

KONTRAKSI OTOT DAN KELELAHAN

Sarifin G

Program Studi Ilmu Keolahragaan FIK Universitas Negeri Makassar Jln. Wijaya Kusuma Raya
No.14, Kampus Banta-bantaeng Kode Pos 90222, Tlp. (0411) 872602

Abstract: Kontraksi Otot dan Kelelahan. Otot dapat berkontraksi dan berelaksasi karena tersedianya energi dari sistem energi. Melalui kontraksi otot, tubuh manusia mampu melakukan kerja seperti mesin. Dengan kata lain, otot merupakan mesin pengubah energi kimia menjadi energi mekanik, yang terwujud dalam suatu kerja atau aktivitas fisik. Otot rangka/skelet tersusun oleh kumpulan serabut (sel) otot bergaris (*muscle fiber/skeletal myocyte*), mempunyai banyak inti yang terletak di tepi. Dinding atau membran sel disebut sarkolemma mempunyai kemampuan menghantarkan impuls (potensial aksi) kesemua arah termasuk melanjutkan penghantaran sepanjang dinding tubulus transversalis (*transvere tubule/Ttub*). Sitoplasma serabut otot atau sarkoplasma mengandung struktur kontraktil (suatu *cytoskeleton*) yang berperan terhadap fungsi utama otot rangka yaitu fungsi kontraksi. Kelelahan otot membatasi kinerja otot. Kelelahan otot dapat bersifat lokal maupun menyeluruh. Dapat menyertai olahraga endurans maupun olahraga yang berintensitas tinggi yang berlangsung singkat.

Kata kunci: kontraksi otot, kelelahan.

Otot rangka atau otot skelet, juga di biasanya disebut otot bergaris atau otot lurik, adalah organ somatik, yang fungsinya dipengaruhi oleh kemauan, oleh karena inervasinya dilakukan oleh saraf motorik somatik tipe $A\alpha$. Fungsi utama otot rangka adalah berkontraksi dalam rangka menggerakkan anggota tubuh dan fungsi yang lain adalah menghasilkan panas tubuh, memberi bentuk tubuh serta melindungi organ yang lebih dalam. Otot dapat berkontraksi dan berelaksasi karena tersedianya energi dari sistem energi. Melalui kontraksi otot, tubuh manusia mampu melakukan kerja seperti mesin. Dengan kata lain, otot merupakan mesin pengubah energi kimia menjadi energi mekanik, yang terwujud dalam suatu kerja atau aktivitas fisik. Otot rangka/skelet tersusun oleh kumpulan serabut (sel) otot bergaris (*muscle fiber/skeletal myocyte*), mempunyai banyak inti yang terletak di tepi. Dinding atau membran sel disebut sarkolemma mempunyai kemampuan menghantarkan impuls (potensial aksi) kesemua arah termasuk melanjutkan penghantaran sepanjang dinding tubulus transversalis (*transvere tubule/Ttub*). Sitoplasma serabut otot atau sarkoplasma mengandung struktur kontraktil (suatu *cytoskeleton*) yang berperan terhadap fungsi utama otot rangka yaitu fungsi

kontraksi. Jumlah massa otot mencapai 40% sampai 50% berat tubuh. Otot rangka/skelet tersusun oleh sekumpulan serabut otot bergaris (*muscle fibers : skeletal myocyte*) yang merupakan sel fungsional untuk berkontraksi. Panjang : 1 – 40 mm, \emptyset : 10 – 80 μ m, multinucleated : 100 inti. Selain itu diantara *muscle fibers* terdapat *muscle spindle* yang berfungsi sebagai reseptor regang, ikut mengendalikan tones otot serta memperhalus kontraksi otot. *Muscle fibers* dilayani oleh saraf motorik $A\alpha$ yang berasal dari motorneuron medulla spinalis maupun brain stem (batang otak), *muscle spindle* dilayani oleh saraf motorik $A\gamma$. Fungsi utama otot rangka adalah kontraksi, sehingga terjadi perubahan posisi atau gerakan kerangka satu terhadap yang lainnya atau disebut gerakan anggota tubuh (*motor movement*). Agar otot rangka dapat berkontraksi, diperlukan pelayanan/inervasi sistem saraf motorik somatik.

