



PEDOMAN UJI LATIH JANTUNG: Prosedur dan Interpretasi

**Disusun oleh:
PERHIMPUNAN DOKTER SPESIALIS
KARDIOVASKULAR INDONESIA
2016**

EDISI PERTAMA

PEDOMAN UJI LATIH JANTUNG: Prosedur dan Interpretasi

Editor dan kontributor :

Dr. dr. Basuni Radi, SPJP(K) (Editor dan kontributor)
dr. Irsad Andi Arso, MKes, SpPD,SpJP(K) (Kontributor)
dr. Dyana Sarvasti, SpJP(K) (Kontributor)
dr. Yasmin Tadjoeidin, SpJP (Kontributor)
dr. Cholid Tri Tjahjono, MKes, SpJP (Kontributor)

Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia (PERKI)
2016

KATA SAMBUTAN KETUA PENGURUS PUSAT PERKI

Assalamualaikum Wr. Wb,

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, maka buku “**PEDOMAN UJI LATIH JANTUNG: Prosedur dan Interpretasi**” yang disusun oleh Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia masa bakti 2014 – 2016 ini dapat terselesaikan dengan baik.

Kami mengharapkan buku ini dapat dipergunakan sebagai pedoman dan pegangan dalam memberikan pelayanan Kesehatan Jantung dan Pembuluh Darah khususnya dalam pelayanan pemeriksaan uji latih jantung di rumah sakit – rumah sakit dan fasilitas-fasilitas pelayanan kesehatan di seluruh Indonesia.

Sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi kardiovaskular, buku pedoman ini akan selalu dievaluasi dan disempurnakan agar dapat dipergunakan untuk memberikan pelayanan yang terbaik dan berkualitas.

Semoga buku pedoman ini bermanfaat bagi kita semua.

Pengurus Pusat
Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia



DR. Dr. Anwar Santoso, SpJP(K), FIHA, FAsCC, FESC, FACC

Ketua

KATA PENGANTAR

Segala puji kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada tim penyusun pedoman ini. Pedoman ini dibuat setelah dalam pengamatan klinik sehari hari ditemukan adanya ketidakseragaman tatacara yang dipergunakan, interpretasi dan pelaporan dalam pelayanan pemeriksaan uji latih jantung. Oleh karena itu Kelompok Kerja Prevensi dan Rehabilitasi Kardiovaskular PERKI merasa perlu menyusun pedoman untuk menyeragamkan pemilihan subjek atau indikasi, pemilihan protokol, tatacara melakukan pemeriksaan, interpretasi dan pelaporan yang dapat dipergunakan oleh dokter spesialis jantung dan pembuluh darah, spesialis lain atau dokter umum maupun perawat dalam praktek pelayanan kesehatan sehari hari baik di rumah sakit, klinik maupun tempat kerja lainnya mempergunakan modalitas uji latih jantung.

Para kontributor telah berusaha merangkum dan menuliskan kembali dari buku buku maupun pedoman atau jurnal jurnal yang ada yang dianggap paling mampu dilaksanakan dan relevan. Oleh karena itu editor menyampaikan apresiasi setinggi tingginya kepada mereka atas kerja keras dan dedikasi yang telah ditunjukkan sehingga dapat diterbitkannya pedoman ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua PP PERKI atas kepercayaan yang diberikan kepada kami untuk menyusun pedoman ini agar dapat dipergunakan oleh anggotanya di seluruh Indonesia.

Sebelum diterbitkan, rancangan pedoman ini telah banyak ditunjukkan kepada para dokter spesialis jantung dan pembuluh darah dalam simposium atau workshop mengenai uji latih jantung untuk dapat masukan masukan dan revisi.

Kami sadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan pedoman ini, oleh karena itu kami dan Kelompok Kerja Prevensi dan Rehabilitasi Kardiovaskular akan terus menerus meninjau dan melakukan revisi bila diperlukan. Masukan untuk perbaikan pedoman ini sangat diharapkan dan akan dipergunakan untuk revisi pedoman ini di masa mendatang.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung disusunnya, diterbitkan dan dipergunakannya pedoman ini. Semoga bermanfaat, khususnya untuk pasien-pasien kita.

Editor dan kontributor,
Dan atas nama seluruh kontributor



Dr. Basuni Radi, SpJP(K), FIHA, FAsCC.
Ketua Pokja Prevensi dan Rehabilitasi Kardiovaskular PERKI

DAFTAR ISI

Sambutan Ketua Pengurus Pusat PERKI.....	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
 BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II INDIKASI DAN KONTRA INDIKASI PEMERIKSAAN	3
BAB III PROSEDUR PEMERIKSAAN	9
BAB IV UJI LATIH JANTUNG UNTUK DIAGNOSTIK PJK	18
BAB V UJI LATIH JANTUNG UNTUK STRATIFIKASI RISIKO ATAU PROGNOSTIK	23
BAB VI UJI LATIH JANTUNG UNTUK MENGUKUR KEBUGARAN, EVALUASI PENGobatan/ TINDAKAN DAN EVALUASI ARITMIA	29
BAB VII INTERPRETASI DAN PELAPORAN UJI LATIH JANTUNG	32
BAB VIII PENUTUP	36
 Contoh: Penjelasan tentang uji latih jantung.....	37
Contoh: Laporan uji latih jantung	39
APPENDIX 1 – 9	40
DAFTAR PUSTAKA	50

BAB I

PENDAHULUAN

Pendahuluan

Teknologi kedokteran untuk menegakkan diagnosis dan tatalaksana penyakit jantung dan pembuluh darah / kardiovaskular berkembang pesat, namun uji latih jantung dengan elektrokardiografi (ULJ) / *exercise stress test* tetap masih menjadi modalitas pemeriksaan yang penting dan sering dipergunakan. Beragam manfaat, ketersediaan, kemudahan, keamanan, biaya pemeriksaan yang relatif murah, serta pelaksanaan pemeriksaan yang relatif cepat menjadikan modalitas ini tetap dipakai, menjadi pilihan dan menjadi penyaring untuk tindakan lain yang bersifat invasif dan lebih mahal.¹ Walaupun demikian tetap perlu diingat bahwa ULJ mempunyai keterbatasan keakuratan, tidak dapat dilakukan pada semua orang atau pasien, serta memerlukan kerjasama dan kemampuan pasien untuk menjalaninya.

Saat ini penggunaan pemeriksaan ULJ paling sering dipergunakan mengidentifikasi adanya iskemia miokardium untuk menegakkan diagnosis penyakit jantung koroner (PJK) dengan mengidentifikasi adanya depresi segmen ST yang terdeteksi uji latih.² Sebenarnya selain untuk keperluan tersebut masih banyak manfaat serta indikasi lain seperti prognostik, stratifikasi, evaluasi pengobatan atau tindakan, mengukur kapasitas fungsional dan membuat program latihan.³

Dalam pelaksanaannya pemeriksaan ULJ dilakukan di berbagai tempat baik rumah sakit, klinik, laboratorium maupun tempat praktek dokter dengan atau tanpa supervisi dokter spesialis jantung dan pembuluh darah. Oleh karena itu dianggap perlu untuk membuat suatu pedoman yang dapat dipakai oleh praktisi dalam melakukan pemeriksaan ULJ. Selain itu agar pemeriksaan ULJ dapat dipergunakan seoptimal mungkin tidak hanya untuk diagnostik PJK dan dapat dilakukan dengan aman, sesuai dengan indikasinya, dapat memberi manfaat yang maksimal serta interpretasi dan laporan yang seragam.

Ruang Lingkup Pedoman

Pedoman ini disusun hanya untuk uji latih jantung dengan elektrokardiografi (EKG) dengan ban berjalan yang bebannya diatur dengan mesin listrik dan dapat dikendalikan kecepatan maupun kemiringannya secara terprogram / *treadmill test* atau dengan sepeda statis yang dapat diatur bebannya/ *leg ergocycle test*.



Penyusunan pedoman ini berdasarkan telaahan literatur dan pedoman atau *guideline* dari berbagai buku dan jurnal internasional, ditulis ulang dalam bahasa Indonesia oleh para kontributor para dokter spesialis jantung dan pembuluh darah anggota Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia (PERKI), yang diprakarsai oleh Kelompok Kerja Pencegahan dan Rehabilitasi Kardiovaskular secara ringkas agar mudah dibaca dan diterapkan.

Pedoman ini disusun dengan harapan untuk dipergunakan menjadi pedoman dalam praktek klinik dokter spesialis jantung dan pembuluh darah se Indonesia, dokter spesialis lainnya ataupun dokter umum yang berkecimpung dalam pelayanan yang menggunakan modalitas ULJ maupun instansi pelayanan kesehatan agar pemeriksaan ULJ dapat dilakukan secara efektif, aman, sesuai indikasi, keseragaman interpretasi dan pelaporan dan dapat memberi manfaat maksimal untuk pasien dan masyarakat secara umum.

Apabila ada batasan-batasan yang berbeda dari berbagai sumber bacaan, maka diambil batasan yang paling dianggap aman untuk subjek atau pasien, dan dianggap paling sesuai untuk kondisi di Indonesia. Dalam pedoman ini orang yang menjalani ULJ disebut sebagai subjek atau individu atau pasien.

BAB II

INDIKASI DAN KONTRA INDIKASI PEMERIKSAAN

Indikasi Pemeriksaan

Secara umum ULJ dapat digunakan untuk:³

1. Mendeteksi PJK pada seseorang dengan gejala atau tanda-tanda ke arah PJK.
2. Menilai tingkat beratnya PJK.
3. Prediksi prognosis atau stratifikasi risiko untuk kejadian kardiovaskular atau kematian.
4. Mengukur kapasitas fisik dan kemampuan melakukan aktivitas tertentu.
5. Mengevaluasi keluhan-keluhan yang berhubungan dengan aktivitas atau latihan fisik.
6. Mengevaluasi efek terapi atau intervensi.
7. Menilai kompetensi kronotropik, kemungkinan kemunculan aritmia atau evaluasi respon terapi atau tindakan aritmia.
8. Penggunaan lain yang dianggap tambahan seperti untuk membuat program latihan, menilai respon terhadap program latihan fisik atau respon terhadap pengobatan, menentukan klasifikasi fungsional disabilitas, dan untuk evaluasi risiko perioperatif untuk tindakan bedah non kardiak.

Untuk masing-masing tujuan tersebut diatas, indikasi pemeriksaan ULJ dapat dijabarkan sebagai berikut:⁴

Untuk mendeteksi adanya penyakit jantung koroner obstruktif, uji latih jantung diindikasikan pada:

1. Pasien dengan probabiliti pra-uji / *pretest probability* sedang (berdasarkan jenis kelamin, usia dan keluhan), walaupun dengan EKG *complete right bundle branch block* (CRBBB) atau depresi segmen ST kurang dari 1 mm pada saat istirahat.
2. Pasien dengan angina vasospastik.
3. Pasien dengan *pretest probability* tinggi atau rendah, pasien dengan depresi segmen ST < 1 mm dan sedang mengkonsumsi digoksin, atau pasien dengan EKG menunjukkan hipertrofi ventrikel kiri dan dengan depresi segmen ST kurang dari 1 mm dianggap sebagai indikasi dengan kelas rekomendasi lebih rendah.

Pemeriksaan ULJ tidak perlu dilakukan untuk mendeteksi PJK obstruktif pada

pasien dengan abnormalitas EKG sindroma pre-eksitasi (Wolff-Parkinson-White syndrome), irama pacu jantung ventrikuler, depresi segmen ST 1 mm atau lebih, *complete left bundle-branch block (CLBBB)*.

Uji latih jantung untuk stratifikasi risiko dan prognosis pada pasien dengan gejala atau dengan riwayat PJK sebelumnya:

1. Pasien yang sedang menjalani pemeriksaan awal dengan kecurigaan atau sudah diketahui adanya PJK, termasuk mereka dengan CRBBB atau depresi segmen ST kurang dari 1 mm.
2. Pasien yang dicurigai atau telah diketahui adanya PJK yang menunjukkan perubahan klinis yang bermakna.
3. Pasien angina pectoris tidak stabil dengan risiko rendah, 8 sampai 12 jam dari saat masuk rumah sakit, dan telah bebas keluhan iskemia atau gagal jantung.
4. Pasien angina pectoris tidak stabil dengan risiko sedang, 2-3 hari dari saat masuk RS, dan bebas gejala iskemia dan gagal jantung.
5. Pasien angina pectoris tidak stabil dengan hasil pemeriksaan laboratorium *cardiac marker* normal pada pemeriksaan awal, pemeriksaan serial ECG tidak menunjukkan perubahan signifikan dan hasil pemeriksaan laboratorium *cardiac marker* 6-12 jam setelah onset normal dan tidak ada bukti iskemia lain selama pengamatan.
6. Pada pasien-pasien dengan sindroma pre-eksitasi (Wolff-Parkinson-White), pacu jantung ventrikuler, depresi segmen ST 1 mm atau lebih, CLBBB atau ada defek konduksi interventrikuler dengan durasi QRS lebih dari 120 milidetik, pasien dengan perjalanan klinis yang stabil namun sedang menjalani pengamatan periodik untuk menentukan terapi dianggap merupakan indikasi dengan tingkat rekomendasi lebih rendah.

Pemeriksaan ULJ tidak perlu dilakukan untuk keperluan stratifikasi risiko atau penentuan prognosis pada pasien-pasien dengan komorbiditas yang berat yang menyebabkan rendahnya kemungkinan hidup, dan / atau pasien yang merupakan kandidat untuk dilakukan revaskularisasi, dan pada pasien angina pectoris tidak stabil yang berisiko tinggi.

