

MODUL TEMU 13 **Pengaruh Latihan Pada Wanita & Aging**

Abdurrasyid, S.ST, M. Fis

Capaian pembelajaran

1. Menjelaskan fungsi ergogenic
2. Menjelaskan mekanisme suplemen dalam menurunkan kelelahan
3. Menjelaskan pengaruh suplemen dalam performa atlet

Latihan Pada Wanita

Selama 20 hingga 30 tahun terakhir, perempuan semakin terlibat dengan partisipasi atletik dan latihan olahraga. Bagian dari Judul IX pada tahun 1972 memiliki efek yang jauh jangkauannya, tidak hanya dengan menyediakan kesempatan olahraga yang lebih banyak bagi wanita, tetapi juga dengan menarik lebih banyak wanita untuk terlibat dalam program kebugaran pribadi. Meskipun perempuan menunjukkan adaptasi fisiologis positif untuk latihan yang serupa dengan laki-laki - baik pelatihan ketahanan dan pelatihan ketahanan - ada beberapa faktor anatomi dan fisiologis khusus gender yang harus diperhitungkan ketika memeriksa efek latihan pada perempuan.

Perbedaan yang melekat di Perempuan dan Laki-laki Anatomi dan Fisiologi

Meskipun banyak kesamaan dalam adaptasi fisiologis antara pria dan wanita, ada juga perbedaan yang melekat dalam anatomi dan fisiologi. Perbedaan ini terkait dengan komposisi tubuh, kekuatan, ketahanan, daya tahan, dan kapasitas aerobik.

Sehubungan dengan komposisi tubuh, wanita biasanya memiliki tubuh yang lebih rendah dan massa otot, tetapi persentase lemak tubuh lebih tinggi daripada pria, seperti yang terlihat pada Gambar 15-1. Massa otot yang lebih rendah tercatat di kalangan wanita terutama disebabkan oleh penurunan ukuran serat otot pada wanita dibandingkan dengan pria. Hal ini terbukti pada masing-masing dari tiga tipe otot utama (I, IIA, dan IIX) yang ditemukan pada otot skelet manusia dewasa. Meskipun pria dan wanita menunjukkan komposisi jenis otot beraroma yang sebanding, tampak bahwa setidaknya pada otot paha, tipe I serat menempati proporsi terbesar dari massa otot pada wanita, sedangkan pada pria, tipe IIA memiliki jumlah otot terbesar. Massa

Sebagai akibat dari massa otot yang kurang total, wanita tidak mampu menghasilkan kekuatan absolut sebanyak pria, terutama di tubuh bagian atas, di mana mereka mungkin sekitar 50% lebih lemah daripada pria. Namun, ketika kekuatan dinyatakan relatif terhadap ukuran otot atau massa, perbedaan yang berhubungan dengan seks ini diminimalkan atau bahkan dihilangkan. Memang, dalam penelitian baru-baru ini memeriksa karakteristik kontraktile dari otot-otot terisolasi yang diperoleh dari sampel biopsi otot manusia, kekuatan ketegangan spesifik yang dihasilkan per luas penampang serat tidak berbeda antara pria dan wanita muda.

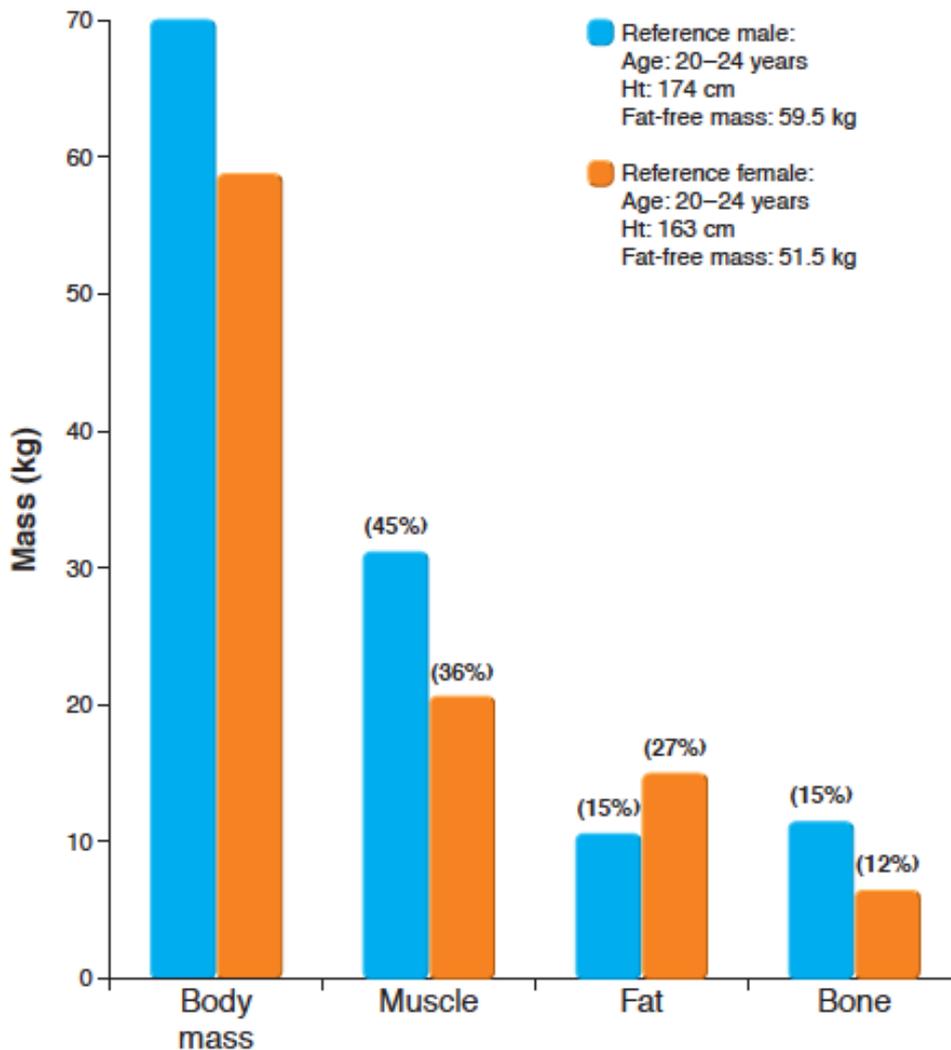


Figure 15-1. Anthropometric differences between men and women. (Modified from Behnke AR, Wilmore JH. Evaluation and Regulation of Body Building and Composition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1974.)

Kinerja aerobik juga dipengaruhi oleh gender. Bahkan setelah mengendalikan perbedaan dalam massa tubuh tanpa lemak, pengambilan oksigen maksimal ($O_2\max$) wanita adalah 5% sampai 15% lebih rendah daripada laki-laki.¹⁵ Karena otot rangka wanita memiliki tingkat kapilaritas yang sama seperti pada pria, seperti juga kandungan mitokondria serupa dan aktivitas enzim aerobik, 88,96,115 penurunan $O_2\max$ yang diamati pada wanita kemungkinan besar terkait dengan kapasitas yang berkurang untuk memberikan oksigen ke otot-otot yang bekerja.

