

Perubahan Aktivitas Listrik Jantung pada Tikus yang Diberi Latihan Fisik Aerobik Serta Henti Latih

William¹, Dewi Irawati Soeria Santoso², Isdoni³, Riki Siswandi⁴

¹ Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana

² Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

³ Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor

⁴ Departemen Bedah, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor

Alamat Korespondensi: william@ukrida.ac.id

Abstrak

Latar Belakang: Latihan fisik aerobik telah lama diketahui memberikan pengaruh yang baik kepada tubuh, latihan fisik aerobik yang rutin dan dalam jangka waktu lama dapat membuat jantung mengalami *remodeling*. Proses *remodeling* ini bukan hanya terjadi pada struktur tetapi juga pada kelistrikan jantung, beberapa studi menunjukkan *remodeling* listrik jantung yang terjadi mengakibatkan berbagai bentuk aritmia, dan belum banyak yang diketahui tentang *remodeling* listrik jantung setelah henti latih.

Metode: Pemeriksaan EKG dilakukan pada tikus Wistar jantan yang telah menjalani latihan fisik aerobik selama empat minggu dan 12 minggu. Pemeriksaan EKG juga dilakukan lagi setelah empat minggu periode henti latih. Kecepatan alat treadmill yang digunakan adalah 20 m/menit, dengan lama durasi latihan selama 20 menit dengan diselingi masa istirahat selama 90 detik setiap lima menit tikus tersebut berlari.

Hasil: Tidak terdapat perbedaan bermakna untuk voltase dan durasi gelombang P pada semua kelompok perlakuan. Terjadi peningkatan voltase gelombang R pada kelompok latihan fisik aerobik empat minggu dan 12 minggu ($p < 0,05$). Tidak terdapat perbedaan bermakna untuk voltase gelombang R pada kelompok henti latih. Terdapat pemanjangan durasi segmen dan interval PR pada kelompok latihan fisik aerobik empat minggu dan 12 minggu (terutama pada kelompok latihan fisik aerobik 4 minggu dengan $p < 0,05$). Tidak terdapat perbedaan bermakna durasi segmen dan interval PR pada kelompok henti latih. Terjadi pemanjangan durasi repolarisasi ventrikel (durasi gelombang T, interval QT) pada kelompok latihan fisik aerobik empat minggu dan 12 minggu (terutama pada kelompok latihan fisik aerobik 4 minggu, $p < 0,05$). Tidak terdapat perbedaan bermakna untuk durasi gelombang T, interval QT pada kelompok henti latih. Terjadi penurunan frekuensi denyut jantung istirahat pada kelompok latihan fisik aerobik empat minggu dan 12 minggu (terutama pada kelompok latihan fisik empat minggu, $p < 0,05$). Tidak terdapat perbedaan bermakna untuk frekuensi denyut jantung istirahat pada kelompok henti latih.

Kesimpulan: Terjadi perubahan aktivitas listrik jantung (interval QT, interval PR, durasi gelombang T dan voltase gelombang R), perubahan frekuensi denyut jantung istirahat tikus Wistar jantan setelah latihan fisik aerobik selama empat minggu dan 12 minggu. Henti latih mengembalikan perubahan aktivitas listrik jantung dan perubahan frekuensi denyut jantung istirahat tersebut.

Kata kunci: Aktivitas listrik jantung, EKG, latihan fisik aerobik, henti latih

Abstract

Background: Aerobic training have long been known to give a good impact to body, aerobic training if been done routinely and with long period of time will make remodeling process to the heart. This remodeling process is not only occur in structure but also in heart electrical activity, several study reveal that this electrical activity may cause many form of aritmia, there also evidence that structural

remodeling that also cause electrical changes is a persistent process, if structural remodeling persistent process, what will happen to heart electrical activity of this persistent structural remodeling after detraining is still less known.

Methods: Electrocardiogram (ECG) is conducted in male Wistar rat that have completed 4 weeks, 12 weeks aerobic training, 4 weeks and 12 weeks aerobic training with 4 weeks detraining. The speed that been use is 20 m/minute with 20 minute training duration and 90 second intermitten resting interval for every 5 minute training.