Uji latih jantung pasca infark miokard:

1. Sebelum pemulihan dari perawatan, untuk pengkajian prognostik, peresepan aktifitas fisik, evaluasi terapi (tes submaksimal pada hari ke-4 sampai ke-6).
2. Segera setelah pulang rawat, untuk pengkajian prognostik, peresepan aktifitas fisik, evaluasi pengobatan, dan rehabilitasi jantung bila uji latih sebelum pulang tidak dilakukan (ULJ dilakukan dengan *symptom limited*,

sekitar kari ke-14 sampai ke-21)

3. *Late post discharge* untuk pengkajian prognostik, persepsian aktifitas fisik, evaluasi pengobatan dan rehabilitasi jantung, atau bila ULJ sebelumnya dilakukan submaksimal. (ULJ dilakukan *symptom limited*, sekitar minggu ke-3 sampai ke-6).
4. Setelah pulang perawatan, untuk konseling aktifitas dan/atau latihan fisik sebagai bagian dari rehabilitasi jantung pada pasien yang menjalani revaskularisasi koroner.
5. Pada pasien-pasien dengan CLBBB, sindroma pre-eksitasi (Wolff-Parkinson-White), hipertrofi ventrikel kiri, dalam terapi digoksin, depresi segmen ST lebih dari 1mm, pacu jantung ventrikuler, dan pasien dalam pengamatan periodik yang melanjutkan partisipasinya dalam program latihan fisik atau rehabilitasi jantung dianggap merupakan indikasi dengan tingkat rekomendasi lebih rendah.

Uji latih jantung pada pasien pasca infark miokard tidak perlu dilakukan pada pasien-pasien dengan komorbiditas yang berat yang kemungkinan menyebabkan rendahnya kemungkinan hidup dan/atau pasien yang merupakan kandidat untuk revaskularisasi, adanya tanda dan gejala gagal jantung kongestif, aritmia, atau adanya kondisi non kardial yang membatasi kemampuan untuk ULJ, sebelum pemulangan untuk mengevaluasi pasien yang sudah diputuskan untuk, atau telah menjalani kateterisasi jantung.

Uji latih jantung pada subjek asimtomatik yang belum diketahui adanya PJK:

1. Evaluasi subjek asimtomatik dengan diabetes melitus yang berencana akan mulai melakukan latihan fisik/ aktifitas berat.
2. Rekomendasi dengan tingkat yang lebih rendah bila ULJ dilakukan untuk evaluasi subjek dengan faktor risiko ganda sebagai pedoman untuk terapi penurunan risiko, evaluasi laki-laki asimtomatik berusia diatas 45 tahun atau perempuan diatas 55 tahun: (a) yang berencana memulai latihan fisik/ aktifitas berat (terutama bila sebelumnya *sedentary*), atau (b) yang terlibat dalam pekerjaan dimana kelainan / gangguan jantung dapat berefek pada keselamatan umum, atau (c) yang berisiko tinggi PJK karena penyakit lainnya (misal penyakit vaskular perifer dan gagal ginjal kronis).

Uji latih jantung pada subjek asimtomatik yang belum diketahui adanya PJK tidak boleh dilakukan sebagai pemeriksaan skrining rutin.

Uji latih jantung pada penyakit jantung katup:

1. Pada pasien dengan regurgitasi aorta kronik, pemeriksaan kapasitas fungsional dan respon simtomatik pada pasien dengan riwayat keluhan ekuifokal.

2. Pada pasien dengan regurgitasi aorta kronik, evaluasi keluhan dan kapasitas fungsional sebelum beraktifitas dalam olah raga.
3. Pada pasien dengan regurgitasi aorta, untuk pengkajian prognosis sebelum operasi penggantian katup aorta pasien asimtomatik atau gejala minimal dengan disfungsi ventrikel kiri.
4. Rekomendasi dengan tingkat yang lebih rendah untuk evaluasi kapasitas latihan pada pasien dengan penyakit jantung katup.

Uji latih jantung tidak dilakukan untuk menegakkan diagnosis PJK pada pasien-pasien dengan penyakit katup yang sedang dan berat dengan adanya kelainan EKG seperti pre-eksitasi, irama pacu jantung ventrikuler, depresi segmen ST lebih dari 1 mm, CLBBB.

Uji latih jantung sebelum dan sesudah revaskularisasi:

1. Menunjukkan adanya iskemia sebelum tindakan revaskularisasi
2. Evaluasi pada pasien dengan gejala berulang yang menunjukkan kecurigaan adanya iskemia setelah revaskularisasi.
3. Setelah pulang rawat, untuk konseling aktifitas dan/ atau latihan fisik sebagai bagian dari rehabilitasi jantung pada pasien yang telah menjalani revaskularisasi koroner.
4. Rekomendasi dengan tingkat yang lebih rendah bila ULJ dilakukan untuk deteksi restenosis pada pasien-pasien risiko tinggi asimtomatik dalam 12 bulan pasca angioplasty koroner, pemantauan periodik pada pasien risiko tinggi yang asimtomatik untuk mendeteksi restenosis, oklusi graft, revaskularisasi koroner inkomplit, atau perkembangan penyakit.

Uji latih jantung tidak dilakukan untuk menentukan lokasi iskemia untuk menetapkan lokasi intervensi, atau untuk pemantauan rutin dan periodik pada pasien pasca angioplasty koroner atau pasca operasi pintas koroner tanpa indikasi spesifik.

Uji latih jantung untuk evaluasi subjek dengan gangguan irama:

1. Identifikasi untuk menentukan seting pacu jantung pada pasien dengan *rate-adaptive pacemaker*.
2. Evaluasi blok AV total kongenital pada pasien yang berniat meningkatkan aktifitas atau berencana akan terlibat dalam olah raga kompetitif.
3. Evaluasi pasien yang sudah diketahui atau diduga adanya aritmia yang terpicu aktifitas fisik.
4. Evaluasi terapi medis, bedah, atau ablasi pada pasien dengan aritmia yang terpicu latihan fisik (termasuk fibrilasi atrium)
5. Rekomendasi dengan tingkat yang lebih rendah bila ULJ dilakukan untuk mencari denyut ektopik ventricular terisolasi pada pasien pasien usia

menengah tanpa adanya bukti lain PJK, investigasi blok AV derajat 1 atau blok AV derajat 2 Wenckebach, LBBB, RBBB, atau denyut ektopik terisolasi pada pasien-pasien muda yang akan berpartisipasi dalam olah raga kompetitif.

Uji latih jantung tidak dilakukan rutin untuk menyelidiki denyut ektopik terisolasi pada pasien muda.

Kontra Indikasi Pemeriksaan

Uji latih jantung tidak boleh dilakukan pada kondisi yang dianggap akan membahayakan subjek / pasien bila dilakukan, memperburuk kondisi yang telah ada, kemungkinan ULJ tidak adekuat, serta bila manfaat dilakukannya pemeriksaan tersebut sangat kecil. Pada kondisi yang dianggap kontra indikasi relatif harus dipertimbangkan secara seksama manfaat dan risikonya. Kotak 1 dan kotak 2 berisi kondisi yang dianggap kontra indikasi absolut dan kontra indikasi relatif.

Kotak 1: Kontra indikasi absolut:³⁻⁶

- *Infark miokard akut dalam 2 hari pertama.*
- *Angina pectoris tidak stabil yang masih berlangsung atau yang dianggap berrisiko tinggi.*
- *Aritmia tak terkontrol yang menimbulkan keluhan atau gangguan hemodinamik.*
- *Stenosis berat katup aorta yang simtomatik.*
- *Diseksi aorta akut.*
- *Miokarditis/perikarditis akut, Endokarditis aktif, Infeksi akut lainnya.*
- *Gagal jantung yang belum terkontrol.*
- *Emboli paru akut, infark paru, trombosis vena dalam.*
- *Gangguan fisik atau mental atau kondisi medis tertentu yang tidak memungkinkan dilakukannya ULJ secara aman dan/ atau memperburuk keadaannya bila dilakukan ULJ.*

**Kotak 2: Kontra indikasi relatif:³⁻⁶**

- Telah diketahui adanya stenosis koroner cabang utama kiri/ *left main* atau ekuivalen.
- *Stenosis katup aorta sedang sampai berat yang tidak menyebabkan gejala.*
- *Takiaritmia dengan laju ventrikel tak terkontrol.*
- *Blok Atrioventrikular derajat 2-3.*
- *Hipertensi sistemik berat (diastolik >110 mmHg, sistolik >200 mmHg saat istirahat).*
- *Kardiomiopati hipertrofi dengan obstruksi berat left ventricular outflow tract (LVOT).*
- *Stroke atau transient ischemic attack yang baru terjadi/recent.*
- Hipertensi pulmoner berat.
- Pemakaian alat pacu jantung (*fixed rate*).
- *Gangguan fisik atau mental atau kondisi medis tertentu yang tidak memungkinkan dilakukannya ULJ secara adekuat.*

Catatan: Berbagai pedoman memasukan kondisi yang berbeda-beda ke dalam kontraindikasi absolut maupun relatif, namun kami menganggap penting bahwa pemeriksaan ULJ tidak membahayakan atau menyebabkan kematian, memperburuk kondisi yang telah ada dan harus dapat dipastikan agar ULJ dapat dilakukan secara adekuat. Setiap keadaan baik pada kelompok kontraindikasi absolut maupun relatif harus tetap menjadi pertimbangan sebelum ULJ dilakukan dengan memegang prinsip "*first do no harm*". Kondisi yang akan membahayakan, memburuk atau mengancam jiwa sebaiknya dianggap sebagai kontra indikasi absolut. Sedangkan kondisi yang masih memungkinkan dilakukannya ULJ namun ada kemungkinan bahwa ULJ tersebut tidak akan adekuat dan kemungkinan tujuan pemeriksaan tidak tercapai maka sebaiknya dianggap sebagai kontra indikasi relatif.

BAB III

PROSEDUR PEMERIKSAAN

Tempat Pemeriksaan

Tempat dilakukannya ULJ harus nyaman, bersuasana yang menunjukkan pelayanan medis profesional yaitu tempat yang disediakan khusus untuk pemeriksaan kedokteran, bila memungkinkan ada pengatur suhu ruangan yang baik. Ruangan pemeriksaan harus mempunyai luas yang memadai tidak hanya untuk peralatan uji latih, tetapi untuk peralatan dan obat untuk penanganan kegawatdaruratan, tabung atau sumber oksigen beserta asesornya, tempat tidur periksa pada ruangan yang sama yang bisa dipakai untuk pemeriksaan awal, pemasangan elektroda, atau pada saat fase pemulihan. Meja dan kursi yang memadai untuk menulis, meletakkan komputer dan alat tulis lain serta untuk berkonsultasi dapat berada di ruang yang sama. Demikian juga tempat untuk berganti pakaian dapat disediakan di ruangan terpisah.

Di tempat tersebut harus ada cukup ruang untuk pemindahan alat, subjek, pergerakan petugas baik di dalam ruangan itu sendiri maupun akses ke ruangan lainnya, mempunyai akses komunikasi yang memadai bila diperlukan suatu tindakan untuk mengatasi kondisi kegawatan. Petugas yang ada dalam ruangan harus dibatasi hanya dokter, perawat dan subjek saja.³

Petugas

Uji latih jantung harus dilakukan oleh petugas medis, keperawatan atau teknisi khusus yang mempunyai kompetensi yang memadai, terlatih dan mampu melakukan prosedur ULJ tersebut secara benar dan aman serta dapat melakukan tatalaksana awal kegawatdaruratan medis bila hal itu terjadi.

Dokter Spesialis Jantung dan Pembuluh Darah yang bekerja di tempat tersebut atau yang menjadi pengawas perlu membuat kriteria yang sesuai untuk tempat bekerjanya yang mengelompokkan kondisi atau subjek / pasien mana yang harus diawasi langsung atau dapat diawasi oleh petugas yang lain, misalnya berdasarkan *pretest probability* atau tingkat risiko subjek /pasien. Pada kondisi tertentu yang dianggap tidak perlu mengawasi secara langsung pemeriksaan ULJ tersebut, maka dokter tersebut harus bisa dihubungi, diminta bantuan dengan mudah dan cepat dan dapat hadir secara fisik bila diperlukan.

