

POSTER

**HUBUNGAN DI ANTARA PERGERAKAN MATA DENGAN SISTEM AKOMODASI-VERGENS DI KALANGAN PELAJAR MELAYU DI UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA**

*Ceaser Jeffrey Peron\* & Ai Hong Chen\**

**ABSTRACT**

*The eye movement and the accommodation-vergence system play equally important roles in the reading process. However, the relationship between the eye movement and the accommodation-vergence system has not been investigated. Forty-five Malay Optometry students (30 emmetropes and 15 myopes) at the Universiti Kebangsaan Malaysia participated in this study. The eye movement was tested with the 'Developmental Eye Movement' (DEM) test. Amplitude of accommodation, accommodation accuracy, relative accommodation and accommodation facility were assessed under the accommodation system, while the near point of convergence, vergence facility and relative vergence were measured under the vergence system. The relationship between DEM and the vergence-accommodation system was analyzed based on the findings of the emmetropic subjects only. There was no significant correlation between DEM and the accommodation system ( $p>0.05$ ). The correlation between DEM and vergence system was found significant for vertical phoria at 6m only ( $p<0.05$ ). The effect of refractive error on the DEM was further investigated by comparing the myopes and emmetropes. Refraction was found to have no significant effect on the DEM ( $p>0.05$ ). The eye movement is not correlated with the accommodation system, but is correlated with the vertical phoria at far of the vergence system. The DEM is not affected by the types of refraction.*

**ABSTRAK**

*Pergerakan mata dan sistem akomodasi-vergens memainkan peranan yang sama penting dalam proses pembacaan. Walau bagaimanapun, hubungan antara pergerakan mata dan sistem akomodasi-vergens tidak pernah diselidiki lagi. Seramai 45 subjek di kalangan pelajar optometri Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) mengambil bahagian dalam kajian ini (30 emetropia dan 15 miopia). Kesemuanya berbangsa Melayu dan berumur antara 19 dan 23 tahun. Pergerakan mata diuji dengan menggunakan 'Developmental Eye movement' (DEM). Parameter yang diukur dalam sistem akomodasi adalah amplitud akomodasi, ketepatan akomodasi, akomodasi relatif dan fasiliti akomodasi. Parameter yang diukur pada sistem vergens pula adalah titik dekat konvergensi, foria, fasiliti vergens dan vergens relatif. Hubungan antara DEM dengan sistem vergens-akomodasi diselidiki berdasarkan keputusan subjek emmetropik sahaja. Keputusan kajian menunjukkan tiada korelasi yang signifikan di antara ujian DEM dengan sistem akomodasi ( $p>0.05$ ). Korelasi di antara ujian DEM dan sistem vergens hanya signifikan pada foria vertical pada jarak 6m ( $p<0.05$ ). Kesan refraksi ke atas DEM dikaji dengan membuat perbandingan antara subjek miop dan emetrop. Faktor refraksi didapati tidak mempengaruhi keputusan DEM ( $p>0.05$ ). Kecekapan pergerakan mata tidak berkorelasi dengan sistem akomodasi, tetapi berkorelasi dengan sistem vergens dari segi foria vertikal pada jarak 6 meter. DEM tidak dipengaruhi oleh jenis refraksi.*

**PENGENALAN**

Status visual yang diperlukan untuk membaca dengan cekap dan selesa tidak semestinya dimiliki oleh mereka yang lulus pemeriksaan akuiti visual pada jarak jauh (6m). Kecekapan pergerakan mata, ketepatan sistem akomodasi dan sistem vergens perlu diuji untuk memastikan kedudukan fungsi visual yang tinggi semasa proses membaca. Pergerakan mata yang terlibat dalam proses membaca termasuklah pergerakan sakadik, regresi,

pursuit dan 'return sweep' (Scheiman & Wick 1994). Kecekapan semua fungsi tersebut boleh dinilai oleh pemeriksa di klinik dengan menggunakan alat seperti 'Visagraph', 'Eye-movement Recording System' dan 'Eye-Trac'. Walaubagaimanapun, alat catatan objektif yang menggunakan teknik pengesan infra-merah limbus ini adalah mahal, memakan masa yang lama dan susah digunakan terutamanya di kalangan kanak-kanak. Terdapat juga teknik subjektif yang melibatkan pemerhatian secara terus pergerakan mata pesakit dan catatan pemerhatian ini dirujuk mengikut skala gred (Maples & Ficklin 1998). Akan tetapi masalah juga timbul kerana skala ini terlalu

