rangsangan :

Yang dimaksud kontras disini adalah perbedaan warna yang jelas antara gelap dan terang pada tipe rangsangan papan catur (13).

Ada 2 (dua) macam kontras disini, yaitu :

1) Ketajaman kontras dari kotak papan catur :

Kekaburan dari ketajaman kontras kotak papan catur ini akan mempengaruhi hasil rekaman VER.

Kekaburan ini mungkin karena kelainan refraksi (tajam penglihatan $< 6/60$). Tapi ketajaman kontras ini juga tergantung pada ukuran papan catur yang dipakai (13).

2) Kontras dari perubahan warna kotak gelap dan terang pada tipe "reversal" :

Apabila kontras ini menurun bisa meningkatkan periode laten dan menurunkan amplitudo dari VER, tapi faktor ini juga di pengaruhi

* oleh faktor lain, yaitu intensitas dan ukuran papan catur.

Dalam klinik, kontras dari rangsangan dengan bentuk papan catur sekurang-kurangnya 0,5 atau 3 : 1 (13).

5.2. PELAKSANAAN PEMERIKSAAN :

5.2.1. Adaptasi Ruang :

Untuk mendapatkan aktivitas sel fotoreseptor kerucut yang dominan, diperlukan adaptasi cahaya (keadaan terang).

Hasil penilaian VER pada mata dalam keadaan gelap jauh lebih kecil dari pada hasil adaptasi mata dalam keadaan terang (11, 16).

5.2.2. Cara Pemasangan Elektroda :

Semua tempat pemasangan elektroda harus dibersihkan terlebih dahulu dengan "abrasive solution" atau pasta, dengan maksud untuk menurunkan tahanan dari permukaan kulit (14), bila bahan tersebut tidak ada dapat memakai alkohol atau aseton (1).

Permukaan elektroda tersebut juga diolesi dengan krim elektroda agar terjadi hubungan konduksi yang baik antara elektroda dengan kulit pasien.

Elektroda-elektroda tersebut dilekatkan pada kulit kepala dengan plester, gause (kawat kecil) atau dengan cara operasi (1, 13, 14).

5.2.3. Pemberian Rangsangan :

Cara pemberian rangsangan dibedakan atas :

- a. Rangsangan kilatan sinar terang diberikan secara sistim kedip (11, 14, 16).

b. Rangsangan papan catur diberikan secara tipe "reversal" (4, 13, 14, 16).

Untuk rangsangan papan catur perlu ditentukan :

- Ukuran papan catur ;

Bodies-Wollner menyatakan, pentingnya pemilihan ukuran papan catur ini agar dapat menimbulkan respon yang optimal dari fovea. Ukuran papan catur yang dapat menimbulkan respon optimal dari fovea adalah 10-15 menit dalam busur (14).

Makin kecil ukuran papan catur, akan meningkatkan amplitudo dan periode laten serta memberikan rangsangan makin ke sentral retina (13).

- Lokasi rangsangan pada retina ;

Daerah makula yang terangsang, tergantung pada jenis rangsangan yang diberikan, pada rangsangan dengan kilatan sinar terang daerah yang dirangsang lebih luas bila dibandingkan dengan bentuk rangsangan papan catur.

Besar serta perubahan warna dari kotak-kotak papan catur berbanding lurus dengan daerah makula yang terangsang (10).

- Ukuran luasnya rangsangan papan catur ;

Ada 2 macam, yaitu ;

seluruh luas papan catur (Full field stimulation) dan setengah luas papan catur (Half field stimulation).

Tapi VER kurang sensitip bila dibandingkan dengan pemeriksaan perimetri dalam penentuan luas lapang pandangan (4,6,7,13, 14).

Frekwensi pemberian rangsangan yang sering dipakai adalah tipe "transient", yaitu 1-2 x/detik. Lama rekaman VER \pm 15-30 menit, dimana tiap rangsangan diberikan selama 2 menit, dan dapat diulang 2-3 x perekaman.

Perekaman VER dilakukan satu mata secara bergantian dan mata yang tidak diperiksa ditutup dengan penutup mata (12,13,14,16).