Results: There is no difference for P wave voltage and duration in all groups. R wave voltage is increase in 4, 12 weeks aerobic training group ($p < 0.05$). There is no significant difference for R wave voltage in detraining group. PR segment and interval is prolonged in 4, 12 weeks aerobic training group (especially in 4 weeks aerobic training group, $p < 0.05$). There is no significant difference for PR segment and interval in detraining group. Ventricular repolarization time (T wave duration, QT interval) is prolonged in 4, 12 weeks aerobic training group (especially in 4 weeks aerobic training group, $p < 0.05$). There is no significant difference for T wave duration and QT interval in detraining group. Resting heart rate is lower in 4, 12 weeks aerobic training group (especially in 4 weeks aerobic training group, $p < 0.05$). There is no significant difference for resting heart rate in detraining group.

Conclusion: Male Wistar rat heart electrical activity (QT interval, PR interval, T wave duration time and R wave voltage) and resting heart rate change after 4 weeks and 12 weeks aerobic training. Detraining restore that changes.

Keywords: Heart electrical activity, Electrocardiogram (ECG), Aerobic training, Detraining

Keywords: Heart electrical activity, ECG, Aerobic training, Detraining

Pendahuluan

Latihan fisik aerobik telah lama diketahui dapat meningkatkan derajat kesehatan seseorang dan juga telah lama dilakukan untuk tujuan tersebut. Selain untuk meningkatkan derajat kesehatan seseorang, latihan fisik juga dilakukan untuk meningkatkan kapasitas aerobik agar dapat memenangkan pertandingan. Latihan fisik aerobik jika dilakukan teratur dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan jantung mengalami perubahan (*remodeling*: membentuk model jantung yang baru).^{1,2}

Remodeling yang terjadi dapat pada struktur aktivitas listrik jantung. Peristiwa *remodeling* yang terjadi tidak selama baik untuk jantung, dalam beberapa penelitian ditemukan adanya aritmia yang terjadi karena latihan fisik aerobik.^{3,4}

Dari beberapa penelitian ditemukan bahwa *remodeling* struktur yang terjadi cenderung bersifat menetap.⁵ Apakah yang terjadi dengan aktivitas listrik jantung jika *remodeling* struktur cenderung menetap dan apakah pengaruh henti latihan terhadap aktivitas listrik jantung. Untuk menjawab

pertanyaan itu maka dilakukanlah penelitian ini.

Metode Penelitian

Subjek Penelitian

Penelitian ini adalah studi eksperimental *in vivo* menggunakan tikus Wistar jantan yang berusia 8-10 minggu dengan berat badan 150-250 g. Tikus dibagi menjadi delapan kelompok, yaitu: kelompok kontrol empat minggu (K4), Aerobik empat minggu (AR4), kontrol empat minggu henti latihan (K4HL), aerobik empat minggu henti latihan (AR4HL), kontrol 12 minggu (K12), aerobik 12 minggu (AR12), kontrol 12 minggu henti latihan (K12HL) dan aerobik 12 minggu henti latihan (AR12HL).

Kecepatan Lari Tikus

Tikus mengalami aklimasi terhadap lingkungan selama satu minggu dan aklimasi terhadap alat selama satu minggu (dilarikan pada alat treadmill dengan kecepatan yang ditingkatkan secara bertahap setiap harinya). Setelah periode aklimasi selesai tikus dilarikan dengan kecepatan 20m/menit dengan periode

latihan selama 20 menit dan interval istirahat selama 90 detik setiap lima menit berlari. Latihan ini dilakukan selama empat minggu dan latihan selama 12 minggu yang disusul dengan periode henti latihan selama 4 minggu.

Pemeriksaan EKG & Analisis data

Pemeriksaan EKG dilakukan setelah tikus berlari selama empat minggu dan 12 minggu serta kembali dilakukan pada periode henti latihan. Hasil dari pemeriksaan