\* *Jabatan Optometri, Fakulti Sains Kesehatan Bersekutu UKM*

subjektif dan pemeriksa yang kurang mahir mungkin ada masalah belajar untuk menggunakannya dengan berkesan. Selain daripada itu, pergerakan mata secara kasar yang diperhatikan melalui kaedah ini tidak sejajar dengan pergerakan mata semasa membaca.

Satu cara alternatif untuk menguji pergerakan adalah ujian yang menggunakan format visual-verbal. Ujian terbaru yang ada pada masa ini telah diperkenalkan pada tahun 1990 ialah ujian 'Developmental Eye Movement' DEM (Garzia et al. 1990). Ujian ini tidak memerlukan perbelanjaan yang mahal, senang dikendalikan dan memberikan penilaian kuantitatif pergerakan mata pada simulasi persekitaran membaca. Ia menilai fungsi okulomotor pada prinsip kecepatan di mana siri nombor dilihat, dikenalpasti dan disebut dengan tepat. Terdapat juga ujian lain yang menggunakan format visual-verbal seperti ujian Pierce dan King-Devick (Scheiman & Wick 1994). Walaubagaimanapun ujian tersebut gagal membezakan antara masalah okulomotor dan masalah kesukaran dalam panggilan nombor yang berlaku terutamanya pada kanak-kanak (Richman et al. 1983). Ujian DEM adalah ujian pilihan dalam kajian ini kerana ia mengambil kira isu panggilan nombor automatik serta telah dibuktikan kesahihan dan pengulangan ujian dalam pemerhatian klinikal (Garzia et al. 1990).

Pergerakan mata dan sistem akomodasi-vergens memainkan peranan yang sama penting dalam proses pembacaan. Walau bagaimanapun, hubungan antara pergerakan mata dan sistem akomodasi-vergens tidak pernah diselidiki lagi. Tujuan kajian ini adalah untuk menentukan sama ada terdapat korelasi di antara pergerakan mata dengan sistem akomodasi dan sistem vergens. Dalam kajian ini, ujian DEM digunakan dalam penilaian pergerakan mata. Sistem akomodasi diuji melalui ujian amplitud akomodasi, ketepatan akomodasi, akomodasi relatif dan fasiliti akomodasi. Untuk sistem vergens pula, ujian yang digunakan adalah ujian titik dekat konvergensi, foria, fasiliti vergens dan vergens relatif. Kajian ini bukan sahaja dilakukan pada subjek emetropia tetapi juga pada subjek miopia untuk menentukan sama ada korelasi berubah mengikut kuasa refraksi mata.

## METADOLOGI

### Persampelan

Subjek kajian ini diambil secara persampelan insidental di kalangan pelajar optometri berbangsa Melayu daripada Tahun Pengajian Pertama hingga Tahun pengajian Akhir. Seramai 30 orang subjek emetropia dan 15 subjek miopia (miopia peringkat permulaan yang stabil) mengambil bahagian. Daripada keseluruhan jumlah pelajar optometri yang dikaji, seramai empat orang daripada mereka adalah pelajar lelaki dan selebihnya pelajar perempuan. Purata min umur pelajar yang terlibat adalah 20.6

tahun (sisihan piawai = 1.35). Kesemua subjek ini tidak mempunyai sebarang riwayat penyakit okular dan mempunyai akuiti visual 6/6. Kesemua subjek miopia yang terlibat dalam kajian ini telah diperbetulkan kesalahan refraksi mereka (memakai cermin mata). Semua data diambil dengan pembetulan refraksi 'habitual'.