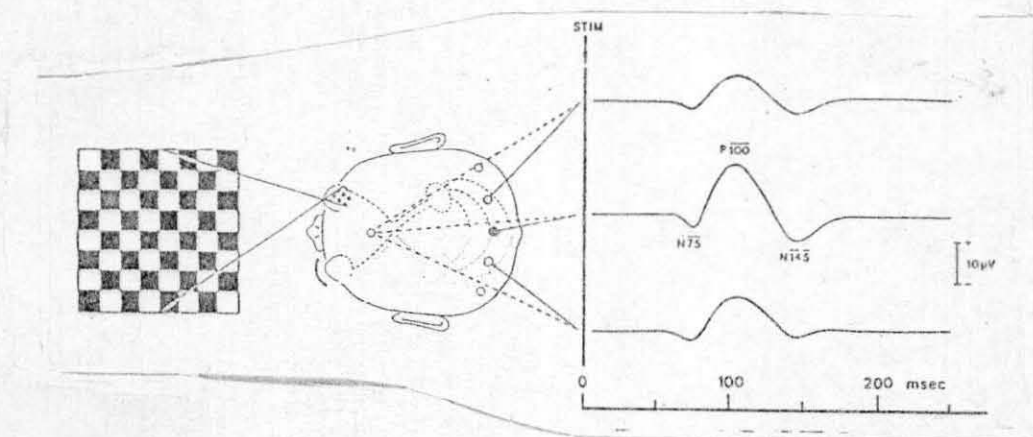
5.2.4. Yang perlu dicatat dan dianggap sebagai hasil VER yang akurat :

Yang dicatat adalah periode laten dari N75, P100 serta amplitudo VER.

Sebaiknya rekaman VER dilakukan 3 kali pemeriksaan kemudian hasil rekaman VER tersebut dirata-rata dengan komputer dan hasilnya merupakan hasil yang akurat.

VI. GAMBARAN HASIL PENCATATAN VER PADA ORANG NORMAL.

6.1. GAMBAR GRAFIK GELOMBANG VER :



Gambar : 14. Skema dari transient VER dengan rangsangan seluruh luas papan catur normal, (Disalin dari : Evoked potensial primer, hal 104)

6.2. ISTILAH YANG DIPAKAI (Nomen Klatur) :

Suatu gelombang VER yang normal mempunyai gelombang positif dan negatif yang diberi nama P1, P2, P3 dan seterusnya, N1, N2, N3 dan seterusnya.

Bila puncak gelombang positif terbesar pada VER terjadi pada periode laten 100 milisekon maka disebut P100 atau P1. Demikian juga dengan puncak gelombang negatif yang terjadi sebelum atau sesudah P1.

Polaritas gelombang positif dan negatif berbeda pada tiap laboratorium dimana dapat terjadi gelombang positif tergambar diatas dan gelombang negatif dibawah atau sebaliknya.

Gambaran gelombang VER yang normal adalah N75.P100, N145 (13, 14, 16).

6.3. CARA PENGUKURAN PERIODE LATEN DAN AMPLITUDO :

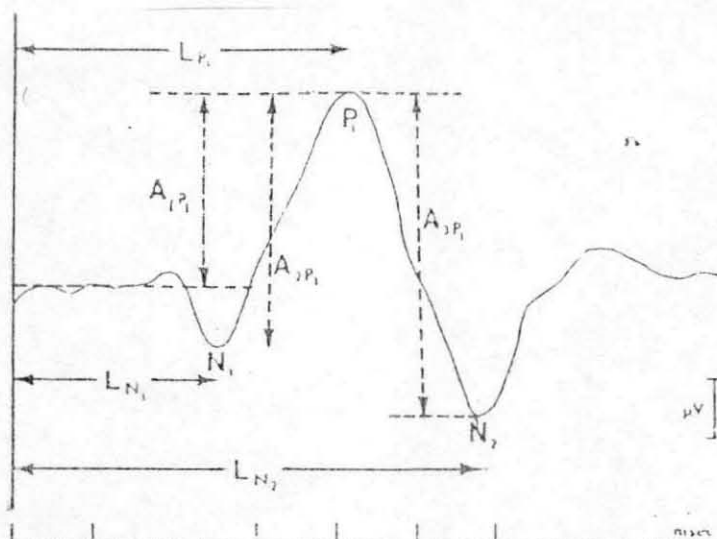
Pada pemeriksaan VER yang dinilai adalah :

1. Waktu, yaitu periode laten yang dinyatakan dalam milisekon.
2. Amplitudo, yang dinyatakan dalam mikrovolt (11).

Cara pengukuran :

- Periode laten di ukur sejak mulainya rangsangan diberikan sampai timbulnya puncak gelombang positif / gelombang negatif yang tertinggi (16).
- Amplitudo ; diukur dari puncak gelombang ke puncak gelombang, yaitu dari puncak gelombang positif tertinggi ke puncak gelombang negatif sebelumnya atau puncak gelombang negatif sesudahnya.

Pada saat sekarang untuk menentukan amplitudo dan periode laten dapat menggunakan komputer (14).