Secara umum prosedur pemeriksaan ULJ harus dilakukan atau diawasi oleh dokter atau petugas lain seperti perawat atau teknisi khusus yang memiliki pengetahuan dan kemampuan mengenai ULJ.^{3,7}

- Dasar fisiologi kardiovaskular dan fisiologi latihan, termasuk respon hemodinamik terhadap latihan.
- Efek usia dan penyakit terhadap hemodinamik dan respon EKG terhadap latihan.
- Obat-obat kardiovaskular dan bagaimana obat-obatan tersebut mempengaruhi kemampuan fisik, hemodinamik dan EKG.
- Indikasi uji latih, kontraindikasi, risiko dan pengkajian risiko ULJ.
- Prinsip-prinsip dan detail uji latih jantung, termasuk penempelan elektroda yang benar dan persiapan kulit.
- Alternatif uji kardiovaskular lain.
- Berbagai protokol uji latih dan masing-masing indikasinya.
- Titik akhir uji latih dan indikasi untuk menghentikan uji latih
- Mengetahui dan mengatasi komplikasi uji latih
- Aritmia dan kemampuan mengenali dan mengobati aritmia yang berbahaya
- Kompeten dalam melakukan tindakan resusitasi/ ACLS

Oleh karena itu, dokter spesialis jantung dan pembuluh darah harus terus menerus meningkatkan pengetahuan dan kemampuan petugas yang akan membantunya atau yang akan melakukan pemeriksaan ULJ. Demikian juga dokter spesialis jantung dan pembuluh darah yang mengerjakan dan menginterpretasi ULJ harus terus memperbaharui pengetahuan dan kemampuannya tentang ULJ dalam hal:^{3,7}

- Perkembangan terkini mengenai ULJ dan teknologinya
- Spesifisiti, sensitiviti, dan keakuratan diagnostik dari uji latih jantung pada populasi berbeda.
- Prosedur diagnostik tambahan dan alternatif lainnya untuk uji latih
- Bagaimana mengaplikasikan teori Bayes, untuk menginterpretasi hasil uji latih.
- EKG dan perubahan EKG akibat latihan, iskemia, hipertrofi, gangguan konduksi, gangguan elektrolit dan obat-obatan
- Nilai prognostik uji latih
- Konsep tentang *metabolic equivalent* dan estimasi intensitas latihan dengan berbagai jenis alat uji latih jantung

Persiapan

Agar pelaksanaan ULJ berjalan lancar, serta pasien/ subjek ULJ siap secara fisik dan mental untuk melaksanakan ULJ maka perlu persiapan sebagai berikut.^{3,6,8}

1. Tujuan atau indikasi pemeriksaan harus diketahui dengan jelas oleh pasien dan penerima rujukan yang akan melakukan ULJ. Bila perlu dokter yang merujuk dihubungi untuk mendapat informasi yang diperlukan.
2. Subjek diberi penjelasan yang memadai tentang maksud, manfaat, resiko, alternatif pemeriksaan, tatacara pemeriksaan dilakukan, gejala dan keluhan untuk menghentikan ULJ, dan kapan laporan hasil pemeriksaan akan disampaikan.
3. Istirahat yang cukup pada malam sebelumnya, menghindari stres emosional atau fisik pada hari pemeriksaan.
4. Tidak makan berat, minum alkohol, minum kopi, merokok minimal 2 jam sebelum ULJ.
5. Apabila ULJ yang dilakukan bertujuan diagnostik PJK, dan diharapkan laju jantung mencapai maksimal atau melewati submaksimal, atau untuk memprovokasi timbulnya aritmia, maka obat-obatan yang menghambat laju jantung, menutupi munculnya gambaran iskemia, obat-obat yang menekan timbulnya aritmia dapat dihentikan minimal 24 jam bila hal tersebut memungkinkan dan tidak berbahaya untuk subjek.
6. Apabila ULJ yang dilakukan bertujuan untuk menilai kapasitas fungsional atau menilai efek pengobatan/ intervensi, maka obat-obat rutin dapat tetap dilanjutkan, namun daftar obat yang dikonsumsi harus ada dan dicatat beserta dosisnya.
7. Berpakaian dan beralas kaki yang nyaman, sehingga dapat bergerak leluasa saat ULJ.
8. Peralatan ULJ serta peralatan dan obat-obatan untuk mengatasi kegawatdaruratan harus selalu dipastikan dalam kondisi tersedia dan siap dipakai.
9. Persetujuan tindakan berdasarkan informasi yang memadai atau *informed consent* harus sudah diperoleh sebelum tindakan dilakukan dan sesuai dengan peraturan atau kebijakan yang berlaku di masing-masing tempat. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 290/Menkes/Per/III/2008 dan Manual Persetujuan Tindakan Kedokteran dari Konsil Kedokteran Indonesia tahun 2006 yang mengatur persetujuan tindakan kedokteran dapat dijadikan acuan serta formulir yang dapat dipergunakan.

Pemeriksaan Pra Tindakan

Sebelum melakukan tindakan ULJ, lakukan anamnesis atau pengumpulan riwayat medis dan pemeriksaan yang komprehensif.

Anamnesis dan riwayat penyakit :

- Identitas subjek: Nama lengkap (terdiri dari minimal dua nama), tanggal lahir, jenis kelamin, nomor rekam medis, nomor register prosedur (bila ada), alamat serta nomor kontak keluarga.
- Apakah ada keluhan angina pectoris yang khas atau nyeri dada tidak khas (untuk keperluan menentukan *pre-test probability*, indikasi serta kontraindikasi).
- Apakah ada keluhan baru atau keluhan lama yang menjadi progresif.
- Apakah ada riwayat infark miokard baru atau lama dan riwayat revaskularisasi.
- Apakah ada riwayat gagal jantung serta riwayat pengobatan/ tindakan.
- Faktor-faktor risiko penyakit kardiovaskular dan penyakit paru.
- Riwayat stroke dan kemampuan bergerak.
- Riwayat aritmia, *sinkope*, riwayat *sudden-death* atau kardioversi atau resusitasi.
- Apakah ada riwayat trauma atau penyakit pada tungkai yang mungkin akan mengganggu pergerakan selama ULJ
- Daftar obat-obatan yang sedang dikonsumsi.
- Aktivitas atau kemampuan fisik sehari-hari untuk memperkirakan tingkat kebugaran.

Pemeriksaan yang lengkap :

- Berat badan, tinggi badan
- Pemeriksaan tekanan darah serta nadi.
- Pemeriksaan fisik jantung dan sistem pernafasan.
- Pemeriksaan pergerakan tungkai-tungkai.
- Hitung perkiraan nadi maksimal berdasarkan usia, misalnya dengan rumus $220 - \text{usia dalam tahun}$, dan perkiraan nadi submaksimal (85% dari perkiraan nadi maksimal berdasarkan usia).
- Rekam EKG bila sebelumnya tidak ada atau bila diduga telah ada perubahan, atau bila kondisi klinis mengindikasinya. Bila perlu dibandingkan dengan EKG sebelumnya (bila ada).

Memulai Pemeriksaan

Setelah dilakukan anamnesis dan pengumpulan data medis yang lengkap serta pemeriksaan yang diperlukan maka elektroda EKG dipasang pada tempat-tempat yang ditentukan dengan cara terbaik agar menghindari timbulnya ketidaknyamanan pada subjek, menghindari timbulnya artefak yang akan menyulitkan interpretasi EKG, dan memungkinkan perekaman EKG yang baik selama ULJ.

Bila perlu dilakukan pencukuran daerah dada yang akan dipasang elektroda, bila kulit berminyak harus dihilangkan lapisan minyak di atasnya, setelah kering digosok dengan kertas pasir atau bahan kain yang kasar, kemudian ditandai titik masing-masing *leads*/sandapan. Tatacara penempatan elektroda EKG saat ULJ ditunjukkan pada Appendix.

Alat pengukur tekanan darah dipasang dan dipastikan stabil dan dapat dipergunakan pada saat ULJ dilakukan.

Sebelum ULJ dilakukan berikan penjelasan mengenai cara memulai berjalan di treadmill atau mengayuh sepeda, apa yang akan dilakukan dan diukur selama ULJ berlangsung, cara berkomunikasi saat dilakukan ULJ, cara bila ingin menghentikan ULJ, cara mengkomunikasikan gradasi beratnya keluhan yang dirasakan (bila memungkinkan diajarkan Skala Borg) dan disampaikan mengenai apa yang akan atau perlu dilakukan saat fase pemulihan hingga ULJ dianggap selesai.

Pemilihan Protokol

Terdapat berbagai protokol dengan pengaturan beban yang bervariasi untuk ULJ (lihat Appendix). Pilihlah protokol yang memungkinkan pasien/ subjek untuk menjalani ULJ tersebut selama 6 menit hingga 12 menit³. Oleh karena itu, sebelum memilih protokol yang tepat, perlu diperkirakan kapasitas fungsional seseorang yang akan menjalani ULJ tersebut dengan anamnesis aktifitas fisik harian dan latihan yang biasa dilakukan.

Pemilihan cara ULJ apakah dengan ban berjalan yang diatur dengan motor listrik/ *treadmill* atau sepeda statis yang dapat diatur bebannya / *leg ergocycle* disesuaikan dengan keberadaan alat uji dan kondisi subjek yang akan diuji. Sebaiknya dipilih protokol yang sudah lazim atau tersedia pada perangkat yang akan dipakai, sudah dikenali dan sering dilakukan.

Cara ULJ dengan *treadmill* dilakukan bila subjek memungkinkan untuk berjalan hingga berlari pada ban berjalan tersebut tanpa halangan dari kondisi muskuloskeletal tungkai maupun keseimbangan. Uji yang dilakukan dengan *treadmill* biasanya dapat mencapai laju jantung dan beban maksimal yang lebih tinggi dibandingkan dengan cara *leg ergocycle*.

Terdapat berbagai protokol uji latih dengan *treadmill*, tetapi yang sering digunakan adalah protokol Bruce dan *Modified Bruce*. Protokol Bruce digunakan terutama untuk individu yang relatif bugar dengan perkiraan kapasitas fungsional sekitar 7 METs atau lebih. Protokol *Modified-BRUCE*, digunakan untuk mereka yang kurang fit yang diperkirakan tidak bisa mentolerir protokol Bruce atau dengan perkiraan kapasitas fungsional kurang dari 7 METs.

Protokol *treadmill* yang lain dapat dipilih dengan mempertimbangkan apakah penambahan beban dengan kecepatan atau elevasi/ tanjakan yang lebih memungkinkan dijalani.

Cara ULJ dengan *leg ergocycle* dipakai bila subjek tidak memungkinkan untuk melakukan uji latih dengan *treadmill*, karena kondisi tungkai atau beban berat badan yang akan mengganggu kemampuan Bergeraknya, atas pertimbangan keamanan atau bila subjek lebih menyukainya. Beban uji dapat dimulai dari 10-25 Watt (150 kpm/mnt), dan dinaikkan bertahap sekitar 25-50 Watt tiap 2 – 3 menit hingga titik akhir uji tercapai.³

Pengawasan Selama Uji Latih Jantung

Selama ULJ berlangsung hingga berakhir, pengawasan terhadap pasien/ subjek harus terus menerus dilakukan dengan pengamatan dan komunikasi dua arah yang baik dan pemeriksaan yang memungkinkan petugas mengetahui kondisi subjektif dan objektif. Hal-hal yang harus diawasi adalah:

1. Keluhan pasien/ subjek ULJ dan tingkat beratnya keluhan.
2. Perubahan pada hemodinamik (laju jantung, tekanan darah, diukur secara rutin).
3. Tanda-tanda fisik (misalnya terpincang-pincang, sempoyongan, posisi kurang stabil, tampak pucat, tampak kelelahan atau kesakitan dan sebagainya).
4. Rekaman EKG pada monitor (aritmia, perubahan segmen ST).⁹

Selama dilakukan ULJ, tekanan darah diukur secara rutin, ditanyakan mengenai keluhan yang timbul, dan dipantau kondisinya secara keseluruhan. Setiap akan ada

peningkatan beban diinformasikan terlebih dahulu dan ditanyakan apakah kemungkinan dapat melanjutkan atau tidak.⁹

Menghentikan Uji Latih Jantung

Keputusan untuk menghentikan ULJ merupakan salah satu fungsi penting dari pengawasan ULJ ini yang pada umumnya sangat tergantung dari tujuan atau indikasi dilakukannya ULJ tersebut. Selain berdasarkan pertimbangan dan evaluasi klinis tertentu dengan mempertimbangkan kondisi pasien, pada umumnya ULJ dihentikan karena timbulnya keluhan, namun kondisi pada kotak 3 dan 4 dapat dipertimbangkan sebagai indikasi menghentikan ULJ.

Selalu disampaikan pada pasien/ subjek ULJ bahwa mereka dapat meminta menghentikan ULJ kapan saja mereka mau, pada saat dihentikan kecepatan treadmill akan berkurang bertahap dan berhenti setelah beberapa saat. Tidak boleh tiba-tiba berhenti karena treadmill akan tetap berjalan dan hal ini dapat menyebabkan tergelincir.

Kotak 3: Indikasi Absolut untuk menghentikan ULJ :³⁻⁶

- *Infark miokard akut atau kecurigaan adanya infark miokard akut.*
- *Angina pectoris sedang-berat.*
- *Elevasi segmen ST ≥ 1 mm pada sandapan tanpa gelombang Q patologis (selain aVR, aVL dan V1).*
- *Tekanan sistolik turun > 10 mmHg dibawah tekanan sistolik saat istirahat berdiri seiring peningkatan beban dengan disertai adanya bukti iskemia, atau turun ≥ 20 mmHg sesudah peningkatan tekanan darah sistolik sebelumnya.*
- *Aritmia yang serius (Blok AV derajat 2 atau derajat 3, takikardia ventrikel atau fibrilasi ventrikel).*
- *Tanda-tanda hipoperfusi (pucat, sianosis, dingin, kulit berkereringat).*
- *Tanda-tanda gangguan neurologis (pusing, pandangan gelap, sakit kepala, gangguan melangkah).*
- *Gangguan teknis (gangguan alat treadmill atau ergocycle, gangguan pada monitor, gambaran EKG yang tidak dapat dinilai, tak dapat mengukur tekanan darah).*
- *Permintaan subjek.*


Kotak 4: Indikasi Relatif untuk menghentikan ULJ :³

- *Depresi segmen ST > 2 mV (horizontal atau downsloping), perubahan kompleks QRS atau perubahan aksis.*
- *Nyeri dada yang makin memberat.*
- *Sesak nafas, kelelahan, wheezing, kram tungkai, atau klaudikasio.*
- *Tekanan darah sistolik ≥ 230 mmHg, diastolik ≥ 115 mmHg).*
- *Tekanan sistolik turun > 10 mmHg dibawah tekanan sistolik saat istirahat berdiri seiring peningkatan beban tanda disertai adanya bukti iskemia.*
- *Aritmia selain takikardia ventrikel dan fibrilasi ventrikel (PVC multifokal, PVC triplet, takikardia supraventrikular, bradi aritmia, blok AV selain selain derajat 2 dan 3) yang berpotensi menjadi lebih kompleks dan mempengaruhi hemodinamik.*
- *Terjadi bundle branch block atau gangguan konduksi interventrikular lainnya, yang sulit dibedakan dengan takikardia ventrikel.*

Fase Pemulihan

Fase pemulihan dapat dilakukan dalam posisi pasif (langsung diam dalam posisi berdiri, berbaring atau duduk). Tetapi bila ada keluhan atau gambaran EKG abnormal saat ULJ dilakukan, maka fase pemulihan dilakukan secara aktif yaitu pasien/ subjek diminta terus berjalan lambat, jalan di tempat dan kemudian duduk.