### Prosedur

Jenis penyelidikan ini adalah berbentuk eksperimental yang menggunakan dua kumpulan subjek tidak bersandar – miop dan emetrop. Pendekatan penyelidikan ialah melalui pengukuran terus. Kajian dilakukan di Klinik Optometri Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) di Jalan Raja Muda dan bermula dari 26hb. Julai sehingga 11hb. September 1999. Dalam kajian menguji korelasi di antara pergerakan mata dengan sistem akomodasi dan sistem vergens, parameter yang diukur adalah nisbah DEM, amplitud akomodasi, ketepatan akomodasi, akomodasi relatif, fasiliti akomodasi, titik dekat konvergensi, foria, fasiliti vergens dan vergens relatif. Ujian korelasi yang digunakan adalah ujian pekali Pearson. Kajian perbandingan nisbah DEM di antara sampel emetropia dan sampel miopia dibuat dengan ujian 't'.

### Ujian pergerakan mata (Ujian DEM)

Ujian ini menggunakan format visual-verbal berasaskan panggilan nombor. Terdapat 3 susunan ujian: pra-ujian, ujian vertikal (ujian A dan B) dan ujian horizontal (ujian C).

Ujian ini dikendalikan secara perseorangan dalam bilik beriluminasi terang serta tanpa sebarang gangguan. Semasa melakukan ujian, carta ujian diletakkan di hadapan mata subjek pada jarak membaca (40 cm). Kesemua panggilan nombor akan dibaca dengan menggunakan Bahasa Inggeris sebagai piawai dan subjek tidak dibenarkan menunjuk nombor dengan jari.

Pra-ujian yang mengandungi sebelas nombor yang disusun secara horizontal digunakan untuk menguji kefahaman subjek terhadap prosedur ujian. Ia juga membolehkan pemeriksa menilai persembahan dan memperbetulkan subjek sebelum ujian yang sebenar dilakukan. Pra-ujian tidak digunakan dalam bahagian pengiraan.

Ujian vertikal terbahagi dua, iaitu ujian A dan ujian B. Kedua-duanya mempunyai dua lajur susunan nombor yang disusun secara vertikal. Subjek dikehendaki membaca nombor bermula dari nombor atas kiri menurun dan disusuli dengan nombor atas kanan sehingga selesai. Masa yang diambil untuk subjek menghabiskan ujian A dicatat. Ujian B dijalankan seperti ujian A.

Ujian horizontal mengandungi lapan puluh nombor disusun dengan jarak antara huruf yang berbeza-beza. Subjek dikehendaki membaca secepat

mungkin nombor bermula dari baris pertama kiri secara horizontal. Ini disusuli dengan baris kedua sebelah kiri dan seterusnya. Masa untuk menghabiskan ujian C direkod.

Jenis-jenis kesalahan, seperti kesalahan panggilan nombor (s), pengabaian nombor (o), penambahan nombor (a) dan transposisi nombor (t) semasa ujian C juga direkodkan.

Nisbah DEM dikira dengan persamaan berikut:

$$DEM = \text{masa horizontal} / \text{masa vertikal}$$

di mana masa vertikal = masa ujian A (saat) + masa ujian B (saat)

$$\text{masa horizontal} = [\text{masa ujian C} \times 80] / [80 - o + a]$$

(saat)

**Ujian sistem akomodasi**

Ujian pengukuran sistem akomodasi adalah ujian amplitud akomodasi, ketepatan akomodasi, akomodasi relatif dan fasiliti akomodasi. Hanya bacaan untuk mata kanan sahaja diambil untuk ujian sistem akomodasi. Amplitud akomodasi diukur dengan teknik “push-up”. Sasaran adalah N6 pada carta pembaris RAF. Ia direkod dalam unit jarak dioptrik. Ketepatan akomodasi diukur dengan Kaedah Silinder Berpalang dan dicatat dalam unit diopter kuasa sferikal. Fasiliti akomodasi diuji dengan kanta flipper (+/-2.00D) secara monokular. Sasaran ialah N6 pada jarak 40cm. Bacaan direkod dalam kitaran per minit. Akomodasi relatif positif (PRA) dan negatif (NRA) diukur dengan menambahkan kanta positif (untuk NRA) dan negatif (untuk PRA) sebagai stimulus semasa subjek berfiksasi pada carta dekat N6 pada jarak 40cm. Bacaan direkod dalam unit diopter kuasa sferikal.

