

## **PENGARUH LARI SEBAGAI OLAHRAGA AEROBIK INTENSITAS SEDANG TERHADAP MEMORI JANGKA PENDEK MAHASISWA PENDIDIKAN DOKTER UNIVERSITAS DIPONEGORO**

Rani Hapsari Anggraheni<sup>1</sup>, Darmawati Ayu Indraswari<sup>2</sup>, Yosef Purwoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S-1 Ilmu Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup> Staf Pengajar Ilmu Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro  
JL. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. 02476928010

### **ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Olahraga adalah gaya hidup yang sudah banyak diteliti manfaatnya untuk jasmani. Penelitian lainnya menyatakan bahwa olahraga juga dapat meningkatkan fungsi kognitif, salah satunya adalah memori jangka pendek. Memori jangka pendek memiliki peran yang penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam proses pengolahan informasi.

**Tujuan:** Membuktikan pengaruh lari sebagai olahraga aerobik intensitas sedang terhadap memori jangka pendek.

**Metode:** Penelitian yang bersifat kuasi eksperimen dengan menggunakan rancangan *pre-* dan *post-test* pada tiga kelompok ini dilaksanakan di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang. Subjek penelitian adalah mahasiswa FK Undip (n=45) yang terbagi atas kelompok kontrol, perlakuan lari 30 menit, dan perlakuan lari 60 menit. Sebelum perlakuan diberikan *pretest*, kemudian setelah perlakuan diberikan *posttest*. Memori jangka pendek subjek sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis menggunakan uji t berpasangan.

**Hasil:** Dari 45 subjek penelitian, rerata hasil tes memori jangka pendek setelah perlakuan lari 30 menit dan 60 menit menunjukkan adanya peningkatan, namun tidak untuk kelompok kontrol. Diperoleh hasil bermakna untuk kelompok perlakuan lari 30 menit yaitu  $p=0,015$  dan tidak bermakna untuk kelompok perlakuan lari 60 menit yaitu  $p=0,101$  dengan Uji t berpasangan.

**Kesimpulan:** Peningkatan memori jangka pendek terjadi pada orang yang berolahraga aerobik intensitas sedang selama 30 menit. Hal ini mungkin karena terdapat peningkatan aliran darah otak dan stimulasi neurotropik.

**Kata kunci:** Memori jangka pendek, *scenery picture memory test*, olahraga aerobik.

### **ABSTRACT**

#### **THE EFFECT OF RUNNING AS MODERATE INTENSITY AEROBIC EXERCISE TOWARDS DIPONEGORO UNIVERSITY MEDICAL EDUCATION STUDENTS' SHORT TERM MEMORY**

**Background:** Exercise is a lifestyle to most people nowadays that has been examined for physical benefits. Other researches stated that exercise could improve cognitive functions, one of which is short-term memory. Short-term memory plays an important role in daily activity, especially in information processing.

**Aim:** To prove the effect of running as a moderate intensity aerobic exercise towards short-term memory.

**Methods:** This study which was a quasy experiment study with three group pre- and post- test design conducted in Faculty of Medicine Diponegoro University, Semarang. Samples were taken from medical students of Undip (n=45) divided into three groups, those are control, 30

minutes running, and 60 minutes running. Given pretest prior to intervention, and then posttest were given afterwards. Short-term memory, before and after intervention, were analyzed using the Paired T test.

**Results:** Among the 45 subjects, the average of short-term memory test after 30 and 60 minutes running showed improvement, but not in control group. Significant results for the 30 minutes running group ( $p = 0,015$ ) and insignificant result for the 60 minutes running group ( $p=0,101$ ) were showed by Paired T test.

**Conclusions:** The improvement in short-term memory occurs in people doing moderate intensity aerobic exercise for 30 minutes. It was probably because of increasing cerebral blood flow and neurotrophic stimulation.