Posisi pemulihan dengan langsung berbaring akan meningkatkan beban jantung dan akan memunculkan respon iskemia yang belum terlihat pada fase uji. Oleh karena itu posisi pemulihan dengan langsung berbaring hanya dilakukan bila ingin meningkatkan sensitiviti pada kondisi tanpa keluhan dan tanpa tanda respon iskemia sebelumnya.

Pada fase pemulihan laju jantung harus diukur dan dicatat tiap menit hingga menit ke tiga, kemudian tiap 2-3 menit. Tekanan darah diukur tiap 2-3 menit. Bila ada keluhan segera lakukan pemeriksaan auskultasi untuk mencari adanya murmur baru, atau bunyi jantung tiga dan didengarkan kemungkinan adanya bronkospasme karena ULJ. Subjek harus diawasi secara saksama hingga dipastikan kondisinya stabil, dan perubahan EKG yang tampak selama ULJ kembali ke normal.

Bila ada keluhan, ditanyakan tingkat beratnya keluhan angina atau keluhan sesak nafas, nyeri dada atau nyeri tungkai dan bila memungkinkan dinyatakan dalam skala Borg. (Lihat Appendix)

Waktu pemantauan fase pemulihan diperlukan 6 – 8 menit, tetapi bila ada depresi segmen ST menetap atau perubahan EKG lainnya seperti aritmia, atau ada keluhan yang menetap maka waktu pemantauan pemulihan dilakukan lebih lama, tekanan darah dan EKG dipantau ketat dan bila perlu dapat diberikan oksigen melalui kanul nasal dan/ atau nitrogliserin sublingual.

Setelah laju jantung dan tekanan darah kembali ke keadaan normal atau kondisi klinis dianggap stabil diinformasikan ke pasien bahwa pemeriksaan telah selesai dilakukan, kemudian peralatan monitor EKG dapat segera dilepaskan. Laporan tertulis dapat segera dibuat dan bila diperlukan dapat disampaikan hasil atau interpretasi dari pemeriksaan tersebut oleh dokter yang kompeten menginterpretasi hasil pemeriksaan ULJ serta memahami kondisi klinis pasien tersebut.



BAB IV

UJI LATIH JANTUNG UNTUK DIAGNOSIS PJK

Uji latih jantung sering dilakukan untuk membantu menegakkan adanya obstruksi arteri koroner atau penyakit jantung koroner (PJK). Namun untuk keperluan tersebut sebenarnya ULJ akan sangat berguna dan membantu bila dilakukan pada individu yang memiliki probabilitas pra-uji menengah/ sedang (*intermediate pre-test probability*) yang diperkirakan berdasarkan usia, jenis kelamin dan karakteristik keluhan (lihat Appendix). Uji latih jantung tetap dapat dilakukan pada pasien/ individu dengan EKG *right bundle branch block* atau dengan depresi segmen ST kurang dari 1 mm.⁴

Yang dapat ditunjukkan pada ULJ adalah ada tidaknya respon iskemia miokard akibat diberikannya beban yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen dan nutrisi miokard. Respon iskemia miokard yang ditunjukkan pada ULJ dapat berupa perubahan pada elektrokardiogram, perubahan hemodinamik dan tanda serta gejala yang timbul.⁴

Terdapat kriteria-kriteria yang dipakai untuk menentukan adanya respon iskemia (respon iskemia positif), atau respon normal/ bukan respon iskemia (respon iskemia negatif) atau respon sugestif iskemia (*suggestive of myocardial ischemia*).¹⁰ Kriteria-kriteria perubahan EKG, klinis dan hemodinamik untuk menentukan respon tersebut dilihat pada kotak 5,6 dan 7.

Cara mengukur perubahan pada EKG, terutama perubahan pada segmen ST harus memakai cara dan kriteria yang baku. Cara mengukur perubahan pada EKG dapat dilihat pada Appendix.

Untuk menegakkan adanya PJK dengan kriteria adanya depresi segmen ST yang terpicu ULJ, sensitiviti dan spesifisiti pemeriksaan ini bervariasi, dengan rata-rata sekitar 68% dan 77%.² Hal tersebut di atas dipengaruhi oleh kondisi klinis, karakteristik subjek dan kriteria iskemia yang dipakai pada penelitian. Kondisi-kondisi tertentu juga dapat menyebabkan *false positive* dan *false negative* dan dapat dilihat pada kotak-kotak 8 dan 9.

Agar keakuratan pemeriksaan dapat maksimal maka harus diupayakan agar beban diberikan secara adekuat sehingga laju jantung bisa mencapai minimal 85% dari perkiraan laju jantung maksimal berdasarkan usia atau hingga mencapai kelelahan/ *fatigue* yang sangat berat (Skala Borg 17).

Apabila tidak dijumpai respon abnormal baik dari EKG, gejala maupun hemodinamik, sedangkan laju jantung tidak mencapai 85% dari prediksi laju jantung maksimal berdasarkan umur serta ULJ dihentikan bukan karena keluhan kardiopulmoner yang berat (*rate of perceived exertion* dengan Skala Borg < 17), maka ULJ tersebut dapat dianggap tidak adekuat (*inadequate*) untuk menyimpulkan tidak adanya respon iskemia. Pada kondisi seperti ini ULJ disarankan diulang kembali dengan penghentian sementara obat penghambat laju jantung (bila dapat dihentikan). Namun jika laju jantung yang pelan disebabkan oleh obat-obatan seperti golongan penyekat beta (*beta-blocker*) yang tidak dapat dihentikan pemberiannya, maka disarankan untuk melakukan pemeriksaan dengan metoda yang lain (misal *stress imaging*).¹⁰

Kotak 5: Respon EKG yang dianggap normal pada saat ULJ:¹⁰

- Segmen PR memendek dan menurun/ *downsloping*
- Gelombang P meninggi
- Penurunan bagian akhir kompleks QRS (*J point*)
- Segmen ST menanjak/ *upsloping* cepat setelah *J point*.
- Depresi segmen ST < 0,7 mm pada 80 milidetik setelah *J point*
- Pemendekan interval QT

Kotak 6: Kriteria diagnostik iskemia miokard (respon iskemia positif) pada ULJ:¹⁰

- Depresi segmen ST ≥ 1 mm dibawah garis isoelektrik pada 60 milidetik setelah *J point* (bila segmen ST depresi horisontal atau *downsloping*).
- Depresi segmen ST ≥ 1.5 mm dibawah garis isoelektrik pada 80 milidetik setelah *J point* (bila depresi segment ST *upsloping*).
- Elevasi segmen ST (dan elevasi *J point*) ≥ 1 mm pada 80 milidetik setelah *J point*.
- Elevasi segmen ST di aVR. Kondisi ini dianggap seperti depresi segmen ST yang horisontal

Kotak 7: Kriteria sugestif iskemia miokard pada ULJ:¹⁰

- Depresi segmen antara 0.5 – 1 mm dibawah garis isoelektrik pada 60 milidetik setelah *J point* (bila depresi segmen ST horisontal atau *downsloping*).
- Depresi segmen ST > 0.7 mm dan < 1.5 mm dibawah garis isoelektrik pada 80 milidetik setelah *J point* (bila depresi segmen ST *upsloping*).
- Elevasi segmen ST (dengan elevasi *J point*) antara 0.5 mm dan 1 mm
- Hipotensi yang timbul akibat uji latih.
- Nyeri dada seperti angina yang timbul karena uji latih.
- Irama ektopik ventikular derajat tinggi terutama yang timbul pada beban uji latih jantung yang rendah.

Catatan: Perubahan pada EKG tersebut harus didapatkan pada kelompok sandapan tertentu yang saling berdekatan, tidak hanya ditemukan pada satu sandapan saja, kecuali yang ditemukan pada aVR.

Kriteria lain yang mungkin dapat digunakan untuk menegakkan diagnosis iskemia miokard:¹⁰

1. Peningkatan amplitudo gelombang R pada sandapan lateral pada saat laju jantung yang cepat. (spesifik tetapi tidak sensitif untuk iskemia miokard, diduga karena peningkatan volume ventrikel saat terjadinya iskemia)
2. Gelombang T yang tinggi melancip di V2 dan V3 pada saat uji latih (dianggap sebagai bakal elevasi segmen ST, sering kali mengindikasikan iskemia miokard anterior atau stenosis pada arteri koroner kiri/ LAD)
3. Depresi segmen ST yang semakin dalam pada PVC saat uji latih dibandingkan dengan depresi segmen ST pada PVC saat istirahat atau pada beban rendah. (Kondisi ini mempunyai keakuratan yang tinggi untuk adanya iskemia miokard).
4. Nilai koreksi kedalaman depresi segmen ST / tinggi gelombang R > 0,1 dapat dianggap sebagai respon iskemia dengan sensitiviti dan spesifisiti yang tinggi

Hal-hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi dan menyimpulkan perubahan EKG pada ULJ:

- Depresi segmen ST yang hanya terjadi pada sandapan II, III, aVF, biasanya disebabkan oleh repolarisasi atrium. Bila hal tersebut terjadi maka pertimbangkan bahwa hasil ULJ tersebut kemungkinan iskemia palsu (*false positive*).

- *Left Bundle Branch Block* (LBBB) yang timbul pada saat uji latih jantung berhubungan dengan kematian dan kejadian kardiak akibat PJK tiga kali lebih besar. Bila dijumpai LBBB yang timbul ketika laju jantung < 125 kali/menit maka pasien tersebut cenderung/ kemungkinan mengidap PJK. Hal tersebut dinyatakan sebagai respon iskemia positif.
- Depresi segmen ST pada saat fase pemulihan, menunjukkan kemungkinan adanya PJK dan bukan menggambarkan hasil yang positif palsu. Hal tersebut dinyatakan sebagai respon iskemia positif
- *Isolated atrial ectopic beats* atau *short runs of SVT* (Supraventrikular Takikardi) yang terjadi pada saat uji latih jantung sedang dilakukan, tidak memiliki kemaknaan diagnostik PJK.

Kotak 8: Beberapa penyebab timbulnya “false negative” (hasil ULJ normal, tetapi ada stenosis bermakna):

- Beban ULJ yang bisa dicapai tidak dapat mencapai ambang batas iskemia
- Jumlah sandapan yang dipakai tidak cukup untuk mendeteksi adanya perubahan EKG
- Tidak dapat mengenali tanda dan gejala non-EKG yang mungkin berhubungan dengan penyakit kardiovaskular (misalnya hipotensi akibat uji latih)
- Stenosis yang bermakna secara angiografi tetapi terkompensasi oleh adanya kolateral
- Masalah muskuloskeletal yang muncul mendahului gambaran abnormalitas jantung
- Kesalahan teknis atau kesalahan pengamatan.

Kotak 9: Beberapa penyebab timbulnya “false positive” (hasil ULJ menunjukkan iskemia, tetapi tidak ada stenosis arteri koroner yang bermakna) :

- Abnormalitas repolarisasi saat istirahat (misal LBBB)
- Hipertrofi otot jantung
- Kelainan jalur konduksi (misal *Wolff-Parkinson-White Syndrome*)
- Pemakaian obat digitalis
- Kardiomiopati non iskemia
- Hipokalemia
- Abnormalitas vasoregulasi
- Prolaps katup mitral
- Kelainan pada perikardium
- Kesalahan teknis atau kesalahan pengamat
- Spasme arteri koroner tanpa adanya PJK
- Anemia
- Perempuan

Selain menentukan kemungkinan adanya PJK, beberapa parameter memberi petunjuk adanya stenosis yang berat pada ketiga pembuluh darah koroner dan prognosis yang buruk, yaitu:¹⁰

- Depresi segmen ST > 2,5 mm
- Depresi segmen ST sudah timbul pada beban ≤ 5 METs
- Depresi segmen ST downsloping atau elevasi segmen ST
- Depresi segmen ST yang tidak hilang dalam waktu 8 menit pemulihan
- Timbul aritmia yang serius pada laju jantung < 120 menit
- Depresi segmen ST pada ≥ 5 sandapan EKG.
- Ada *chronotropic incompetence*.
- Respon hipotesi yang ditimbulkan ULJ
- Tidak mampu melanjutkan uji latih dengan beban 5 METs (atau 3 menit pada protokol Bruce)

BAB V

UJI LATIH JANTUNG UNTUK STRATIFIKASI RISIKO ATAU PROGNOSTIK

Uji latih jantung (ULJ) selain dipakai sebagai modalitas dalam menegakkan diagnosis PJK, dapat digunakan untuk menilai stratifikasi risiko dan prognosis untuk terjadinya kejadian kardiovaskular (*cardiac event*) termasuk kematian penderita akibat PJK. Oleh karena itu pemeriksaan ULJ dapat membantu untuk membuat keputusan dalam penatalaksanaan penderita.

Beberapa variabel yang dapat dipergunakan sebagai parameter untuk menilai prognosis subjek adalah:^{2,4,9,11}

1. *Chronotropic incompetence*/Inkopetensi kronotropik
2. *Heart rate recovery*/Pemulihan laju jantung
3. *Exercise Induced Hypertension* (Respon hipertensi)
4. *Exercise Induced Hypotension* (Respon hipotensi)
5. Aritmia Ventrikular
6. Kapasitas aerobik
7. *Duke Treadmill Score*

Chronotropic incompetence (CI)

Selama uji latih, laju jantung akan meningkat sesuai dengan beban yang diberikan yang menunjukkan respon nodus sinoatrial (SA) terhadap pacuan simpatis⁹. *Chronotropic incompetence* adalah ketidakmampuan jantung untuk meningkatkan lajunya sesuai dengan peningkatan beban atau kebutuhan.

