



# FIZISKĀS SLODZES TESTI

## METODISKIE NORĀDĪJUMI

Sagatavojuši:  
**Iveta Mintāle**  
**Asoc. profesors Andrejs Ērglis**

2008. gads

## SATURS

---

### Ievads

#### **Slodzes testa procedūra ..... 6 – 16**

Slodzes testu veidi

Tehniskais nodrošinājums un testa drošība

Pacienta sagatavošana testam

Fiziskās slodzes testa protokols

Slodzes testa fizioloģija

Indikācijas un kontrindikācijas fiziskās slodzes testam

Indikācijas slodzes testa pārtraukšanai

Iespējamās komplikācijas

#### **Slodzes tests koronārās sirds slimības diagnostikā.....16 – 29**

Slodzes testa rezultāti

Slodzes testa izvērtēšana

Diagnostiskā vērtība

Pozitīva slodzes testa definīcija

Fiziskās slodzes testa slēdziena formulēšana

#### **Ieteikumi slodzes testa veikšanai dažādām pacientu grupām .....29 – 34**

KSS diagnostika

Augsta kardiovaskulārā riska pacienti

Pacienti ar hronisku stabilu stenokardiju

Arteriālās hipertensijas pacienti

Pirms un pēc revaskularizācijas:

- pēc miokarda infarkta,

- pēc perkutānas koronāras intervences,

- pēc koronāro asinsvadu šuntēšanas

Pacienti ar sirds mazspēju

Pacienti pēc sirds transplantācijas

Pacienti ar ritma un vadīšanas traucējumiem

Pacienti ar sirdskaitēm

Pacienti ar kardiomiopātijām

Gados vecāki pacienti

Treniņprogrammas plānošana

#### **Fiziskās slodzes tests un lietotie medikamenti .....35 – 35**

#### **Slodzes testa kombinēšana ar attēldiagnostikas metodēm.....36 – 38**

Fiziskās slodzes tests ar miokarda perfūzijas scintigrāfiju

Fiziskās slodzes tests ar ehokardiogrāfiju

Farmakoloģiskās slodzes testi ar miokarda perfūzijas scintigrāfiju

un ehokardiogrāfiju

Ieteikumi kombinēto slodzes testu veikšanai

#### **Slodzes testu izmantošanas algoritmi.....38 – 44**

#### **Literatūras saraksts.....44 – 47**

## Izmantotie saīsinājumi:

---

EKG – elektrokardiogramma  
KSS – koronārā sirds slimība  
KVS – kardiovaskulāra slimība  
FST – fiziskās slodzes tests  
MPS – miokarda perfūzijas scintigrāfija  
EhoKG – ehokardiogrāfija  
AS – arteriālais asinsspiediens  
W – vati  
MI – miokarda infarkts  
PCI – perkutāna koronāra intervence  
KG – koronarogrāfija  
AKŠ – aortokoronāra šuntēšana  
MET – metaboliskais ekvivalents  
V<sub>O<sub>2</sub></sub> – skābekļa piesaiste  
ES – ekstrasistoles  
VES – ventrikulāras ekstrasistoles  
SF – sirdsdarbības frekvence  
RI – Robinsona indekss  
WPW sindroms – Volfa-Parkinsona-Vaita sindroms  
AV – atrioventrikulārs  
LAD – kreisā priekšējā lejupejošā koronārā artērija  
EKS – elektrokardiostimulators

---

“Ārstam, kas veic fiziskās slodzes testus, nepieciešamas zināšanas elektrokardiogrāfijā un klīniskajā kardioloģijā: sirds slimību diagnostikā un ārstēšanā, kā arī iemaņas neatliekamās palīdzības sniegšanā un reanimācijā.

Ārstam pilnībā jāpārzina indikācijas un kontrindikācijas fiziskās slodzes testiem un slodzes pārtraukšanas kritēriji.

Viņam jāpārzina arī elektrodu veidi un to novietošana, elektrodu kabeļu specifika, EKG pierakstīšanas veidi, ādas sagatavošana, arteriālā asinsspiediena mērīšana slodzes laikā un slodzes testu veikšanas principi.

Ārstam jāzina arī slodzes testu (ar EKG pierakstu) jutība un specifiskums dažādām izmeklējamo personu un slimnieku grupām.

Zināšanu trūkums jomā degradē metodi, jūtami kaitējot ārstu autoritātei un slimnieku izmeklēšanas kvalitātei.”

Profesors U. Kalniņš  
“Latvijas Ārsts”, 1993/3

Šīs metodiskās rekomendācijas ir apkopotas, lai palīdzētu ārstam pareizi un precīzi veikt diagnostisku izmeklējumu, izvērtējot tā risku un ieguvumus; pareizi interpretēt iegūtos rezultātus, lai izveidotu pacienta izmeklēšanas un ārstēšanas plānu; uzlabot pacientu aprūpi, saīsinot laiku līdz diagnozes noteikšanai un ārstēšanas sākšanai; samazināt slimības procesa izmaksas. Slodzes tests ir plaši izmantojams un ar relatīvi zemām izmaksām.

Ieteikumi satur detalizētu metodes aprakstu un diskusiju par rezultātu analīzes iespējām un tālāku izmantošanu konkrētās klīniskās situācijās. Lai nodrošinātu pacienta izmeklēšanas procesa loģisku pēctecību no ģimenes ārsta līdz speciālistam, nepieciešams šo izmeklējumu veikt vienotā veidā un precīzi, kā arī interpretēt iegūtos datus atbilstoši vadlīnijām.

Koronārās sirds slimības diagnostikā izšķir šādus slodzes testa veidus – fiziskās un farmakoloģiskās slodzes testi.

Fiziskās slodzes testi:

- ar EKG;
- ar vizualizācijas metodēm – MPS, EhoKG.

Farmakoloģiskās slodzes testi:

- ar EKG;
- ar vizualizācijas metodēm – MPS, EhoKG.

Fiziskās slodzes tests joprojām ir visplašāk lietotā izmeklēšanas metode gan sākotnējā koronārās sirds slimības diagnostikā, gan arī izvērtējot tās smaguma pakāpi. Slodzes tests izmantojams arī pacientu tālākai apsekošanai, kad ir uzsākta KSS ārstēšana.

Slodzes tests ir jutīgāks un specifiskāks nekā miera stāvokļa EKG, lai noteiktu miokarda išēmiju. Slodzes testam ar EKG nav diagnostiskas vērtības, ja elektrokardiogrammā ir Hisa kūliša kreisās kājiņas pilna blokāde, kardiostimulatora ritms, WPW sindroms. Šajos gadījumos EKG izmaiņas nevar objektīvi izvērtēt. Problemātiski ir vērtēt EKG izmaiņas slodzes testa laikā arī pacientiem ar izmaiņām miera stāvokļa EKG (kreisā kambara hipertrofija ar pārslodzi, elektrolītu līdzsvara traucējumi, intraventrikulāri vadišanas traucējumi, digitālis lietošana). Šajos gadījumos jāizvēlas slodzes testi ar vizualizācijas metodēm.

Mazāk jutīgs un mazāk specifisks slodzes tests ir arī sievietēm – relatīvi bieži novēro pseidopozitīvu rezultātu –, kā arī pacientiem ar cukura diabētu.