**Ujian sistem vergans**

Ujian untuk parameter sistem vergans adalah ujian titik dekat konvergans, heteroforia, fasiliti vergans dan vergans relatif. Titik dekat konvergans diuji

dengan pembaris RAF secara subjektif. Bacaan direkod dalam unit sentimeter. Kaedah Von Graefe adalah kaedah yang digunakan untuk mengukur foria vertikal dan horizontal. Bacaan dicatat dalam unit diopter prisma. Fasiliti vergens diukur dengan prisma “flipper” (bes luar / bes dalam 2.00 diopter prisma) secara binokular. Sasaran ialah huruf bersaiz N6 pada jarak 40cm. Catatan ialah dalam kitaran per minit. Vergens relatif negatif (NRV) diukur dengan penambahan kuasa prisma bes dalam manakala vergens relatif positif (PRV) diukur dengan penambahan kuasa prisma bes luar dalam prisma Risley pada foropter. Sasaran adalah huruf bersaiz 6/9 untuk jarak jauh dan huruf bersaiz N6 untuk jarak dekat. Prisma Risley bes atas digunakan untuk pengukuran infravergens. Dalam kajian ini, hanya vergens vertikal jauh sahaja diambil memandangkan nilainya adalah sama untuk vergens vertikal dekat (Pickwell, 1984). Nilai kabur, pecah dan pemulihan dicatat dalam unit diopter prisma.

**KEPUTUSAN**

Hubungan antara DEM dengan sistem vergens-akomodasi diselidiki berdasarkan keputusan subjek emmetropik sahaja.

**Korelasi di antara nisbah DEM dengan sistem akomodasi**

Min serta sisihan piawai untuk nisbah DEM dan parameter-parameter sistem akomodasi ditunjukkan pada Jadual 1. Korelasi (r) di antara nisbah DEM dan parameter-parameter sistem akomodasi juga ditunjukkan dalam Jadual 1. Daripada hasil yang diperolehi, semua parameter yang diuji didapati tidak menunjukkan korelasi signifikan (p>0.05) berbanding nisbah DEM dengan r bernilai di antara -0.06 hingga +0.24. Keputusan ini menunjukkan bahawa ujian pergerakan mata (DEM) tidak berkorelasi dengan sistem akomodasi.

**Jadual 1: Hubungan antara nisbah DEM dan sistam akomodasi**

Parameter	Min	Sisihan piawai	Korelasi dengan DEM	
Nisbah DEM	0.97	0.09	Nilai-r	Nilai-p
Sistem akomodasi :	11.76 D	2.01	0.04	p>0.05
Amplitud akomodasi				
Ketepatan akomodasi	0.17 D	0.90	-0.06	p>0.05
Akomodasi relatif				
NRA	2.43 D	0.46	-0.03	p>0.05
PRA	-7.28 D	1.97	-0.05	p>0.05
Fasiliti akomodasi	14 kpm	5.86	0.24	p>0.05

*Nota: D ialah diopter; NRA ialah akomodasi relatif negatif; PRA ialah akomodasi relatif positif; kpm ialah kitaran per minit.*

**Korelasi di antara nisbah DEM dengan sistem vergens**

Min serta sisihan piawai untuk parameter-parameter sistem vergens ditunjukkan pada Jadual 2. Jadual 2 juga menunjukkan nilai korelasi di antara nisbah DEM dengan parameter-parameter sistem vergens. Kebanyakan korelasi antara nisbah DEM dan

parameter untuk sistem vergens adalah tidak signifikan kecuali pada foria vertikal pada jarak 6 meter ( $p < 0.05$ ). Parameter pada sistem vergens yang lain tidak menunjukkan nilai  $r$  yang signifikan ( $p > 0.05$ ). Keputusan kajian menunjukkan bahawa perubahan pada foria vertikal pada jarak jauh berkorelasi dengan kajian DEM.

