

1982

BERKALA ILMU KEDOKTERAN (Journal of the Medical Sciences)

ISSN 0126 — 1312 CODEN: BIKEDW

Diterbitkan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada

Jilid XXV

September 1993

Nomor 3

Disproporsi Perubahan Kadar Glukosa, Asam Laktat dan Hemoglobin Darah Sebagai Parameter Uji Kinerja Fisik

Oleh: Sri Rahajoe Asj'ari

Laboratorium Biokimia
Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRACT

Sri Rahajoe Asj'ari - *Disproportional changes of glucose, lactic acid and haemoglobin level as parameters for physical performance test*

Levels of blood Hb, glucose and lactic acid were estimated two times to 49 athletes of badminton and tennis (13-27 years old). The estimations were done before and after physical performance test. The loads of physical performance test for the subjects were different to each other, depending on their capacities. The changes of Hb concentration were used to correct the changes of glucose and lactic acid concentrations due to the changes of blood volume. The Hb concentrations of 35 subjects increased and the rest of 14 decreased; they were called group A (n=35) and group B (n=14) respectively. When blood glucose concentrations were observed from group A, 24 of them decreased (group A₁) while the remaining 11 increased. After it had been adjusted to the changes of blood volume, the blood glucose concentration of 4 among the 11 persons (group A₂) became lower, while the other 7 subjects remained high (group A₃). Blood glucose concentrations of group B increased even after adjusted to the changes of blood volume. The lactic acid concentrations of all subjects also increased after adjusted to the changes of blood volume.

Key words: - athletes - blood - haemoglobin - glucose - lactic acid - physical performance

0126-1312/93/2503-0101 \$01.00

© 1993 Berkala Ilmu Kedokteran

PENGANTAR

Banyak parameter metabolik digunakan pada uji kinerja fisik. Parameter-parameter tersebut dapat berupa parameter faali dan dapat berupa parameter biokimiawi. Sebagai parameter faali antara lain adalah VO_2 max, kapasitas pulmo, denyut nadi dan tekanan darah. Pada penelitian ini ditinjau parameter biokimiawi. Komponen di dalam darah kadarnya berubah bila dilakukan uji kinerja fisik. Parameter biokimiawi yang sering digunakan adalah kadar glikogen otot, glukosa darah dan asam laktat darah, benda-benda keton, ureum, elektrolit, hormon insulin dan asam lemak bebas. Di antara parameter-parameter ini ada metabolit yang dikonsumsi atau dibakar untuk menghasilkan energi, ada yang muncul sebagai hasil katabolisme, ada yang berkurang karena mengalami sintesis menjadi komponen lain untuk menggantikan yang hilang setelah dioksidasi. Demikian juga ada perubahan kadar elektrolit dalam usaha mempertahankan pH darah. Mereka dapat keluar atau masuk darah. Komponen lainnya yang tidak termasuk metabolit mengalami perubahan kadar hanya karena perubahan volume darah, misalnya hemoglobin (Hb), hematokrit, dan protein plasma. Oleh karena itu ada disproporsi perubahan kadar metabolit dalam darah pada uji kinerja fisik.

Pada tulisan ini disajikan hasil pemeriksaan atlet bulutangkis dan tenis setelah uji kinerja fisik dengan metode Astrand menggunakan *ergocycle*. Tes fisik yang dilakukan merupakan beban kerja fisik dalam jangka waktu beberapa menit yang mengkonsumsi energi. Kebutuhan energi ini dipenuhi dengan proses katabolisme karbohidrat (McArdle *et al.*, 1986), sehingga menyebabkan kenaikan pengambilan glukosa dari darah 7-20 kali lebih besar dibandingkan dengan pada waktu istirahat. Dalam penelitian ini glukosa diperiksa sebagai komponen darah yang kadarnya turun setelah uji kinerja fisik. Selama proses pemeriksaan fisik yang hanya memerlukan waktu beberapa menit ini katabolisme yang berlangsung adalah oksidasi anaerob dari glukosa atau glikogen yang menghasilkan asam laktat. Oleh karena asam laktat adalah komponen darah yang diproduksi, kadarnya di dalam darah meningkat (McArdle *et al.*, 1986). Pada kerja fisik diproduksi keringat, maka perubahan kadar glukosa maupun kadar asam laktat yang diamati tidak murni disebabkan oleh peningkatan pengambilan glukosa darah atau peningkatan produksi asam laktat, tetapi juga disebabkan oleh perubahan volume darah maupun plasma darah (Hill, 1988). Perubahan ini dapat mencapai 20% selama latihan maksimal (Pivarink, 1989). Perubahan hematokrit dapat digunakan untuk mengoreksi pengaruh perubahan volume darah atau plasma dalam mengukur kadar glukosa dan asam laktat di darah (Hill, 1988). Pada pemeriksaan hematologi sesudah perlombaan balap sepeda diketahui bahwa perubahan kadar hemoglobin sesuai dengan perubahan hematokrit yaitu 8% (Kreider *et al.*, 1991). Oleh karena itu pada penelitian ini perubahan kadar Hb digunakan sebagai faktor koreksi dalam menentukan perubahan kadar metabolit di dalam darah, dalam hal ini glukosa dan asam laktat.