Memang, dibandingkan dengan laki-laki dengan ukuran setara, perempuan memiliki pengurangan volume stroke maksimal — jumlah darah yang dikeluarkan per detak jantung — dan dengan demikian curah jantung, atau jumlah darah yang dipompa per menit.^{89.124} Volume darah yang lebih rendah pada wanita berkontribusi pada penurunan tersebut. dalam fungsi jantung selama latihan daya tahan intensitas tinggi. Selain itu, hematokrit, atau persentase darah utuh yang terdiri dari sel darah merah, lebih rendah pada wanita daripada pria (42% vs 45%). Dengan demikian, wanita

memiliki lebih sedikit hemoglobin dan kapasitas pembawa oksigen. Ini, pada gilirannya, dicatat oleh konsentrasi yang lebih rendah dari hormon testosteron yang tercatat di antara wanita. Testosteron, sering disebut sebagai steroid seks pria, memiliki efek anabolik dan menstimulasi perkembangan karakteristik seksual sekunder (androgenik) laki-laki (lihat Bab 7). Namun, itu juga menstimulasi produksi hormon erythropoietin, yang memicu pembentukan sel darah merah di sumsum tulang.

Perbedaan bawaan terkait gender yang diuraikan sebelumnya secara langsung diterjemahkan menjadi perbedaan dalam kinerja daya tahan antara pria dan wanita. Dalam waktu untuk kelelahan saat berolahraga pada intensitas submaksimal, 101 serta pada waktu untuk menyelesaikan maraton, wanita menderita kerugian sekecil 6% hingga sebesar 15%.^{16,85} Bahkan di antara atlet yang sangat terlatih, elit, saat-saat penampilan para wanita tidak semenarik rekan-rekan pria mereka, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15-2.

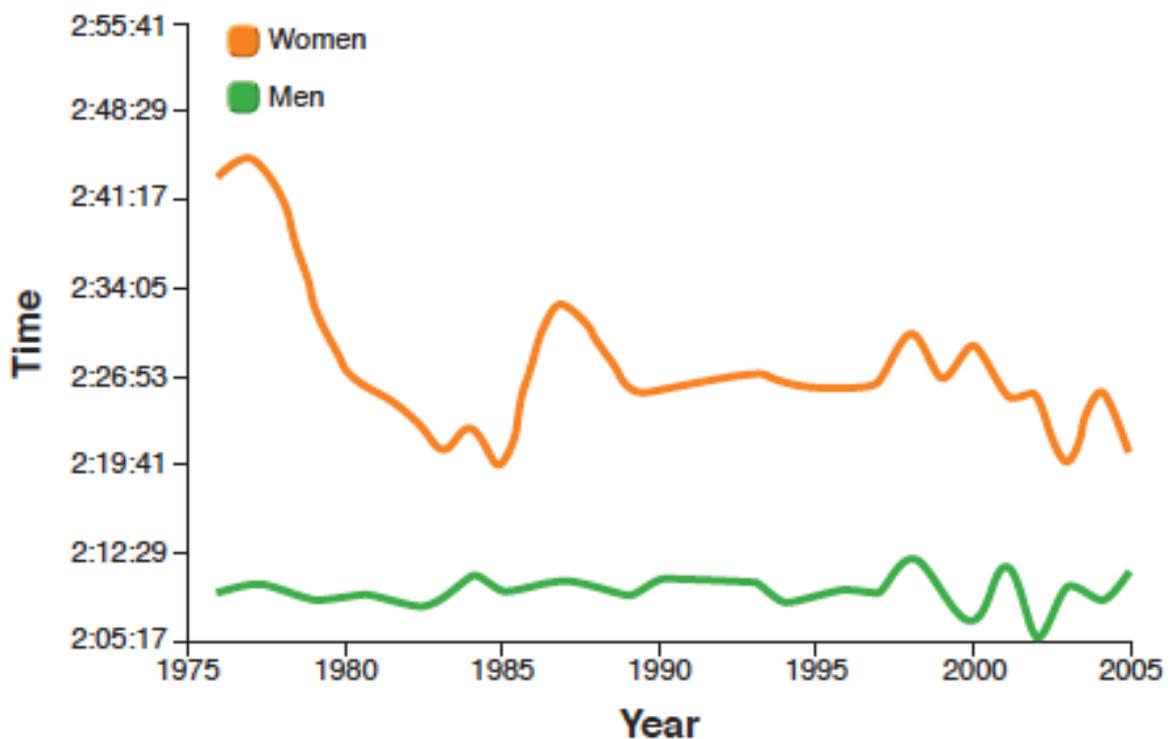


Figure 15-2. Comparison of best times of marathon races completed by male and female American athletes each year from 1976 to 2005. (Modified from Pate RR, O'Neill JR. American women in the marathon. *Sports Med.* 2007;37:294–298.)

ADAPTASI LATIHAN

Meskipun adanya perbedaan anatomis dan fisiologis yang inheren antara pria dan wanita, kemampuan beradaptasi terhadap latihan olahraga tampaknya tidak dipengaruhi oleh seks. Artinya, ketika disajikan dengan stimulus latihan yang sama sehubungan dengan intensitas, frekuensi, dan durasi, pria dan wanita mengalami

peningkatan serupa dalam kapasitas fungsional. Ini berlaku untuk pelatihan ketahanan (misalnya, angkat berat, latihan kekuatan) dan pelatihan ketahanan.

Adaptasi terhadap latihan beban

Meskipun hanya selama 20 hingga 30 tahun terakhir bahwa wanita telah didorong untuk melakukan pelatihan resistensi, telah secara ilmiah ditentukan bahwa perempuan mampu mengalami peningkatan kekuatan yang sama dengan yang diamati di antara laki-laki yang terlatih. Terlepas dari kenyataan bahwa tingkat kekuatan awal yang lebih rendah di antara wanita, perbaikan relatif dalam produksi otot tidak berbeda dari yang terdeteksi pada pria, yaitu, lebih dari dua kali lipat dalam beberapa otot. Mendampingi kekuatan ini adalah respon hipertropi pada seluruh otot dan otot. kadar serat yang, juga, tidak spesifik-seks c. Karena wanita menunjukkan peningkatan yang relatif sama dalam hal kekuatan dan ukuran otot yang dilakukan pria, resep program pelatihan ketahanan tidak membedakan antara pria dan wanita, dan rekomendasi yang sama dalam desain rejimen latihan beban dapat diterapkan untuk kedua jenis kelamin.

Adaptasi Latihan Aerobik

Seperti halnya pelatihan ketahanan, tampaknya tidak ada penyesuaian khusus gender untuk pelatihan ketahanan. Ketika dilatih dengan benar dan sama, baik pria maupun wanita dapat mengharapkan peningkatan 20% dalam kapasitas kardiovaskular (yaitu, VO₂max). Pada kedua jenis kelamin, peningkatan tersebut disebabkan oleh peningkatan volume stroke, curah jantung, dan ekstraksi oksigen (yaitu perbedaan arteriovenous [$a-vO_2$]) oleh otot kerja dari darah yang dikirimkan kepadanya. Yang menarik, bagaimanapun, adalah fakta bahwa pada setiap upaya, berkepanjangan submaximal, wanita bergantung pada tingkat yang lebih besar pada lipid sebagai substrat energi daripada laki-laki, yang menunjukkan pemanfaatan sumber energi karbohidrat yang lebih besar. Hal ini terjadi pada laki-laki yang terlatih dan tidak aktif dan perempuan. Akhirnya, karena baik pria maupun wanita mengalami penyesuaian relatif serupa dengan pelatihan ketahanan, panduan resep latihan untuk kebugaran kardiovaskular berlaku untuk kedua jenis kelamin.