Testa prognostisko vērtību raksturo tas, cik liela iespējamība, ka pacientam ar pozitīvu slodzes testa rezultātu tiešām ir koronāro artēriju slimība. Ja slodzes tests provocējis ST segmenta depresiju EKG, slimības iespējamību nosaka pieņemtais pozitīva testa kritērijs un pirmstesta prognostiskā varbūtība, ka pacientam ir koronāro artēriju sašaurinājums. Pirmstesta KSS prognostisko varbūtību nosaka hemodinamiski nozīmīgu koronāro artēriju sašaurinājumu sastopamība populācijā, ko pārstāv konkrētais pacients. KSS prognostisko iespējamību vērtē ārsts, kas veic fiziskās slodzes testu. Ārstam jāņem vērā pacienta vecums, dzimums, sūdzību raksturs, riska faktori

un klīniskās izmeklēšanas dati. Apkopojot šo informāciju, iespējams novērtēt, vai koronārās sirds slimības iespējamība ir zema, vidēji augsta vai augsta.

#### **Pirmstesta KSS varbūtība (4.)**

Vecums	Dzimums	Tipiskas sāpes	Atipiskas sāpes	Netipiskas sāpes krūškurvī	Asimptomātisks
30–39	Vīrietis	Vidēja	Vidēja	Zema	Ļoti zema
	Sieviete	Vidēja	Ļoti zema	Ļoti zema	Ļoti zema
40–49	Vīrietis	Augsta	Vidēja	Vidēja	Zema
	Sieviete	Vidēja	Zema	Ļoti zema	Ļoti zema
50–59	Vīrietis	Augsta	Vidēja	Vidēja	Zema
	Sieviete	Vidēja	Vidēja	Zema	Ļoti zema
60–69	Vīrietis	Augsta	Vidēja	Vidēja	Zema
	Sieviete	Augsta	Vidēja	Vidēja	Zema

Nav pamatotu datu par pacientiem <30 vai >69 gadu vecumā, bet jāpieņem, ka KSS varbūtība pieaug, palielinoties vecumam. KSS varbūtība – augsta nozīmē >90%, zema <10%, ļoti zema <5%.

Tipisku stenokardijas sāpju gadījumā pirmstesta varbūtība ir tik augsta, ka slodzes testa rezultāts vairs nevar būtiski ietekmēt slimības iespējamību. Taču šiem pacientiem slodzes testu var veikt arī citiem mērķiem. Atipiskas stenokardijas gadījumā 50 gadus vecam vīrietim vai 60 gadus vecai sievietei slimības iespējamība ir 50%. Tieši šajā vidējas slimības iespējamības kategorijā slodzes testam ir vislielākā nozīme, jo iegūtie rezultāti var būt izšķirīgi diagnozes noteikšanā. Miokarda infarkts anamnēzē nozīmīgi ietekmē pirmstesta varbūtību.

#### **Tehniskais nodrošinājums**

Fiziskās slodzes testu iespējams veikt ar veloergometru (nostiprinātu velosipēdu) vai slidošo celiņu (*treadmill*).

Veloergometrijai nepieciešams nostiprināts velosipēds ar iespējam mainīt slodzes lielumu, dators EKG monitorēšanai, AS mērīšanas iekārta, elektrodi 12 novadījumu EKG reģistrēšanai (vislabāko EKG pierakstu nodrošina vakuuma elektrodi), printeris, strāvas stabilizators.

Fiziskās slodzes testam izmantojot slidošo celiņu, maina celiņa slīpumu, lai mainītu slodzes lielumu, pārējais aprīkojums – kā veloergometram.

Veloergometriju iespējams veikt sēdus vai pusguļus atkarībā no izmantotās aparatūras veida. Veloergometrijas laikā ķermeņa augšdaļas kustības ir mazākas nekā uz

slīdceļiņa, tāpēc ir precīzāks EKG pieraksts un AS mērījumi (īpaši velosipēdam pusguļus pozīcijā).

Veloergometrija ir piemērotāka pacientiem ar balsta un kustību sistēmas problēmām, neiroloģiskiem traucējumiem, kā arī gados vecākiem pacientiem.

Velosipēda pedāļu griešanas ātrumam slodzes testa laikā jābūt 60 apgriezieniem minūtē, slodzi kalibrē vatos (W).

Telpā, kurā tiek veikts fiziskās slodzes tests, nepieciešama arī kušete, kā arī aprīkojums un medikamenti neatliekamās palīdzības sniegšanai.

Latvijā slodzes testu veikšanai biežāk tiek lietoti veloergometri.

## Testa drošība

Slodzes testu var veikt tikai pēc rūpīgas pacienta klīniskās situācijas un miera stāvokļa EKG izvērtēšanas.

Testa laikā komplikācijas novēro reti, bet ir iespējamās nopietnas aritmijas vai pat pēkšņa nāve (0,03% gadījumu – miokarda infarkts, 0,09% – nāve). Šo komplikāciju risku var mazināt medicīniskā personāla pieredze un kvalifikācija, kā arī precīza un pareiza metodes veikšana.

Lielāks risks ir pacientiem pēc MI, kā arī pacientiem ar noslieci uz malignām ventrikulārām aritmijām.

Slodzes testu veic kvalificēts personāls – sertificēts ārsts un medmāsa, kas ir atbildīgi arī par testa veikšanai nepieciešamo aparatūru. Medicīniskajam personālam nepieciešamības gadījumā jābūt gataviem veikt kardiopulmonālo reanimāciju, defibrilāciju vai izmantot medikamentozu terapiju. Kabinētā jābūt aprīkojumam neatliekamai kardioloģiskai palīdzībai, kā arī medikamentiem sāpju, aritmiju, paaugstināta asinsspiediena kupēšanai.

## Pacienta sagatavošana slodzes testam

Ārsts, kas pacientu nosūta uz slodzes testu:

- pirms procedūras veikšanas informē pacientu par testa norisi, kā arī par to, ka jāsaģērbjas atbilstošā tērpā (īpaši piemērotiem jābūt apaviem), lai veiksmīgi veiktu testu;
- ja tests tiek veikts diagnostiskos nolūkos, apsver atsevišķu medikamentu lietošanas pārtraukšanu – 1–2 dienas pirms testa, jo daži medikamenti var traucēt testa iznākumu un rezultātu interpretāciju ( $\beta$  blokatori, nitrāti, *digitalis*).
- ja tests tiek veikts sekundāras profilakses nolūkos (pacientiem pēc PKI, KG, AKŠ, MI), tad medikamenti noteikti jālieto. Svarīgi, lai pacients varētu informēt ārstu,

kas veic slodzes testu, kādas grupas medikamentus viņš lieto.

Ārsts, kas veic slodzes testu:

- ievāc īsu anamnēzi, lai konstatētu iespējamās kontraindikācijas testam;
- pirms testa novērtē miera stāvokļa elektrokardiogrammu, ja iespējams, salīdzina to ar iepriekš pierakstītajām elektrokardiogrammām (ja pacientam ir līdzīgi EKG, nevis apraksts);
- izvērtē testa iespējamību.

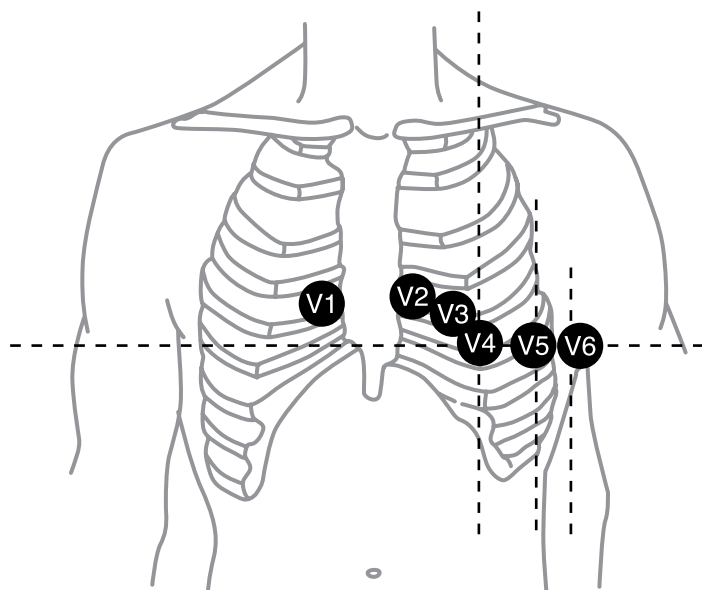
Pirms testa jāizmēra arteriālais asinsspiediens. Paaugstināts asinsspiediens (virs 200/120 mmHg) ir kontraindikācija slodzes testa veikšanai (ārstam jāizvērtē testa iespējas nekoriģētas arteriālas hipertensijas gadījumā).