METODE PENELITIAN

Subyek

Subyek penelitian terdiri dari atlet laki-laki dan perempuan dari cabang olahraga bulutangkis dan tenis, yang pernah menjadi juara. Umur mereka adalah antara 13 dan 27 tahun.

Cara penelitian

Subyek penelitian datang di tempat penelitian, untuk menjalani uji kinerja fisik. Sebelum datang, di antara mereka ada yang telah melaksanakan latihan, dan ada yang langsung datang dari rumah. Jarak dari rumah ke tempat penelitian cukup jauh, sehingga tidak perlu dilakukan pemanasan. Uji kinerja fisik dikerjakan tidak serentak, tetapi sesuai dengan urutan kedatangan mereka di tempat penelitian. Dengan demikian pada waktu diperiksa mereka berada dalam status pemulihan (*recovery*) yang berlainan. Beban kerja fisik yang diberikan pada waktu menjalankan uji kinerja fisik berbeda antara yang satu dengan yang lainnya, sesuai dengan kemampuan masing-masing. Dengan demikian akan diperoleh variasi perubahan kadar komponen darah yang diperiksa. Diharapkan ada variasi antar subyek maupun antar komponen yang tidak sama (disproporsi).

Ubahan yang diperiksa. Ubahan yang diperiksa adalah kadar Hb, kadar glukosa dan kadar asam laktat dalam darah. Pemeriksaan dilakukan 2 kali, yaitu terhadap darah yang diambil sebelum uji kinerja (darah pertama) dan yang diambil sesudahnya (darah ulang).

Pengambilan darah. Darah diambil dari vena cubiti, dengan menggunakan semprit (*syringe*) sekali pakai. Subyek waktu diambil darahnya berada dalam posisi duduk. Antikoagulan yang digunakan adalah EDTA. Pemeriksaan Hb dikerjakan dengan metode cyanmet-Hb, dengan reagen siap pakai buatan E. Merck. Kadar glukosa darah diperiksa dengan menggunakan metode enzimatokolorimetri dengan reagen oksidase glukosa siap pakai buatan E. Merck, dan kadar asam laktat ditentukan dengan metode kemokolorimetri menurut Barkert & Summerson (Osser, 1965).

Analisis data

Data dikelompokkan sesuai dengan pemeriksaan Hb, yaitu kelompok yang kadar Hb-nya pada pemeriksaan darah ulang naik (A) dan kelompok yang turun (B).

Kelompok A dibagi menjadi:

Kelompok A1, yang kadar glukosa darahnya turun pada pemeriksaan darah ulang, tetapi setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah, kadar glukosa darah ulang tersebut tetap kurang dibanding dengan kadar yang diperoleh dari pemeriksaan darah pertama.

Kelompok A2, yang kadar glukosa darahnya naik pada pemeriksaan darah ulang dan setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah, kadar glukosa darah ulang tersebut lebih rendah daripada kadar glukosa darah pertama.

Kelompok A3, yang kadar glukosa darahnya naik pada pemeriksaan darah ulang dan tetap lebih tinggi setelah dikoreksi dengan perubahan volume darah.

Dengan demikian diperoleh 4 kelompok data, yaitu kelompok A-1, A-2 dan A-3, dan kelompok B (BAGAN 1).