Pengaruh Siklus Menstruasi pada performa latihan

Karena variasi fisiologis yang terjadi sepanjang siklus menstruasi 28 hari yang normal, diasumsikan untuk beberapa waktu bahwa kinerja atletik juga akan bervariasi sesuai dengan perubahan tersebut. Memang, sejumlah besar penelitian telah dikhususkan untuk menentukan apakah fase siklus menstruasi (bagian folikel dari siklus menstruasi setelah ovulasi, atau bagian luteal awal dari siklus) mempengaruhi kinerja atletik pada wanita. Secara umum, penelitian yang terkontrol paling ketat menunjukkan bahwa kinerja fisik tidak bergantung pada siklus menstruasi dan tidak perlu menyesuaikan jadwal latihan atau acara kompetitif untuk mengakomodasi tahap siklus menstruasi. Sebagai contoh, tidak ada kekuatan otot atau daya tahan otot yang ditemukan bervariasi selama siklus menstruasi, dan tidak ada korelasi yang terbentuk antara fungsi otot dan konsentrasi progesteron yang beredar, hormon seks wanita yang diproduksi oleh indung telur yang menstimulasi fase luteal dari siklus menstruasi. , dan estrogen, hormon ovarium wanita. Ini adalah dua hormon steroid seks wanita yang menunjukkan fluktuasi tajam dalam fase siklus menstruasi.

Penelitian juga menegaskan bahwa VO₂max juga tetap konstan sepanjang siklus menstruasi.⁴⁸ Meskipun penyerapan oksigen maksimum diperoleh selama sesi tes yang relatif pendek (8-12 jam), sesi tes intensitas tinggi tahan terhadap fluktuasi steroid seks wanita, ada beberapa kekhawatiran bahwa latihan daya tahan intensitas sedang dan berkepanjangan dapat dikenai variasi dalam siklus menstruasi. Suhu tubuh yang beristirahat dinaikkan sekitar 0,5 ° C (0,9 ° F) selama fase luteal. Juga, selama fase luteal, latihan ketahanan menghasilkan suhu yang meningkat secara bersamaan dan dengan demikian suhu yang lebih tinggi daripada pada waktu siklus yang lain.⁵⁴ Akibatnya, proses termoregulasi, yang meliputi berkeringat, hilangnya volume plasma darah, dan jumlah aliran darah yang lebih banyak ke kulit, memberikan tantangan kardiovaskular yang lebih besar selama fase luteal. Sebagai akibat dari kehilangan volume plasma yang berlebihan, sistem kardiovaskular lebih tegang dalam memenuhi tuntutan otot kerja untuk aliran darah. Hal ini sangat jelas ketika latihan ketahanan yang lama dilakukan di bawah kondisi yang tidak menguntungkan (yaitu, panas, lembab). Namun, belum dapat dipastikan bahwa kinerja daya tahan, pada kenyataannya, terganggu selama fase luteal (lihat Kotak 15-1).

Banyak atlet wanita dan pelatih mereka khawatir tentang dampak siklus menstruasi terhadap kinerja olahraga. Secara khusus, mereka bertanya-tanya apakah fluktuasi hormon yang terjadi selama fase yang berbeda dari siklus menyebabkan variasi yang sama dalam kinerja atletik wanita. Hal ini tampaknya menjadi perhatian yang wajar karena steroid seks wanita estrogen dan progesteron mempengaruhi sejumlah variabel fisiologis termasuk pemanfaatan substrat dan suhu tubuh. Namun, meskipun ada laporan anekdot dari atlet wanita bahwa kinerja mereka diubah oleh fase yang berbeda dari siklus menstruasi, bukti ilmiah tidak mendukung klaim ini. Konsensus di antara para ilmuwan olahraga adalah bahwa kinerja aerobik, kinerja anaerobik, dan kekuatan otot tidak konsisten atau secara signifikan bervariasi pada berbagai tahap siklus menstruasi. Dengan demikian, pelatih dan atlet tidak boleh khawatir karena acara atletik akan diadakan selama fase tertentu dari siklus menstruasi seorang atlet, penampilannya akan menderita atau ditingkatkan. Tentu saja, jika menstruasi, atau fase haid kehilangan darah, disertai dengan rasa sakit dan kram, kinerja mungkin akan terpengaruh.

The Female Athlete Triad

Meskipun sebagian besar penelitian telah menyimpulkan bahwa siklus menstruasi tidak mengubah kinerja olahraga, tetapi banyak sekali pelatihan ketahanan dapat berdampak pada siklus menstruasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15-3, tampaknya ada hubungan antara jumlah mil berlari dan kejadian amenore, atau penghentian periode menstruasi, pada atlet ketahanan wanita.

Faktanya, apa yang paling penting untuk timbulnya amenore adalah kurangnya ketersediaan energi — kalori — yang disebabkan oleh pengeluaran energi yang berlebihan, konsumsi yang tidak memadai melalui asupan makanan, atau kombinasi dari dua faktor ini. Fungsi menstruasi yang terganggu ini adalah salah satu gejala dari kondisi yang disebut triad atlet wanita, yang menyajikan kondisi klinis yang serius pada terlalu banyak wanita muda. Amenore yang terkait dengan latihan beban berlebih yang berlebihan, seperti lari dan balet, dan / atau asupan energi yang tidak memadai menyebabkan penurunan produksi hormon leuteinizing dan hormon follicles

stimulating. Hormon-hormon ini penting untuk pemeliharaan fungsi menstruasi normal dan dengan demikian produksi estrogen oleh ovarium. Selama amenore, estrogen adalah defisiensi, yang menyebabkan penurunan kepadatan mineral tulang dan, jika cukup parah, untuk osteoporosis, suatu kondisi yang biasanya terkait dengan wanita pascamenopause. Konsekuensi dari penurunan kepadatan mineral tulang, yang terjadi pada tingkat 2% hingga 6% per tahun, adalah peningkatan insiden fraktur stres tulang, seperti yang telah terdeteksi di antara atlet wanita yang serius. Pada atlet wanita, terutama yang dalam olahraga yang menekankan ketipisan, keterkaitan antara ketersediaan energi yang tidak memadai, amenore, dan penurunan kepadatan tulang telah dijelaskan seperti pada Gambar 15-4.

Menurut posisi berdiri pada atlet perempuan triad baru-baru ini diterbitkan oleh American College of Sports Medicine, pengobatan utama untuk kondisi ini melibatkan peningkatan asupan energi dan / atau mengurangi volume latihan sehingga ketersediaan energi menjadi cukup untuk memungkinkan fungsi menstruasi yang normal dan perempuan sintesis steroid seks