1. Mekanisme Kontraksi Otot

Struktur kontraktil didalam serabut otot rangka adalah miofibril terdiri dari 2 filamen yaitu actin filament (filamen tipis) dan Myosin filament (filamen tebal). Pada gambaran mikroskopis terlihat garis-garis gelap dan terang, yaitu I band, A band, H

zone dan Z line. Antara dua Z lines disebut Sarcomere. Pada dasarnya garis gelap akibat adanya filament tebal dan tipis, gambaran terang oleh karena hanya ada filamen tipis. Actin filament tersusun oleh kumpulan molekul actin yang membentuk pilinan (helix) ganda, kumpulan molekul tropomyosin juga membentuk pilinan ganda dan troponin molekul. Troponin mempunyai 3 bagian yaitu T, I dan C.

Myosin filament merupakan kumpulan molekul myosin tipe II. Myosin II adalah dobel trimer yang membentuk helix/pilinan, tiap molekul myosin II terdiri rod/batang, hinge/leher, dan head/kepala. Pada bagian head terdapat 2 sisi yaitu, regulatory light chain yang mengandung myosin-ATPase dan alkali light chain yang berperan terhadap stabilisasi posisi head terhadap hinge/rod. Pada saat relaksasi head myosin tidak terikat, sedangkan pada saat kontraksi head myosin terikat atau menempel pada bagian aktif dari filamen actin (binding site of actin). Keadaan menempelnya head myosin pada actin disebut kontraksi atau sliding antara actin dan myosin. Kontraksi otot rangka oleh karena terjadinya interaksi antara filamen actin dan myosin (Sliding filamen actin dengan myosin). Agar terjadi kontraksi diperlukan ion Ca^{2+} , oleh karena ion Ca^{2+} didalam sitosol sangat rendah maka diperlukan ion Ca^{2+} yang berasal dari sarkoplasmic reticulum (SR). Depo ion Ca^{2+} pada proses kontraksi otot rangka terdapat didalam cisternae SR, oleh karena kadar didalam cisterna jauh lebih tinggi dibanding didalam sarkoplasmic retikulum (SR) jauh lebih tinggi ($[Ca^{2+}]_0 : 10^{-3} M$) dibanding sitosol ($[Ca^{2+}]_i : 10^{-7} M$), padahal ion Ca^{2+} sangat diperlukan untuk proses kontraktif miofibril yang ada didalam otot. Agar miofibril mulai dapat kontraksi diperlukan $[Ca^{2+}]_i$ paling sedikit $10^{-6} M$. Agar ion Ca^{2+} dapat keluar dari cisterna maka diperlukan adanya potensial aksi yang mencapai triad. Potensial aksi/impuls yang dihantarkan sepanjang sarkolemma, juga dihantarkan sepanjang membran T tubules, akibatnya DHP (Dihydropyridine) reseptor yang terdapat dimembran T tub akan terbuka. Dengan terbukanya reseptor DHP maka merangsang terbukanya RyR (Ryanodine

reseptor) di membrane Cisterna SR. Ion Ca^{2+} yang masuk kedalam sitosol sangat banyak yang selanjutnya merangsang terjadinya kontraksi/sliding antara actin dan myosin.

2. Kelelahan Otot

Kelelahan otot membatasi kinerja otot. Kelelahan otot dapat bersifat lokal maupun menyeluruh. Dapat menyertai olahraga endurans maupun olahraga yang berintensitas tinggi yang berlangsung singkat.

Kelelahan Otot Yang Bersifat Lokal

Kelelahan otot lokal (local muscular fatigue) mengikuti latihan fisik berintensitas tinggi dan berlangsung singkat disebabkan oleh akumulasi produksi asam laktat di dalam otot dan darah. Hal ini berhubungan dengan mekanisme resintesa energi (ATP) selama proses kontraksi-kontraksi otot di dalam serabut otot FT (fast-twitch) yang lebih banyak berperan pada aktivitas fisik atau olahraga yang berintensitas tinggi. Sebagaimana kita telah ketahui bahwa serabut otot FT lebih cepat mengalami kelelahan dibandingkan dengan serabut otot ST (slow-twitch) karena serabut otot FT mempunyai kemampuan sistem anaerobik yang tinggi dengan sistem aerobik yang rendah, sehingga cepat terbentuk asam laktat. Hal ini akan menyebabkan kelelahan otot lebih cepat terjadi.

Kelelahan Yang Menyertai Olahraga Endurans

Kelelahan yang mengikuti olahraga atau latihan endurans (endurance exercise) tidak disebabkan oleh karena akumulasi produksi asam laktat. Kelelahan ini disebabkan selain oleh karena terjadinya kelelahan pada otot (komponen lokal), juga karena faktor diluar otot (komponen tubuh lainnya). Kelelahan karena faktor komponen lokal, disebabkan terkurasnya cadangan glikogen otot baik pada serabut otot FT maupun ST, sedangkan kelelahan karena komponen tubuh lainnya, mungkin disebabkan oleh: (1) hipoglikemia; (2)

penipisan glikogen hati; (3) dehidrasi; (4) kehilangan elektrolit; (5) hipertermia; dan (6) kebosanan (psikologis). Jadi kelelahan yang menyertai olahraga endurans merupakan kelelahan yang bersifat menyeluruh.