BAGAN 1. -- Pengelompokan subyek penelitian menurut perubahan kadar Hb dan glukosa. Keterangan naik atau turun dimaksudkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah ulang (sesudah uji kinerja fisik) dibanding dengan pemeriksaan glukosa darah pertama (sebelum dilaksanakan uji kinerja fisik). Koreksi perubahan volume darah adalah dikalikan dengan [Hb]1, dilakukan pada masing-masing subyek.
[Hb]2

			Kadar Hemoglobin	
			Naik (A)	Turun (B)
Kadar Glukosa Darah				
Sebelum dikoreksi dengan perubahan volume darah	Sesudah dikoreksi dengan perubahan volume darah	Kelompok		
Turun	Turun	A1	B	
Naik	Turun	A2		
Naik	Naik	A3		

Pengelompokan itu kemudian juga digunakan untuk menganalisis hasil pemeriksaan kadar asam laktat. Selanjutnya kadar asam laktat dalam darah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan darah ulang disesuaikan dengan perubahan volume darah dengan memperhitungkan perubahan kadar hemoglobin. Hasil pemeriksaan darah ulang, yaitu kadar glukosa darah dan asam laktat darah sebelum disesuaikan dengan perubahan kadar Hb maupun sesudah disesuaikan dengan perubahan kadar Hb dibandingkan dengan hasil pemeriksaan darah pertama, diuji dengan statistik t sama subyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Glukosa

Dari kelompok A (n=35) yang kadar Hb-nya pada pemeriksaan darah ulang naik ada 24 orang subyek yang kadar glukosa darahnya turun (kelompok A1). Penurunan kadar glukosa darah pada kelompok ini semakin besar setelah dikoreksi dengan perubahan volume darah yang dihitung dengan perubahan kadar Hb (TABEL 1).

Hasil pemeriksaan kadar Hb sebelum dan sesudah perlakuan adalah $15,4 \pm 2,0$ g% dan $17,7 \pm 2,9$ g%, sedangkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah adalah $4,6 \pm 0,6$ mmol/l dan $3,9 \pm 0,6$ mmol/l. Setelah dikoreksi dengan perubahan volume darah, kadar glukosa darah setelah perlakuan menjadi $3,5 \pm 0,8$ mmol/l. Perubahan-perubahan kadar tersebut secara statistik bermakna ($p < 0,05$).

TABEL 1. – Kadar Hb, glukosa (G) dan asam laktat (L) dari pemeriksaan darah pertama (I), kedua (II) yaitu darah ulang, dan ketiga (III) adalah darah ulang (II) yang telah disesuaikan dengan perubahan volume darah (Mean \pm SD)

	A1 n=24	A2 n=4	A3 n=7	B n=14
Hb _I	15,4 \pm 2,0	15,4 \pm 1,9	16,8 \pm 2,2	18,3 \pm 2,2
Hb _{II}	17,7 \pm 2,9	18,2 \pm 1,8	17,5 \pm 2,7	15,3 \pm 1,2
G _I	4,6 \pm 0,6	4,7 \pm 0,4	3,7 \pm 0,5	4,08 \pm 0,63
G _{II}	3,9 \pm 0,6	5,1 \pm 0,4	4,4 \pm 0,6	4,45 \pm 0,64
G _{III}	3,5 \pm 0,8	4,3 \pm 0,7	4,2 \pm 0,7	5,28 \pm 0,77
L _I	0,19 \pm 0,05	0,22 \pm 0,07	0,20 \pm 0,08	0,22 \pm 0,09
L _{II}	0,56 \pm 0,17	0,49 \pm 0,12	0,60 \pm 0,23	0,45 \pm 0,21
L _{III}	0,49 \pm 0,15	0,43 \pm 0,16	0,58 \pm 0,23	0,53 \pm 0,24

Satuan kadar: Hb adalah g%, dan untuk glukosa (G) dan asam laktat (L) adalah mmol/l

Dari kelompok A ada 11 orang subyek yang kadar glukosa darahnya naik pada pemeriksaan darah ulang. Setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah, kadar glukosa darahnya ada yang menjadi lebih rendah dan ada yang tetap lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pemeriksaan darah pertama. Untuk selanjutnya yang kadar glukosa darahnya menjadi lebih rendah dinamakan kelompok A2 (n=4) dan yang tetap lebih tinggi dinamakan kelompok A3 (n=7). Hasil-hasil pemeriksaan pertama, ulang dan yang sudah disesuaikan dengan perubahan volume darah dapat dilihat pada TABEL 1. Perubahan-perubahan kadar Hb maupun glukosa darah pada kelompok A2 tidak bermakna.

