

PENGARUH LARI SEBAGAI OLAHRAGA AEROBIK INTENSITAS SEDANG TERHADAP ATENSI MAHASISWA PENDIDIKAN DOKTER UNIVERSITAS DIPONEGORO

Pho Denita Meiliani¹, Darmawati Ayu Indraswari², Yosef Purwoko²

¹Mahasiswa Program Studi S-1 Ilmu Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

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

ABSTRAK

Latar Belakang: Olahraga sudah menjadi gaya hidup bagi sebagian masyarakat. Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa olahraga juga dapat meningkatkan fungsi kognitif, salah satunya adalah atensi. Atensi memiliki peran yang penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam proses belajar seseorang.

Tujuan: Membuktikan pengaruh lari sebagai olahraga aerobik intensitas sedang terhadap atensi.

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

Hasil: Dari 45 subjek penelitian, rerata hasil tes atensi setelah perlakuan lari 30 menit dan 60 menit menunjukkan adanya peningkatan pada semua jaringan atensi yaitu *alerting*, *orienting*, dan *executive*. Uji t berpasangan diperoleh hasil bermakna untuk kelompok perlakuan lari 30 menit yaitu *alerting* $p=0,043$, *orienting* $p=0,049$, dan *executive* $p=0,027$ dan tidak bermakna untuk kelompok perlakuan lari 60 menit yaitu *alerting* $p=0,609$, *orienting* $p=0,364$, dan *executive* $p=0,157$.

Kesimpulan: Lari 30 menit sebagai olahraga aerobik intensitas sedang meningkatkan atensi mahasiswa. Hal ini kemungkinan karena adanya peningkatan aliran darah otak, stimulasi neurotropik otak, dan katekolamin plasma.

Kata kunci: Atensi, *attention network test*, *alerting*, *orienting*, *executive function*, olahraga aerobik.

ABSTRACT

THE EFFECT OF RUNNING AS MODERATE INTENSITY AEROBIC EXERCISE TOWARDS DIPONEGORO UNIVERSITY MEDICAL EDUCATION STUDENTS' ATTENTION

Background: Exercise has become a lifestyle to most people nowadays. Few prior researches stated that exercise could improve cognitive functions, one of which is attention. Attention plays an important role in daily activity, especially in learning process.

Aim: To prove the effect of running as moderate intensity aerobic exercise towards attention.

Methods: This study was a quasy experiment study with three group *pre-* and *post-* test design. This study was conducted in Faculty of Medicine Diponegoro University, Semarang. Samples were taken from medical students of Undip (n=45) divided into control, 30-minute run, and 60-minute run group being given *pretest*, *intervention*, and then *posttest* were given afterwards. Attention, before and after *intervention*, were analyzed using the paired t test.

Results: Among the 45 subjects, the average of attention test after 30- and 60- minute run showed in all assessed area which are alerting, orienting, and executive improvement. The paired t test showed significant results in alerting $p=0,043$, orienting $p=0,049$, and executive $p=0,027$ for the 30-minute run group, while insignificant result was shown in alerting $p=0,609$, orienting $p=0,364$, and executive $p=0,157$ for the 60-minute run group.

Conclusions: Thirty-minute run as moderate intensity aerobic exercise improve undergraduate students' attention. This advantage may be achieved due to the enhanced blood circulatory, neurotropic stimulation, and catecholamine plasma.

Keywords: Attention, attention network test, alerting, orienting, executive function, aerobic exercise.