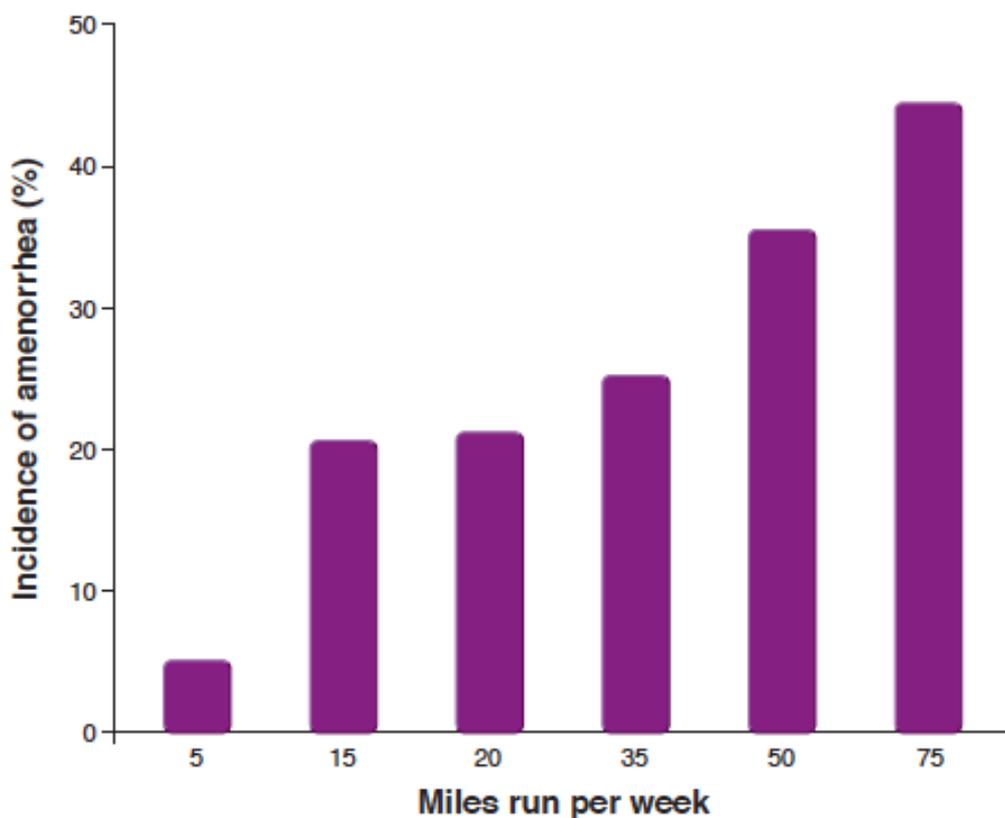


Figure 15-3. Relationship between miles run per week and incidence of amenorrhea in women. (Modified from Brooks GA, Fahey TD, Baldwin KM. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*, 4th ed. Boston, MA: McGraw Hill, 2005.)

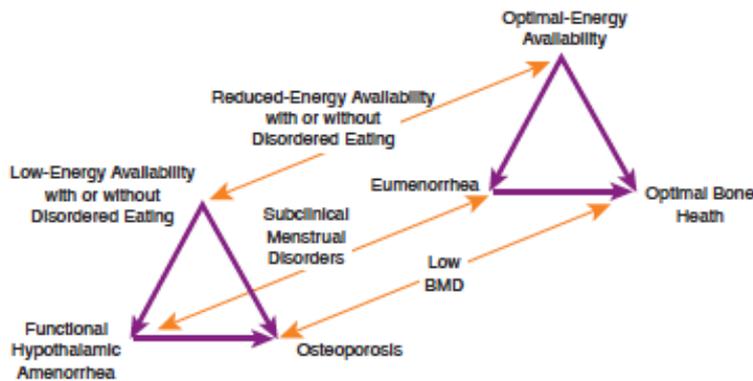


Figure 15-4. Relationship between energy availability, menstrual status, and bone health. Bone mineral density (BMD) is defined as the amount of mineral in any given volume of bone. (Reprinted with permission from Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, et al. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1867-1882.)

Kehamilan dan Latihan

Tidak terlalu banyak tahun yang lalu, para wanita tidak dianjurkan untuk berolahraga karena khawatir dapat mengurangi kemungkinan untuk hamil ketika diinginkan, mengganggu pertumbuhan normal janin selama kehamilan, atau meningkatkan risiko persalinan yang sulit selama persalinan. Namun dalam 20 hingga 25 tahun terakhir, sikap telah berubah secara dramatis dan untuk alasan yang bagus. Penelitian telah menunjukkan bahwa wanita terlatih tidak memiliki Selain itu, latihan olahraga selama kehamilan dapat memberikan efek menguntungkan bagi ibu dan bahkan mengurangi kejadian morbiditas janin. Memang, sangat menarik adalah bukti yang menguntungkan ini bahwa American College of Obstetricians and Gynecologists merekomendasikan bahwa, Tanpa membatasi kontraindikasi medis, wanita hamil melakukan 30 menit atau lebih latihan intensitas sedang pada sebagian besar, jika tidak semua, hari dalam seminggu. Intinya, rekomendasi latihan yang sama yang diajukan dalam pernyataan bersama oleh American College of Sports Medicine dan Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit untuk semua orang dewasa yang sehat, baik pria maupun wanita, berlaku untuk wanita hamil.

Manfaat utama dari berolahraga selama kehamilan adalah mengurangi risiko diabetes melitus gestasional (GDM) - resistensi insulin selama kehamilan - dan preeklampsia - tekanan darah tinggi yang diwujudkan pada beberapa wanita selama kehamilan. Selama kehamilan, sebagian besar wanita mengalami resistensi insulin, membuatnya lebih sulit untuk mengelola kadar glukosa darah dengan benar. Pada beberapa wanita, peningkatan resistensi terhadap efek insulin menjadi cukup berat untuk menyebabkan terjadinya GDM. Hingga 7% wanita hamil di Amerika Serikat menderita GDM, yang dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi ibu (infeksi, kelebihan berat badan, dan perdarahan postpartum) dan anak (penyakit kuning, trauma lahir, dan gula darah rendah). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa olahraga sedang sebelum dan / atau selama kehamilan secara signifikan mengurangi risiko GDM. Satu penelitian yang melibatkan hampir 1.000 wanita hamil mengungkapkan bahwa mereka yang minimal aktif sebelum hamil menikmati 56% penurunan risiko GDM, sedangkan mereka yang berolahraga pada intensitas sedang setidaknya 4 jam sebelum kehamilan menunjukkan penurunan 76%. dalam kejadian GDM.

Amerika Serikat. Penelitian telah menunjukkan bahwa olahraga adalah alat yang efektif dalam mengelola kondisi yang berpotensi mematikan ini. Tergantung pada jumlah energi yang dikeluarkan selama aktivitas fisik sehari-hari selama 20 minggu pertama kehamilan, wanita dapat mengharapkan penurunan 40% hingga 70% pada

risiko pengembangan preeklampsia. Wanita yang secara teratur aktif secara fisik setahun sebelum menjadi hamil menikmati manfaat perlindungan yang sama.

Selain efek olahraga sebelum atau selama kehamilan pada kesehatan ibu, ada masalah efek latihan ibu pada hasil janin. Umumnya, hasil tersebut dijelaskan dalam hal berat lahir, waktu persalinan, dan cara persalinan. Mengenai berat lahir bayi, telah ditetapkan bahwa wanita melakukan olahraga ketahanan yang kuat selama dua trimester pertama kehamilan melahirkan anak-anak yang beratnya tidak lebih atau kurang dari anak-anak yang lahir dari ibu yang tidak aktif.¹⁰⁷ Namun, ada bukti bahwa wanita yang melanjutkan untuk melakukan olahraga berat ke trimester ketiga kehamilan melahirkan bayi dengan berat lahir yang 200 hingga 400 g lebih sedikit daripada yang diberikan oleh ibu yang tidak aktif. Asupan kalori dari ibu-ibu yang dilakukan dengan penuh semangat sepanjang kehamilan mereka tidak dinilai. Telah disarankan bahwa meningkatkan asupan makanan, yaitu, kalori, dapat mengoreksi berat lahir rendah ibu yang berolahraga dengan penuh semangat.

Hasil janin penting lainnya berkaitan dengan seberapa jauh wanita hamil berolahraga ketika anak-anak mereka dilahirkan. Studi penelitian telah melaporkan baik tidak ada perbedaan dalam risiko persalinan prematur, atau usia kehamilan di mana bayi dilahirkan, atau bahkan penurunan kejadian kelahiran awal di kalangan wanita yang terus berolahraga melalui trimester kedua kehamilan mereka.

Akhirnya, cara persalinan, vagina atau sesar, pada ibu yang tidak aktif dibandingkan dengan mereka yang berpartisipasi dalam aktivitas yang kuat saat hamil adalah hasil akhir janin lain yang menarik. Informasi terbaik yang tersedia saat ini menunjukkan bahwa ada penurunan jumlah kelahiran sesar di antara ibu yang berpartisipasi dalam kegiatan yang kuat saat hamil (lihat Kotak 15-2).