Batasan CI adalah bila pada puncak ULJ yang adekuat:

- *Chronotropic index* tidak mencapai 80%,^{4,9} atau tidak mencapai 62% bagi yang menggunakan penyekat beta,¹¹
- Laju jantung tidak mencapai 85% dari perkiraan laju jantung maksimal berdasarkan usia (220-usia).^{4,9}
- Laju jantung tidak mencapai 120 x/menit pada ULJ yang adekuat.⁹

Chronotropic index:

$$[(\text{Laju jantung maksimal pada saat uji} - \text{laju jantung istirahat}) / (\text{perkiraan laju jantung maksimal berdasarkan usia} - \text{laju jantung istirahat})] \times 100.$$

Makna parameter CI:^{9,12}

- Subjek simptomatik dengan CI mempunyai risiko kematian dalam 2 tahun sekitar 1,84–2,19 kali lebih besar dibanding mereka yang tanpa CI.
- Subjek tanpa depresi segmen ST pada ULJ, tetapi menunjukkan adanya CI mempunyai risiko 4 kali lipat insiden PJK, dan berisiko lebih tinggi untuk kematian dan infark miokard.

Heart Rate Recovery (HRR) atau “Pemulihan Laju Jantung

Beberapa menit awal pemulihan, laju jantung akan menurun sesuai dengan respon parasimpatis dari nodus sinoatrial. HRR adalah selisih antara laju jantung maksimal dan laju jantung saat pemulihan pada menit tertentu dan yang dapat dipergunakan sebagai prediktor pada uji latih treadmill adalah HRR 1 menit dan HRR 2 menit.^{4,9,11}

HRR 1 menit : Laju jantung maksimal dikurangi laju jantung menit pertama pemulihan

Nilai normal : ≥ 12 X/mnt (bila pemulihan berdiri/aktif)
 : ≥ 18 X/mnt (bila pemulihan langsung berbaring/pasif)

HRR 2 menit : Laju jantung maksimal dikurangi laju jantung menit ke-2 pemulihan

Nilai normal : ≥ 22 /menit bila fase pemulihan dengan posisi duduk

(Belum ada studi mengenai HRR 2 menit yang dihitung saat berdiri atau berbaring)

Makna HRR abnormal:

Laju jantung pemulihan yang abnormal berhubungan dengan prognosis subjek, terutama pada subjek yang pada uji latih ditemukan respon iskemia. Pada penderita dengan HRR 1 menit yang abnormal (≤ 12 kali/menit) dan dengan *Duke Treadmill Score* (DTS) berisiko sedang kejadian mortalitasnya 4,16 (95% CI 3,33-5,19) kali dibanding HRR normal, sedangkan pada subjek dengan DTS risiko tinggi, risiko mortalitasnya 4,28 (95 % CI 3,43-5,35).¹³

Penelitian kohort lain menunjukkan bahwa HRR 1 menit ≤ 18 meningkatkan risiko kematian dalam 3 tahun 2,09 kali (95 % CI 1,49-2,82),¹⁴ sedangkan HRR 2 menit yang abnormal juga meningkatkan mortalitas penderita dibanding dengan yang normal.¹⁵

Exercise Induced Hypertension (Respon Hipertensi)

Pada keadaan normal tekanan darah sistolik secara bertahap akan meningkat selama ULJ sesuai dengan meningkatnya beban latihan, tertinggi pada puncak uji, menurun waktu pemulihan dan kembali ke normal biasanya pada menit ke 6 sesudah puncak uji. Pada uji latihan dengan protokol Bruce tekanan darah sistolik akan meningkat sekitar 10 ± 2 mmHg setiap menit. Tekanan darah diastolik umumnya tidak berubah selama uji latihan sampai waktu pemulihan.^{4,16}

Respon hipertensi adalah kenaikan tekanan darah sistolik hingga ≥ 210 mmHg atau kenaikan 10 mmHg tekanan darah diastolik dari tekanan darah awal latihan,^{9,16} atau peningkatan tekanan sistolik lebih dari 40 mmHg per stage protokol Bruce.⁶

Sekitar 10-26% individu yang menunjukkan respon hipertensi pada ULJ menjadi hipertensi pada 5 tahun berikutnya walaupun pada mulanya normotensi. Respon hipertensi yang terjadi pada beban yang sedang mempunyai risiko kejadian kardiovaskular (*cardiac event*) dan mortalitas 1,36 kali (95 % CI: 1,02-1,83) lebih besar dalam 15 tahun.¹⁶

Pada individu normal, tekanan darah juga akan turun mendekati normal pada 6 menit pemulihan. Bila tekanan darah tetap abnormal pada masa pemulihan, maka hal tersebut juga mempunyai implikasi prognostik. Rasio tekanan darah 3 menit masa pemulihan (tekanan darah menit ke-3 pemulihan dibagi tekanan darah puncak) $> 0,90$ mempunyai arti diagnostik yang sama dengan depresi segmen ST.⁶

Exercise Induced Hypotension (Respon Hipotensi)

Selama ULJ dapat terjadi penurunan tekanan darah sistolik akibat penurunan fungsi ventrikel kiri yang disebabkan iskemia otot miokard selama peningkatan beban miokard.^{9,17} Penurunan tekanan darah sistolik ≥ 10 mm Hg dari tekanan darah awal latihan pada posisi berdiri disebut *exercise induced hypotension* (Respon hipotensi).⁹

¹⁷

Adanya respon hipotensi pada ULJ dan disertai adanya respon iskemia atau sebelumnya telah diketahui menderita infark miokard menunjukkan risiko kejadian kardiovaskular /*cardiac events* (mortalitas dan infark miokard akut) 3,2 kali lebih besar dalam 2 tahun. Prevalensi ditemukannya *Left Main disease* atau *3 Vessels disease* pada angiografi koroner sekitar 48 %, dan *predictive value* 68 %.¹⁷

Aritmia Ventrikular

Aritmia yang simpel baik atrial ataupun ventrikular sering dijumpai pada saat ULJ dan tidak mempunyai nilai prognosis demikian juga aritmia ventrikular yang sering atau bigemini saat sebelum ULJ dan hilang saat atau setelah ULJ seiring dengan bertambahnya laju jantung tidak mempunyai nilai prognosis. Aritmia yang mempunyai nilai prognosis adalah aritmia ventrikular yang kompleks yaitu yang sering, multifokal, *couplet*, ventrikel takikardi dan fibrilasi ventrikel terutama bila EKG menunjukkan adanya iskemia.^{6,9,18}

Penderita dengan aritmia ventrikular yang lebih berat (triplet atau yang lebih berat) risiko kematiannya lebih tinggi yaitu 2,1 kali lipat (95%CI: 1,4-3,3), sedangkan aritmia ventrikular yang lebih ringan 1,5 (95%CI: 1,3-1,8) kali. Aritmia ventrikular kompleks yang terjadi saat pemulihan kejadiannya kardiovaskularnya juga lebih tinggi 2 kali lipat (22% dibanding 11 %) pada penderita yang ditemukan adanya tanda iskemia.¹⁸

Salah satu penelitian hubungan adanya aritmia ventrikular yang disertai adanya respon iskemia pada uji latih jantung dengan *survival/* kesintasan menunjukkan bahwa bila ditemukan adanya aritmia ventrikular yang kompleks kesintasannya 75%, bila aritmia ventrikular sederhana kesintasannya 83%, sedangkan bila tidak disertai aritmia ventrikular maka kesintasannya 90%.¹⁸

Kapasitas Aerobik

Kapasitas aerobik yang merupakan alat ukur kebugaran yang dapat dinilai melalui ULJ dapat menjadi salah satu prediktor mortalitas baik pada subjek PJK maupun bukan PJK, walaupun kapasitas aerobik maksimal akan menurun seiring meningkatnya umur.

Banyak rumus yang dipakai untuk memperkirakan kapasitas aerobik berdasarkan usia.⁶ Kapasitas aerobik seseorang dianggap abnormal apabila kapasitas aerobik maksimalnya < 85 % dari prediksi kapasitas aerobik maksimal berdasarkan umur berikut (dalam Mets/Metabolic equivalent):¹¹

Laki-laki : $14,7 - 0,11 \times \text{umur (tahun)}$

Perempuan : $14,7 - 0,13 \times \text{umur (tahun)}$

Kapasitas aerobik dapat menilai prognosis baik bagi individu tanpa gejala, belum mempunyai riwayat penyakit kardiovaskular maupun sudah mempunyai penyakit kardiovaskular baik laki-laki maupun perempuan.^{19,20}

Pada laki-laki yang belum ada PJK atau yang tidak mempunyai riwayat penyakit

kardiovaskular dengan kapasitas aerobik ≤ 5 Mets mempunyai risiko kematian sekitar 5 kali lipat dibanding mereka yang mempunyai kapasitas aerobik ≥ 8 Mets. Setiap peningkatan kapasitas aerobik 1 Mets akan meningkatkan harapan hidup 12%.¹⁹

Pada perempuan asimtomatik dengan kapasitas aerobik ≤ 5 Mets risiko kematian 3,1 (2,0-4,7) kali lipat dibanding yang mempunyai kapasitas aerobik ≥ 8 Mets. Setiap peningkatan 1 Mets akan menurunkan risiko kematian 17%.²⁰

Duke Treadmil Score (DTS)

Duke treadmill Score merupakan salah satu metode yang paling kuat untuk stratifikasi risiko dan menilai prognosis pada ULJ dengan treadmill.⁴

Perhitungan skor ini berasal dari suatu penelitian kohort selama 5 tahun pada 2842 penderita terdiri dari 70 % laki-laki, dan 30 % perempuan, umur median 49 tahun, 30% dengan riwayat infark miokard dan 47 % dengan angina yang khas, yang dilakukan uji latih treadmill dengan protokol Bruce, dan dilakukan angiografi koroner, serta dilakukan pengamatan selama 5 tahun.²¹

Penelitian ini kemudian diuji validasi ulang oleh peneliti lain, diantaranya Shaw *et.al* dan terbukti kuat untuk menentukan stratifikasi risiko dan prognosis penderita dengan keluhan PJK atau telah terbukti PJK.²²

Duke Treadmill Score diindikasikan untuk stratifikasi risiko dan prognosis pada penderita dengan keluhan atau riwayat PJK sebelumnya, pada evaluasi awal penderita yang dicurigai PJK, telah diketahui PJK atau pada evaluasi lanjutan penderita yang dicurigai atau diketahui PJK dengan perubahan klinis yang bermakna.⁴

Komponen yang dihitung dalam DTS adalah durasi ULJ, deviasi segmen ST, dan derajat angina yang terjadi selama ULJ dikerjakan.²¹

Duke treadmill score = Durasi uji latih – (5 x deviasi segmen ST) – (4 x skor angina)

Durasi latihan = Jumlah waktu (menit) uji latih treadmill dengan protokol Bruce.

Deviasi segmen ST = Perubahan segmen ST (elevasi atau depresi) yang paling dalam dibanding awal latihan.

Skor angina : 0 = tidak ada angina

1 = terdapat angina tidak menghentikan latihan

2 = terdapat angina dan menghentikan latihan

Untuk uji latih dengan protokol lain maka komponen waktu dapat dikonversi ke protokol Bruce yaitu dengan rumus:⁶

Waktu (menit) Protokol Bruce = [Mets (Protokol lain)] + 2.2) / 1.3

Stratifikasi risiko dan prognosis berdasarkan DTS²¹

Skore DTS	Risiko	Survival 5 th
>5	Rendah	97 %
-10 s.d. 4	Sedang	91 %
< -11	Tinggi	72 %

Penggunaan DTS pada Populasi Khusus

Pada penderita usia lanjut (>75 tahun), banyak komorbid yang mempengaruhi hasil DTS dan prevalensi timbulnya depresi segmen ST lebih tinggi dari yang berusia muda.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kapasitas aerobik dan gejala angina yang timbul saat uji latih yang mempunyai nilai prediksi terjadinya kejadian kardiovaskular dan kematian, sedangkan depresi segmen ST tidak dapat menilai, sehingga DTS kurang baik untuk memprediksi luaran klinik.⁶

Pada perempuan prevalensi kejadian PJK lebih rendah dari laki-laki, sehingga stratifikasi secara klinis akan memperkuat penggunaan DTS terutama pada penderita dengan risiko sedang, sedangkan DTS yang menunjukkan risiko rendah lebih kuat untuk menyingkirkan adanya PJK.⁶

BAB VI

UJI LATIH JANTUNG UNTUK MENGUKUR KEBUGARAN, EVALUASI PENGOBATAN/TINDAKAN DAN EVALUASI ARITMIA

Uji Latih Jantung Untuk Mengukur Tingkat Kebugaran

Idealnya uji latih jantung untuk mengukur tingkat kebugaran atau kapasitas aerobik kardiopulmoner harus dilakukan dengan *Cardiopulmonary Exercise Testing* (CPET) dengan analisa gas, sehingga secara akurat dapat diukur VO_2 maksimum yang merupakan indikator kapasitas aerobik, selain parameter-parameter lain yang juga dapat dipakai untuk prognostik.