PENDAHULUAN

Olahraga sudah menjadi bagian dari gaya hidup bagi sebagian masyarakat. Salah satu olahraga yang mudah dilakukan dan digemari masyarakat adalah lari.¹ Beberapa penelitian menyatakan bahwa olahraga dapat meningkatkan fungsi kognitif.² Olahraga dapat bermanfaat bagi fungsi kognitif berhubungan dengan perubahan denyut jantung, faktor neurotropik otak, dan perubahan katekolamin plasma. Salah satu fungsi kognitif yang dapat dinilai adalah atensi. Penelitian ini berdasarkan premis bahwa respon fisiologi berolahraga memiliki dampak pada fungsi kognitif yang dapat dinilai dengan pengukuran atensi.³

Atensi merupakan suatu usaha untuk waspada, memunculkan perhatian, dan mempertahankannya terhadap suatu objek serta menyelesaikan masalah berkenaan dengan objek tersebut. Peran atensi telah banyak dipelajari karena mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam kehidupan sehari-hari, terutama proses belajar seseorang.⁴ Penelitian ini menggunakan alat pengukuran perangkat lunak yaitu *attention network test* (ANT) yang didesain untuk mengevaluasi tingkat kewaspadaan (*alerting*), orientasi (*orienting*), dan fungsi eksekutif (*executive function*). Tes ini dilakukan satu kali selama 30 menit dan sangat mudah dilakukan baik oleh anak-anak maupun orang dewasa.⁵

Penelitian mengenai pengaruh lari sebagai olahraga aerobik intensitas sedang terhadap atensi belum pernah dilakukan di Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi lebih jelas mengenai hubungan lari dengan atensi.

METODE

Penelitian kuasi-eksperimental dilakukan dengan desain *pre- and post-test quasi non-equivalent group* dan dilaksanakan di stadion Universitas Diponegoro Tembalang, Semarang. Sampel penelitian ini ialah mahasiswa Pendidikan Dokter Universitas Diponegoro. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mahasiswa berusia 18 – 22 tahun, memiliki indeks prestasi

kumulatif 2,5-4,0, memiliki indeks massa tubuh 18-25 kg/m², bisa mengoperasikan komputer, dominan tangan kanan (tidak kidal), rutin melakukan olahraga minimal dua kali seminggu, dan bersedia menjadi subjek penelitian. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah mahasiswa yang memperoleh hasil skor ≥ 14 pada kuesioner tingkat kecemasan HARS, memiliki riwayat trauma kepala yang menimbulkan gejala neurologis, riwayat gangguan psikiatri, riwayat tumor otak, riwayat menderita epilepsi, riwayat menderita infeksi susunan saraf pusat, mengidap penyakit infeksi dan/atau sistemik, menggunakan obat sedatif dan/atau alkohol, kebiasaan konsumsi suplemen neurotropik dan otak, memiliki kelainan muskuloskeletal tangan yang mempersulit pengoperasian komputer, dalam 2 jam terakhir mengkonsumsi minuman elektrolit, mengalami stres, kecemasan, dan/ atau depresi, dan memiliki kelainan refraksi mata yang tidak dikoreksi.

Sampel penelitian dipilih menggunakan *purposive sampling* lalu dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok kontrol, kelompok perlakuan lari 30 menit, dan kelompok perlakuan lari 60 menit. Berdasarkan perhitungan besar sampel, jumlah subjek yang dibutuhkan adalah minimal 36 sampel.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah lari dan variabel terikat penelitian ini adalah atensi. Perlakuan lari diberikan satu kali dengan durasi 30 menit dan 60 menit sesuai dengan kelompok perlakuan masing-masing subjek. *Attention network test* (ANT) adalah alat ukur atensi berupa perangkat lunak yang dibuat oleh Jin Fan dan Michael I. Posner.

Pengolahan dan analisis data meliputi analisis deskriptif dan uji hipotesis. Uji hipotesis perbedaan atensi 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 atensi antarkelompok dianalisis menggunakan *One-Way ANOVA* jika distribusi data normal atau Kruskal-Wallis jika distribusi data tidak normal.