**Keywords:** short term memory, scenery picture memory test, aerobic exercise.

## PENDAHULUAN

Olahraga merupakan salah satu kegiatan gaya hidup sehat yang manfaatnya sudah banyak diteliti terutama untuk kesehatan jasmani. Aktivitas fisik secara teratur selama waktu luang telah terbukti berhubungan dengan hasil kesehatan yang lebih baik.<sup>1</sup> Selain itu, beberapa penelitian terbaru membuktikan bahwa olahraga bermanfaat meningkatkan fungsi kognitif.<sup>2</sup> Olahraga terbukti dapat meningkatkan fungsi otak dan memperbaiki performa kognitif.<sup>3</sup>

Sebuah olahraga aerobik intensitas sedang berdurasi 30 menit dapat meningkatkan beberapa aspek kognitif, yang paling menonjol adalah memori, penalaran, perencanaan dan dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tes.<sup>4</sup> Salah satu kegiatan olahraga aerobik yang populer dan murah di kalangan masyarakat adalah lari. Pada salah satu penelitian, lari diketahui mampu memfasilitasi proses kognitif karena terlibat dalam peningkatan amplitudo P300.<sup>5</sup>

Salah satu komponen fungsi kognitif adalah memori, yang merupakan sistem yang mendukung kegiatan kognitif mulai dari alokasi atensi terhadap rangsangan tertentu (misalnya, seleksi informasi) sampai pengambilan keputusan kompleks.<sup>6</sup> Memori jangka pendek dapat diukur dengan tes SPMT atau *scenery picture memory test* yang mempunyai keunggulan daripada tes lain karena sederhana dan lebih mudah dilaksanakan.<sup>7</sup>

Belum adanya penelitian di Indonesia mengenai pengaruh lari sebagai olahraga aerobik intensitas sedang terhadap memori jangka pendek membuat peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian terkait hal tersebut. Diharapkan melalui penelitian ini dapat diketahui lebih jelas pengaruh lari terhadap memori jangka pendek.

## METODE

Penelitian eksperimen dengan rancangan kuasi eksperimental dengan desain *pre- and post-test* yang menggunakan mahasiswa sebagai subjek penelitian dan dilaksanakan di Stadion Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mahasiswa berjenis kelamin laki-laki, berusia 18 - 22 tahun, memiliki indeks masa tubuh 18 - 25 kg/m<sup>2</sup>, rutin melakukan olahraga minimal dua kali seminggu, memiliki IPK 2,50 - 4,00 dan bersedia diikutsertakan dalam penelitian. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah mahasiswa yang memiliki riwayat trauma kepala yang menimbulkan gejala neurologis, riwayat gangguan psikiatri, riwayat tumor otak, riwayat menderita epilepsi, riwayat menderita infeksi susunan saraf pusat, sedang mengidap penyakit infeksi dan/atau penyakit sistemik, menggunakan obat sedatif dan/atau alkohol, kebiasaan konsumsi suplemen neurotropik dan suplemen otak, dalam 2 jam terakhir mengkonsumsi minuman yang mengandung elektrolit, mengalami stress, ansietas, dan/atau depresi dan memiliki skor tingkat kecemasan HARS $\leq$ 14 .

Sampel diambil dengan *purposive sampling* lalu dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok kontrol, kelompok lari 30 menit, dan kelompok lari 60 menit. Berdasarkan rumus besar sampel didapatkan minimal 36 sampel.

Variabel bebas penelitian ini adalah lari. Variabel terikat penelitian ini adalah memori jangka pendek. Memori jangka pendek diukur dengan *scenery picture memory test* (SPMT).

Pengolahan dan analisis data meliputi analisis deskriptif dan uji hipotesis. Normalitas distribusi data dianalisis dengan uji Saphiro-Wilk. Uji ini dipilih karena besar sampel dalam penelitian ini termasuk sampel $<$ 50. Uji hipotesis perbedaan memori jangka pendek sebelum dan sesudah perlakuan lari diuji dengan menggunakan uji t berpasangan apabila data berdistribusi normal atau Uji Wilcoxon apabila data berdistribusi tidak normal. Perbandingan selisih memori jangka pendek antarkelompok dianalisis menggunakan *One-Way ANOVA* jika distribusi data normal atau Kruskall-Wallis jika distribusi data tidak normal.