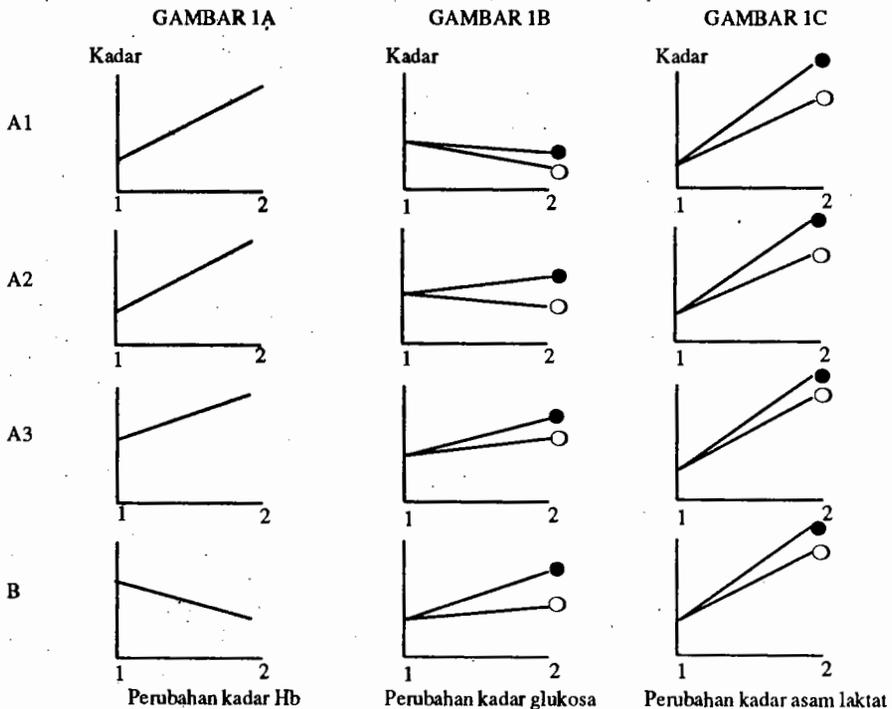
Pada kelompok B terjadi penurunan kadar Hb yaitu dari 18,3 \pm 2,2 g% menjadi 15,3 \pm 1,2 g% (n=14); disertai peningkatan kadar glukosa darah dari 4,1 \pm 0,6 menjadi 4,4 \pm 0,6 g%, namun kenaikan ini tidak bermakna. Hasil pemeriksaan darah ulang terhadap kadar glukosa darah setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah (yang diperhitungkan dari perubahan kadar Hb) menunjukkan adanya peningkatan (5,1 \pm 0,9 g%) dibandingkan dengan hasil pemeriksaan darah pertama.

Asam laktat

Analisis data selanjutnya dikerjakan untuk hasil pemeriksaan kadar asam laktat. Data dikelompokkan sesuai dengan cara yang diterapkan untuk pengelompokan kadar glukosa dalam darah, yaitu kelompok A1, A2, A3 dan B. Hasil pemeriksaan kadar asam laktat dapat dilihat pada TABEL 1. Pada pemeriksaan darah pertama kadar asam laktat dari empat kelompok tersebut masing-masing berturut-turut adalah 0,19 \pm 0,05, 0,22 \pm 0,07, 0,20 \pm 0,08, dan 0,22 \pm 0,09 mmol/l. Hasil pemeriksaan darah ulang kadar asam laktat, setelah perlakuan pada keempat kelompok tersebut berturut-turut adalah 0,56 \pm 0,17, 0,49 \pm 0,12, 0,60 \pm 0,23, dan 0,45 \pm 0,21 mmol/l. Setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah, hasil pemeriksaan darah ulang tersebut menjadi 0,49 \pm 0,15, 0,43 \pm 0,16, 0,58 \pm 0,23 dan 0,53 \pm 0,24 mmol/l.

Dari hasil-hasil pemeriksaan darah ulang baik terhadap kadar Hb, glukosa darah maupun kadar asam laktat ini tampak adanya perubahan kadar yang tidak proporsional

(disproporsi). Keadaan ini tampak jelas dalam GAMBAR 1A, 1B, dan 1C. Pada GAMBAR 1A terlihat adanya kenaikan Hb yang cukup tajam pada kelompok A1, A2, dan A3, meskipun pada kelompok A3 kenaikan ini tidak setajam 2 kelompok sebelumnya. Tidak demikian halnya dengan kelompok B yang justru terjadi penurunan kadar Hb. Perubahan kadar Hb di sini digunakan sebagai faktor koreksi untuk perubahan volume darah, karena perubahan kadar Hb ini ternyata setara dengan perubahan hematokrit (Kreider *et al.*, 1991). Kondisi pada permulaan perlakuan dari tiap subyek penelitian tidak sama. Ada yang langsung dari rumah, ada yang telah menjalankan latihan sebelum datang di tempat penelitian. Di antara subyek yang telah menjalankan latihan inipun kondisinya ternyata tidak sama, oleh karena perlakuan yang diberikan dilaksanakan secara bergilir, sehingga waktu tunggu yang tidak sama ini menyebabkan kondisi atau status metabolik para atlet pada waktu diambil darah pertama serta darah ulang menjadi tidak sama.