Pacientam detalizēti jāizskaidro testa norise – slodzes palielināšanās, arteriālā asinsspiediena mērīšana. Pacientam jāpaskaidro, ka viņu slodzes testa laikā iztaujās un aicinās pastāstīt par viņa izjūtām.

Elektrokardiogrammas pieraksts

- Liela nozīme elektrodu pievienošanas veidam – vakuuma elektrodu uzlikšanai lieto EKG kontaktšķidrumu, gumijas elektrodu uzlikšanai lieto EKG kontaktzēleju.
- Elektrodu izvietoējums ietekmē ST segmenta slīpumu un amplitūdu.
- Slodzes testa laikā roku elektrodus novieto uz augšdelmiem, bet kāju elektrodus novieto kostolumbālā leņķa līmenī.
- Krūšu elektrodus novieto kā parasti, pierakstot elektrokardiogrammu.

## 12 novadījumu elektrodu izvietojums



## Protokols

Fiziskās slodzes testam tiek lietots modificēts Brūsa protokols – standartizēta slodzes dozēšanas programma. Oriģinālo protokolu izveidojis amerikāņu kardiologs Roberts A. Brūss (*Robert A. Bruce*) 1963. gadā.

Latvijas Kardioloģijas centrā pieņemts lietot šādu protokolu:

1. pakāpe – 3 min 50 W;
2. pakāpe – 3 min 100 W;
3. pakāpe – 3 min 150 W;
4. pakāpe – 3 min 200 W;
5. pakāpe – 3 min 250 W.

Maksimālā pieļaujamā slodze ir 250 W.

Īpašas nepieciešamības gadījumā protokolu var modificēt, piemērojot pacientam individuāli (sirds mazspējas gadījumā), piemēram, sākot no 2. pakāpes, slodzi palielina par 25 W katras 3 min.

Pacients aktīvi jāizjautā visu testa laiku par viņa pašsajūtu. Dažās valstīs (piemēram, Zviedrijā) pacienta pašsajūtas izvērtēšanai lieto Borga skalu. Skala sastāv no 6–20 skaitļiem, pacientiem ir pieejams īpašs rakstisks izskaidrojums par piepūles un

pašsajūtas novērtējumu. Latvijā praksē šī skala netiek izmantota.

Testa mērķis ir sasniegt submaksimālo pulsu, t.i. 85% no vecuma noteiktās maksimālās sirdsdarbības frekvences.

Pēc slodzes seko atjaunošanās periods, kura laikā turpinās EKG pieraksts, AS monitorēšana un pacienta pašsajūtas izvērtēšana. Parasti atjaunošanās periods ilgst vismaz 4 minūtes vai līdz brīdim, kad stabilizējas AS, sirdsdarbības frekvence un izzūd izmaiņas EKG, uzlabojas pacienta pašsajūta.

Slēdzienā jādefinē testa pārtraukšanas kritēriji, slodzes lielums, laiks līdz simptomu vai EKG izmaiņu sākumam, kopējais slodzes laiks, asinsspiediens, pulss, EKG izmaiņu lielums un plašums, pēcslodzes atjaunošanās periods.

Parasti slodzes testa izdrukā parādās vidējie QRS kompleksi, taču apskatei un analīzei ārstam jābūt pieejamām arī pilnām elektrokardiogrammām dažādās slodzes testa fāzēs. Testa izdrukā vidējiem QRS kompleksi jābūt marķētiem – ar atzīmētu izolīniju, QRS kompleksa sākumu, beigām, ST segmenta mērīšanas punktu (j). Ja izdrukā parādās artefakti, tie ārstam jāpaskaidro, lai paaugstinātu testa vērtēšanas precizitāti.

# Fiziskās slodzes testa fizioloģija

## Maksimālā skābekļa piesaiste

Sākot fiziskās slodzes testu un palielinot slodzes intensitāti, strauji pieaug skābekļa piesaiste plaušās. Pēc otrās testa minūtes O<sub>2</sub> piesaiste katrā slodzes intensitātes pakāpē sasniedz relatīvi stabilu līmeni.

Maksimālā skābekļa piesaiste (V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks.) ir tas O<sub>2</sub> apjoms, ko pacients izmanto slodzes testa laikā, darbojoties lielai daļai no kopējās muskuļu masas. V<sub>O<sub>2</sub></sub> atspoguļo O<sub>2</sub> daudzumu, kas tiek transportēts un izmantots šūnu metabolismā. Par maksimālu sauc fiziskās slodzes lielumu, kuru veicot iestājas plato fāze skābekļa patēriņā, kad, vēl vairāk palielinot slodzi, patērētā skābekļa daudzums vairs nepieaug.

V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. nosaka, analizējot izelpoto gaisu vai novērtējot sasniegto slodzi.

V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. rādītāju izmanto, lai skaitliski izteiktu vajadzību pēc O<sub>2</sub> piesaistes. Šajā nolūkā lieto metabolisko ekvivalentu (MET).

1 MET = O<sub>2</sub> piesaistes vienība miera stāvoklī (3,5 ml O<sub>2</sub> uz kg ķermeņa svara minūtē).

V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. ir atkarīgs no:

- vecuma – maksimāla tā ir 15–30 g. vecumā, bet, pieaugot vecumam, progresējoši samazinās;
- dzimuma – sievietēm tas ir mazāks, jo mazāka ir muskuļu masa un cirkulējošo asiņu tilpums, hemoglobīns;
- trenētības – piemēram, mazkustīgs jeb tā sauktais sēdošais dzīvesveids V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. pazemina par 9% 10 gadu laikā pretēji aktīvam dzīvesveidam, kad šis pazeminājums ir līdz 5%;
- iedzimtības – no ģenētiskiem faktoriem atkarīgas V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. svārstības;
- kardiovaskulārās sistēmas stāvokļa.

## Kliniski nozīmīgi MET rādītāji

1 MET = miera stāvoklis (atpūta);

2 MET = pastaiga ar ātrumu 3,22 km/h;

4 MET = pastaiga ar ātrumu 6,44 km/h;

<5 MET = liecina par sliktu prognozi; tie ir ikdienas pamataktivitāšu ierobežojumi uzreiz pēc MI;

10 MET = liecina par terapijas (medikamentozas, invazīvas) nepieciešamību;

13 MET = laba prognoze;

18 MET = trenēti atlēti;

20 MET = pasaules klases atlēti.

## MET normālie lielumi atkarībā no vecuma un dzimuma

Vecums	Vīrieši	Sievietes
20–29	12	10
30–39	12	10
40–49	11	9
50–59	10	8
60–69	9	8
70–79	8	8

## V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. un sirds izviede

V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. ir ekvivalents maksimālajai sirds izviedei, reizinātai ar maksimālo arteriovenoza O<sub>2</sub> starpību.

$$V_{O_2} \text{ maks.} = CO \times aVO_2$$

$$CO = SV \times SF$$

$$V_{O_2} \text{ maks.} = SV \times SF \times aVO_2$$

CO – sirds izviede

SV – izviedes tilpums

SF – sirdsdarbības frekvence

aV<sub>O<sub>2</sub></sub> – maks. arteriovenozā O<sub>2</sub> starpība

Tā kā V<sub>O<sub>2</sub></sub> maksimālas slodzes laikā ir fizioloģiski limitēta (15–17%), tad V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. ir atkarīgs no sirdsdarbības frekvences un to var izmantot neinvazīvai sirds izviedes izvērtēšanai.