**Jadual 2: Hubungan antara nisbah DEM dengan sistem vergens**

Sistem vergens		Min	Sisihan piawai	Hubungan dengan DEM		
				Nilai-r	Nilai-p	
Titik dekat konvergens	“pecah”	5.65 cm	3.32	0.33	$p > 0.05$	
	“pulih”	6.29 cm	4.12	0.37	$p > 0.05$	
Foria horizontal	6m	1.73 BD	1.93	-0.33	$p > 0.05$	
	40cm	4.90 BD	3.73	-0.13	$p > 0.05$	
Foria vertikal	6m	0.28 BL	0.64	-0.54	<b><math>p &lt; 0.05</math></b>	
	40cm	0.23 BL	0.97	-0.24	$p > 0.05$	
Fasiliti vergens		21.72 kpm	4.28	0.13	$p > 0.05$	
Vergens fusi negatif	6 m	“pecah”	8.67 BD	2.70	0.17	$p > 0.05$
		“pulih”	5.10 BD	2.04	0.21	$p > 0.05$
	40 cm	“kabur”	14.80 BD	5.19	0.10	$p > 0.05$
		“pecah”	19.27 BD	5.72	0.08	$p > 0.05$
		“pulih”	15.30 BD	18.85	-0.11	$p > 0.05$
		“kabur”	12.93 BL	4.81	-0.04	$p > 0.05$
Vergens fusi positif	6 m	“pecah”	19.50 BL	9.41	0.17	$p > 0.05$
		“pulih”	10.63 BL	7.42	0.15	$p > 0.05$
	40 cm	“kabur”	19.00 BL	6.12	0.14	$p > 0.05$
		“pecah”	23.27 BL	7.55	0.07	$p > 0.05$
Vergens vertikal	“pulih”	14.47 BL	5.93	-0.14	$p > 0.05$	
	“pecah”	3.17 BA	0.95	0.03	$p > 0.05$	
	“pulih”	0.95 BA	0.60	0.07	$p > 0.05$	

Nota: BD ialah bes dalam; BL ialah bes luar; BA ialah bes atas; kpm ialah kitaran per minut.

**Pengaruh kesalahan refraksi ke atas nisbah DEM**

Perbandingan nilai min nisbah DEM di antara sampel emetropia ( $0.95 \pm 0.10$ ) dan miopia ( $0.97 \pm 0.12$ ) dengan menggunakan ujian  $t$  tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $t = 0.49$ ,  $p > 0.05$ ).

**PERBINCANGAN**

Ujian pergerakan mata dan sistem akomodasi tidak berkorelasi antara satu sama lain. Akan tetapi, korelasi yang signifikan ditunjukkan dalam foria vertikal jauh (6m). Parameter sistem vergens yang lain menunjukkan korelasi yang lemah. Nisbah DEM tidak dipengaruhi oleh jenis refraksi.

**Hubungan pergerakan mata dengan sistem akomodasi**

Daripada kajian yang telah dilakukan, kesemua parameter sistem akomodasi yang diuji menunjukkan korelasi yang lemah terhadap

pergerakan mata. Walau bagaimanapun ini tidak bermakna bahawa parameter-parameter tersebut tidak terlibat dalam pergerakan mata. Pada jarak membaca yang biasa (sekitar 40cm), seseorang menggunakan 2.50D untuk berakomodasi. Maka boleh dikatakan bahawa sistem akomodasi telah pun memainkan peranan dalam proses pembacaan.