1. Hasil pemeriksaan darah pertama
2. Hasil pemeriksaan darah ulang:
 - sebelum disesuaikan dengan perubahan volume darah
 - setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah

GAMBAR 1. -- Perubahan kadar Hb, glukosa dan asam laktat darah pertama dan darah ulang, sebelum dan sesudah perlakuan serta sesudah disesuaikan dengan perubahan volume darah. Ketentuan A1, A2, A3 dan B sesuai dengan BAGAN 1.

KESIMPULAN

Telah dilakukan dua kali pemeriksaan kadar Hb, glukosa dan asam laktat darah atlet bulutangkis dan tenis. Pemeriksaan dilakukan sebelum dan sesudah setelah uji kinerja fisik. Beban untuk uji kinerja fisik sesuai dengan kekuatan tiap-tiap atlet. Kegiatan sebelum uji kinerja fisik tidak sama antara individu satu dengan yang lain.

Hasil pemeriksaan Hb setelah uji kinerja fisik dibandingkan dengan sebelumnya ada yang naik (kelompok A) dan ada yang turun (Kelompok B). Ini menggambarkan perubahan volume darah, sebab Hb bukan metabolit yang dihasilkan atau dikonsumsi. Perubahan kadar Hb dapat digunakan untuk menghitung besarnya perubahan kadar glukosa dan asam laktat yang disebabkan oleh perubahan volume darah sebagai akibat keluar atau masuknya air pada sirkulasi darah.

Pada kelompok A dapat ditunjukkan bahwa untuk sekelompok subyek (A1) kadar glukosa darah setelah uji kinerja fisik turun dan sebagian lagi (A2 dan A3) naik. Setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah, ternyata kadar glukosa darah yang naik ini sebagian ada yang menjadi turun (A2) dan sebagian lagi tetap naik (A3). Untuk kelompok B analisis kadar glukosa darah naik setelah uji kinerja fisik dan setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah naiknya semakin tinggi. Kelompok B adalah kelompok yang kadar Hb-nya turun, berarti sudah dalam keadaan pemulihan volume darah dan glukoneogenesis sudah berlangsung. Kadar asam laktat baik dari kelompok A1, A2, A3 maupun B adalah naik sebelum maupun setelah disesuaikan dengan perubahan volume darah, hal ini disebabkan oleh karena untuk uji kinerja fisik ini diperoleh energi dari oksidasi anaerob yang selalu menghasilkan asam laktat. Uji kinerja fisik ini hanyalah salah satu contoh intervensi yang mempunyai pengaruh berlainan terhadap kadar beberapa komponen darah.

SARAN

Pada pengamatan hasil pemeriksaan komponen darah yang pada umumnya dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan, perlu diperhatikan adanya kemungkinan terjadi proses-proses pada komponen yang diperiksa, waktu maupun lingkungannya. Proses-proses tersebut misalnya sintesis, degradasi, mobilisasi dari jaringan ke sirkulasi atau sebaliknya dan perubahan volume darah. Dengan demikian dapat diusahakan pengambilan kesimpulan yang lebih teliti.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Yth. Kepala Pusat Studi Olahraga Universitas Gadjah Mada yang telah mengizinkan penulis untuk mengambil data biokimia yang diolah dalam tulisan ini.

KEPUSTAKAAN

- Hill, D. W. 1988 Equations to calculate the effects of plasma volume change on blood and plasma concentrations. *Res. Quart. Exerc. Sports* 59(2):161-72.
- Kreider, R. B., Drews, T., Drinkard, B., Corles, S. W., Somma, T. C., Sechrist, S. R., Lester, C., Woodhouse, M. L., & Shall, L. M. 1991 Bioenergetic and nutritional demands of multistage ultraendurance cycling. *1st World Congr. Sport Nutrit.*, Barcelona.

- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. 1986 *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Hormon Performance*. Lea Febiger, Phyladelphia.
- Pivarink, J. M. 1989 Response to equations to calculate the effect of plasma volume change on blood and plasma concentrations. *Res. Quart. Exerc. Sports* 59(4):363.
- Osser, B. L. 1965 *Hawk's Physiological Chemistry*, 14th ed. Tata-McGraw-Hill, New Delhi.
-