Gestational diabetes mellitus (GDM) adalah onset atau pertama pengakuan diabetes selama kehamilan. Wanita yang didiagnosis dengan GDM pada dasarnya meningkatkan risiko terkena diabetes tipe 2 dan obesitas, saat ini pada tingkat epidemi di Amerika Serikat. Anak-anak mereka mengalami peningkatan risiko hasil perinatal yang merugikan, termasuk lahir mati, makrosomia, dan, dalam jangka panjang, obesitas dan intoleransi glukosa.

Latihan dan Pencegahan GDM

American College of Obstetricians and Gynecologists merekomendasikan bahwa wanita hamil tanpa komplikasi medis atau obstetrik terlibat dalam 30 menit aktivitas fisik intensitas sedang (misalnya, jalan cepat) selama sebagian besar hari dalam seminggu. ¹ Menurut studi epidemiologi observasional, wanita yang melaporkan berolahraga sebelum kehamilan memiliki penurunan risiko GDM. Studi yang meneliti wanita yang berolahraga selama kehamilan kurang konsisten dengan beberapa pengamatan yang menunjukkan efek protektif yang signifikan dan yang lain mendukung kecenderungan ini, tetapi tidak secara signifikan.

Meskipun jarang, penelitian intervensi yang sedang berlangsung telah dirancang untuk menyelidiki dampak latihan pada GDM di kalangan wanita yang berisiko tinggi gangguan ini. Sebagai contoh, Studi Perilaku yang Mempengaruhi Bayi dan Anda (BABY) adalah studi intervensi di Massachusetts Barat yang dirancang untuk

menyelidiki dampak dari intervensi latihan yang ditargetkan secara individual, yang dirancang secara individual terhadap risiko GDM.5 Studi FitFor2 adalah studi intervensi di Amsterdam, Belanda, yang dirancang untuk menilai apakah program latihan pralahir akan meningkatkan sensitivitas insulin dan kadar glukosa plasma puasa.

Singkatnya, program pencegahan latihan berbasis bukti untuk GDM dengan pedoman untuk frekuensi, intensitas, durasi, dan jenis kegiatan tetap harus ditetapkan. Studi intervensi terkontrol yang sedang berlangsung dan masa depan di area ini akan menginformasikan program yang dirancang untuk mencegah kejadian GDM pada wanita yang berisiko mengalami gangguan ini.

Latihan dan Kontrol GDM

Pada tahun 2006, Cochrane Review meninjau uji coba pengobatan acak terkontrol di antara wanita hamil yang didiagnosis dengan GDM yang membandingkan program latihan apa pun dengan tidak ada program latihan khusus. Sebanyak empat uji coba memenuhi kriteria kelayakan. Dalam penelitian ini, perempuan direkrut selama trimester ketiga dan intervensi latihan dilakukan selama sekitar 6 minggu. Program berkisar dari olahraga teratur pada ergometer siklus, ergometer lengan, atau latihan ketahanan sirkuittype. Tinjauan tidak menemukan perbedaan yang signifikan antara latihan dan kelompok kontrol untuk semua hasil dievaluasi dan menyimpulkan bahwa ada bukti yang cukup untuk merekomendasikan, atau menyarankan menentang, pendaftaran dalam program latihan untuk wanita hamil dengan GDM.

Namun, uji coba yang lebih baru telah menemukan dampak menguntungkan dari, misalnya, program berjalan terstruktur, pada konsentrasi glukosa rata-rata, menunjukkan peran yang efektif untuk latihan di antara wanita dengan GDM. Dalam kombinasi dengan penelitian pengobatan kecil lainnya, yang tidak memenuhi syarat untuk ditinjau, studi intervensi latihan hingga saat ini menunjukkan bahwa olahraga sedang mungkin efektif dalam menurunkan konsentrasi glukosa ibu pada wanita dengan GDM. Singkatnya, uji klinis terkontrol tambahan diperlukan untuk menentukan efektivitas program latihan terstruktur dan untuk mengidentifikasi jenis, durasi, dan intensitas yang tepat dari latihan tersebut.

Sebagai studi lanjutan jangka panjang mengungkapkan bahwa sebagian besar wanita dengan GDM terus mengembangkan diabetes di luar kehamilan, terutama selama dekade pertama setelah kehamilan, GDM menawarkan kesempatan penting untuk pengembangan, pengujian, dan implementasi dari strategi klinis untuk pencegahan diabetes. Wanita hamil lebih siap mencari perawatan medis dan sangat termotivasi untuk membuat perubahan gaya hidup sehat, menjadikan kehamilan kesempatan penting untuk modifikasi perilaku jangka pendek dan panjang.

Latihan Pada Aging

Data demografi jelas menunjukkan bahwa populasi negara-negara di seluruh dunia, termasuk Amerika Serikat, semakin tua (Gambar 15-6). Menurut Biro Sensus AS, diperkirakan bahwa pada tahun 2050, sekitar 90 juta orang Amerika akan dianggap berusia (yaitu, setidaknya 65 tahun). Sebagai perbandingan, pada tahun 2000, kurang dari 40 juta warga AS jatuh dalam kategori usia tersebut. Untuk meningkatkan

kesehatan dan mengurangi biaya medis di antara segmen populasi kita yang terus berkembang ini, semua organisasi kesehatan utama, termasuk American College of Sports Medicine, Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit, dan Kantor Bedah Jenderal AS, merekomendasikan bahwa orang yang lebih tua secara teratur terlibat dalam aktivitas fisik dan olahraga.

Pengaruh Fisiologis

Proses penuaan memiliki efek fisiologis pada seluruh tubuh. Di sini, kita akan mempertimbangkan efek pada sistem kardiovaskular, otot skelet, dan sistem rangka.

System kardiovaskular

Meskipun bisa sulit untuk mengisolasi efek penuaan dari mereka yang tidak aktif secara fisik, beberapa perubahan di antara orang tua secara konsisten diamati. Misalnya, kebugaran kardiovaskular, biasanya dinilai sebagai $O_2\text{max}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), menurun dengan penuaan pada tingkat 8% hingga 10% per dekade dari nilai puncaknya, yang dicapai pada sekitar 25 tahun. Meskipun hilangnya jaringan otot dan penambahan massa lemak yang menyertai penuaan menjelaskan beberapa penurunan dalam $O_2\text{max}$, telah ditemukan bahwa, bahkan ketika kekuatan aerobik maksimal dinyatakan relatif terhadap massa tubuh tanpa lemak, itu masih lebih rendah di antara yang berusia muda. Faktor utama untuk penurunan $O_2\text{max}$ ini adalah penurunan serupa dalam output jantung maksimal. Penurunan tak terelakkan dan bertahap pada denyut jantung maksimal yang dimulai pada usia sekitar 20 tahun berkontribusi pada penurunan ini, tetapi bukti menunjukkan bahwa pengurangan volume stroke maksimal adalah faktor utama. Penurunan volume stroke maksimal yang terdeteksi di antara orang yang berusia lanjut terkait dengan pengurangan kontraktibilitas ventrikel kiri — dan dengan demikian fraksi ejeksi yang lebih rendah ketika jantung berdetak — bersama dengan volume darah yang lebih kecil. Kekakuan dinding arteri lebih besar di antara orang tua, berkontribusi terhadap tekanan arteri rata-rata lebih tinggi yang diamati di antara orang tua selama latihan intensitas maksimal dan submaksimal. Ini menghasilkan peningkatan sistolik, serta diastolik, tekanan darah. Seiring dengan peningkatan tekanan darah selama latihan, karena penurunan kemampuan untuk mendistribusikan aliran darah ke otot aktif, jumlah darah yang dikirim ke otot yang berkontraksi berkurang pada usia lanjut.