HASIL

Karakteristik Penelitian

Subjek penelitian terdiri dari 45 orang dengan median usia adalah 20 tahun. Subjek memiliki IPK antara 2,53 sampai 3,96 dengan rerata 3,3. Indeks massa tubuh subjek mempunyai median 22,2 kg/m². Frekuensi olahraga subjek antara 2 sampai dengan ≥ 3 kali perminggu dan mempunyai median 2 kali perminggu. Subjek yang diikutsertakan dalam penelitian memiliki median skor HARS 10,0 dengan skor terendah adalah 0 dan skor tertinggi adalah 13.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Rerata±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%)
Indeks Massa Tubuh		22,2	
- 18,0 – 20,0			8 (17,8%)
- 20,1 – 22,5			18 (40,0%)
- 22,6 – 25,0			19 (42,2%)
Frekuensi Olahraga Perminggu		2	
- Tidak selalu			0 (0%)
- 1			0 (0%)
- 2			27 (60,0%)
- ≥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%)
- <i>Skipping</i>			1 (2,2%)
- Fitnes			5 (11,1%)
- Bulutangkis			2 (4,4%)
Skor HARS		10	
- 0 – 4			6 (13,3%)
- 5 – 9			15 (33,3%)
- 10 – 13			24 (53,3%)

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

Hasil Pemeriksaan *Attention Network Test* sebelum Perlakuan

Hasil pemeriksaan ANT sebelum perlakuan menunjukkan distribusi normal. Rerata *executive pretest* ANT terendah terdapat pada kelompok perlakuan lari 30 menit. Semakin rendah hasil ANT menunjukkan semakin baik atensi subjek.

Tabel 2. Hasil *Pretest Attention Network Test*

Pemeriksaan	Rerata ± SB (min-maks) dalam milisekon
<i>Alerting</i>	
- <i>Pretest</i> kontrol	42,3±26,66 (-20-83)
- <i>Pretest</i> lari 30 menit	45,2±23,18 (13-99)
- <i>Pretest</i> lari 60 menit	32,3±20,84 (-5-70)
<i>Orienting</i>	
- <i>Pretest</i> kontrol	41,1±20,84 (9-78)
- <i>Pretest</i> lari 30 menit	45,3±14,91 (18-65)
- <i>Pretest</i> lari 60 menit	41,1±17,33 (13-75)
<i>Executive</i>	
- <i>Pretest</i> kontrol	105,1±20,70 (60-137)
- <i>Pretest</i> lari 30 menit	101,6±33,08 (58-165)
- <i>Pretest</i> lari 60 menit	104,5±28,20 (71-164)

SB=Simpangan Baku; min = minimum; maks = maksimum

Hasil Pemeriksaan *Attention Network Test* setelah Perlakuan

Hasil pemeriksaan ANT setelah perlakuan diuji normalitasnya menggunakan uji Saphiro-Wilk dan didapatkan distribusi normal. Rerata *alerting, orienting, executive posttest* ANT terendah terdapat pada kelompok perlakuan lari 30 menit.

Tabel 3. Hasil *Posttest Attention Network Test*

Pemeriksaan	Rerata ± SB (min-maks) dalam milisekon
<i>Alerting</i>	
- <i>Posttest</i> kontrol	39,3±23,95 (7-82)
- <i>Posttest</i> lari 30 menit	35,7±16,46 (10-74)
- <i>Posttest</i> lari 60 menit	30,1±13,61 (7-53)
<i>Orienting</i>	
- <i>Posttest</i> kontrol	37,8±14,04 (19-68)
- <i>Posttest</i> lari 30 menit	36,1±18,67 (12-78)
- <i>Posttest</i> lari 60 menit	37,8±23,45 (-7-82)

Pemeriksaan	Rerata ± SB (min-maks) dalam milisekon
Executive	
- <i>Posttest</i> kontrol	101,2±25,21 (56-136)
- <i>Posttest</i> lari 30 menit	92,5±29,91 (53-148)
- <i>Posttest</i> lari 60 menit	93,5±26,22 (56-155)

SB=Simpangan Baku; min = minimum; maks = maksimum

Perbandingan Hasil Pemeriksaan Atensi sebelum dan setelah Perlakuan

Hasil ANT pada kelompok kontrol, perlakuan lari 30 menit dan 60 menit menunjukkan adanya peningkatan atensi. Hasil ANT kemudian diuji menggunakan uji t berpasangan dan didapatkan hasil terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$) pada kelompok perlakuan 30 menit dan tidak bermakna ($p > 0,05$) pada kelompok kontrol dan perlakuan lari 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan atensi yang bermakna pada kelompok perlakuan lari 30 menit dan peningkatan atensi yang tidak bermakna pada kelompok kontrol dan lari 60 menit.