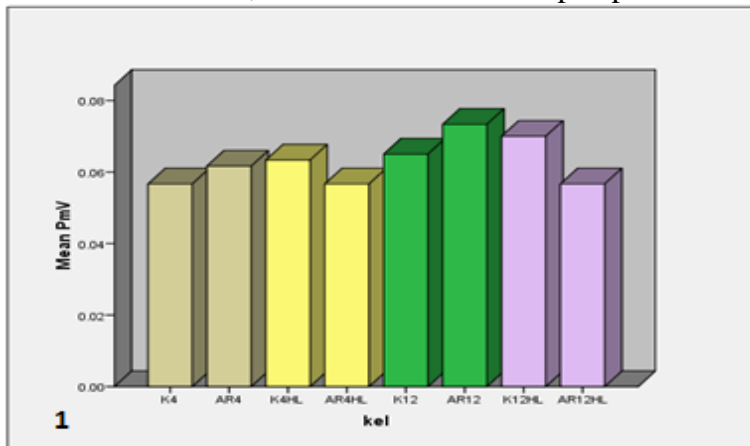
EKG diperiksa voltase dan durasinya menggunakan program *paint*. Analisis data menggunakan program SPSS 16, dengan menggunakan T-test *independent* jika data berdistribusi normal, dan metode Mann-Whitney jika data berdistribusi tidak normal.

Keterangan Lolos Kaji Etik

Penelitian ini telah lolos kaji etik dari Komisi etik penelitian kesehatan FKUI RSCM, tgl 25 Februari 2013 no 116/H2.F1/ETIK/2013.

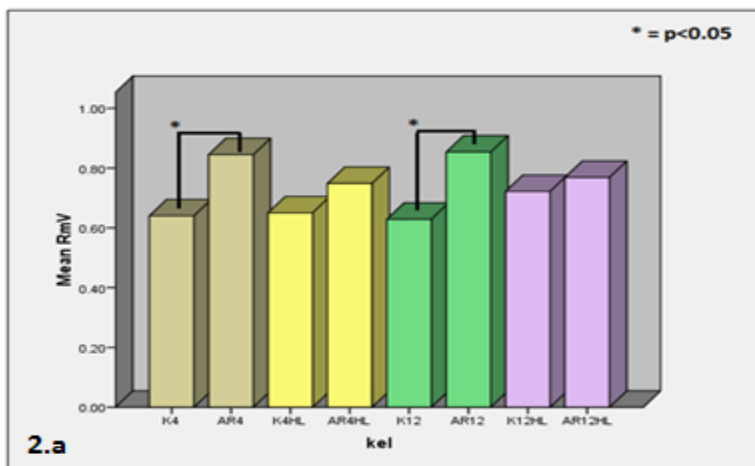
Hasil penelitian

1. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap depolarisasi atrium

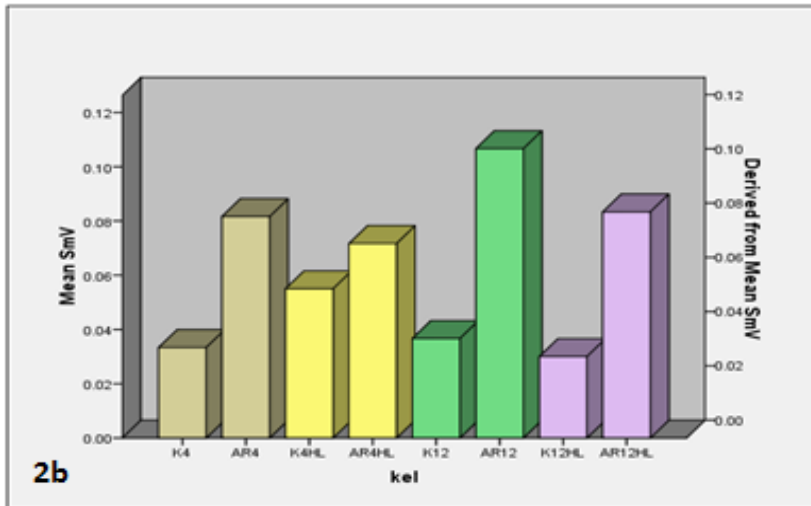


Grafik 1. Pengaruh latihan fisik aerobik dan henti latihan terhadap voltase gelombang P