V<sub>O<sub>2</sub></sub> nosaka, veicot kardiopulmonālu slodzes testu ar gāzu analīzi. Gāzu apmaiņas dati dod nozīmīgu informāciju, lai varētu izvērtēt pacienta funkcionālo kapacitāti un to, vai slodzi limitē kardiāli vai pulmonāli faktori.

Šādu testu veic ar iepriekšminēto veloergometrijas aparāturu un gāzu analizatoru datorizētu datu analīzes sistēmu. Kardiopulmonālā testa izmaksas ir lielākas, process ir laikietilpīgs, testa veikšanai nepieciešama īpaša personāla apmācība, kā arī aparāturai nepieciešama regulāra un precīza kalibrēšana.

## Miokarda O<sub>2</sub> piesaiste

Miokarda O<sub>2</sub> piesaiste ir atkarīga no kreisā kambara sieniņu sasprindzinājuma, kontraktilitātes un sirdsdarbības frekvences.

Miokarda O<sub>2</sub> piesaisti var precīzi noteikt sirds katetrizācijas laikā.

Slodzes testa laikā miokarda O<sub>2</sub> piesaisti var novērtēt pēc sistoliskā arteriālā asinsspiediena un sirdsdarbības frekvences (Robinsona indeksa).

Pastāv lineāra sakarība starp miokarda O<sub>2</sub> piesaisti un koronāro asins plūsmu. Slodzes testa laikā koronārā asins plūsma palielinās gandrīz piecas reizes, salīdzinot ar miera stāvokli, līdz ar to jāpieaug O<sub>2</sub> piesaistei.

Pacienti ar obstruktīvu koronāro sirds slimību bieži nevar uzturēt adekvātu koronāro asins plūsmu, lai nodrošinātu pieaugošo miokarda vielmaiņas pieprasījumu pēc O<sub>2</sub> slodzes laikā. Rezultātā rodas miokarda išēmija, kas atspoguļojas kā ST segmenta izmaiņas EKG.

### Indikācijas slodzes testam:

- koronāras sirds slimības diagnostika (augsta KSS riska pacienti);
- KSS prognozes un riska pakāpes izvērtēšana pacientiem ar KSS (pacienti pēc miokarda infarkta, perkutānas koronāras intervences, aortokoronāras šuntēšanas);
- ārstēšanas efektivitātes izvērtēšana;
- mērķtiecīgas apsekošanas nepieciešamība pacientiem, kas strādā paaugstināta riska profesijā (ugunsdzēsēji, lidotāji, policisti, autovadītāji u.c.);
- fiziskās treniņslodzes novērtēšana.

### Kontrindikācijas slodzes testam:

- akūts miokarda infarkts (vismaz piecas dienas);
- augsta riska nestabila stenokardija (pēc 24 h – zems risks (skat. akūta koronāra sindroma vadlīnijas));
- ievērojama kreisā kambara mazspēja;
- nekontrolētas, dzīvību apdraudošas aritmijas;
- akūts perikardīts, miokardīts, endokardīts;
- ievērojama aortāla stenoze;
- nekontrolēta arteriāla hipertensija:
  - sistoliskais asinsspiediens >200 mmHg;
  - diastoliskais asinsspiediens >120 mmHg;
- akūta plaušu embolizācija vai plaušu infarkts;

- akūts tromboflebīts vai dziļo vēnu tromboze;
- akūta vai smaga vispārēja saslimšana;
- neiromuskulāri traucējumi un kustību ierobežojoši stāvokļi, kas apgrūtinā fizisko slodzi;
- dekompensētas endokrīnas slimības: diabēts, tireotoksikoze, miksedēma;
- personas nespēja, nevēlēšanās vai motivācijas trūkums veikt fiziskās slodzes testu.

### Relatīvās kontrindikācijas:

- kreisās koronārās artērijas stumbra (LM) stenoze;
- vidējas pakāpes stenozējoša vārstuļu kaite;
- elektrolītu līdzsvara traucējumi;
- nozīmīga arteriāla vai pulmonāla hipertensija;
- tahiaritmija vai bradikardija;
- hipertrofiska kardiomiopātija;
- psihes traucējumi;
- augstas pakāpes atrioventrikulāra (AV) blokāde.

### Indikācijas testa pārtraukšanai:

- tipiskas pieaugošanas sāpes krūtīs un/vai ST segmenta izmaiņas (ST segmenta depresija >2 mm – kā relatīva indikācija testa pārtraukšanai, ST depresija >3 mm – absolūta indikācija testa pārtraukšanai);
- ST segmenta elevācija > 1 mm (ja nav patoloģisks Q miera stāvokļa EKG);
- aritmijas (supraventrikulāra tahikardija, multiplas politopas un pāru VES);
- sistoliskā asinsspiediena pazemināšanās (>10 mmHg, salīdzinot ar sākuma asinsspiediena līmeni), lai gan slodze palielinās;
- hipertensija (>250 mmHg sistoliskais un >115 mmHg diastoliskais asinsspiediens);
- CNS simptomi (ataksija, vājums, ģībonis);
- sliktas perfūzijas pazīmes (cianoze);
- nogurums, elpas trūkums, kāju krampji, klaidikācija;
- Hisa kūliša kreisās kājiņas pilna blokāde;
- sasniegts submaksimālais pulss;
- pacienta lūgums pārtraukt testu;
- tehniskas problēmas.

## Iespējamās komplikācijas, veicot slodzes testu

### Kardiālas:

- ritma un vadīšanas traucējumi;
- pēkšņa nāve (ventrikulāra tahikardija/fibrilācija);
- miokarda infarkts;
- akūta sirds mazspēja;
- hipotensija un šoks.

### Nekardiālas:

- muskuloskeletāla trauma;
- reibonis;
- ģībšana;
- muskuļu sāpes.

## Slodzes testa rezultāti

### Elektrokardiogrāfiskie:

- maks. ST segmenta depresija;
- maks. ST segmenta elevācija;
- ST segmenta depresijas forma (horizontāla, lejupslidoša, augšupejoša);
- novadījumu skaits, kuros reģistrē ST segmenta izmaiņas;
- ST segmenta izmaiņu ilgums atpūtas fāzē (pēc slodzes pārtraukšanas);
- ST/SF indekss;
- slodzes inducētas ventrikulāras aritmijas;
- laiks līdz ST segmenta izmaiņu sākumam.

### Hemodinamiskie:

- maks. sirds darbības frekvence;
- maks. sistoliskais asinsspiediens;
- Robinsona indekss;
- kopējais slodzes laiks;
- hipotensija (AS pazeminās zem sākotnējā AS līmeņa pirms slodzes sākšanas);
- hronotropā mazspēja (inkompetence).

### Simptomātiskie:

- slodzes provocēta stenokardija;
- slodzi ierobežojošie simptomi;
- laiks līdz stenokardijas sākumam.

## Slodzes testa izvērtēšana

### 1. Pacienta sūdzības

Ir svarīgi iegūt precīzu informāciju par sāpēm krūškurvī, to raksturu, lai pārlicinātos, vai tās ir tipiskas koronāras vai nekardiālas sāpes, tāpēc pacients aktīvi jāizjautā.