Tabel 4. Hasil *Pretest* dan *Posttest Attention Network Test*

Pemeriksaan	Rerata ± SB (min-maks) dalam milisekon	P
Alerting		
a. Kontrol		0,392*
- <i>Pretest</i> kontrol	42,3±26,66 (-20-83)	
- <i>Posttest</i> kontrol	39,3±23,95 (7-82)	
b. Lari 30 menit		0,043*
- <i>Pretest</i> lari 30 menit	45,2±23,18 (13-99)	
- <i>Posttest</i> lari 30 menit	35,7±16,46 (10-74)	
c. Lari 60 menit		0,609*
- <i>Pretest</i> lari 60 menit	32,3±20,84 (-5-70)	
- <i>Posttest</i> lari 60 menit	30,1±13,61 (7-53)	
Orienting		
a. Kontrol		0,476*
- <i>Pretest</i> kontrol	41,1±20,84 (9-78)	
- <i>Posttest</i> kontrol	37,8±14,04 (19-68)	
b. Lari 30 menit		0,049*
- <i>Pretest</i> lari 30 menit	45,3±14,91 (18-65)	
- <i>Posttest</i> lari 30 menit	36,1±18,67 (12-78)	
c. Lari 60 menit		0,364*
- <i>Pretest</i> lari 60 menit	41,1±17,33 (13-75)	

Pemeriksaan	Rerata ± SB (min-maks) dalam milisekon	P
- <i>Posttest</i> lari 60 menit	37,8±23,45 (-7-82)	
Executive		
a. Kontrol		0,302*
- <i>Pretest</i> kontrol	105,1±20,70 (60-137)	
- <i>Posttest</i> kontrol	101,2±25,21 (56-136)	
b. Lari 30 menit		0,027*
- <i>Pretest</i> lari 30 menit	101,6±33,08 (58-165)	
- <i>Posttest</i> lari 30 menit	92,5±29,91 (53-148)	
c. Lari 60 menit		0,157*
- <i>Pretest</i> lari 60 menit	104,5±28,20 (71-164)	
- <i>Posttest</i> lari 60 menit	93,5±26,22 (56-155)	

*Uji T Berpasangan; SB=Simpangan Baku; min=minimum; maks=maksimum; p=nilai kebermaknaan

Perbandingan Selisih Hasil *Pretest* dan *Posttest Attention Network Test* Antarkelompok

Perbandingan selisih hasil *pretest* dan *posttest* ANT antara kelompok kontrol dan lari 30 menit, kontrol dan lari 60 menit, maupun lari 30 menit dan lari 60 menit menunjukkan hasil yang tidak bermakna pada *alerting*, *orienting*, dan *executive*, yaitu $p > 0,05$ yang diuji menggunakan uji Post Hoc.

Tabel 5. Perbandingan Selisih Hasil *Pretest* dan *Posttest Attention Network Test* Antarkelompok

Kelompok	P		
	<i>Alerting</i>	<i>Orienting</i>	<i>Executive</i>
Kontrol Lari 30 menit	0,263	0,327	0,484
Kontrol Lari 60 menit	0,879	1,000	0,343
Lari 30 menit Lari 60 menit	0,205	0,327	0,801