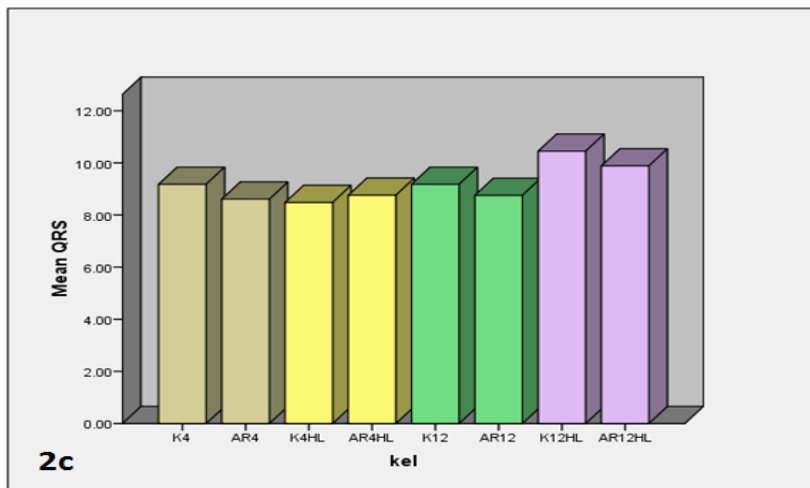
2. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap depolarisasi ventrikel



Grafik 2a. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap voltase gelombang R.

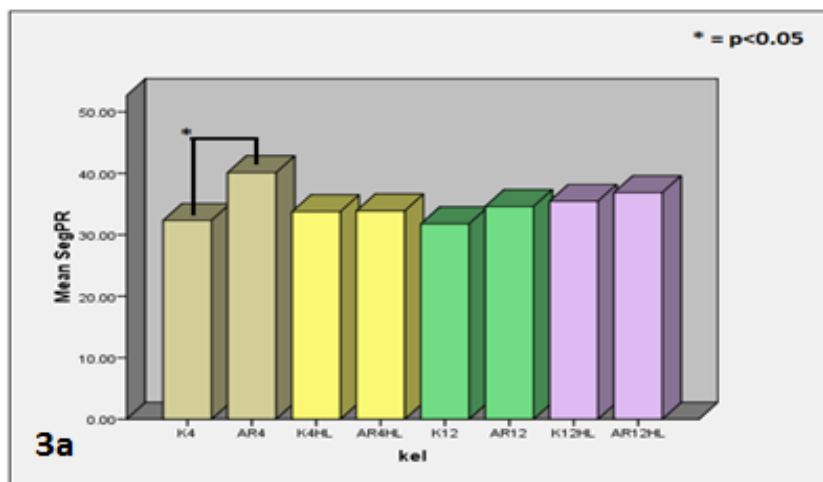


Grafik 2b. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap voltase gelombang S.

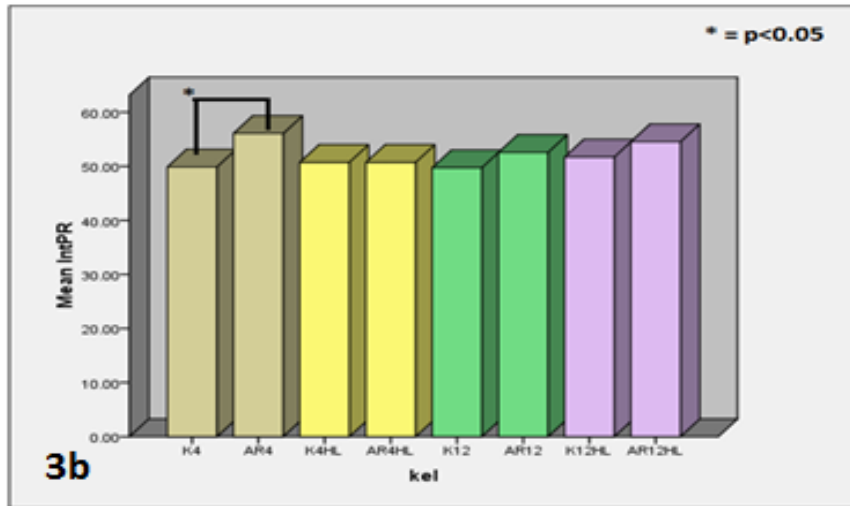


Grafik 2c. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap durasi kompleks QRS.

3. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap kecepatan konduksi dari atrium ke ventrikel

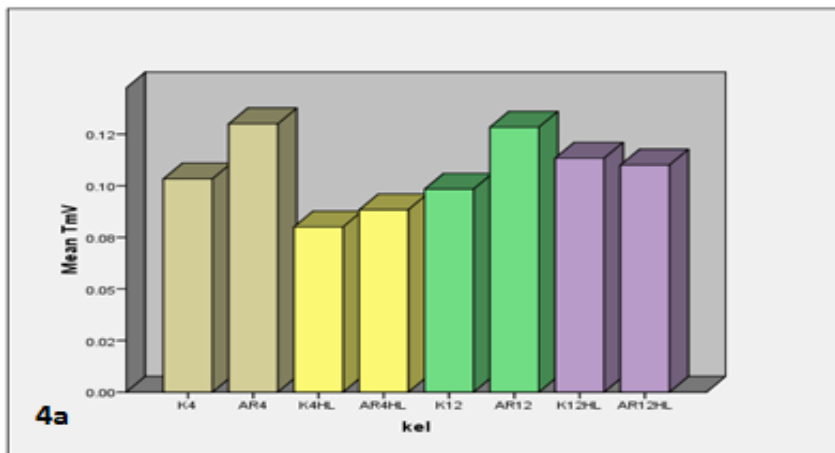


Grafik 3a. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latihan terhadap durasi segmen PR.

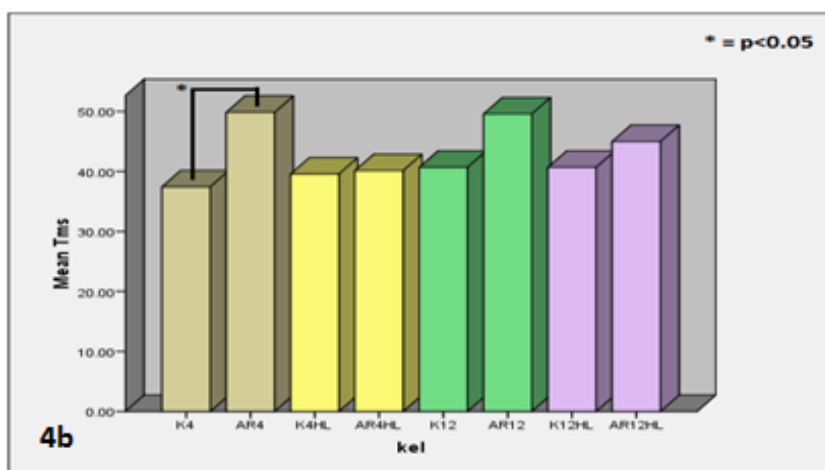


Grafik 3b. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap interval PR.

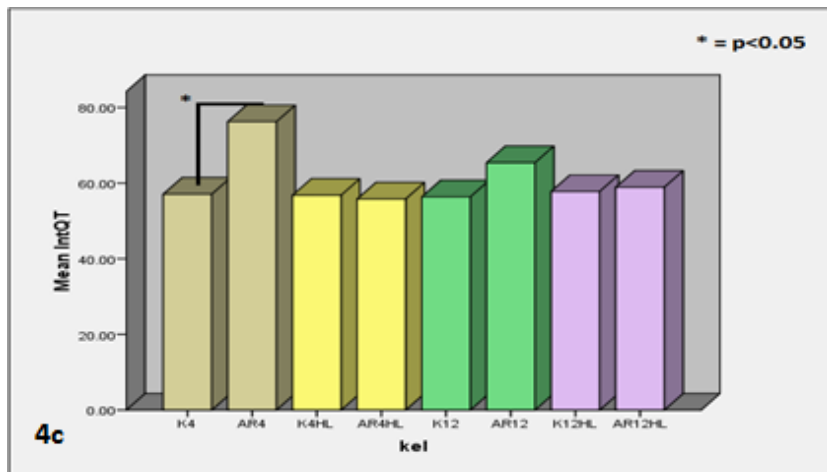
4. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap repolarisasi ventrikel



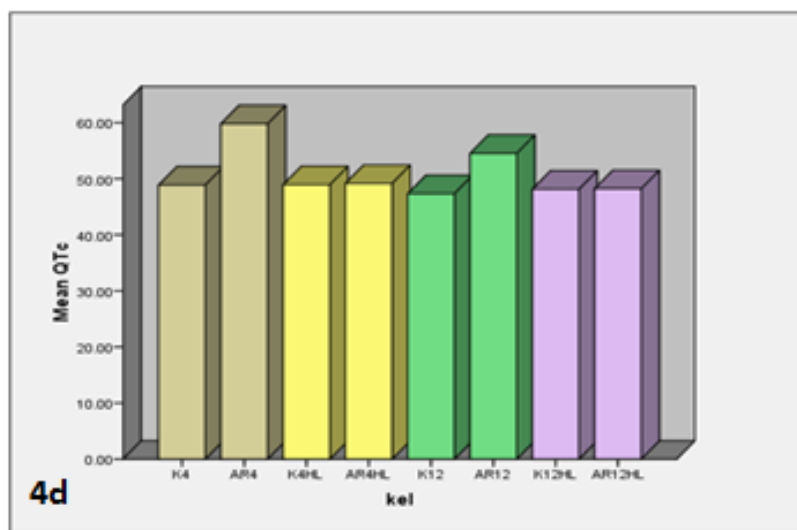
Grafik 4a. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap voltase gelombang T.