## HASIL

### Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan subjek penelitian sebanyak 45 orang, seluruhnya berjenis kelamin laki-laki yang berstatus sebagai mahasiswa Pendidikan Dokter Universitas Diponegoro. Median usia subjek adalah 20 tahun. Subjek memiliki rerata IPK 3,3. Indeks

massa tubuh subjek mempunyai median 22,2. Frekuensi olahraga subjek antara 2 s.d.  $\geq 3$  kali per minggu. Subjek yang diikutsertakan dalam penelitian memiliki skor HARS dengan median 10,0.

**Tabel 1.** Karakteristik subjek penelitian (n=45)

Karakteristik	Rerata $\pm$ SB (min-maks)	Median	n (%)
Usia		20	
- 18			6(13,3%)
- 19			11(24,4%)
- 20			12(26,7%)
- 21			9(20%)
- 22			7(15,6%)
IPK	3,3 $\pm$ 0,35 (2,53-3,96)		
- 2,5 – 3,0			13(28,9%)
- 3,1 – 3,5			19(42,2%)
- 3,6 – 4,0			13(28,9%)
Indeks Massa Tubuh		22,2	
- 18,0 – 20,0			8(17,8%)
- 20,1 – 22,5			18(40,0%)
- 22,6 – 25			19(42,2%)
Frekuensi Olahraga Perminggu		2	
- Tidak selalu			0(0%)
- 1			0(0%)
- 2			27(60,0%)
- $\geq 3$			18(40,0%)
Olahraga Sejak		>6 bulan	
- < 1 Bulan			0(0%)
- >3 Bulan			19(42,2%)
- >6 Bulan			11(24,4%)
- >1 tahun			11(24,4%)
- >5 tahun			4(8,9%)
Jenis Olahraga			
- Lari			15(33,3%)
- Futsal			9(20,0%)

- Basket			11(24,4%)
- Renang			2(4,4%)
- Skipping			1(2,2%)
- Fitness			5(11%)
- Bulutangkis			2(4,4%)
Skor HARS		10,0	
- 0 – 4			6(13,3%)
- 5 – 9			15(33,3%)
- 10 – 13			24(53,3%)

SB = Simpangan Baku; min = minimum; maks = maksimum; n = jumlah subjek

### Pemeriksaan SPMT sebelum Perlakuan

Tabel 2 menunjukkan data *pretest* pemeriksaan SPMT. Distribusi data *pretest* diuji dengan Uji Saphiro Wilk dan diketahui berdistribusi normal. Rerata tertinggi ada pada kelompok kontrol dengan nilai 19,9.

**Tabel 2.** Hasil *pretest* SPMT

Pemeriksaan	Rerata±SB (min-maks)
<b>Kontrol</b>	
- <i>Pretest</i>	19,9 ± 2,520 (15-23)
<b>Lari 30 Menit</b>	
- <i>Pretest</i>	17,4 ± 2,720 (12-22)
<b>Lari 60 Menit</b>	
- <i>Pretest</i>	17,5 ± 3,720(12-23)

SB=Simpangan Baku

### Pemeriksaan SPMT setelah Perlakuan

Tabel 3 menunjukkan rerata data *posttest*. Data *posttest* pada semua perlakuan diuji normalitasnya dengan Uji Saphiro Wilk dan didapatkan hasil distribusi normal. Rerata tertinggi adalah pada kelompok kontrol dan lari 30 menit dengan nilai 19,3.

**Tabel 3.** Hasil *posttest* SPMT

Pemeriksaan	Rerata±SB (min-maks)
<b>Kontrol</b>	
- <i>Posttest</i>	19,3 ± 2,69 (14-23)

<b>Lari 30 Menit</b>	
- <i>Posttest</i>	19,3 ± 2,94 (14-23)
<b>Lari 60 Menit</b>	
- <i>Posttest</i>	18,6 ± 3,14 (12-22)

SB=Simpangan Baku

### Pengaruh Lari sebagai Olahraga Aerobik Intensitas Sedang terhadap Memori Jangka Pendek

Tabel 4 menunjukkan rerata dan nilai *p* *pretest* dan *posttest* antarperlakuan. Distribusi data pada semua perlakuan adalah normal sehingga antara *pretest* dan *posttest* diuji dengan uji t berpasangan. Rerata pada kontrol mengalami penurunan, sedangkan rerata pada perlakuan lari 30 menit dan 60 menit mengalami kenaikan. Nilai *p* pada perlakuan lari 30 menit menunjukkan hasil yang bermakna karena  $p < 0,05$ . Pada perlakuan lari 60 menit didapat  $p > 0,05$  sehingga menunjukkan hasil yang tidak bermakna.