Dengan CPET baik dengan mempergunakan treadmill maupun *leg ergocycle*, kondisi maksimal dapat diketahui dengan terlihatnya kurva VO_2 yang sudah *plateau* (yang dianggap sebagai VO_2 maksimum), ULJ dihentikan dengan beban yang adekuat (diketahui dari *Respiratory Exchange Ratio*/ RER lebih dari 1,15), atau dari kadar laktat darah $> 8 \text{ mmol/Liter}$.^{23,24}

Namun demikian apabila ULJ tidak dilakukan dengan CPET, dan secara khusus dilakukan untuk mengukur tingkat kebugaran atau kapasitas aerobik, maka ULJ harus dilakukan secara maksimal dan dihentikan karena kondisi yang dianggap maksimal tercapai, yaitu:

- Terutama bila ULJ dihentikan karena keluhan yang sangat berat (minimal skala 17 pada Borg Scale 6-20), atau
- Laju jantung mencapai maksimal berdasarkan usia $\pm 10 \text{ x/menit}$, atau
- Laju jantung atau tekanan darah tidak meningkat lagi/ *plateau*.

Apabila ULJ diherntikan bukan karena alasan tersebut di atas maka interpretasi tingkat kebugarannya akan terlalu rendah/ *under-estimate*. Misalnya ULJ dihentikan karena laju jantung mencapai 85%, tetapi subjek ULJ tersebut belum merasa lelah yang berat, atau dihentikan karena kakinya pincang, atau karena ingin berhenti saja.

Setiap *stage* dari masing-masing protokol ULJ mempunyai perkiraan beban atau kapasitas aerobik (VO_2 atau METs) untuk subjek tes tersebut, namun demikian diperlukan waktu minimal 1 menit pada *stage* tersebut untuk dianggap bahwa tingkat kebugaran maksimalnya sesuai dengan beban pada stage dimana ULJ dihentikan. (Lihat Appendix)

Selain dengan melihat tabel, perkiraan kapasitas aerobik (VO_2 atau METs) dapat

dihitung dengan rumus-rumus dari ACSM berikut bila ULJ dilakukan dengan treadmill:²⁵

1. VO_2 (jalan) = $3,5 + [0,1 \times \text{kecepatan}] + [1,8 \times \text{kecepatan} \times \text{grade}]$
2. VO_2 (lari) = $3,5 + [0,2 \times \text{kecepatan}] + [0,9 \times \text{kecepatan} \times \text{grade}]$

Keterangan:

Satuan VO_2 : ml/kgBB/ menit. Dapat diubah menjadi METs dengan membagi dengan 3,5.

Satuan kecepatan adalah meter / menit.

Grade ditulis dengan angka desimal (misal grade 10% = 0,1; grade 12% = 0,12, dst)

Setelah diketahui perkiraan tingkat kebugaran baik dengan perkiraan VO_2 atau METs, maka berikutnya harus dibandingkan untuk dapat memperkirakan apakah seseorang yang diuji tersebut mempunyai tingkat kebugaran yang normal atau abnormal, atau bahkan dapat dikelompokkan dengan nilai-nilai berdasarkan presentil.

Secara umum tingkat kebugaran berdasarkan umur dapat diperkirakan dengan rumus berikut:²⁶

- Laki-laki : $14,7 - 0,11 \times \text{umur (tahun)}$
 Perempuan : $14,7 - 0,13 \times \text{umur (tahun)}$

Apabila hasil yang didapat <85% dari perkiraan diatas, maka tingkat kebugaran dianggap abnormal.

Untuk mengelompokkan tingkat kebugaran kedalam kelompok sangat baik (*excellent*), baik (*good*), cukup atau rerata (*average*), kurang (*fair*) atau buruk (*poor*), maka dapat dibandingkan dengan nilai-nilai pada Appendix 8.

Uji Latih Jantung Untuk Evaluasi Pengobatan/ Tindakan

Dengan pengobatan atau tindakan tertentu tingkat kebugaran atau kapasitas aerobik seseorang dapat meningkat, atau ambang batas iskemia dapat meningkat bahkan tak tampak lagi gambaran iskemia. Uji latih jantung yang dilakukan untuk evaluasi pengobatan/tindakan secara khusus harus dibandingkan dengan ULJ yang dilakukan sebelum dilakukan pengobatan/tindakan tersebut.

Diupayakan ULJ dilakukan dengan protokol yang sama, obat-obatan tidak perlu dihentikan karena tujuan ULJ ini ingin menguji kondisi individu dalam keadaan mendapat pengobatan tersebut.

Tatacara pemeriksaan secara umum sama, namun yang harus diperhatikan dan harus dilaporkan adalah pada waktu, atau beban, atau stage, atau laju jantung atau *double product* berapa keluhan atau kondisi abnormal seperti pada ULJ sebelumnya muncul. Apakah pada beban, atau *stage* yang lebih tinggi, atau pada waktu, atau laju jantung atau *double product* yang lebih tinggi atau sebaliknya. Apabila tidak ada keluhan atau abnormalitas yang muncul, maka dibandingkan juga beban atau tingkat kebugaran maksimal yang dapat dicapai, laju jantung atau *double product* yang dicapai.

Uji Latih Jantung Untuk Evaluasi Aritmia

Aritmia yang mungkin muncul atau dikeluhkan hanya pada saat aktifitas fisik seringkali tidak terdeteksi pada pemeriksaan EKG istirahat. Untuk mengetahui jenis aritmia yang muncul selain dilakukan Holter monitoring EKG selama 24 jam, dapat juga dilakukan ULJ.

Dengan ULJ dapat diketahui dan direkam irama yang muncul, waktu, atau beban, atau laju jantung saat timbulnya aritmia, serta perubahan irama saat ULJ dilanjutkan atau dihentikan dan pemulihan, apakah aritmia tersebut menghilang, menetap atau berubah.

Untuk evaluasi pengobatan/ intervensi aritmia, secara umum sama dengan ULJ yang dilakukan untuk indikasi lain, namun sedapat mungkin dilakukan dengan protokol yang sama, dan pada saat interpretasi perlu dibandingkan dengan hasil ULJ sebelumnya sehingga dapat disimpulkan apakah pengobatan atau intervensi yang telah dilakukan telah berhasil memperbaiki kondisi subjek atau belum.



BAB VII

INTERPRETASI DAN PELAPORAN UJI LATIH JANTUNG

Interpretasi Uji Latih Jantung

Uji latih jantung untuk keperluan diagnostik PJK diharapkan menunjukkan ada tidaknya respon iskemia berdasarkan perubahan pada EKG, gejala yang timbul dan perubahan hemodinamik akibat ULJ. Interpretasi iskemia tersebut berdasarkan kriteria yang telah disebutkan terdahulu (Kotak 5, 6, 7) terdiri dari respon iskemia positif, respon iskemia negatif dan respon iskemia sugestif. Hal tersebut diasumsikan bahwa beban pada ULJ tersebut adekuat.¹⁰

Kriteria yang dipakai untuk menganggap suatu tes adekuat adalah bila laju jantung mencapai 85% dari perkiraan laju jantung maksimal berdasarkan usia, atau bila ULJ dihentikan karena keluhan sangat kelelahan/ fatigue dengan skala Borg 17 pada skala 6-20.¹⁰

Bila tidak terlihat respon abnormal dan ULJ dihentikan pada beban yang belum adekuat yaitu laju jantung belum mencapai 85% perkiraan maksimum berdasarkan usia dan keluhan kelelahan yang ringan maka ULJ bisa disebut inadekuat, sehingga tidak adanya iskemia belum dapat ditentukan atau ULJ dapat dianggap **inkonklusif untuk respon iskemia** karena spesifisitasnya rendah. Bila ULJ dihentikan karena keluhan fatigue yang maksimal tetapi laju jantung belum mencapai 85% dari perkiraan maka dapat diinterpretasikan sebagai **respon iskemia negatif hingga beban yang dicapai**.

Untuk menentukan ada tidaknya PJK, selain mempertimbangkan hasil ULJ tetap harus mempertimbangkan probabiliti pra-uji/ *pre-test probability* dari subjek tersebut dan menerapkan hasil ULJ yang ada sebagai probabiliti pasca-uji/ *post-test probability*.

Selain menentukan ada tidaknya respon iskemia, hasil ULJ dapat dipakai untuk prediksi tingkat beratnya PJK atau risiko yang berhubungan dengan tingkat beratnya PJK.

Prognosis subjek baik dengan atau tanpa PJK diinterpretasikan dan perlu disampaikan sebagai informasi penting mengenai subjek yang mana yang harus ditindaklanjuti dengan pemeriksaan lanjutan atau intervensi segera atau perlu mendapat pengobatan intensif. Prognosis atau stratifikasi risiko dinyatakan dengan

tingkat beratnya risiko (rendah, sedang, tinggi) untuk terjadinya kejadian kardiovaskular atau kematian.^{10,11}

Interpretasi ULJ untuk evaluasi pengobatan atau tindakan harus menggambarkan perbandingan dengan hasil ULJ sebelumnya, apakah masih ada respon abnormal seperti sebelumnya atau tidak, perbandingan lamanya ULJ dengan protokol yang sama, tingkat kebugaran yang dicapai, laju jantung atau beban atau *double product* (tekanan darah sistolik X laju jantung) pada saat timbulnya respon abnormal. Untuk dapat membandingkan maka diperlukan data ULJ sebelum pengobatan atau tindakan.

Interpretasi ULJ yang dilakukan untuk memicu timbulnya aritmia perlu dijelaskan jenis aritmia yang timbul, kapan timbulnya atau terpicu dengan ULJ, tingkat beban, laju jantung atau *double product* yang memicu aritmia tersebut, selain ada tidaknya respon iskemia. Bila ada data ULJ sebelumnya maka hasil pemeriksaan ULJ perlu dibandingkan.

Interpretasi ULJ untuk menentukan tingkat kebugaran atau kapasitas aerobik harus menyatakan perkiraan kapasitas aerobik puncak dengan perkiraan Mets baik menggunakan tabel atau dengan perhitungan menggunakan rumus. Selain itu harus diperkirakan tingkat kebugarannya dengan perbandingan rata-rata kapasitas aerobik orang normal pada usia apakah ULJ tersebut adekuat atau tidak.¹⁰ Bila ULJ yang dilakukan dianggap tidak adekuat maka interpretasi kapasitas aerobik akan *under estimate*.

Pelaporan Uji Latih Jantung

Pelaporan dapat ditulis dalam bentuk :

1. Naratif, atau
2. Formulir isian lengkap, atau
3. Ringkasan dari yang penting-penting saja.

Disarankan pencatatan dan atau pelaporan pemeriksaan uji latih jantung memuat hal-hal berikut:

1. Identitas Subjek

Identitas subjek ditulis secara lengkap untuk menghindari kesalahan identitas atau kesalahan hasil pelaporan.

- ♦ Identitas subjek dengan nama lengkap dan tanggal lahir.
- ♦ Jenis kelamin

- ◆ Nomor rekam medik (bila ada)
- ◆ Nomor registrasi (bila ada)
- ◆ Dokter yang merujuk
- ◆ Alamat rumah (sebagai tambahan)

2. Keadaan pra uji dan protokol

- ◆ Keluhan dan estimasi probabilitas pra-uji / *pretest probability*
- ◆ Indikasi atau alasan pemeriksaan
- ◆ Obat-obat yang masih dikonsumsi (terutama penekan beta, digoksin, nitrat, obat antiaritmia)
- ◆ Perkiraan tingkat kebugaran saat ini (dengan menanyakan aktifitas fisik sehari-hari atau kegiatan olah raga yang dilakukan)
- ◆ Tekanan darah istirahat.
- ◆ Laju jantung istirahat.
- ◆ Deskripsi EKG saat istirahat (terutama menyangkut irama dasar, ada tidaknya LVH, LBBB, RBBB, dan depresi segmen ST saat istirahat)

3. Kondisi saat uji dan respon terhadap uji

- ◆ Jenis uji latihan yang dilakukan (Leg ergocycle / Treadmill)
- ◆ Protokol yang digunakan
- ◆ Keluhan angina saat uji latihan, derajat beratnya angina dan apakah keluhan menyebabkan penghentian uji (untuk menentukan indeks angina)
- ◆ Adanya keluhan lain (sesak nafas, pusing, melayang, nyeri kaki)
- ◆ Derajat beratnya keluhan berdasarkan *Borg Scale* (bila memungkinkan untuk diterapkan)
- ◆ Perubahan tekanan darah saat uji
- ◆ Perubahan laju jantung saat uji
- ◆ Perubahan kompleks QRS, segmen ST atau gelombang T saat uji, kapan, pada beban/ laju jantung berapa terjadinya.
- ◆ Perubahan konduksi atau irama saat uji, kapan, pada beban/ laju jantung berapa terjadinya.
- ◆ Alasan uji dihentikan
- ◆ Waktu (menit dan detik), laju jantung, tekanan darah dan beban maksimal saat uji dihentikan
- ◆ Perubahan-perubahan lainnya

4. Kondisi saat recovery/ pemulihan

- ◆ Adanya keluhan dan derajat beratnya keluhan saat pemulihan
- ◆ Hilangnya keluhan karena pemulihan
- ◆ Tekanan darah pada pemulihan serta selanjutnya tiap 3 menit
- ◆ Laju jantung menit 1, 2 dan 3 saat pemulihan, selanjutnya tiap 3 menit

- ♦ Perubahan kompleks QRS, segmen ST atau gelombang T
- ♦ Perubahan konduksi atau irama saat pemulihan
- ♦ Perubahan-perubahan lainnya dan kondisi saat seluruh ULJ selesai.

5. Hasil-hasil pengukuran/ Interpretasi

- ♦ Perkiraan kapasitas aerobik (METS) atau beban yang bisa dicapai, dinyatakan dengan waktu ULJ, maka harus dinyatakan protokolnya
- ♦ Respon iskemia berdasarkan perubahan EKG, keluhan dan hemodinamik
- ♦ Pengukuran prognosis atau stratifikasi baik dari *Duke Treadmil Score*, ada tidaknya *chronotropic incompetence*, *heart rate recovery 1 menit* atau *2 menit*, respon hipertensi dan respon hipotensi.
- ♦ Timbulnya aritmia, jenis aritmia, dan ambang terpicunya.