Gambar : 15. Cara-cara pengukuran amplitudo dan periode laten pada VER tipe transient, (Disalin dari : Manual Evoked potential a practical guide to clinical application, hal. 56)

6.4. PENENTUAN HARGA NORMAL :

Untuk menentukan standarisasi harga normal gelombang VER perlu dilakukan penelitian dan percobaan pemeriksaan VER terhadap \pm 30-200 subyek manusia normal.

Setiap subyek dilakukan 2 kali pemeriksaan rekaman VER dengan parameter dan frekwensi rangsangan yang berbeda.

Kemudian hasil rekaman VER yang didapat di ambil rata-ratanya dengan komputer. Hasil yang diperoleh merupakan harga normal standar.

Harga normal VER yang didapat dari pemeriksaan tersebut diatas tetap tergantung dari merk peralatan yang dipergunakan, dengan demikian hasil standarisasi dapat berbeda untuk setiap laboratorium (14).

6.5. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMERIKSAAN VER :

6.5.1. Usia Penderita :

Ellington (1960) dan Gastant-Regis (1965) telah mempublikasikan bahwa usia mempengaruhi respon VER.

Kemudian oleh Dustman dan Beck (1969), Laquet dan kawan-kawan (1976), Blom dan kawan-kawan serta Barnet dan kawan-kawan (1980) menyatakan bahwa pada bayi respon VERnya minimal hanya ada satu gelombang negatif atau gelombang biphasik.

Umumnya peneliti-peneliti tersebut menyatakan bahwa usia 5-6 tahun periode laten dan amplitudo nilainya sama dengan orang dewasa.

Celesia dan Daly (1977) mempelajari hasil rekaman orang usia 18-79 tahun, amplitudonya tidak mengalami perubahan tetapi periode laten akan meningkat.

Peningkatan periode laten ini sesuai dengan peningkatan usia (13,16).

Pernah dilaporkan bahwa amplitudo menurun sampai usia dekade 4 atau sesuai dengan peningkatan usia (13).

6.5.2. Intensitas Rangsangan ("luminance") :

Intensitas rangsangan adalah kekuatan pencahayaan atau kekuatan kilatan cahaya dan ini merupakan parameter yang penting untuk tipe rangsangan dengan kilatan sinar terang, karena rangsangan tipe ini cara kerjanya hanya berdasarkan perubahan intensitas cahaya.

Berbeda dengan tipe rangsangan yang berbentuk papan catur, karena intensitasnya membedakan kekuatan pancaran dari kotak hitam dan putih. Peningkatan intensitas pada rangsangan papan catur akan meningkatkan amplitudo dan menurunkan periode laten (13).

Satuan intensitas adalah cd/m^2 (candela/meter²). Umumnya yang digunakan adalah $\pm 10 \text{ cd/m}^2$ untuk tipe rangsangan dengan kilatan sinar terang dan $\pm 30 \text{ cd/m}^2$ untuk tipe papan catur (16).

Intensitas rangsangan ini berbeda-beda pada setiap laboratorium, tergantung dari merk peralatan yang dipergunakan (13).

VII. INDIKASI PEMERIKSAAN VER.

Pemeriksaan VER dapat digunakan untuk :

- Mengetahui gangguan fungsi lintasan penglihatan mulai saraf optik sampai dengan korteks visual yang disebabkan oleh berbagai penyakit.
- Mendeteksi kelainan refraksi untuk penderita yang tidak kooperatif dengan pemeriksaan subyektif terutama untuk bayi dan anak, anak dengan gangguan neurologis dan mental retardasi, maupun orang dewasa.
- Untuk memonitor perkembangan tajam penglihatan pada keadaan kekeruhan kornea, katarak dan karena trauma.
- Mendeteksi kelainan refraksi pada penderita dengan simulasi.

Untuk pemeriksaan tajam penglihatan dapat dilakukan dengan jalan merubah ukuran papan catur, yang dapat menghasilkan amplitudo maximum atau dengan penentuan ukuran papan catur terkecil yang dapat menimbulkan VER.

VIII. R I N G K A S A N.

VER merupakan salah satu sarana penunjang diagnos-

tik yang menilai fungsi lintasan penglihatan dari saraf optik sampai korteks serebri.

VER merupakan suatu respon yang dihasilkan oleh aktivitas listrik di korteks visual sebagai respon rangsangan cahaya pada mata. Aktivitas listrik ini dapat direkam dengan menggunakan elektroda yang dilekatkan pada kulit kepala bagian oksipital. Elektroda ini dihubungkan dengan pre amplififier dan amplififier serta komputer.

Rangsangan cahaya pada pemeriksaan VER dapat berupa kilatan sinar terang atau dengan bentuk tertentu yaitu bentuk papan catur.