**Tabel 4.** Hasil Pemeriksaan Memori Jangka Pendek

<b>Pemeriksaan</b>	<b>Rerata ± SB (min-maks) dalam milisekon</b>	<b><i>p</i></b>
<b>Kontrol</b>		0,477*
- <i>Pretest</i>	19,93 ± 2,520 (15-23)	
- <i>Posttest</i>	19,33 ± 2,690 (14-23)	
<b>Lari 30 Menit</b>		0,015*
- <i>Pretest</i>	17,40 ± 2,720 (12-22)	
- <i>Posttest</i>	19,33 ± 2,943 (14-23)	
<b>Lari 60 Menit</b>		0,101*
- <i>Pretest</i>	17,47 ± 3,720(12-23)	
- <i>Posttest</i>	18,60 ± 3,135 (12-22)	

\*Uji t berpasangan; SB=Simpangan Baku; *p* = nilai kebermaknaan

### Perbandingan Selisih *Pretest* dan *Posttest* SPMT Antarkelompok

Tabel 5 menunjukkan selisih nilai *pretest* dan *posttest* dari pemeriksaan SPMT tiap kelompok. Data tersebut diuji dengan Saphiro Wilk dan didapatkan hasil distribusi data normal.

**Tabel 5.** Rerata Selisih *Pretest* dan *Posttest* Tiap Kelompok

Pemeriksaan	Rerata±SB (min-maks)
Kontrol	-0,6±3,18(-8 – 5)
Lari 30 Menit	1,9±2,71 (-2 – 8)
Lari 60 Menit	1,3±2,43 (-3 – 5)

SB= Simpangan Baku

Tabel 6 menunjukkan nilai *p* perbandingan selisih nilai *pretest* dan *posttest* antarkelompok diuji dengan *post-hoc One-Way ANOVA*. Nilai *p* antara kontrol dan lari 30 menit menunjukkan hubungan yang bermakna, namun untuk kontrol dan lari 60 menit, maupun lari 30 menit dan lari 60 menit tidak didapatkan nilai yang bermakna.

**Tabel 6.** Perbandingan Selisih Hasil *Pretest* dan *Posttest* SPMT antarkelompok

Kelompok	<i>p</i>
Kontrol Lari 30 Menit	0,017
Kontrol Lari 60 Menit	0,074
Lari 30 Menit Lari 60 Menit	0,517

\* Uji *post-hoc One-way ANOVA*; *p* = nilai kebermaknaan

### **Pengaruh Lari 30 Menit terhadap Memori Jangka Pendek**

Pengaruh lari 30 menit terhadap memori jangka pendek dianalisis dengan Uji *t* berpasangan dan didapatkan nilai yang bermakna. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Bijli Nanda dkk pada tahun 2013 olahraga aerobik intensitas menengah selama 30 menit dapat meningkatkan beberapa aspek kognisi, antara lain memori.<sup>4</sup> Penelitian yang menyatakan bahwa setelah dilakukan perlakuan olahraga jogging selama 30 menit akan terdapat peningkatan amplitudo P300 pada ERP.<sup>5</sup>

Olahraga aerobik terbukti dapat meningkatkan BDNF serum. BDNF merupakan neurotropin yang membantu fungsi kognitif dan memori.<sup>9</sup> Olahraga juga mampu meningkatkan serebrovaskuler. Peningkatan aliran darah otak ini menyebabkan peningkatan kinerja memori.<sup>10</sup> Penelitian pada tikus menunjukkan efek olahraga akut yaitu adanya peningkatan aktivitas serotonin. Pada hipokampus terdapat banyak reseptor serotonin yang

berfungsi pada pembelajaran memori.<sup>11</sup> Olahraga juga bisa meningkatkan insulin growth factor 1 (IGF-1) yang penting dalam neurogenesis hipokampus.<sup>12</sup>