Selain kekurangan fungsi kardiovaskular yang berkaitan dengan usia, mekanisme lain yang berkaitan dengan kemampuan tubuh untuk secara maksimal mengonsumsi oksigen terhalang oleh penuaan. Yaitu, kapasitas jaringan otot yang bekerja untuk mengekstraksi oksigen dari darah yang dikirimkan ke otot itu menurun, menghasilkan perbedaan $a-vO_2$ yang menurun pada orang yang lebih tua. Kapilaritas bawah dan kepadatan mitokondria yang terdeteksi pada otot rangka usia dapat menjelaskan perbedaan $a-vO_2$ yang berkurang.

Tingkat maksimum di mana tubuh dapat memanfaatkan oksigen ($VO_2\text{ max}$) adalah cerminan kerja sistem kardiovaskular, pernapasan, dan neuromuskular selama latihan seluruh tubuh maksimal. Serta menjadi salah satu persyaratan utama untuk kinerja daya tahan tingkat tinggi, juga dipandang sebagai ukuran kesehatan dan kebugaran fisik standar emas. Tingkat kebugaran yang rendah dikaitkan dengan peningkatan risiko morbiditas dan mortalitas. Studi dalam melatih individu secara konsisten

menemukan hubungan yang jelas antara usia dan VO₂ maks. Yang penting, hubungan ini tetap bahkan ketika ujung spektrum usia tidak termasuk. Karena hubungan usia V_O2 max terjadi pada populasi individu yang sangat terlatih, penurunan usia tidak dapat dianggap berasal dari fenomena yang tidak digunakan, meskipun pada atlet master yang lebih tua itu juga dapat berhubungan dengan penurunan volume dan intensitas latihan.

Otot Skelet

Mirip dengan penurunan kapasitas kardiovaskular yang ditampilkan oleh usia, kekuatan otot rangka juga menurun pada tingkat sekitar 10% per dekade. Namun, ini dimulai pada usia lanjut — 50 tahun — daripada penurunan O₂max. Hilangnya kekuatan dicatat dengan penuaan, meskipun, mempercepat setelah dekade keenam kehidupan, mencapai tingkat sekitar 15% per dekade. Bahkan, data longitudinal terbaru yang mempelajari orang yang sama dari waktu ke waktu menunjukkan bahwa, setelah usia 60 tahun, kekuatan dapat menurun secepat 3% hingga 5% setiap tahunnya.^{4,30} Kerusakan kekuatan otot, atau "kekuatan eksplosif," dimulai pada usia sekitar 40 tahun dan umumnya menurun lebih cepat daripada kekuatan. Ini menjadi perhatian khusus karena, lebih dari kekuatan, hilangnya kekuatan otot dikaitkan dengan insiden kecelakaan jatuh yang lebih besar dan cedera yang dihasilkan di antara orang yang lebih tua.

Penurunan yang berkaitan dengan usia pada kekuatan dan kekuatan otot terutama disebabkan oleh hilangnya massa otot dan proporsi yang lebih besar dari otot yang tersisa yang ditempati oleh kedutan lambat (tipe I). Istilah sarcopenia mengacu pada hilangnya jaringan otot skelet yang menyertai penuaan (Kotak 15-4). Hilangnya jaringan ini terbukti di seluruh otot dan serat penyusunnya. Laju penurunan massa otot mencerminkan hilangnya kekuatan otot yang terjadi selama penuaan. Seperti kekuatan, massa otot terawat dengan baik dari puncaknya di midtwenties melalui dekade pertama kehidupan. Selama tahun-tahun ini, atrofi otot hanya berjumlah 10%. Namun, setelah usia 50 tahun, atrofi otot terjadi pada tingkat 10% per dekade.⁶² Hilangnya massa otot ini diakibatkan oleh atrofi serat individu, dengan tipe II atau kedutan cepat yang paling terpengaruh, serta penurunan jumlah serat yang terdiri dari otot. Memang, itu adalah penurunan jumlah serat otot yang pada dasarnya menyumbang sarcopenia.

Ada bukti kuat bahwa apoptosis ini, atau kematian sel, dari serat dipicu oleh proses denervasi terkait usia yang dimulai dalam sistem saraf pusat. Ketika neuron motorik menunjukkan kerusakan nekrotik dan menarik diri dari serat otot yang mereka innervasikan, serat yang baru ditinggalkan harus disirkulasikan kembali oleh neuron motorik yang sehat di dekatnya atau mereka akan mengalami atrofi pertama, kemudian mati. Proses ini menghasilkan sejumlah unit motorik yang lebih kecil per otot, tetapi yang tetap berada di otot yang berusia lebih besar (yaitu, lebih banyak serat per motor neuron). Proses denervasi ini juga mempengaruhi tipe I (slow-twitch) dan tipe II (fast-twitch) sehingga komposisi ber-tipe (% dari setiap jenis serat) tidak berubah dengan penuaan. Namun, atrofi selektif dari tipe II yang diamati di antara otot-otot yang sudah tua menghasilkan proporsi yang lebih besar dari keseluruhan massa otot yang ditempati oleh serat tipe I.

Pada tingkat anatomis, kehilangan otot pada orang tua dikaitkan dengan atrofi serabut otot tipe II yang cepat berkontraksi. Memang, telah disarankan bahwa atrofi serat tipe II mungkin sepenuhnya menjelaskan hilangnya massa otot di kemudian hari. Namun, pandangan yang berlaku adalah bahwa kehilangan otot rangka juga berhubungan dengan hilangnya serabut otot sekunder akibat hilangnya unit motorik. Pelestarian kembali sebagian dari serat yang terlantar diyakini terjadi, menghasilkan peningkatan ukuran unit motor yang tersisa, dengan efek knock-on untuk kontrol motorik halus. Hipotesis ini didukung dengan bukti histologis pengelompokan jenis serat dan melalui perkiraan elektromiografi nomor unit motor. Sedangkan bukti aliran Z line dan formasi batang dan serat angulated lebih lanjut mengarah ke disregulasi otot skeletal di kemudian hari. Studi atlet master melukiskan gambaran yang sangat berbeda (seperti yang diilustrasikan dalam GAMBAR 3), yang sekali lagi menantang pernyataan bahwa perubahan ini dapat dijelaskan oleh proses penuaan yang melekat dan konsekuensi yang tak terelakkan dari bertambahnya usia. Studi cross-sectional dari master atlet yang merupakan kekuatan dan kekuatan atlet menunjukkan kekuatan dan kekuatan kontraktil superior dibandingkan dengan individu yang memiliki usia yang sama dan pelari ketahanan. Dalam studi cross-sectional pelari Finlandia yang mencakup rentang usia 18-82 tahun, penurunan progresif dalam ukuran serat tipe II dengan bertambahnya usia ditunjukkan, menunjukkan bahwa setidaknya sebagian dari atrofi serat tipe II adalah efek penuaan yang melekat. Tapi apakah latihan lanjutan mampu melawan kerugian unit motor yang terkait usia? Sebuah penelitian menggunakan spike-dipicu rata-rata untuk memperkirakan jumlah unit motorik di otot-otot tibialis anterior dan biceps brachii pelari daya tahan dan individu menetap di pertengahan tahun enam puluhan menunjukkan bahwa, relatif terhadap individu muda, individu menetap memiliki jumlah yang lebih rendah dari unit motor di kedua otot-otot. Namun, pada pelari utama, meskipun jumlah unit motorik yang sama yang diamati pada biceps brachii, jumlah unit motor mirip dengan individu muda di anterior tibialis. Ini diambil sebagai bukti yang mempertahankan aktivitas otot akan mencegah kehilangan unit motor, menunjukkan bahwa ini juga merupakan fenomena penuaan yang dipengaruhi oleh status aktivitas. Sebuah penelitian serupa dilakukan pada otot hipotenar pada atlet master yang memiliki daya tahan dan terlatih hingga usia 89 tahun. Di sini, atlet yang dilatih kekuatan, daripada atlet yang terlatih ketahanan, adalah orang-orang yang memiliki unit motor lebih banyak secara signifikan dibandingkan dengan individu yang tidak dilatih usia di otot ini. Hilangnya kekuatan otot dan kekuatan dijelaskan sebagian besar, tetapi tidak sepenuhnya, oleh hilangnya ukuran otot. Kualitas kontraktil dapat didefinisikan sebagai gaya yang dihasilkan per unit area cross-sectional (kekuatan spesifik) atau kekuatan per satuan volume tetapi kompleks untuk menentukan dari pengukuran in vivo. Studi segmen serat tunggal diperoleh dari sampel biopsi, permeabilized dan diaktifkan secara kimia, memungkinkan mesin kontraktil untuk dipelajari di bawah kondisi yang terkontrol secara in vitro. Studi tentang efek penuaan pada kekuatan tertentu dalam serat tunggal telah menghasilkan temuan campuran, dengan beberapa penelitian melaporkan penurunan kekuatan spesifik di kedua jenis serat utama (I dan IIa) dan yang lain menunjukkan tidak ada penurunan baik. Kurangnya konsistensi yang sama juga diamati untuk kecepatan pemendekan maksimal. Salah satu alasan untuk hasil yang bertentangan mungkin berhubungan dengan status aktivitas fisik dari individu yang diteliti. D'Antona dan rekan memeriksa serat dari individu yang lebih tua (berusia 70 tahun) dengan berbagai latar belakang aktivitas dan pelari utama. Studi ini menunjukkan bahwa kekuatan spesifik lebih rendah tidak aktif dan tidak bergerak