Uji Post Hoc; p = nilai kebermaknaan

Pengaruh Lari 30 Menit sebagai Olahraga Aerobik Intensitas Sedang terhadap Atensi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lari 30 menit meningkatkan atensi mahasiswa Pendidikan Dokter Universitas Diponegoro secara bermakna. Hasil ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa olahraga dengan tingkat kebugaran sedang selama 30 menit dikaitkan dengan fungsi kognitif yang lebih baik^{2,6}, terutama pada proses atensi tertentu.⁷ Olahraga dengan intensitas sedang akan meningkatkan denyut jantung sehingga aliran darah ke otak akan meningkat. Hal ini meningkatkan suplai O₂ dan nutrisi sel otak sehingga memodulasi sel neuron otak untuk menghantarkan tangkapan sensoris ke jaringan atensi dengan lebih cepat.^{1,3} Olahraga juga dapat meningkatkan faktor neurotropik, terutama *brain-derived neurotrophic factor* (BDNF) yang merupakan mediator utama dari penghubungan sel saraf.⁸ Olahraga meningkatkan katekolamin plasma yaitu norepinefrin dan dopamin yang berperan dalam aktivasi saraf pada ketiga jaringan atensi.^{2,4}

Pengaruh Lari 60 Menit sebagai Olahraga Aerobik Intensitas Sedang terhadap Atensi

Pada kelompok perlakuan lari 60 menit tidak didapatkan adanya peningkatan atensi yang bermakna. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Shigehiko Ogoh dkk pada tahun 2014 menyatakan bahwa olahraga berkepanjangan dapat menyebabkan hiperventilasi sehingga terjadi penurunan aliran darah ke otak yang berpengaruh terhadap fungsi kognitif.⁹ Penelitian lain yang dilakukan oleh Matthew B dkk pada tahun 2015 menyatakan bahwa olahraga aerobik submaksimal diperpanjang yang mengarah pada kondisi dehidrasi dapat memperlemah proses pengolahan informasi dan memori.⁶

Hasil penelitian yang tidak bermakna ini dapat dipengaruhi oleh beberapa hal. Pada penelitian ini terdapat perbedaan waktu penelitian antarsubjek sampai dengan 90 menit pada kelompok perlakuan 60 menit. Penelitian sebelumnya diberikan batas maksimal perbedaan waktu penelitian \pm 30 menit supaya pengaruh siklus sirkadian tetap terjaga.¹⁰ Subjek penelitian yang dipilih adalah subjek penelitian yang rutin berolahraga, namun tidak dipilih jenis olahraga yang aerobik saja. Olahraga aerobik dikaitkan dengan peningkatan volume otak dan konektivitas fungsional. Oleh karena itu, memungkinkan adanya perbedaan hasil peningkatan atensi dan fungsi kognitif lainnya pada subjek penelitian yang sering melakukan olahraga aerobik tingkat kebugaran sedang dengan yang tidak sering melakukan olahraga.² Faktor lain yang mungkin mempengaruhi hasil namun tidak dapat dikendalikan oleh peneliti yaitu kondisi sekitar yang ramai. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa seseorang akan lebih terganggu dengan perubahan lingkungan secara visual sehingga lebih banyak menghabiskan waktu untuk mengerjakan tugas.¹¹

Perbandingan Selisih Hasil *Pretest* dan *Posttest Attention Network Test* Antarkelompok

Perbandingan selisih hasil *pretest* dan *posttest attention network test* antarkelompok kontrol dan lari 30 menit, kontrol dan lari 60 menit, dan lari 30 menit dan 60 menit menunjukkan hasil yang tidak bermakna. Hal ini dapat dipengaruhi oleh belum jelasnya mekanisme pengaruh pendinginan setelah olahraga terhadap atensi dan belum diketahui pada menit ke berapa setelah perlakuan dilakukan pemeriksaan atensi untuk hasil yang maksimal. Hal lain yang juga dapat mempengaruhi hasil yaitu penelitian ini tidak mengukur denyut jantung selama perlakuan sehingga intensitas olahraga aerobik yang dicapai tidak dapat terpantau dengan tepat.¹²