Grafik 4b. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap durasi gelombang T.

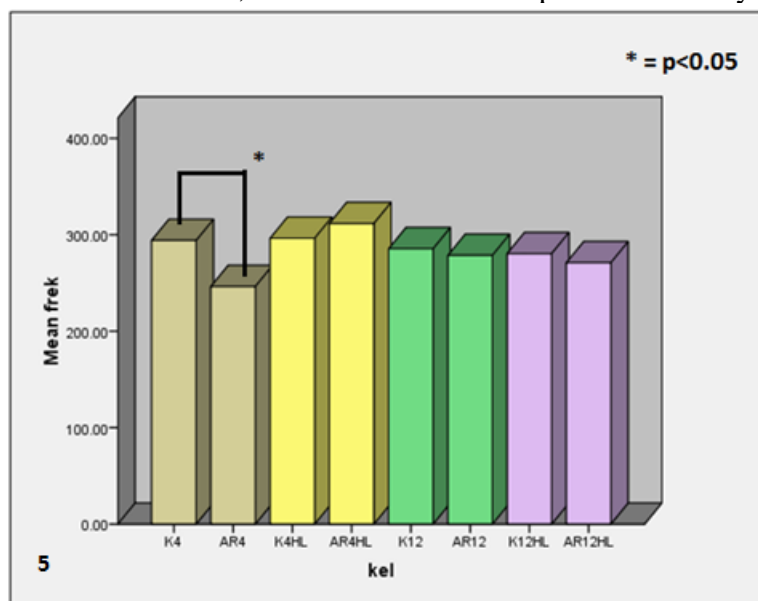


Grafik 4c. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap interval QT.

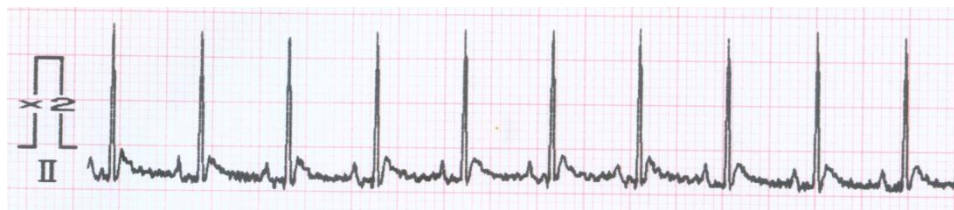


Grafik 4d. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap QTc.

5. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap frekuensi denyut jantung istirahat.



Grafik 5. Pengaruh latihan fisik aerobik, dan henti latih terhadap frekuensi denyut jantung istirahat.



Gambar 1. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latih terhadap irama jantung dan adanya denyut ektopik

Pembahasan

1. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latih terhadap depolarisasi atrium

Pada grafik 1a dan 1b terlihat bahwa latihan fisik aerobik maupun henti latih tidak mengubah depolarisasi atrium.

2. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latih terhadap depolarisasi ventrikel

Pada grafik 2a terlihat bahwa latihan fisik aerobik baik yang 4 minggu maupun yang 12 minggu menyebabkan peningkatan voltase gelombang R, hal ini sama dengan yang terjadi pada tikus maupun manusia.⁶⁻⁸ Henti latih mengembalikan perubahan tersebut. Peningkatan voltase gelombang R ini disebabkan karena hipertrofi jantung yang terjadi setelah latihan fisik aerobik.⁹

Durasi QRS menggambarkan kecepatan konduksi intraventrikular, adanya pemanjangan durasi QRS membuat individu rentan terhadap kematian mendadak yang disebabkan oleh aritmia, pada penelitian ini tidak ditemukan durasi QRS yang memanjang.¹⁰ Durasi QRS yang memanjang dapat ditemukan pada individu yang mengalami ekspresi protein koneksin 43 yang berkurang,¹¹ pada penelitian sebelumnya dengan protokol latihan yang sama ditemukan seiring kardiomiost membesar, ekspresi koneksin 43 juga bertambah,¹² sehingga konduksi intraventrikular dipertahankan kecepatannya, yang pada penelitian ini terlihat durasi QRS yang tidak berubah pada (grafik 2c).

3. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latih terhadap kecepatan penghantaran impuls dari atrium ke ventrikel

Pada grafik 3a dan 3b terlihat bahwa latihan fisik aerobik memperlambat kecepatan penghantaran impuls dari atrium ke ventrikel (terutama pada latihan fisik aerobik 4 minggu). Perlambatan kecepatan penghantaran impuls ini membuat seorang individu lebih beresiko 2x terjadi fibrilasi atrium, dan 1,4 x untuk kematian mendadak,¹³ khususnya pada atlet resiko untuk terjadinya fibrilasi atrium lebih besar lagi yaitu 5x.¹⁴ Pada penelitian ini ditemukan bahwa henti latih mengembalikan perubahan yang terjadi setelah latihan fisik aerobik, sehingga henti latih memiliki efek yang baik dari segi aktivitas listrik jantung.

4. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latih terhadap repolarisasi ventrikel

Pada grafik 4b,c,d terlihat bahwa latihan fisik aerobik, terutama latihan fisik aerobik 4 minggu menyebabkan durasi repolarisasi ventrikel memanjang. Pemanjangan durasi repolarisasi ventrikel (terutama dilihat dari QTc) membuat seorang individu rentan terhadap terjadinya aritmia.¹⁵ Henti latih mengembalikan perubahan tersebut, sehingga dapat dikatakan henti latih memiliki efek yang baik dari segi aktivitas listrik jantung.

5. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latih terhadap frekuensi denyut jantung istirahat

Pada grafik 5 terlihat bahwa latihan fisik aerobik menyebabkan penurunan frekuensi denyut jantung istirahat (terutama pada kelompok latihan fisik aerobik 4 minggu), hal yang sama juga ditemukan pada tikus dan manusia. Pada kelompok 12 minggu tidak didapatkan penurunan yang bermakna, hal ini

disebabkan karena tikus telah beradaptasi terhadap intensitas latihan yang diberikan. Mekanisme penurunan frekuensi denyut jantung istirahat masih belum jelas diketahui, akan tetapi dari hasil penelitian ditemukan bahwa penurunan frekuensi denyut jantung istirahat disebabkan karena peningkatan tonus parasimpatis, penurunan tonus simpatis dan oleh sebab intrinsik (di dalam nodus SA).^{16,17} Henti latihan mengembalikan penurunan frekuensi denyut jantung istirahat dan menurut penelitian Evangelista FS, et al (2005) proses ini lebih disebabkan oleh karena sebab intrinsik.¹⁸

6. Pengaruh latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latihan terhadap irama denyut jantung dan adanya denyut ektopik

Pada gambar 1 terlihat bahwa latihan fisik aerobik, latihan fisik aerobik serta henti latihan tidak menyebabkan terjadinya aritmia. Hipertrofi jantung menyebabkan jantung lebih rentan untuk terjadinya aritmia dan menurut penelitian Sari DN, et al (2012) dengan protokol yang sama dengan penelitian ini menemukan hipertrofi setelah latihan fisik aerobik dan henti latihan menyebabkan regresi parsial (hipertrofi yang terjadi cenderung menetap), mengapa pada penelitian ini tidak ditemukan aritmia sedangkan jantung yang hipertrofi rentan terhadap aritmia, oleh karena alat EKG yang digunakan memiliki kekurangan yaitu hanya memeriksa irama jantung hanya pada saat dilakukannya pemeriksaan tetapi apakah dalam 24 jam terjadi aritmia atau tidak, hal ini tidak dapat diketahui dengan alat EKG pada penelitian ini, oleh karena itu sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan EKG *Holter*.