individu, tetapi tidak ada perbedaan dalam gaya tipe I atau IIa-spesifik dalam serat yang diambil dari pelari master dibandingkan dengan kontrol muda. Ini menunjukkan bahwa mekanisme terkait perubahan fungsi seluler dikaitkan dengan penuaan, seperti kehilangan konsentrasi myosin dan modifikasi posttranslational dari myosin, sangat dipengaruhi oleh ketidakaktifan dan dengan demikian mencerminkan interaksi penuaan-aktivitas daripada penuaan yang melekat per se.

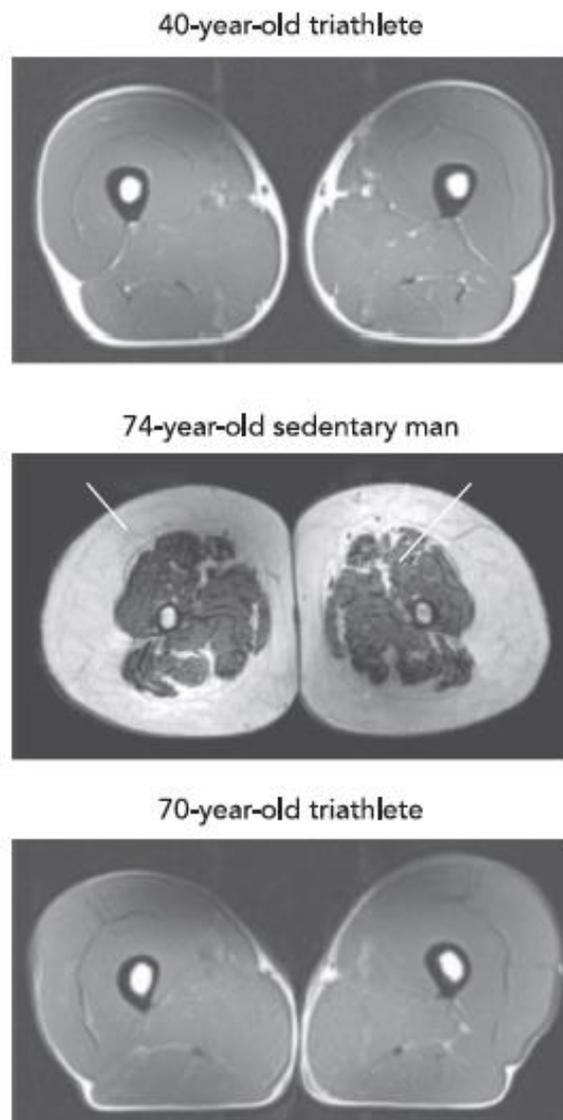


FIGURE 3. MRIs taken across the mid region of the thigh
Images taken across the mid region of the thigh, showing a sarcopenic muscle (*middle*) from a sedentary individual with reduced contractile mass, more subcutaneous fat, and infiltration of fat and connective tissue. By contrast, the muscles of a similarly aged master triathlete (*bottom*) shows little difference to that of a younger athlete (*top*) (95).

Sistem Skeletal

Masalah kesehatan utama lainnya yang terkait dengan penuaan adalah hilangnya kepadatan mineral tulang yang didokumentasikan dengan baik dan, karenanya, kekuatan tulang. Penurunan kepadatan mineral tulang yang berkaitan dengan usia ini paling menonjol di antara wanita, meskipun juga jelas pada tingkat yang lebih rendah di antara pria. Bahkan, osteoporosis, penyakit degeneratif yang ditandai dengan kehilangan massa tulang dan kerusakan arsitektural akibatnya mengakibatkan kerapuhan tulang, menimpa 10% dari warga AS berusia 50 tahun atau lebih. Biaya medis AS yang terkait dengan fraktur tulang osteoporotik diperkirakan mencapai \$ 20 miliar per tahun.³² Penurunan kepadatan mineral tulang yang berkaitan dengan usia telah terbukti dapat melacak hilangnya massa otot dan kekuatan yang terdeteksi di antara orang tua. Hubungan ini telah menyebabkan pepatah di kalangan ahli gerontologi dan ahli fisiologi olahraga bahwa, "otot kuat sama dengan tulang kuat." Jadi, mereka merekomendasikan latihan beban, serta pelatihan ketahanan, untuk penguatan efektif tidak hanya otot tetapi juga tulang untuk yang mereka lampirkan.

Adaptasi Latihan

Sistem Kardiovaskular

Ketika mengalami program pelatihan daya tahan dengan intensitas, frekuensi, dan durasi yang sama dengan orang dewasa muda, lansia mengalami peningkatan relatif (yaitu, peningkatan persen dari baseline pretrained) di VO₂max yang tidak berbeda dari peningkatan 20% hingga 25% yang ditunjukkan di antara muda. Meskipun perbaikan terjadi pada kedua jenis kelamin, mereka tampaknya berasal dari adaptasi yang berbeda di antara pria dan wanita yang berusia. Pada pria lanjut usia, peningkatan VO₂max yang diinduksi oleh pelatihan terutama disebabkan oleh adaptasi sentral dari curah jantung dan volume stroke yang lebih besar. Di antara wanita usia lanjut, bagaimanapun, adaptasi perifer, ekstraksi oksigen yang ditingkatkan secara spesifik oleh kerja otot rangka, menyebabkan peningkatan pengambilan oksigen maksimal. Pada pria dan wanita yang berusia lanjut, hasil latihan ketahanan dengan detak jantung yang lebih rendah dan tekanan arteri rata-rata saat istirahat, serta selama latihan intensitas submaksimal. Dan, seperti pada orang yang lebih muda, program pelatihan ketahanan yang berlangsung beberapa bulan dapat mengurangi lemak tubuh hingga 3 kg, atau sekitar 4% dari massa tubuh.