6. Kesimpulan dan ekspertise

- ♦ Diutamakan untuk menjawab pertanyaan utama atas indikasi dilakukannya ULJ sesuai permintaan atau pertanyaan perujuk.
- ♦ Disebutkan perkiraan tingkat kebugaran dan perbandingannya dengan orang seusia (sangat rendah, rendah, cukup, baik dan sangat baik)
- ♦ Disebutkan interpretasi diagnostik iskemia (iskemia, sugestif iskemia, atau tidak iskemia, atau inkonklusif), berdasarkan perubahan EKG, keluhan, hemodinamik.
- ♦ Disebutkan interpretasi prognostik (dari tingkat kebugaran, perubahan EKG, *chronotropic incompetence*, *heart rate recovery*, *Duke Treadmill Score*, respon hipertensif, respon hipotensif atau kriteria prognostik lainnya).
- ♦ Kapan timbulnya aritmia dan jenis aritmia (waktu, laju jantung/ double product, beban), terutama bila ULJ dilakukan untuk memprovokasi timbulnya aritmia atau mengevaluasi pengobatan aritmia.
- ♦ Komparasi dengan hasil ULJ sebelumnya, terutama bila ULJ dilakukan untuk mengevaluasi hasil pengobatan/intervensi.
- ♦ Catatan lainnya yang diperlukan menyangkut asumsi-asumsi, perkiraan, kemungkinan kesalahan atau perbedaan hasil atau akurasi, dan pendapat secara keseluruhan mengenai hasil ULJ
- ♦ Nama dokter spesialis jantung dan pembuluh darah yang menginterpretasi, tanda tangan serta tanggal.

BAB VIII

PENUTUP

Pemeriksaan ULJ walaupun merupakan modalitas yang telah lama dalam bidang kardiovaskular hingga kini masih merupakan pemeriksaan yang masih dipakai karena murah, mudah dan non invasif. Pelaksanaan ULJ yang tepat, interpretasi yang menyeluruh dapat memaksimalkan manfaat penggunaan modalitas ini. Perkembangan teknologi termasuk didalamnya penggunaan perangkat lunak yang dimasukkan ke dalam perangkat keras mesin ULJ yang saat ini ada di pasaran dapat memaksimalkan semua manfaat ULJ ini dengan fitur-fitur yang menarik, akurat dan mudah dalam setiap jenis alat.

Alat alat baru memiliki fitur-fitur yang dapat menghitung dan melaporkan indikator-indikator yang sebelumnya sulit dihitung dan diinterpretasi dalam penggunaan ULJ ini, saat ini secara mudah dapat dipergunakan dengan bantuan perangkat lunak yang disediakan dalam mesin ULJ nya seperti *T wave alternans*, ST/HR ratio, ST/HR slope dan lain-lain termasuk fitur-fitur lengkap dalam pelaporan.

Dalam tulisan ini belum digali mengenai penggunaan keseluruhan parameter atau indikator tersebut, namun setiap dokter spesialis jantung dan pembuluh darah diharapkan dapat menggali parameter atau indikator lain tersebut sehingga dapat menggunakan modalitas ULJ ini secara maksimal dan lebih akurat.

Semoga pedoman ini dapat membantu para sejawat dalam melaksanakan tugasnya baik dalam pelayanan, pendidikan, maupun dalam penelitian. Keseragaman dalam melakukan, menginterpretasi dan melaporkan tindakan pemeriksaan ULJ akan memudahkan para sejawat dalam pekerjaannya dan memudahkan subjek atau pasien dalam mendapatkan pelayanan. Namun demikian masukan-masukan untuk perbaikan tulisan ini akan sangat ditunggu untuk penyempurnaannya. Masukan dapat disampaikan kepada Kelompok Kerja Prevensi dan Rehabilitasi Kardiovaskular PP PERKI, atau melalui email basuni_radi@hotmail.com.

Semoga bermanfaat.

--- CONTOH ---

PENJELASAN TENTANG UJI LATIH JANTUNG (TREADMILL/ERGOCYCLE)

Uji latih jantung dengan *treadmill* atau sepeda statis (*ergocycle*), dengan atau tanpa analisa pertukaran gas merupakan salah satu cara pemeriksaan penunjang untuk menegakkan diagnostik penyakit jantung, mengukur tingkat kebugaran fisik, mengevaluasi pengobatan dan kemunculan gangguan irama atau untuk meramalkan kejadian akibat penyakit jantung. Sebelum menjalani uji latih anda akan diminta menjawab beberapa pertanyaan mengenai identitas dan data medis awal atau menjalani pemeriksaan lain yang diperlukan untuk memastikan ada indikasi atau tidak serta untuk mengkaji agar pemeriksaan ini dapat dijalankan dengan aman. Anda diminta untuk menjawab secara benar mengenai data diri dan data medis anda.

Pada pelaksanaannya anda akan diberi penjelasan mengenai tata cara uji ini, dan dipasang kabel-kabel untuk merekam irama jantung serta perubahan-perubahan selama dilakukan uji ini. Tekanan darah juga akan diukur secara berkala, dan anda akan diminta untuk menyampaikan keluhan yang dirasakan sebelum, selama dan setelah uji ini. Selanjutnya anda akan diminta berjalan di ban berjalan (*treadmill*) atau mengayuh sepeda statis dengan beban yang meningkat secara bertahap. Anda harus mengikuti dan menyesuaikan dengan kecepatan atau beban yang diberikan. Uji akan dihentikan oleh petugas bila dianggap telah mendapatkan informasi yang mencukupi sesuai tujuan pemeriksaan, adanya kemungkinan bahaya, atau anda menghendaki untuk berhenti. Anda boleh minta berhenti kapan saja anda menghendaki, terutama bila merasa sangat kelelahan, sesak nafas, nyeri dada, pusing, pegal kaki, tidak mampu lagi mengikuti kecepatan atau beban yang diberikan atau hal lain yang menyebabkan anda harus berhenti. Tidak dianjurkan berhenti secara tiba tiba saat petugas menghentikan mesin, karena mesin akan tetap berjalan dengan beban yang turun secara bertahap.

Selama dilakukan uji ini tekanan darah dan denyut nadi biasanya akan meningkat terus, sehingga pada kondisi tertentu walaupun jarang akan terdapat kemungkinan terjadi gangguan irama jantung, peningkatan tekanan darah yang berlebihan, pingsan atau serangan jantung atau komplikasi lainnya. Tindakan untuk mengatasi kegawatdaruratan harus dilakukan seperti resusitasi dan sebagainya bila diperlukan. Pengawasan dan kerjasama yang baik diharapkan akan memperkecil risiko tersebut, tetapi tindakan gawat darurat mungkin saja diperlukan. Karena adanya risiko tersebut, anda harus memahaminya dan menyatakan kesediaan secara sukarela

untuk menjalani uji ini dengan segala konsekuensi yang harus anda pahami sebelumnya.

Untuk indikasi menegakkan diagnosis penyakit jantung koroner terdapat alternative pemeriksaan lain seperti pencitraan kardiovaskular, atau angiografi koroner baik dengan CT Scan maupun kateterisasi.

Setiap pertanyaan harus diajukan sebelum menjalani uji ini dan harus terjawab secara memuaskan. Anda mempunyai hak untuk menyetujui atau tidak menyetujui pemeriksaan ini terhadap diri anda.

Data medis anda akan dipergunakan untuk keperluan pelayanan, pendidikan maupun penelitian tetapi akan tetap dipelakukan secara rahasia. Setelah anda memahami segala hal tentang pemeriksaan ini anda akan diminta menyatakan persetujuan dilakukannya pemeriksaan uji latih tersebut dengan menandatangani formulir yang disediakan.

CONTOH LAPORAN UJI LATIH JANTUNG

Nama lengkap : _____ No MR : _____ No Reg : _____
 Tanggal lahir (Umur) : ____/ ____/ ____ (____ th) Gender : (L / P). Maks HR : _____
 Alamat : _____
 Dokter yang merujuk : _____

Keluhan : _____ Indikasi : _____
 Obat yang diminum : [Beta-blocker/Digoksin/Verapamil/Diltiazem/Nitrat] [berhenti/tdk]
 Perkiraan kapasitas fisik : [Sedentary / cukup / aktif]
 TD istirahat : ____ / ____ mmHg Laju jantung istirahat : ____ / mnt
 E K G : _____
 Metode : Leg ergo / Treadmill / _____ Protokol: Bruce / Modif Bruce / _____

Tes dihentikan krn: _____ Waktu: ____ : ____ (menit:detik) Indeks angina: ____
 TD puncak : ____ / ____ mmHg; [Normal/ Respon hipertensif/ respon hipotensif]
 Nadi maksimum : ____ X/mnt [Chronotropic : normal/ incompetence]
 Nadi pemulihan 1 menit: ____ X/mnt; 2 menit: ____ X/mnt; Kembali normal menit ke: ____
 Perubahan EKG saat ULJ : [Tetap/ ST elevasi/ ST depresi : Downsloping/Upsloping/ Horisontal]
 Mulai menit ke: ____ Deviasi ST terbesar: ____ mm. Aritmia [Tidak ada/Ventrikular/ Supraventrikular]
 Perubahan EKG saat pemulihan: [Tetap/ ST elevasi/ ST depresi : Down sloping/Up sloping/Horisontal]
 Deviasi ST terbesar: ____ mm. Aritmia [Tidak ada/Ventrikular/Supraventrikular]
 Duke treadmill Score: _____ [Risk : Low / Mod / High]
 Keluhan saat ULJ dan saat pemulihan : _____

Kebugaran : ____ METs [rendah / kurang / cukup / baik / sangat baik]
 Respon iskemia : [respon iskemia / sugestif iskemia / tidak iskemia]
 Respon hemodinamik : [Normal / Abnormal : _____]
 Prognostik : [Risiko rendah / sedang / tinggi] untuk kejadian kardiovaskular
 Catatan lain : _____, _____/ _____/ _____ Dokter yang menginterpretasi



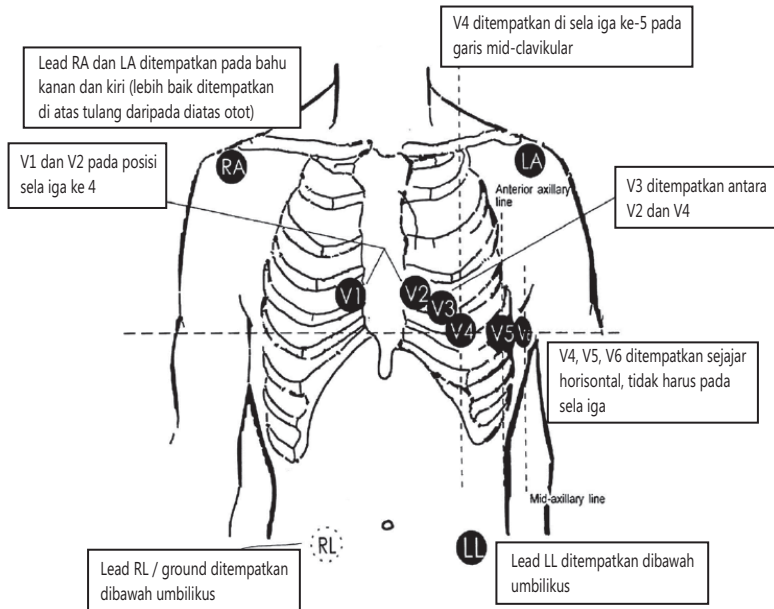
APPENDIX 1

Tabel tingkat probabiliti pra-uji (*pretest probability*) berdasarkan usia, jenis kelamin dan keluhan

Usia (tahun)	Jenis Kelamin	Keluhan angina pectoris			Asimptomatik
		Khas	Tidak khas	Bukan angina	
30 – 39	Laki-Laki	Sedang	Sedang	Rendah	Sangat rendah
	Perempuan	Sedang	Sangat rendah	Sangat rendah	Sangat rendah
40 – 49	Laki-Laki	Tinggi	Sedang	Sedang	Sangat rendah
	Perempuan	Sedang	Rendah	Rendah	Sangat rendah
50 – 59	Laki-Laki	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
	Perempuan	Sedang	Sedang	Rendah	Sangat rendah
60 – 69	Laki-Laki	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
	Perempuan	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah

Keterangan :

- Untuk subjek berusia < 30 tahun atau > 69 tahun tidak dimasukkan dalam tabel tersebut, namun dapat diasumsikan bahwa bersamaan dengan bertambahnya usia prevalensi penyakit kardiovaskular akan semakin meningkat.
- Probabiliti tinggi: > 90 % ; Sedang: 10 – 90 % ; Rendah: < 10 %; Sangat rendah: < 5 % kemungkinan ada PJK

APPENDIX 2:**Tempat pemasangan sandapan EKG**

APPENDIX 3

Hubungan antara METs dan Stage pada berbagai protokol uji latih jantung.

Functional class	Clinical status	O ₂ cost ml/kg/min	METs	Bicycle ergometer	Treadmill protocols								METs																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
					Bruce	Balke-Ware	USAFSAM	"Slow" USAFSAM	McHenry	Stanford	ACIP	CHF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Normal and I	Healthy, dependent on age, activity	1 watt = 6.1 Kpm/min For 70 kg body weight Kpm/min		3 min stages MPH %GR 5.5 20 5.0 18	% grade at 3.3 MPH 1 min stages 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	MPH %GR 3.3 25 3.3 20	MPH %GR 3.3 21 3.3 18 3.3 15 3.3 12 3.3 9 3.3 6 3.3 5 3.3 0 2.0 0	% grade at 3 MPH 22.5 20.0 17.5 15.0 12.5 10.0 7.5 5.0 2.5 0	% grade at 3 MPH 2 MPH 3.0 21.0 3.0 17.5 3.0 14.0 3.0 10.5 3.0 7.0 3.0 3.0 2.0 0.0	MPH %GR 3.4 24.0 3.1 24.0 3.0 21.0 3.0 17.5 3.0 15.0 3.0 12.5 3.0 10.0 3.0 7.5 2.0 10.5 2.0 7.0 2.0 3.5 2.0 1.5 1.0 0.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

Dikutip dari Froelicher¹

APPENDIX 4. Protokol-protokol ULJ

Protokol BRUCE

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	1,7	10	3
2	2,5	12	3
3	3,4	14	3
4	4,2	16	3
5	5	18	3
6	5,5	20	3
7	6	22	3

Catatan: ideal untuk evaluasi penyakit jantung dan paru.
Dimulai dengan 4,8 METs dan meningkat 2-3 METs per stage.