### 2. Pacienta izskats

Tas ir nozīmīgs faktors slodzes testa klīniskajā novērtējumā. Vēsa āda, viegla svīšana, perifēra cianoze testa laikā var liecināt par sliktu audu perfūziju, neatbilstošu sirds izviedri ar sekundāru vazokonstrikciju. Šādiem pacientiem slodze ir jāpārtrauc. Arī neiroloģisku simptomu parādīšanās (reibonis, ataksija) var liecināt par slodzei neatbilstošu sirds izviedri.

### 3. Funkcionālā kapacitāte. Slodzes tolerance

Funkcionālā kapacitāte (FK) raksturo pacienta fiziskās slodzes iespējas, tas ir svarīgs kardiovaskulārās mirstības rādītājs. Tomēr FK rādītāja lietošana praksē ir apgrūtināta standartizācijas trūkumu dēļ. FK ir atkarīga no vecuma un dzimuma.

Funkcionālās kapacitātes noteikšana:

Vīriešiem: 14,7 – 0,11 x vecums

Sievietēm: 14,7 – 0,13 x vecums

Funkcionālo kapacitāti izsaka MET

(1 MET = miokarda skābekļa piesaiste 3,5 l/kg/min).

FK uzskata par pazeminātu, ja tā ir mazāka par 85% no paredzamās.

Slodzes toleranci var vērtēt, ņemot vērā iegūto informāciju par:

- sasniegtās slodzes lielumu;
- kopējo slodzes laiku;
- sasniegto sirds darbības frekvenci;
- Robinsona indeksu jeb maksimālo slodzes dubultproduktu (maks. SF x maks. sistoliskais AS /100).

Slodzes toleranci raksturo arī stenokardija vai išēmisku izmaiņu parādīšanās EKG.

Ja sāpes vai ST segmenta izmaiņas EKG parādās zemas slodzes laikā un zemas sirds darbības frekvences, kā arī zema Robinsona indeksa gadījumā, pacienta slodzes tolerance vērtējama kā zema, tā var liecināt par nopietnu koronāro artēriju bojājumu. Tolerances novērtēšanā vienmēr jāņem vērā pacienta vecums, dzimums un fiziskā sagatavotība.

Fiziskās slodzes tolerances orientējošs novērtējums vatos (W):

Vecums	Augsta		Pazemināta		Zema	
	Vīr.	Siev.	Vīr.	Siev.	Vīr.	Siev.
40–50 g.	>175	>150	125	100	100	75
50–60 g.	>150	>125	100	75	75	50
60–70 g.	>125	>100	75	50	50	25
70–80 g.	>100	>75	50	25	<25	<25

#### 4. Hronotropā reakcija

Parasti slodzes laikā sirdsdarbības frekvence (SF) pieaug. Pieaug simpātiskās sistēmas tonuss, līdz ar to paaugstinās cirkulējošo kateholamīnu līmenis, pieaug sinusa mezgla kairinājums un palielinās SF.

Ja slodzes laikā sirdsdarbības frekvence adekvāti nepalielinās, to sauc par nepietiekamu hronotropiju (hronotropo mazspēju). Koluči ar līdzautoriem (*Colucci et al, 8.*) apraksta, ka pacientiem ar pieaugošu sirds mazspēju aizvien vairāk pasliktinās hronotropā reakcija, jo samazinās sinusa mezgla jutība pret simpātisko stimulāciju. Pētījumi pierāda, ka hronotropās reakcijas pasliktināšanās ir kardiovaskulāro notikumu un pēkšņas nāves riska prognostisks rādītājs (19.).

Tā kā SF ir atkarīga no vecuma, tad hronotropā reakcija katrā vecumā jāvērtē individuāli.

Tiek lietota vecuma korekcijas metode:

220 – vecums = paredzamā maksimālā frekvence

Nespēja slodzes testa laikā sasniegt 85% no vecumam paredzētās maksimālās SF liecina par nepietiekamu hronotropiju un lielāku mirstības risku (19.). Tomēr, izmantojot šo korekcijas metodi, netiek ņemta vērā funkcionālā kapacitāte un miera stāvokļa sirdsdarbības frekvence.

Precīzāks mērījums ir hronotropais indekss (HI) vai sirdsdarbības frekvences rezerve.

$$HI = \frac{\text{maks. SF slodzē} - \text{miera stāvokļa SF}}{\text{vecumam paredzētā maks. SF} - \text{miera stāvokļa SF}}$$

Hronotropais indekss ir precīzāks rādītājs mirstības riska noteikšanai.

Ja HI <80%, tas liecina par nepietiekamu hronotropiju, līdz ar to arī paaugstinātu KV notikumu risku.

#### 5. Sirdsdarbības frekvences (SF) atjaunošanās

SF samazināšanās atjaunošanās perioda sākumā ir saistīta ar parasimpātisko reakti-

vāciju. Tā kā pētījumu dati norāda uz parasimpātiskās nervu sistēmas disfunkcijas saistību ar mirstību, pastāv hipotēze, ka kavēta SF atjaunošanās pēc slodzes liecina par augstāku nāves risku, jo īpaši asimptomātiskiem pacientiem (20.).

SF atjaunošanās ļauj izvērtēt mirstības risku neatkarīgi no funkcionālās kapacitātes; kreisā kambara sistoliskās funkcijas un koronārās angiogrāfijas datiem (29.).

SF atjaunošanās izvērtēšana ir atkarīga no izmantotā slodzes testa protokola, tāpēc Latvijā nepieciešams vienots protokols, lai unificētu pacientu testu rezultātu izvērtēšanu.

Piemēram, ja atjaunošanās periodā pacients atrodas sēdus stāvoklī, tad SF samazināšanās mazāk par 22 sitieniem/min. pirmo divu minūšu laikā tiek uzskatīta par kavētu (25.).

Ir pierādīts, ka biežas ventrikulāras ektoģijas slodzes laikā (>7 VES/min, pāru VES, bigemīnijas tipa VES, trigemīnijas tipa VES, ventrikulāra tahikardija) ir sliktāks pēkšņas nāves prognostiskais rādītājs nekā ventrikulārās ektoģijas atjaunošanās periodā (30.), tāpēc slodzes atkarīgi ritma traucējumi tiek traktēti kā išēmijas ekvivalents.

Gan SF atjaunošanās, gan hronotropā reakcija raksturo KSS smaguma pakāpi.

#### 6. Djūka slīdceliņa skala

Slodzes testā iegūto datu vērtību var palielināt, apvienojot EKG datu analīzi ar klīniskajiem faktoriem (27.). Vienkāršākā ir Djūka (*Duke*) slīdceliņa skala, ar kuru izvērtē ST segmenta depresiju, slodzes ilgumu un stenokardijas esamību.

Izmantojot Brūsa protokolu:

Slodzes laiks (L) (min) – 5 x ST segm. depr. (STD) (mm) – 4 x stenokardijas koeficients (SK).

ST segmenta depresijai jābūt horizontālai vai lejupejošai 1 mm un vairāk.

L – 5 x STD – 4 x SK

Stenokardijas koeficients ir 1, ja slodze netiek pārtraukta, 2 – ja slodze tiek pārtraukta sāpju dēļ.

Mirstības risks ir zems, ja iegūtā vērtība >5, vidējs, ja vērtība ir mīnus 10 līdz 5, un augsts, ja iegūtā vērtība ir mazāka par mīnus 10.

#### 7. Išēmijas izvērtēšana veloergometrijas laikā

- QRS garums

Normālas koronārās asinsplūsmas gadījumā slodzes laikā, pieaugot simpātiskās nervu sistēmas aktivācijai, palielinās vadīšanas ātrums, līdz ar to QRS intervāls saīsinās. Turpretim išēmijas apstākļos vadīšanas ātrums samazinās, un novēro QRS intervāla

pagarināšanos. Pētījumos tiek novērota saistība starp QRS pagarināšanos un ventrikulāras tahikardijas risku išēmijas dēļ (15.).