Namun begitu fungsi sistem akomodasi lebih kompleks diperlukan untuk membolehkan pembacaan yang lebih teratur. Menurut Moses (1981), rangsangan terhadap kekaburan penglihatan, aberasi kromatik dan kesedaran terhadap objek berhampiran akan menyebabkan proses akomodasi terangsang. Ini disebabkan oleh pengecutan otot siliari yang berlaku secara autonomik. Secara purata, masa tindakbalas untuk proses akomodasi berlaku adalah dalam masa 0.36 saat. Pada masa yang sama, semasa proses pembacaan, pergerakan sakadik dan pursuit juga berlaku. Menurut Burke (1981), rangsangan untuk pergerakan pursuit adalah daripada pergerakan objek berhampiran fovea manakala rangsangan terhadap pergerakan sakadik pula adalah keinginan untuk melihat objek yang

berada dalam medan periferi mata. Masa tindakbalas untuk pergerakan pursuit adalah 0.12 saat manakala pergerakan sakadik adalah 0.20 saat. Maka boleh dilihat bahawa untuk membolehkan pergerakan mata yang lebih cekap (walaupun ketiga-tiga komponen itu terangsang serentak), masa untuk mata berakomodasi bertindakbalas sepenuhnya perlu berlaku sebelum rangsangan pergerakan pursuit dan sakadik seterusnya berlaku.

Rangsangan yang diterima akan merangsang supaya ketiga-tiga sistem ini untuk bertindakbalas dengan serentak, namun terdapat julat perbezaan masa untuk berlaku tindakbalas. Ini menunjukkan bahawa terdapat perbezaan masa daripada pusat pemrosesan maklumat sehingga ke reaksi tindakbalas sistem akomodasi, sistem pergerakan pursuit dan sakadik. Sistem akomodasi dikawal oleh sistem parasimpatetik yang mengawal pengecutan otot intraokular (otot siliari) dan kawalan ini adalah secara autonomik. Pergerakan mata pula dikawal oleh pusat supranuklear pada otak yang mengkoordinasikan fungsi kumpulan-kumpulan otot ekstraokular secara spesifik dan bukan pada satu otot berasingan. Kita mungkin menganggap bahawa kawalan tindakbalas untuk sistem autonomik sepatutnya memakan masa yang lebih cepat dalam sistem neural. Walau bagaimanapun, Moses (1981) mengatakan bahawa masa reaksi untuk akomodasi berlaku sepenuhnya memakan masa yang lebih lama kerana ia melibatkan respons pupilari dekat. Tambahan pula ia melibatkan komponen sentral otak. Korelasi yang lemah antara sistem akomodasi dan pergerakan mata yang ditunjukkan dalam kajian ini tidak bercanggah dengan laporan-laporan tentang perbezaan dari segi masa tindakbalas dan sistem kawalan kedua-dua sistem tersebut.

### **Hubungan pergerakan mata dengan sistem vergens**

Kajian terhadap pergerakan vergens mata semasa membaca yang dilaporkan sebelum ini telah membuktikan bahawa sistem vergens mata berkait rapat dengan pergerakan mata (Hendriks, 1996). Kajian Hendriks menunjukkan bahawa kecepatan vergens mata adalah lebih tinggi pada pembacaan prosa ayat berbanding senarai perkataan yang tak bermakna.

Akan tetapi, ujian DEM dalam kajian ini tidak menunjukkan korelasi yang signifikan dengan parameter sistem vergens. Walau bagaimanapun, terdapat satu parameter sistem vergens yang menunjukkan korelasi yang signifikan iaitu foria vertikal pada jarak 6 meter. Menurut Scheiman (1994), salah satu daripada simptom yang wujud pada individu yang mempunyai anomali foria vertikal adalah kehilangan tempat atau salah barisan semasa membaca. Ini menunjukkan bahawa foria vertikal berkaitan rapat dengan pergerakan mata. Foria berlaku akibat anomali vergens yang tidak dapat difusikan. Fungsi vergens adalah untuk