### **Pengaruh Lari 60 Menit terhadap Memori Jangka Pendek**

Perlakuan lari 60 menit tidak menunjukkan pengaruh yang bermakna pada memori jangka pendek. Menurut penelitian Shigehiko Ogoh dkk tahun 2014, pada latihan yang berkepanjangan, aliran darah otak akan menurun sehubungan dengan hiperventilasi.<sup>13</sup> Pada penelitian lain, proses pengolahan informasi dan memori akan diperlemah pada olahraga aerobik submaksimal yang dilakukan dengan jangka waktu diperpanjang lebih dari 60 menit, karena mengarah pada kondisi dehidrasi.<sup>4</sup> Pada penelitian J Powell dkk tahun 2015, subjek penelitian datang bersamaan dan dibatasi waktu selisih antarsubjek penelitian tidak lebih dari 30 menit untuk diberi perlakuan olahraga sehingga siklus sirkadian dapat terkontrol.<sup>14</sup> Namun pada penelitian ini, beberapa subjek pada perlakuan lari 60 menit datang melebihi waktu yang ditentukan sehingga selisih waktu perlakuan antarsubjek penelitian ada yang  $\pm 90$  menit.

### **Perbandingan Selisih *Pretest* dan *Posttest* SPMT Antarkelompok**

Perbandingan selisih *pretest* dan *posttest* untuk kelompok kontrol dan perlakuan lari 30 menit menunjukkan hasil yang bermakna. Namun tidak untuk perbandingan antara kelompok kontrol dengan lari 60 menit maupun lari 30 menit dengan lari 60 menit. Hasil tidak bermakna ini dapat dipengaruhi beberapa hal, antara lain karena belum jelas pengaruh dari pendinginan setelah olahraga dan menit ke berapa tes SPMT dilakukan setelah perlakuan karena hal ini memengaruhi skor yang didapat subjek penelitian. Selain itu, intensitas dari olahraga aerobik tidak terpantau dengan jelas karena keterbatasan alat pengukuran denyut jantung selama subjek berlari.<sup>15</sup>

Kelemahan penelitian ini adalah penelitian dilakukan di luar ruangan dengan kondisi yang ramai sehingga mungkin memengaruhi hasil pemeriksaan memori jangka pendek. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa lingkungan yang memberi rangsangan asing berupa visual maupun auditori dapat mengganggu pengerjaan tugas memori.<sup>16</sup> Subjek penelitian tidak diberi perlakuan dalam satu waktu yang bersamaan dan terdapat selisih waktu pada tiap-tiap subjek. Karakteristik subjek yang dipilih rutin berolahraga tidak semuanya melakukan olahraga lari, dan beberapa subjek penelitian tidak rutin melakukan olahraga aerobik tetapi anaerobik. Penelitian ini juga dilakukan dengan jumlah subjek penelitian yang terbatas. Subjek penelitian yang melakukan lari tidak dapat dikontrol kecepatannya karena



keterbatasan alat. Pada penelitian ini denyut jantung subjek penelitian hanya diukur sebelum dan sesudah lari. Hal ini membuat denyut jantung tidak dapat dipantau agar tetap dalam batas 50-70% denyut jantung maksimal. Penelitian dengan SPMT ini pengujian dan perhitungannya masih manual oleh orang yang menguji.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Peningkatan memori jangka pendek terjadi pada orang yang berolahraga aerobik intensitas sedang selama 30 menit. Hal ini mungkin karena terdapat peningkatan aliran darah otak dan stimulasi neurotropik.