Otot Skelet

Penyelidikan awal menunjukkan bahwa orang lanjut usia memiliki lebih sedikit potensi untuk menanggapi pelatihan ketahanan dan hanya sedikit meningkatkan kekuatan dan ukuran otot mereka. Namun, penelitian ini memiliki banyak kekurangan metodologis, seperti menggunakan rejimen pelatihan yang tidak cukup kuat. Dalam studi yang lebih baru, orang yang lebih tua telah menyelesaikan program pelatihan yang menampilkan intensitas, frekuensi, dan durasi yang sama yang ditentukan untuk orang dewasa muda. Hasil dari penelitian ini jelas menunjukkan bahwa yang berusia mampu secara signifikan meningkatkan kekuatan dan mengalami hipertrofi otot. Terlepas dari beberapa pengecualian, sebagian besar data yang tersedia menunjukkan bahwa, ketika disajikan dengan stimulus pelatihan resistensi yang sama, keuntungan kekuatan yang dialami usia yang sama-sama mengesankan

seperti yang terdeteksi di kalangan muda. Tergantung pada metode pengujian yang digunakan, jenis kontraksi otot yang dilakukan (yaitu isotonik, isometrik, isokinetik), otot yang spesifik (s) dilatih, dan durasi program pelatihan ketahanan, perbaikan ini dapat berada di urutan 25 % hingga lebih dari dua kali lipat nilai-nilai kekuatan pretensi.

Seperti penelitian kekuatan, mereka yang menyelidiki efek pelatihan ketahanan pada hipertrofi pada hasil yang berusia agak membingungkan. Ketika menilai hipertrofi otot sebagai perluasan volume otot keseluruhan, tampak bahwa orang dewasa muda dan dewasa yang dilatih sama menunjukkan tingkat hipertrofi yang sama. Sebaliknya, ketika perubahan ukuran atau area cross-sectional baik keseluruhan otot atau serat konstituennya diperiksa sebagai ukuran hipertrofi, data menunjukkan bahwa meskipun usia menunjukkan hipertrofi signifikan, itu kurang jelas daripada yang ditunjukkan oleh orang dewasa muda. Mirip dengan pelatihan daya tahan, latihan ketahanan juga secara signifikan meningkatkan komposisi tubuh di antara orang tua, meskipun dengan mekanisme yang berbeda. Pelatihan ketahanan memunculkan pengurangan massa lemak dengan efek minimal pada massa tubuh tanpa lemak, sedangkan pelatihan ketahanan keduanya meningkatkan massa tubuh tanpa lemak dan mengurangi massa lemak.

Sistem Skeletal

Karena osteoporosis lebih cenderung mengidap wanita daripada pria, sebagian besar penelitian menentukan potensi latihan olahraga untuk meningkatkan kepadatan mineral tulang dan kesehatan telah dilakukan pada wanita pascamenopause. Secara umum, penelitian tersebut menunjukkan bahwa pelatihan ketahanan secara signifikan meningkatkan kepadatan mineral tulang, tetapi perbaikan tersebut hanya diamati pada tulang yang menahan beban dan sendi dari tubuh bagian bawah. Meskipun peningkatan kepadatan mineral tulang yang dihasilkan dari pelatihan ketahanan tidak lebih mengesankan daripada pelatihan ketahanan (yaitu, 1% -3%), peningkatan tersebut ditemukan di lebih banyak situs di seluruh tubuh, termasuk tulang belakang.

Resep Latihan

Sebagian besar bukti menunjukkan bahwa, meskipun memiliki tingkat kebugaran awal yang lebih rendah, orang yang lebih tua harus mengikuti pedoman resep olahraga yang sama seperti yang direkomendasikan untuk orang dewasa muda. Hal ini berlaku untuk pelatihan ketahanan yang dimaksudkan untuk meningkatkan kebugaran kardiovaskular, serta pelatihan ketahanan yang dirancang untuk meningkatkan kejang otot-otot. Tentu saja, ada pengecualian bagi mereka yang mungkin memiliki kondisi medis yang sudah ada yang membatasi atau bahkan menghalangi latihan olahraga. Selain itu, panduan resep olahraga untuk mereka yang berusia lanjut yang dianggap lemah secara fisik dimodifikasi sehingga intensitas dan total volume pelatihan menurun. Tingkat perkembangan program pelatihan jangka panjang juga mungkin lebih moderat bagi orang-orang itu. Selain pelatihan daya tahan dan pelatihan ketahanan meningkatkan kapasitas fungsional dari sistem kardiovaskular dan muskuloskeletal, aktivitas kehidupan sehari-hari (misalnya, naik dari kursi, naik tangga, membawa tas belanjaan) juga menjadi kurang stres bagi yang lanjut usia sebagai akibat dari latihan olah raga.

Aspek unik dari resep olahraga untuk lansia adalah dimasukkannya latihan yang dirancang secara khusus untuk meningkatkan keseimbangan dan koordinasi. Hal ini dilakukan sebagai respon terhadap tingginya frekuensi jatuh yang tidak disengaja yang diderita di antara orang yang berusia lanjut dan karena tulang yang lemah dan kemungkinan peningkatan patah tulang dan morbiditas lainnya yang diakibatkan oleh jatuh. Patah tulang pinggul menjadi perhatian khusus di kalangan orang tua karena data mengungkapkan bahwa, lebih dari 20% dari kasus-kasus tersebut, kematian akan terjadi dalam 1 tahun dari cedera. Meskipun pelatihan keseimbangan biasanya termasuk dalam program kebugaran keseluruhan untuk yang lanjut usia, ada sedikit bukti ilmiah untuk mendukung atau menyangkal efektivitas latihan keseimbangan, dengan sendirinya, dalam mencegah jatuh.

Tidak hanya latihan olahraga yang aman bagi yang lanjut usia (dengan asumsi tidak adanya kontraindikasi yang sudah ada sebelumnya seperti masalah ortopedi dan kardiovaskular), itu juga efektif. Bahkan, hampir setiap organisasi kesehatan dan geriatrik utama merekomendasikan bahwa orang tua terlibat dalam program pengkondisian fisik yang dirancang dengan baik. Sejumlah besar investigasi telah menunjukkan bahwa dalam hal relatif (yaitu, peningkatan persen dari nilai awal), orang yang berusia lanjut memperbaiki tingkat kardiovaskular mereka pada tingkat yang sama dengan orang yang lebih muda ketika berpartisipasi dalam program pelatihan daya tahan yang menampilkan intensitas, frekuensi, dan durasi yang sama. latihan. Sekarang juga diakui bahwa para lansia dapat, dan seharusnya, berpartisipasi dalam pelatihan ketahanan secara teratur. Mirip dengan fitas kardiovaskular, ketika para lansia melakukan latihan resistensi dengan intensitas, frekuensi, dan durasi yang sesuai, mereka akan menunjukkan kekuatan dan kekuatan otot yang tidak berbeda dengan yang dideteksi pada orang dewasa muda. Program latihan olahraga yang tepat untuk usia lanjut harus mencakup pelatihan kardiovaskular, sehingga risiko kejadian kardiovaskular atau stroke berkurang, dan pelatihan ketahanan, untuk mengurangi risiko diabetes tipe 2 dan terjatuh secara tidak sengaja dan untuk meningkatkan kesehatan tulang dan komposisi tubuh.