mengekalkan fiksasi (Burke, 1981). Rangsangan terhadap vergens fusi boleh diterima asalkan dispariti tidak melebihi kawasan had Panum. Sekiranya dispariti fiksasi melebihi kawasan had fusi Panum, anomali foria dan diplopia boleh berlaku. Menurut Schor dan Ciuffreda (1981), terdapat perbezaan dispariti fiksasi pada meridian vertikal dan horizontal berhubung kawasan Panum ini. Dispariti fiksasi vertikal yang maksimum melalui rangsangan prisma adalah 5 hingga 6 minit arka berbanding 20 minit arka pada meridian horizontal. Ini menunjukkan bahawa foria vertikal lebih mudah berlaku dengan dispariti fiksasi yang kecil berbanding foria horizontal. Dalam model yang diterangkan oleh Ogle dan Prangen (1953), dispariti fiksasi yang diaruhkan oleh prisma vertikal meningkat secara linear dan pada julat yang kecil berbanding respons yang ditunjukkan oleh prisma horizontal yang menunjukkan graf separa linear. Kawasan mendatar pada graf kelengkungan dispariti fiksasi horizontal adalah akibat daripada adaptasi prisma yang cepat pada rangsangan vergens yang kecil. Ketiadaan garis mendatar pada graf dispariti vertikal menunjukkan tiadanya adaptasi cepat terhadap prisma vertikal. Ini menerangkan akibat daripada adaptasi prisma yang cepat, nilai foria horizontal yang tinggi tidak menurunkan kecekapan pergerakan mata berbanding foria vertikal. Perlmutter dan Kertesz (1978) juga membandingkan respons persembahan dispariti horizontal dan dispariti vertikal. Mereka mendapati terdapat perbezaan antara respons fusi antara dua vergens tersebut. Dispariti horizontal sebanyak  $1.5^\circ$  senang difusikan oleh subjek, manakala fusi maksimum dispariti vertikal pula adalah kurang dari  $1^\circ$ . Magnitud dan masa pergerakan vergens horizontal adalah simetrikal menurut Hukum Hering, tetapi pergerakan vertikal fusi kadang-kadang asimetrikal dalam keseluruhan respons motor. Pergerakan vergens vertikal adalah lapan kali lebih lambat berbanding vergens horizontal, di mana memerlukan kira-kira 8 saat untuk respons motor berakhir terhadap perubahan dispariti vertikal. Akibat daripada perbezaan dispariti antara vertikal dan horizontal, tindakbalas untuk vergens horizontal adalah lebih cekap berbanding vertikal. Kecekapan fusi vergens horizontal memberikan nilai yang tetap berbanding vergens fusi vertikal yang menunjukkan nilai bervariasi antara setiap individu. Ini menerangkan mengapa terdapatnya korelasi yang lebih signifikan di antara pergerakan mata dan foria vertikal berbanding foria horizontal.

Parameter sistem vergens yang lain menunjukkan korelasi yang lemah. Pada ujian foria vertikal pada jarak 40cm, walaupun ia melibatkan dispariti fiksasi vertikal, namun hasil kajian mendapati tiada korelasi yang signifikan dengan pergerakan mata. Kajian Kertesz (1981) tentang pengukuran secara objektif pergerakan mata untuk menentukan kesan saiz dan kompleksiti stimulus pada amplitud vergens fusi telah mendapati bahawa

lebih kompleks suatu stimulus, lebih mudah fusi kerana ia menimbulkan lebih amplitud fusi secara signifikan berbanding stimulus satu garis. Pada jarak 40cm, suatu objek boleh dilihat dengan lebih terperinci manakala pada jarak 6 meter butir-butir khusus suatu objek lebih sukar dilihat. Maka pada jarak dekat, butir-butir khusus ini seperti satu stimulus yang kompleks yang membolehkan fusi vergens lebih cekap. Kecekapan vergens fusi ini menyumbang kepada kecekapan pergerakan mata. Oleh sebab itu, hubungan antara foria vertikal dekat dengan pergerakan mata mungkin diterangkan dengan nilai foria yang konstan akibat keupayaan fusi vergens yang cekap. Pada ujian vergens vertikal pula, ujian korelasi hanya memberikan nilai r yang kecil sahaja kerana hampir kesemua subjek memberikan nilai pecah dan pemulihan pada julat yang konstan. Ujian parameter sistem vergens yang lain (selain daripada yang telah diterangkan di atas) tidak menunjukkan korelasi yang signifikan kerana kesemua ujian berprinsipkan dispariti horizontal (ujian titik dekat konvergensi, foria horizontal, fasiliti vergens dan vergens fusi horizontal). Ini menyebabkan korelasi yang lemah ditunjukkan antara ujian-ujian tersebut dengan nisbah DEM.