VER yang sering digunakan di klinik adalah transient VER dengan rangsangan papan catur tipe reversal dengan pemberian nama gelombang normal N 75, P 100, N 145.

Harga normal dari VER tergantung dari hasil standarisasi yang berbeda pada setiap laboratorium.

Pemeriksaan VER dapat dipakai untuk menilai fungsi penglihatan dan mendeteksi adanya gangguan tajam penglihatan pada penderita-penderita yang tidak kooperatif terutama bayi, anak-anak dan orang dewasa, penderita dengan simulasi. Dan memonitor tajam penglihatan pada kekeruhan media optik dan untuk mengetahui kelainan-kelainan saraf optik sampai dengan korteks serebri.

IX. P E N U T U P.

Telah dibicarakan mengenai Visual Evoked Response (VER) dan pemeriksaannya yang meliputi ; pengertian VER, dasar pemeriksaan, alat-alat dan cara-cara pemeriksaan serta aplikasi klinis VER. Semoga tinjauan kepustakaan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

X. DAFTAR KEPUSTAKAAN.

1. Carr Ronald, Siegel Irwin ; *Visual Electrodiagnostic Testing*, a practical guide for the clinician ; Williams & Wilkins Baltimore-London Copyright 1982, p : 38 - 42.
2. Friendly Ds. et al ; *Pattern Reversal Visual Evoked Potentials in The Diagnosis Amolypia in Children* ; American journal of ophthalmology, vol. 102, p : 329 - 338, September 1986.
3. Goor C. Mechelse et al ; *Current Practice of Clinical Electromyography*, El sevier, Amsterdam, New York, Oxford, 1984, p : 41.
4. Galloway ; *Ophthalmic Electrodiagnose*, W.B. Saunders Co. Ltd., London, Philadelphia, Toronto 1975, p : 29 - 34, 46 - 48, 54
5. Henkes H.E ; *Electroophthalmology for The Clinician*, Japan journal of ophthalmology, vol. 25 - 1981, p : 267 - 269.
6. Lessell's, van Dalen J.T.W ; *Current Neuroophthalmology Year Book*, Medical Publisher Inc., vol. I - 1988, p : 305 - 313.
7. Lessell's, van Dalen J.T.W ; *Current Neuroophthalmology Year Book*, Medical Publisher Inc., vol. II - 1989, p : 351 - 357.
8. Moses, Robert A ; *Adler's Physiology of The Eye*, Clinical Aplication 5th Edition, The CV. Mosby Company, St. Louis 1970, p : 414 - 453.
9. Munandar A. ; *Anatomi Susunan Saraf Manusia*, Prinsip-prinsip Dasar Neurology, Edisi 2 - 1983, Bab. 12, hal 290 - 318.
10. Mustidjab ; *Electro Retinography is a Supporting Diagnostic in The Retinal Disease*, Kumpulan makalah

- Kongres Nasional III Perdami, Semarang, 4 - 6 Juli 1988.
11. Rumita, SK. ; *Elektrofisiologi Okuler*, Pertemuan Ilmiah Perdami dan Seminar Neurooftalmologi, Ujungpandang 1990, hal 1 - 12.
 12. Sidharta dan Dewanto ; *Anatomi Susunan Saraf Pusat Manusia*, PT. Dian Rakyat Jakarta, th. 1986, hal 300 - 309.
 13. Spehlmann, R. ; *Evoked Potential Primer*, Butterworths Publisher, Boston, London, Sydney, Wellington, Durban, Toronto Copyright 1985, p : 85 - 159.
 14. Skarf, B. ; *Clinical use of Visual Evoked Potential*, Ophthalmology Clinics of North America vol. 2/No. 3, W.B. Saunders Company, September 1989, p : 460-466, 499-515.
 15. Vaughan, D., Asburi T., Tabbara KF ; *General Ophthalmology* 12^{Ed} Edition, Appleton dan lange, 1989, p : 9 - 10, 49 - 50, 165 - 166, 241 - 245.
 16. Visser SL., Van Lith GHM., Thijssen IM. ; *Visual Evoked Potentials*, Manual Evoked Potential, A practical guide to clinical application, Martinus NIJ. Hoff Publisher, Boston, 1983, p : 165 - 231.
 17. Weinstein G.W. ; *Clinical Visual Electrophysiology*, *Clinical Ophthalmology from Duane T.D.*, vol. 3/*chapter 5*, Harper & Row Publisher Philadelphia, Revised 1985, p : 1 - 12.
 18. Warwich, R. ; *Eugene Wolff's Anatomy of The Eye and Orbit*, seventh Edition, HK. Lewis & Co. Ltd., London 1976, p : 99 - 160.