Kelelahan dan Kinerja Olahraga

Kemungkinan untuk menunda kelelahan atau mencegah terjadinya kelelahan, baik komponen kelelahan lokal maupun komponen kelelahan seluruh tubuh selama kinerja olahraga telah memperoleh perhatian banyak peneliti. Sebagai catatan adalah bahwa seharusnya bukanlah pencegahan kelelahan selama kinerja olahraga yang harus menjadi perhatian seorang atlet atau pelatih, karena bagaimanapun juga, seorang atlet yang tidak lelah pada titik akhir suatu kinerja olahraga (perlombaan) dapat saja tidak mengalami kelelahan karena kemungkinan tidak mengaerahkan seluruh tenaganya.

Mestinya, yang menjadi perhatian utama adalah bagaimana menunda kelelahan. Menunda kelelahan akan memberikan kesempatan kepada seorang atlet untuk menyelesaikan suatu perlombaan, permainan, atau pertandingan yang memerlukan upaya keras, dimana pada saat yang sama upaya atlet selama bagaian awal dan pertengahan tidak dikompromikan. Idealnya adalah menunda kelelahan seharusnya mengisinkan seorang atlet untuk mempertahankan atau meningkatkan kinerjanya pada bagian awal dan pertengahan dari pertandingan penting dan masih menyediakan tenaga yang besar untuk menyelesaikan pertandingan. Kita semua tahu bahwa penampilan pada saat akhir suatu perlombaan, sangat menentukan atlet menjadi juara atau kalah. Pelatihan fisik (physical training) memberikan perubahan-perubahan fisiologis tubuh yang akan menjadi alat untuk menunda kelelahan. Sebagai contoh, atlet yang telah menyelesaikan suatu pelatihan dapat melakukan kerja yang lebih berat tanpa menyebabkan produksi asam laktat yang berlebihan sebagaimana sebelumnya. Ada semacam efek glikogen sparing pada atlet terlatih, mereka menggunakan lebih banyak lemak daripada glikogen sebagai bahan

bakarnya. Hal ini menyebabkan cadangan glikogen otot dan hati dapat irit, sehingga kelelahan tertunda. Efek pelatihan fisik lainnya adalah: meningkatkan aklimatisasi terhadap panas lingkungan yang akan menolong untuk mengurangi terjadinya hipertermia, dehidrasi, dan hilangnya elektrolit selama kinerja berlangsung.

Kesimpulan

Otot rangka/skelet tersusun oleh kumpulan serabut (sel) otot bergaris (muscle fiber/skeletal myocyte), mempunyai banyak inti yang terletak di tepi. Dinding atau membran sel disebut sarkolemma mempunyai kemampuan menghantarkan impuls (potensial aksi) kesemua arah termasuk melanjutkan penghantaran sepanjang dinding tubulus transversalis (transvere tubule/Ttub). Sitoplasma serabut otot atau sarkoplasma mengandung struktur kontraktil (suatu cytoskeleton) yang berperan terhadap fungsi utama otot rangka yaitu fungsi kontraksi. pencegahan kelelahan selama kinerja olahraga yang harus menjadi perhatian seorang atlet atau pelatih, karena bagaimanapun juga, seorang atlet yang tidak lelah pada titik akhir suatu kinerja olahraga (perlombaan) dapat saja tidak mengalami kelelahan karena kemungkinan tidak mengaerahkan seluruh tenaganya. Pelatihan fisik (physical training) memberikan perubahan-perubahan fisiologis tubuh yang akan menjadi alat untuk menunda kelelahan.

Daftar Pustaka

- Effendi C, Faal Sel, Biofisika, Cair Tubuh, Saraf Tepi Dan Otot, Laboratorium Ilmu Faal Universitas Airlangga, ed. 2. 2005. hal 34 – 58.
- Sloane E, Anatomi dan Fisiologi Untuk pemula, Penerbit Buku Kedokteran ECG, hal 119-131.
- Patellongi I, Fisiologi Olahraga, Bagian Ilmu Faal Universitas Hasanuddin, ed. 1. 2000. hal. 99 – 101.
- Sherwood. (1996). *Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sistem*. Jakarta : EGC
- <http://www.aidsinonet.com>, akses 27 September 2010.