#### **Pengaruh kesalahan refraksi ke atas nisbah DEM**

Kajian perbandingan dalam ujian DEM di antara sampel emetropia dan sampel miopia menunjukkan bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan. Kajian Baeriswyl & Meienberg (1986) mendapati bahawa akuiti visual yang baik boleh meningkatkan kecekapan pergerakan mata. Oleh kerana kedua-dua sampel emetropia dan miopia dalam kajian ini mempunyai akuiti visual yang baik (6/6), maka akuiti visual berkemungkinan menyumbang kepada ketidak-signifikan dalam kecekapan pergerakan mata antara kedua-dua kumpulan refraksi tersebut.

#### **KESIMPULAN**

Sistem akomodasi tidak berkorelasi dengan pergerakan mata. Akan tetapi korelasi yang signifikan ditunjukkan dalam sistem vergens pada foria vertikal jauh (6 meter). Hasil kajian juga menunjukkan bahawa kecekapan pergerakan mata (DEM) tidak dipengaruhi oleh jenis refraksi.

#### **IMPLIKASI KAJIAN**

Hasil kajian ini telah memberi implikasi yang penting dalam praktikal klinikal untuk profesion dalam bidang penglihatan seperti oftalmologis, optometris, ortoptis dan sebagainya yang melibatkan diri dalam penjagaan (pemeriksaan dan pengurusan) penglihatan untuk kanak-kanak sekolah. Jika

seorang kanak-kanak datang untuk mendapatkan pertolongan tentang masalah penglihatan yang timbul daripada pembacaan, tiga komponen yang dikaji (sistem akomodasi, sistem vergens dan pergerakan mata) tersebut harus diuji secara berasingan. Manakala, para doktor umum yang menemui kanak-kanak dengan rungutan tentang masalah penglihatan yang timbul daripada pembacaan harus mencadangkan kepada ibubapa mereka tentang kepentingan pemeriksaan tiga komponen penglihatan tersebut.

#### **RUJUKAN**

- Baeriswyl, M. & Meienberg, O. 1986. Effect of contact lenses and visual acuity on the registration of saccadic eye movements using an infrared reflection method. *Elektroenzephalogr Verwandte Geb.* **17** (4): 213-8.
- Garzia, R.P., Richman, J.E., Nicholson, S.B. & Gaines C.S. 1990. A new visual verbal saccade test : the Developmental Eye Movement (DEM) test. *J Am Optom Assoc.* **61** (2): 124-135.
- Hendriks, A.W. 1996. Vergence eye movement during fixations in reading. *Acta Psychol (Amst).* **92**: 131-51.
- Kulp, M.T. & Schmidt P. 1998. Relationship between visual skills and performance on saccadic eye movement testing. *Optom Vis Sci.* **75** (4): 284-7.
- Maples, W.C. & Ficklin T.W. 1998. Interrater and test-retest of pursuits and saccades. *J Am Optom Assoc.* **59**: 549-552.
- Moses, A.R., 1981. *Adler's physiology of the eye : clinical application.* 7<sup>th</sup> edition. St. Louis: C.V. Mosby Company.
- Pickwell, D. 1984. *Binocular vision anomalies : investigations and treatment.* London: Butterworths.
- Richman, J.E., Walker, A.J. & Garzia, R.P. 1983. The impact of automatic digit naming ability on a clinical test of eye movement functioning. *J Am Optom Assoc.* **54**(7): 617-22.
- Scheiman, M. & Wick B. 1994. *Clinical management of binocular vision : heterophoric, accomodation and eye movement disorders.* Philadelphia : J.B. Lippincott Company.
- Schor, C.M. & Ciuffreda, K.J. 1983. *Vergence eye movements : basic and clinical aspects.* Boston : Butterworths.
- Zadnik, K. 1997. *The ocular examination.* Philadelphia : W.B. Sanders Company.