#### - QRS amplitūda

R zoba amplitūda atspoguļo kambaru lielumu (saskaņā ar Brodi hipotēzi) (2.). R zoba amplitūdas izmaiņām ir mērens jutīgums un specifiskums, tāpēc praktiski šis rādītājs netiek izmantots, analizējot EKG slodzes testa laikā.

Pēdējā laikā iegūts arvien vairāk pierādījumu par Atēnu QRS skalas nozīmi išēmijas izvērtēšanā (15.), pēc kuras nosaka QRS kompleksa zobu amplitūdu miera stāvoklī un maksimālas slodzes laikā avF un V5 novadījumos:

(R zoba amplitūda. – S ampl. – Q ampl.) miera stāv. – (R ampl. – S ampl. – Q ampl.) maks. slodzes laikā.

Tad saskaita avF un V5 novadījumos iegūtās vērtības. Ja kopējais rezultāts ir negatīvs, tas liecina par išēmiju, neatkarīgi no ST segmenta depresijas esamības/{vai - neatkarīgi no tā, ir vai nav ST segmenta depresija}. Pētījumos ir pierādīta Atēnu QRS skalas nozīme restenozes noteikšanā pēc aortokoronāras šuntēšanas.

#### - QT intervāls un T zobs

Šo rādītāju izvērtēšana ir saistīta ar tehniskiem ierobežojumiem slodzes testa laikā: izolīnijas novirzi, grūtībām noteikt zemas amplitūdas T zoba beigās, T zoba saplūšanu ar nākamā EKG kompleksa P zobu, pieaugot sirdsdarbības frekvencei.

Virkne pētījumu liek domāt, ka koriģētā QT intervāla ( $QT_c = \text{noteiktais QT} / \sqrt{\text{kvadrātsakne no RR}}$ ) pagarināšanās slodzes laikā liecina par miokarda išēmiju (21.), it sevišķi pacientiem ar slodzes inducētām ventrikulārām aritmijām.

Savukārt Lakss ar līdzautoriem (*Lax et al, 12.*) pierādīja, ka pacientiem ar KSS  $QT_c$  pagarinās tikai nedaudz vairāk nekā veselīgiem cilvēkiem, kas samazina šā rādītāja nozīmīgumu išēmijas izvērtēšanā.

#### - ST segmenta depresijas korekcija, ņemot vērā sirdsdarbības frekvenci

Tā kā sirdsdarbības frekvences (SF) izmaiņas ir saistītas ar miokarda skābekļa pieprasījuma izmaiņām, tad ierobežotas koronāras asinsplūsmas gadījumā jābūt progresējošai sakarībai starp ST depresijas pakāpi un pieaugošo sirdsdarbības frekvenci (16.).

Šajā nolūkā lieto ST/SF indeksu:

(maks. ST depresija slodzes maksimumā mērīta mkV [1 mm= 100 mkV]/SF).

ST/SF indeksa aprēķināšana ir salīdzinoši vienkārša, tā palielina slodzes testa jutību. ST/SF indeksam ir pierādīta prognostiska vērtība gan sievietēm, gan vīriešiem Fremingemas pētījumā un augsta riska multiplu riska faktoru intervences (MRFIT) pētījumā (10.).

ST/SF indeksu uzskata par paaugstinātu, ja tas ir >1,6 mkV/min.

ST/SF indekss korelē ar kardiovaskulāro notikumu risku.

#### - ST/SF histerēze (atpalikšana)

Pacientiem ar išēmiju ST segmenta depresija atjaunošanās fāzes pirmajās minūtēs ir lielāka nekā slodzes laikā, esot attiecīgajai sirdsdarbības frekvencei. Pētījumi apstiprina slodzes un atjaunošanās fāzes ST/SF diagnostisko vērtību (5.).

#### - ST segmenta depresija

Tā ir galvenā vizuālā EKG novērtēšanas pazīme, kas liecina par iespējamu miokarda išēmiju. ST segmenta depresijas mērījumi tiek veikti 60 msec pēc J punkta (vieta, kur beidzas S zobs).

Būtiski ir izvērtēt ST segmenta depresijas formu un lielumu.

Par išēmisku ST segmenta depresiju liecina tās lielums  $\geq 1$  mm ar horizontālu vai lejupejošu ST virzienu divos vai vairāk novadījumos (3., 6., 11.).

Par sliktu KSS prognozi papildus liecina agrīna ST segmenta depresija, kas parādās slodzes pirmajās 6 minūtēs un/vai zemas sirdsdarbības frekvences (<100 x min) vai zemas slodzes (<75 W) gadījumā. Ja slodzes EKG parādās ievērojamas ST segmenta izmaiņas, bet pacientam nav sūdzību par tipiskām sāpēm šajā brīdī, šādu situāciju sauc par kluso išēmiju. Šādiem pacientiem ir augsts KV risks, kā arī slikta prognoze. ST segmenta depresijas diagnostiskā vērtība ir ierobežota pacientiem ar Hisa kūlišā labās un kreisās kājiņas blokādi, WPW sindromu, ātriju fibrilāciju, kreisā kambara pārslodzi, kā arī lietojot atsevišķus medikamentus (piemēram, sirds glikozīdus), jo šādos gadījumos miera stāvokļa EKG ir izmaiņas – visbiežāk reģistrē ST segmenta depresiju. Miera stāvokļa ST segmenta depresija ir paaugstināta KSS riska pazīme, kā arī liecina par sliktu prognozi, tomēr šādiem pacientiem fiziskās slodzes tests joprojām paliek diagnostiski nozīmīgs izmeklējums. Ja ST depresija <1 mm miera stāvokļa EKG, metodes specifiskums ir zemāks, bet jutīgums pieaug.

Hisā kūlišā kreisās kājiņas blokādes gadījumā slodzes laikā parasti parādās ST segmenta depresija, kurai nav nozīmīgas saistības ar išēmiju, taču šādu EKG objektīvi izvērtēt nevar, tāpēc ir lietderīgi izvēlēties farmakoloģiskās slodzes testu ar vizualizācijas metodēm (MPS, stresa EhoKG).

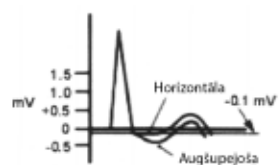
Hisā kūlišā labās kājiņas blokādes gadījumā parasti ST segmenta depresija parādās V1–V3 novadījumos, kam arī nav saistības ar išēmiju. Taču, ja ST segmenta depresija parādās V5 un V6 vai II un avF novadījumos, šīs izmaiņas traktē kā parasti – kā normālas miera stāvokļa EKG gadījumos. Hisa kūlišā labās kājiņas blokāde EKG neietekmē metodes specifiskumu un jutību.

## ST segmenta augšupejoša depresija ST segmenta horizontāla depresija

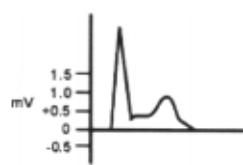


ST segmenta augšupejoša depresija

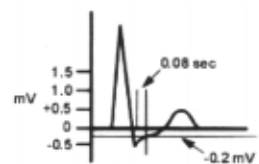
ST segmenta horizontāla depresija



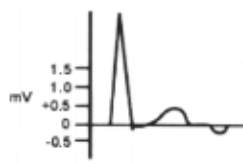
ST segmenta horizontāla un lejupslidoša depresija  $\geq 0,1$  mV (1 mm)



ST segmenta elevācija  $\geq 0,1$  mV (1 mm)



ST segmenta augšupejoša depresija  $> 0,2$  mV (2 mm)



U zoba inversija

ST segmenta lejupslidoša un horizontāla depresija ir pārliecinoša išēmijas pazīme, augšupejoša, ja slīpuma leņķis ir mazāks par 1 mV/s, arī var palielināt KSS varbūtību (šādā gadījumā ir mazāks specifiskums, bet augstāka metodes jutība). Tomēr pozitīva slodzes testa definīcija ir – ST segmenta lejupslidoša vai horizontāla depresija, lielāka par 1 mm. Ja šī segmenta depresija ir augšupejoša, bet izteikta, būtu mērķtiecīgi izvērtēt papildzīmējumu (MPS, stress Eho) nepieciešamību.