Protokol Modified BRUCE

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	1,7	0	3
2	1,7	5	3
3	1,7	10	3
4	2,5	12	3
5	3,4	14	3
6	4,2	16	3
7	5	18	3
8	5,5	20	3
9	6	22	3

Catatan : Ideal untuk yang kapasitas fungsionalnya agak kurang
Atau yang kurang aktif



Protokol BALKE-WARE

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	3,3	0	1
2	3,3	1	1
3	3,3	2	1
4	3,3	3	1
5	3,3	4	1
6	3,3	5	1
7	3,3	6	1
8	3,3	7	1
9	3,3	8	1
10-26	3,3	9-25	1
27	3,3	26	1

Catatan: Ideal untuk yang tidak dapat jalan cepat atau lari. Peningkatan 0,5 METs per stage

Potokol NAUGHTON

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	2	0	4 (pemanasan)
2	2	3,5	2
3	2	7	3
4	2	10,5	3
5	2	14	3
6	2	17,5	3
7	2	21	2

Catatan: Uji submaksimal, digunakan untuk subjek risiko tinggi

Protokol ELLESTAD

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	1,7	10	3
2	3	10	2
3	4	10	2
4	5	10	3
5	6	15	2
6	7	15	2
7	8	15	2

Protokol US Air Force Space and Aero Medicine (USAFSAM)

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	2	5	3
2	2	10	3
3	2	15	3
4	2	20	3
5	2	25	3

Catatan :

Rentang: 2,5 – 9,8 METs. Ideal untuk orang yang dapat mencapai grade yang tinggi Tetapi dengan kecepatan yang rendah.

Protokol US Air Force Space and Aero Medicine (USAFSAM) 3 mph

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	3	5	3
2	3	10	3
3	3	15	3
4	3	20	3
5	3	25	3

Catatan : Rentang: 4 – 14,8 METs

Ideal untuk orang yang dapat mencapai grade yang tinggi



Protokol MODIFIED ASTRAND

Stage	Speed (mph)	Grade (%)	Waktu (menit)
1	5,0 – 8,5	0	2
2	5,0 – 8,5	2,5	2
3	5,0 – 8,5	5	2
4	5,0 – 8,5	7,5	2
5	5,0 – 8,5	10	2
6	5,0 – 8,5	12,5	2
7	5,0 – 8,5	15	2
8	5,0 – 8,5	17,5	2

Catatan: Kecepatan konstan yang ideal dipilih terlebih dahulu. Protokol sangat ideal untuk atlet terlatih.

APPENDIX 5

Skala Borg (*Rate of Perceived Exertion*)

Skala	Keluhan
6	
7	Sangat sangat ringan (very, very light)
8	
9	Sangat ringan (Very light)
10	
11	Agak ringan (Fairly light)
12	
13	Mulai agak berat (Somewhat hard)
14	
15	Berat (Hard)
16	
17	Sangat berat (Very hard)
18	
19	Sangat-sangat berat (Very, very hard)
20	

APPENDIX 6

Tingkat beratnya keluhan angina

Deskripsi	Tingkat
Mulai angina, ringan tetapi dirasakan sebagai nyeri dada angina yang biasanya atau rasa tidak nyaman yang biasa dirasakan	1
Nyeri yang sama, agak berat dan sangat nyata menyebabkan tidak nyaman, namun masih dapat ditahan	2
Nyeri angina yang berat pad atingkat dimana orang tersebut akan minta menghentikan uji latihnya	3
Nyeri dada yang tidak tertahankan, nyeri paling hebat yang pernah dirasakan.	4

APPENDIX 7

Duke Treadmill Angina Score

Skor	Definisi
0	Tidak ada angina
1	Terjadi angina
2	Angina hingga menyebabkan berhenti ULJ

APPENDIX 8

Contoh nilai-nilai normatif (persentil) untuk kapasitas aerobik maksimal untuk laki-laki dan perempuan dari *American College of Sport Medicine*.

Age	Poor (≤ 10)	Fair (10-30)	Average (30-70)	Good (70-90)	Excellent (≥ 90)
Men					
20-29	< 35	35-41	42-49	50-55	> 55
30-39	< 33	33-39	40-47	48-52	> 52
40-49-	< 31	31-36	37-45	46-51	> 51
50-59	< 30	30-35	36-41	42-49	> 49
≥ 60	< 27	27-31	32-37	38-44	> 44
Women					
20-29	< 28	28-33	34-41	42-49	> 49
30-39	< 27	27-31	32-39	40-46	> 46
40-49-	< 25	25-30	31-36	37-43	> 43
50-59	< 22	22-27	28-33	34-38	> 38
≥ 60	< 20	20-23	24-31	32-35	> 35

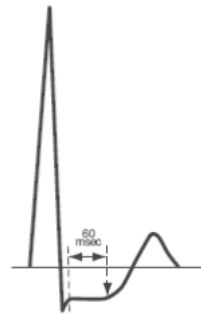
Group (age, yrs)	Low	Fair	Average	Good	High	Athletic	Olympic
Women							
20-29	<28	29-34	35-43	44-48	49-53	54-59	60+
30-39	<27	28-33	34-41	43-47	48-52	53-58	59+
40-49	<25	26-31	32-40	41-45	46-50	51-56	57+
50-65	<21	22-28	29-36	37-41	42-45	46-49	50+
Women							
20-29	<38	39-43	44-51	52-56	57-60	63-69	70+
30-39	<34	35-39	40-47	48-51	52-57	58-64	65+
40-49	<30	31-35	36-43	44-47	48-53	54-60	61+
50-59	<25	26-31	32-39	40-43	44-48	49-55	56+
60-69	<21	22-26	27-35	36-39	40-44	45-49	50+

Dikutip dari Evans ⁽⁹⁾

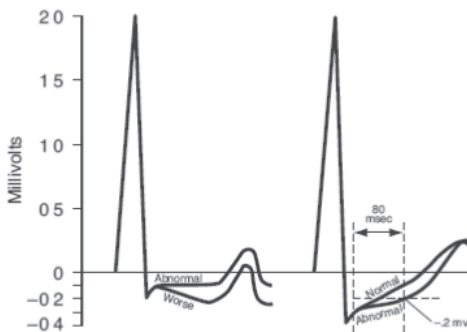
APPENDIX 9

Cara mengukur perubahan segmen ST

Tempat untuk mengukur deviasi
segmen ST 60 ms dari J point
pada depresi ST horisontal



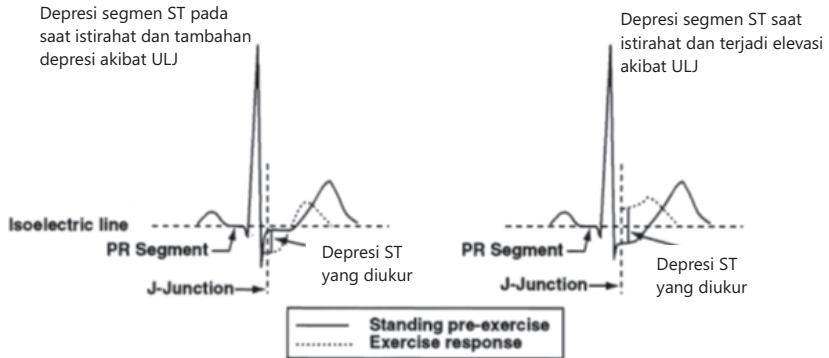
ST 60



Tempat untuk mengukur deviasi
segmen ST 80 ms dari J point
pada depresi ST *upsloping*

“Classic”

Upsloping



Kiri : Cara mengukur depresi segmen ST pada EKG awal dengan depresi ST

Kanan : Cara mengukur elevasi segmen ST saat EKG awal dengan depresi ST

Dikutip dari Evans (9)

Kiri : Cara mengukur depresi segmen ST pada EKG awal dengan segmen ST early repolarisation.

Kanan : Cara mengukur elevasi segmen ST saat EKG awal dengan segmen ST early repolarisation

DAFTAR PUSTAKA

1. Froelicher VF, Myers J. Exercise and the Heart. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Inc; 2006.
2. Gianrossi R, Detrano R, Mulvihill D, Lehmann K, Dubach P, Colombo A, et al. Exercise-Induced ST Depression in the Diagnosis of Coronary Artery Disease; A Meta-Analysis. *Circulation* 1989;80:87-98.
3. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;128:873-934.
4. Gibbon RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF, Froelicher VF, et al. ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practical Guidelines (Committee on Exercise Testing). 2002:1-55.
5. Harris GD, White RD. Performance of the Exercise Test. In: Evans CH, White RD, editors. *Exercise Testing for Primary Care and Sports Medicine Physicians*. New York: Springer; 2009. p. 23-44.
6. Froelicher VF, Myers J. *Manual of Exercise Testing*. 3rd ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007.
7. Rodgers GP, Ayanian JZ, Balady GJ, Beasley JW, Brown KA, Gervino EV, et al. American College of Cardiology/ American Heart Association Clinical Competence Statement on Exercise Testing. *Circulation* 2000;102:1726-38.
8. Froelicher VF, Quaglietti S. *Handbook of Exercise Testing*. Boston: Little, Brown and Company; 2006.
9. Evans CH, White RD. *Exercise Testing for Primary Care and Sports Medicine Physicians*. New York: Springer Science Bussines Media; 2009.
10. Evans CH, Ellestad MH. Interpreting the Exercise Test. In: Evans CH, White R, editors. *Exercise Testing for Primary Care and Sport Medicine Physicians*. New York: Springer; 2009. p. 81-107.
11. Kligfield P, Lauer MS. Exercise Electrocardiogram Testing Beyond the ST Segment. *Circulation* 2006;114:2070-82.
12. Lauer MS, Francis GS, Okin PM, Paskhow FJ, Snader CE, Marwick TH. Impaired Chronotropic Response to Exercise Stress Testing a Predictor of Mortality. *JAMA* 1999;281:524-29.

13. Watanabe J, Thamilarasan M, Blackstone EH, Thomas JD, Lauer MS. Heart Rate Recovery Immediately After Treadmill Exercise and Left Ventricular Dysfunction as Predictor of Mortality. The Case of Stress Echocardiography. *Circulation* 2001;104:1911-16.
14. Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Paskhow FJ, Lauer MS. Heart Rate Recovery and Treadmill Exercise Score as Predictor of Mortality in Patient Referred for Exercise ECG. *JAMA* 2000;284:1392-98.
15. Lipinski MJ, Vetrovec GW, Froelicher VF. Importance of the First Two Minutes of Heart Rate Recovery after Exercise Treadmill Testing in Predicting Mortality and Presence of Coronary Artery Disease in Man. *Am J Cardiol* 2004;93:445-9.
16. Shulz MG, Otahal P, Cleland VR, Bizzard L, Marwick TH, Sharman JE. Exercise-Induced Hypertension, Cardiovascular Event and Mortality in Patients Undergoing Exercise Stress Testing: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Hypertension* 2013;26(3):357-66.
17. Dubach P, Froelicher VF, Klein J, Oakes D, Grover-McKay M. Exercise-Induced Hypotension in Male Population, Criteria, Causes and Prognosis. *Circulation* 1988;78:1380-7.
18. Frolkis JP, Pothier CE, Blackstone EH, Lauer MS. Frequent Ventricular Ectopy after Exercise as a Predictor of Death. *N Engl J Med* 2003;346:793-801.
19. Myers J, Prakash M, Froelicher VF, Parlington S, Atwood JE. Exercise Capacity and Mortality Among Men Referred for Exercise Testing. *N Engl J Med* 2002;346:783-801.
20. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdle DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise Capacity and the Risk of Death in Women. The St Jam Women Take Heart Project. *Circulation* 2003;108:1554-9.
21. Mark DB, Hlaty MA, Hareel FE, Lee KL, Califf RM, Pyor DB. Exercise Treadmill Score for Predicting Progmosis in Coronary Artery Disease. *Ann Intern Med* 1987;106:793-800.
22. Shaw JL, Peterson ED, Shaw LK, Kesler KL, DeLong ER, Harrell FE, et al. Use of Prognostic Treadmill Score in Identifying Diagnostic Coronary Disease Subgroup. *Circulation* 1998;98:1622-30.
23. Albouaini K, Egred M, Alhamar A, Wright D. Cardiopulmonary Exercise Testing and Its Application. *Heart* 2007;93:1285-92.

24. O'Connor FG, Kunar MT, Deuster PA. Exercise Physiology for Graded Exercise Testing: A Primer for the Primary Care Clinician. In: Evans CH, White RD, editors. Exercise Testing for Primary Care and Sports Medicine Physicians. New York: Springer; 2009. p. 3-21.
25. Clinical Exercise Testing. In: Ehrman JK, editor. ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. Philadelphia: Wolter Kluwert Lippincot Williams & Wilkins; 2010. p. 105-134.
26. Sharma K, Kohli P, Gulati M. An Update on Exercise Stress Testing. *Curr Probl Cardiol* 2012;37:177-202.