Kelemahan penelitian ini yaitu tempat subjek melakukan olahraga di lapangan terbuka sehingga sangat tergantung pada keadaan cuaca. Jumlah subjek penelitian terbatas. Kecepatan lari tiap-tiap subjek penelitian tidak sama oleh karena tidak tersedianya alat yang dapat membuat subjek lari secara serentak dengan kecepatan yang sama. Denyut jantung tidak diukur selama perlakuan sehingga tidak dapat dipantau secara terus-menerus untuk menjaga denyut jantung yang dicapai 50-70% dari denyut jantung maksimal. Posisi subjek saat mengerjakan *attention network test* tidak ergonomis sehingga beberapa subjek merasa cukup terganggu dan tidak dapat mengerjakan dengan maksimal. Penelitian ini tidak dapat mengukur pengaruh olahraga terhadap atensi pada tingkat seluler dan molekuler yang dari pustaka dianggap berperan penting, namun hal ini tidak mempengaruhi validitas penelitian.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Lari 30 menit sebagai olahraga aerobik intensitas sedang meningkatkan atensi mahasiswa. Hal ini kemungkinan karena adanya peningkatan aliran darah otak, stimulasi neurotropik otak, dan katekolamin plasma.

Saran

Pada penelitian ini diketahui adanya pengaruh lari 30 menit sebagai olahraga aerobik intensitas sedang terhadap atensi mahasiswa sehingga lari dapat ditekuni oleh kalangan yang membutuhkan atensi yang lebih baik, namun perlu diadakan penelitian lebih lanjut secara lebih spesifik yang dilakukan pada populasi yang lebih luas sebagai populasi terjangkau dan subjek penelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lee D-C, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(5):472–81.
2. Chang YK, Chi L, Etnier JL, Wang CC, Chu CH, Zhou C. Effect of Acute Aerobic Exercise on Cognitive Performance : Role of Cardiovascular Fitness. *Psychol Sport Exerc*. 2014;XXXIII(2):81–7.
3. Chang YK, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL. The Effects of Acute Exercise on Cognitive Performance: A Meta-analysis. *Brain Res. Elsevier B.V.*; 2012;1453(250):87–101.
4. M. Heimann, T. Tjus, K. Strid. Attention in Cognition and Early Learning. *Int Encycl Educ*. 2010;5:237–44.
5. Fan J, McCandliss BD, Sommer T, Raz A, Posner MI. Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *J Cogn Neurosci*. 2002;14(3):340–7.
6. Manjunatha S. The Acute Effects of a Single Bout of Moderate-intensity Aerobic Exercise on Cognitive Functions in Healthy Adult Males. *J Clin Diagnostic Res*. 2013;1883–6.
7. Pontifex MB, Parks AC, Henning D a, Kamijo K. Single bouts of exercise selectively sustain attentional processes. *Psychophysiology*. 2015;52(5):618–25.
8. Cotman CW, Berchtold NC. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neurosci*. 2002;25(6):295–301.
9. Ogoh S, Tsukamoto H, Hirasawa A, Hasegawa H, Hirose N. The effect of changes in cerebral blood flow on cognitive function during exercise. *Physiol Reports*. 2014;2:1–8.
10. J AP, Dileo T, Roberge R, Coca A, J-h K. Salivary and serum cortisol levels during recovery from intense exercise and prolonged , moderate exercise. *Biol Sport*. 2015;32:91–5.
11. Fisher A V, Godwin KE, Seltman H. Visual Environment, Attention Allocation, and Learning in Young Children: When Too Much of a Good Thing May Be Bad. *Psychol Sci*. 2014;25(7):1362–70.
12. Bediz CS, Oniz A, Guducu C, Demirci EU, Ogut H, Gunay E, et al. Acute Supramaximal Exercise Increases the Brain Oxygenation in Relation to Cognitive Workload. *Front Hum Neurosci*. 2016;10(April):1–11.