### - ST segmenta elevācija

Ja ST segmenta elevācija parādās slodzes testa laikā (to mēra no izolīnijas!), tad tā traktējama kā išēmija, nekavējoties jāpārtrauc slodze (novēro 0,1% gadījumu). Jāatceras, ka ST elevācija šādā situācijā ir ļoti aritmogēna.

ST elevācijai ir diagnostiska vērtība tikai gadījumā, ja miera stāvokļa EKG nenovēro patoloģisku Q zobu. Ja ST elevāciju reģistrē miera stāvokļa EKG ar patoloģisku Q zobu vai QS, negatīvu vai divfāzisku T zobu, šādas izmaiņas norāda uz miokarda hipokinēziju vai pat sirds aneirismu.

ST segmenta elevāciju agrīna repolarizācijas sindroma gadījumā novēro veseliem cilvēkiem.

## 8. Arteriālais asinsspiediens

Arteriālais asinsspiediens (AS) ir atkarīgs no sirds izviedes tilpuma un perifēro asinsvadu pretestības.

Sistoliskais AS maksimālas slodzes laikā ir klīniski nozīmīgs rādītājs, kas netieši liecina par sirds inotropo kapacitāti. Ir iespējama neadekvāta AS palielināšanās vai samazināšanās slodzes testa laikā.

Par iespējamu išēmiju liecina sistoliskā AS samazināšanās par 10 mmHg un vairāk slodzes laikā, salīdzinot ar sākuma rādītājiem. Šādos gadījumos slodze jāpārtrauc.

## 9. Aritmijas

Fiziskās slodzes inducētās aritmijas rodas paaugstināta simpātiskās nervu sistēmas tonusa un paaugstināta miokarda skābekļa pieprasījuma dēļ. Atjaunošanās perioda sākums ir īpaši bīstams, jo šajā laikā ir palielināta kateholamīnu koncentrācija asinīs. Fiziskās slodzes radītā perifēro artēriju paplašināšanās un samazinātais sirds minūtes tilpums, ko rada samazinātā venozā attece pēkšņās muskuļu darbības izbeigšanās dēļ, var samazināt koronāro perfūziju, jo šajā laikā sirdsdarbības frekvence joprojām ir augsta. Palielinātais simpātiskās nervu sistēmas tonuss stimulē ekstopisku ritma avotu aktivāciju miokardā. Visbiežākās aritmijas ir ventrikulāras ekstopiskas kontrakcijas. To prevalence ir tieši saistīta ar pacienta vecumu, pēkšņas kardiovaskulāras nāves risku ģimenes anamnēzē, miokarda išēmiju, kardiomiopātijām, vārstuļu patoloģiju. Ja slodzes testa laikā parādās slodzes atkarīgas ventrikulāras ekstrasistolē (bigemīnijas, trigemīnijas, pāru vai grupveida), to traktē kā išēmijas ekvivalentu. Slodze nekavējoties jāpārtrauc.

Fiziskās slodzes izraisītas supraventrikulāras aritmijas parasti nav saistītas ar KSS.

## Fiziskās slodzes testa diagnostiskā vērtība

Lai raksturotu metodes diagnostisko vērtību, tiek izmantoti divi raksturlielumi: specifiskums un jutīgums.

- Specifiskums\* – to pacientu, kuriem nav KSS, ar normālu slodzes testu (var ietekmēt medikamenti, piemēram, digoksīns, kreisā kambara hipertrofija, dzimums) procentuāls daudzums.

\*Specifiskums = Negatīvo testa rezultātu skaits / Negatīvo testa rezultātu skaits + viltus pozitīvo testa rezultātu skaits (Specificity = Nr of true negatives / Nr of true negatives + Nr of false positives) (26.)

- Jutība\*\* – % pacienti ar KSS, kuriem ir pozitīvs slodzes tests.
- Jo augstāka jutība, jo zemāks specifiskums.
- Slodzes tests ir jutīgāks pacientiem ar triju artēriju slimību.

Lai izvērtētu slodzes testa jutību un specifiskumu, pētījumos izmanto koronarogrāfiju (KG) kā zelta standartu. Pētījumos noteikts, ka slodzes testa specifiskums ir 84%, bet jutīgums – 66% (40% – 1 artērijas slimības, 90% – triju artēriju slimības gadījumā).

Fiziskās slodzes testa rezultāti var dot atbildi uz trim klīniskiem jautājumiem:

1) cik liela ir nozīmīga koronāro asinsvadu slimības iespējamība konkrētajam slimniekam un tās smaguma pakāpe?

2) kāds ir ārstēšanas efekts?

3) kāda ir prognoze izmeklētajam pacientam?

Diemžēl pacienta prognozes izvērtēšanai fiziskās slodzes tests nav pietiekami specifisks. Šeit jāņem vērā aterosklerotiskās plātnītes veidošanās un asinsvadu remodelācijas dažādi veidi – pozitīva vai negatīva asinsvadu remodelācija, stabila vai nestabila aterosklerotiskā plātnīte. Piemēram, ja pacientam EKG fiziskās slodzes testa laikā konstatē ST segmenta depresiju, bet stenozejošā koronārajā artērijā ir stabila aterosklerotiskā plātnīte, KV notikumu risks šim pacientam ir zemāks nekā tad, ja slodzes testa EKG nav ST segmenta izmaiņu, koronārajā asinsvadā ir mazāk ievērojama stenozē, taču ar nestabilu aterosklerotisko pangu.

## Pozitīva slodzes testa definīcija

EKG izmaiņas, kas saistītas ar miokarda išēmiju, ir:

- ST segmenta horizontāla vai lejupslīdoša depresija vai elevācija, lielāka vai vienāda ar 1 mm 60 msek pēc QRS kompleksa beigām;
- sevišķi, ja šīs izmaiņas pavada sāpes krūtīs, kas sākas zemas slodzes laikā (<75 W) un turpinās vairāk nekā 3 min. pēc slodzes;
- jo pozitīvāks ir tests (piemēram, ST segmenta depresija >2 mm), jo augstāka testa jutība.

Sistoliskā asinsspiediena strauja krišanās vai nepietiekams asinsspiediena kāpums slodzes laikā, vai ventrikulāras aritmijas slodzes laikā norāda uz pazeminātu kreisā kambara funkciju un lielāku miokarda išēmijas un KSS iespējamību.

Pilnvērtīgā slodzes testa analizē tiek ņemts vērā sasniegtās slodzes lielums, fiksējot slodzes pārtraukšanas kritērijus, sasniegtā sirdsdarbības frekvence, Robinsona indekss (maksimālās sirdsdarbības frekvences un sistoliskā asinsspiediena reizinājums/100) un tikai pēc tam ST segmenta izmaiņas. Ļoti svarīgi, vai slodzi limitē slodzes stenokardija vai to pārtrauc tāpēc, ka sasniegta submaksimālā pulsa frekvence. Svarīgi ir arī izvērtēt maksimālās ST segmenta depresijas attiecību pret pulsa frekvenci (31.).