### **Saran**

Penelitian ini menunjukkan bahwa lari sebagai olahraga aerobik intensitas sedang berpengaruh untuk meningkatkan memori jangka pendek sehingga dapat diterapkan pada populasi yang membutuhkan memori jangka pendek yang lebih baik. Perlu dilakukan penelitian dengan kondisi lingkungan yang lebih kondusif untuk melakukan tes SPMT yaitu di dalam ruangan, pada subjek penelitian agar diberikan perlakuan dalam waktu yang bersamaan yaitu tidak lebih 30 menit untuk selisih masing-masing subjek penelitian, penelitian dengan jumlah subjek penelitian yang lebih banyak atau pada populasi yang lebih luas dan dipilih subjek penelitian yang rutin berolahraga lari, dilakukan dengan alat yang lebih memadai agar setiap subjek penelitian lari dengan kecepatan tertentu yang sama seperti *treadmill* atau aplikasi pengukur kecepatan lari dan agar dapat dipastikan subjek berolahraga intensitas sedang, diperlukan alat yang dapat mengukur denyut jantung selama lari.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Agarwal SK. Cardiovascular benefits of exercise. *International Journal of General Medicine*. 2012.
2. Gutmann B, Mierau A, Hülzdünker T, Hildebrand C, Przyklenk A, Hollmann W, et al. Effects of Physical Exercise on Individual Resting State EEG Alpha Peak Frequency. *Neural plasticity*. 2015.
3. Lees C, Hopkins J. Effect of aerobic exercise on cognition, academic achievement, and psychosocial function in children: a systematic review of randomized control trials. *Preventing chronic disease Public Health Research, Practice and Policy*. 2013.
4. Nanda B, Balde J, Manjunatha S. The Acute Effects of a Single Bout of Moderate-intensity Aerobic Exercise on Cognitive Functions in Healthy Adult Males. *Journal of Clinical and Diagnostic Research JCDR*. 2013.

5. Nakamura Y, Nishimoto K, Akamatu M, Takahashi M, Maruyama A. The effect of jogging on P300 event related potentials. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*. 1999.
6. Kirova A-M, Bays RB, Lagalwar S. Working Memory and Executive Function Decline across Normal Aging, Mild Cognitive Impairment, and Alzheimer's Disease. *BioMed Research International*. 2015.
7. Takechi H, Dodge HH. Scenery Picture Memory Test: a new type of quick and effective screening test to detect early stage Alzheimer's disease patients. *Geriatrics & gerontology international*. 2010.
8. Griffin ÉW, Mullally S, Foley C, Warmington S a., O'Mara SM, Kelly ÁM. Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology and Behavior*. 2011.
9. Drollette ES, Scudder MR, Raine LB, Moore RD, Saliba BJ, Pontifex MB, et al. Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: An ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Developmental Cognitive Neuroscience*. Elsevier Ltd. 2014
10. Ogoh S, Tsukamoto H, Hirasawa A, Hasegawa H, Hirose N. The effect of changes in cerebral blood flow on cognitive function during exercise. 2014.
11. Clark PJ, Amat J, McConnell SO, Ghasem PR, Greenwood BN, Maier SF, et al. Running Reduces Uncontrollable Stress-Evoked Serotonin and Potentiates Stress-Evoked Dopamine Concentrations in the Rat Dorsal Striatum. *Plos One*. 2015.
12. Wael K. Al-Delaimy. IGF-1 and IGFBP-1 and Cognitive Function in Older Men and Women. *Journal of the American Geriatrics Society* Volume 57, Issue 8. 2009.
13. Nursalam. Konsep & Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan: Pedoman Skripsi, Tesis, dan Instrumen Penelitian Keperawatan. Salemba Medika. 2003.
14. Powell J, DiLeo T, Roberge R, Coca A, Kim J-H. Salivary and serum cortisol levels during recovery from intense exercise and prolonged, moderate exercise. *Biology of Sport*. 2015.
15. Cem Seref Bediz, Adile Oniz, Cagdas Guducu, Enise Ural Demirci, Hilmi Ogut, Erkan Gunay et al. Acute Supramaximal Exercise Increases the Brain Oxygenation in Relation to Cognitive Workload. *Frontier in Human Neuroscience*. 2016.
16. Anna V Fischer, Karrie E, Godwin, Horward Seltman. Visual environment, attention allocation, and learning in young children:when too much of a good thing may be bad. *Psychological Science*. 2014.