Kesimpulan

Terjadi perubahan aktivitas listrik jantung (interval QT, interval PR, durasi gelombang T dan voltase gelombang R), perubahan frekuensi denyut jantung istirahat tikus Wistar jantan setelah latihan fisik aerobik 4 minggu dan 12 minggu. Henti latihan mengembalikan perubahan

aktivitas listrik jantung (interval QT, interval PR, durasi gelombang T dan voltase gelombang R) dan perubahan frekuensi denyut jantung istirahat.

Daftar Pustaka

1. Per-Olof A, Rodahl K, Dahl HA. Textbook of Work Physiology: Physiological basis of exercise. 4th ed. USA: McGraw-Hill;2003.
2. Kusmana D. Olahraga untuk orang sehat dan penderita penyakit jantung. 2nd ed. Jakarta: FKUI;2006.
3. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, et al. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation*. 2000; 102:278-84.
4. Benito B, Jordi GG, Mollar AS, Guasch E, Shi Y, Tardif JC, et al. Cardiac arrhythmogenic remodeling in rat model of long-term intensive exercise training. *Circulation*. 2011; 123:13-22.
5. Santoso DIS, Lontoh SO, Wuyung PE, Endardjo S. Effect of long-term physical training and detraining on myocyte structure and connective tissue of Wistar rat's ventricle: preeliminary experiment in rat. *Med J Indones*. 2011; 20:271-7.
6. VanHoose L, Sawers Y, Loganathan R, Vacek JL, Bittel LS, Novikova L, et al. Electrocardiographic changes with the onset of diabetes and the impact of aerobic exercise training in Zucker Diabetic Fatty rat (ZDF). *Cardiovascular Diabetology*. 2010; 9:1-10.
7. Sharma S, Whyte G, Elliott P, Padula M, Kaushal R, Mahon N. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes. *Br J Sport Med*. 1999; 33:319-24.
8. Pelliccia A, Maron BJ, Luca RD, Di Paolo FM, Spataro A, Culasso F. Remodeling of left ventricular hypertrophy in elite athlete after long deconditioning. *Circulation*. 2002; 105:944-9.
9. Sari DN. Pengaruh latihan aerobik intermitten dan henti latihan terhadap hipertrofi ventrikel kiri pada tikus Wistar [Tesis]. FKUI: Jakarta; 2012.
10. Aro AL, Anttonen O, Jani T, Junttila MJ, Kerola T, Harri A, et al. Intraventricular conduction delay in a standard 12-lead electrocardiogram as a predictor of

-
- mortality in general population clinical perspective. *Circulation*. 2011; 4:704-10.
11. Kirchhoff S, Kim JS, Hagendorff A, Thonissen E, Kruger O, Lamers WH, et al. Abnormal cardiac conduction and morphogenesis in connexin 40 and connexin 43 double deficient mice. *Circulation*. 2000; 87:399-405.
 12. Chondro F, Siagian M, Santoso DIS. Pengaruh latihan fisik erobik dan detraining terhadap ekspresi protein connexin 43 pada sel otot jantung [tesis]. FKUI: Jakarta;2013.
 13. Cheng S, Keyes MJ, Larson MG, McCabe EL, Newton CC, Levy D, et al. Long term outcome in individuals with prolonged PR interval or first-degree atrioventricular block. *JAMA*. 2009; 301(24):2571-7.
 14. Abdulla J, Nielsen JR. Is the risk of atrial fibrillation higher in athletes than in general population? A systematic review and metaanalysis. *Europace*. 2009; 11: 1156-59.
 15. Yang KC, Foeger NC, Morionneau C, Jay PY, McMullen JR, Nerbonne JM. Homeostatic regulation of electrical excitability in physiological hypertrophy. *J Physiol*. 2010; 588(24):5015-32.
 16. Angelis KD, Wichi B, Jesus WRA, Moreira ED, Morris M, Krieger EM, et al. Exercise training changes autonomic cardiovascular balance in mice. *J Appl Physiol*. 2004; 96:2174-8.
 17. Stein R, Medeiros CM, Rosito GA, Zimmerman LI, Riberio JP. Intrinsic sinus and atrioventricular node electrophysiology adaptation in endurance athlete [Abstract]. *J Am Coll Cardiol*. 2002; 39(6):1033-8.
 18. Evangelista FS, Martuchi SED, Negrao CE, Brum PC. Loss of resting bradycardia with detraining is associated with intrinsic heart rate changes. *Braz J Med Biol Res*. 2005; 38(7):1141-46.