## Fiziskās slodzes testa rezultātu un slēdziena formulēšana

Testa slēdzienā jābūt atspoguļotiem šādiem rādītājiem:

- slodzes testa ilgums (min);
- slodzes lielums (W);
- sasniegtā (maks.) sirdsdarbības frekvence (x min);
- sasniegtais (maks.) asinsspiediens (mmHg);
- Robinsona indekss;
- reģistrētās izmaiņas EKG;
- reģistrētie ritma traucējumi EKG;
- slodzes testa vērtējums, kurā tiek raksturota:
  - pacienta slodzes tolerance (augsta, apmierinoša, pazemināta, zema);
  - ja tests ir salīdzināts ar iepriekš veiktu slodzes testu, tad tas, vai slodzes tolerance ir palielināta, pazemināta vai bez izmaiņām;
- **jāatzīmē, vai sasniegts submaksimālais pulss!!!**
- slodzi limitējošie faktori;
- vai reģistrētās izmaiņas EKG traktējamas kā išēmiskas;
- iespējami ieteikumi pacienta tālākai izmeklēšanai (MPS, EhoKG, KG) un nepieciešamības gadījumā – medikamentu terapijas ieteikumi.

\*\*Jutība = Pozitīvo testa rezultātu skaits/ pozitīvo testa rezultātu skaits + viltus negatīvo testa rezultātu skaits (Sensitivity = Nr of true positives/Nr of true positives+Nr of false negatives) (26.)

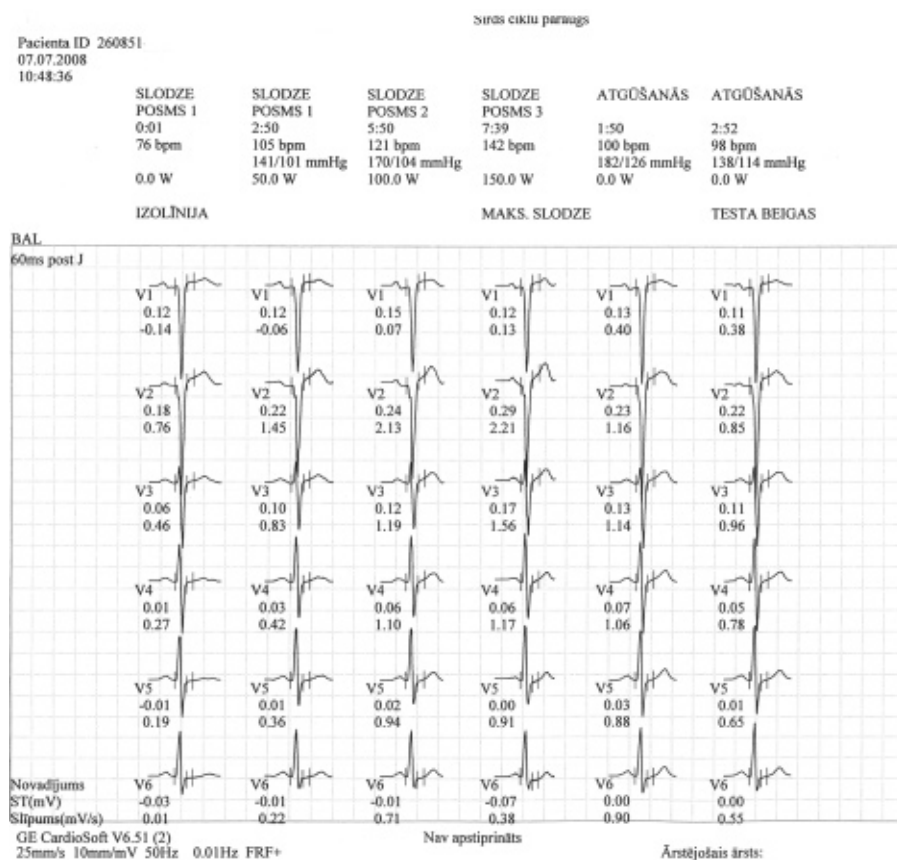
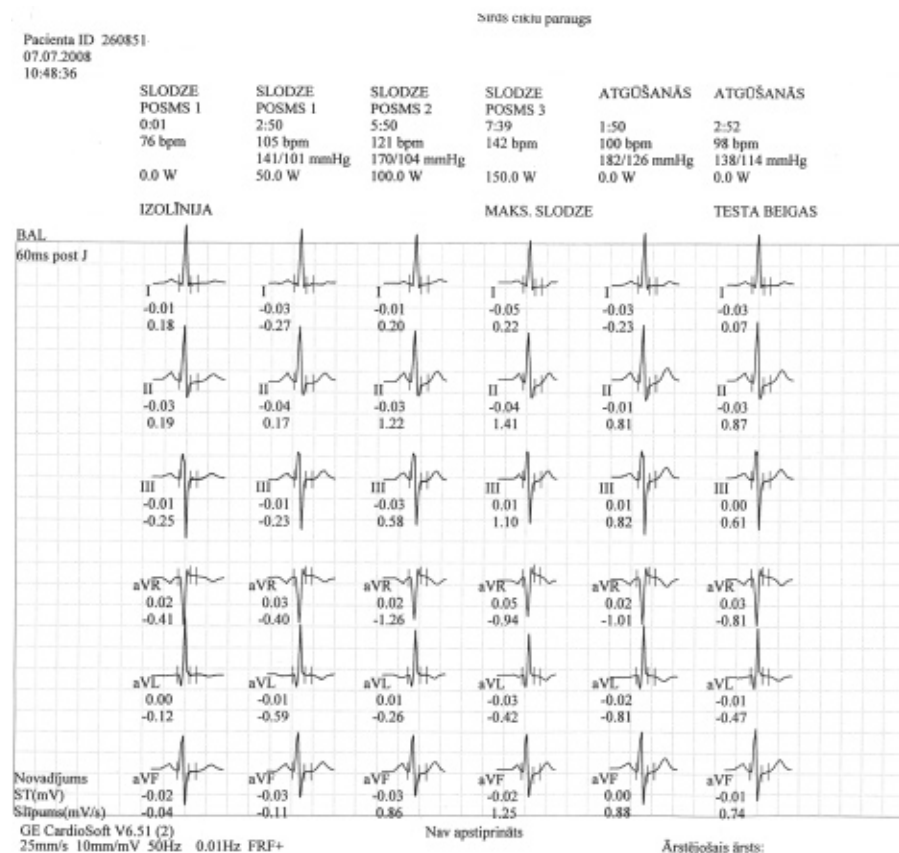
## 1. piemērs

Slodzes testa ilgums – 7 min 39 sek, slodzes lielums – 150 W, maks. pulss 142x', maks.

AS – 182/126 mmHg, RI – 258.

EKG – ST segmenta izmaiņas, ritma traucējumus neregistrē.

Slodzes tolerance apmierinoša, sasniegts submaksimālais pulss. Konkrētā slodze išēmiskas izmaiņas EKG neprovocē.





## Augsta kardiovaskulāra (KV) riska pacientiem

Slodzes tests var būt noderīgs pacientiem ar nozīmīgiem KV riska faktoriem (piemēram, hiperholesterinēmija, arteriāla hipertensija), īpaši, ja papildus ir arī simptomi, kas norāda uz iespējamu KSS.

Išēmiskas izmaiņas slodzes testa EKG un citi patoloģiski slodzes pārtraukšanas kritēriji liecina par nepieciešamību veikt tālāku papildizmeklēšanu.

## Pacientiem ar hronisku stabilu stenokardiju

### 2.b klase

periodisks slodzes tests (kontrolē) pacientiem bez kliniskām izmaiņām, piemēram, invazīvas ārstēšanas efektivitātes izvērtēšanai.

## Pacientiem ar arteriālo hipertensiju

FST var lietot labilas hipertensijas, robežhipertensijas diagnosticēšanai, antihipertensīvās terapijas efektivitātes izvērtēšanai. Tomēr, izvērtējot ST segmenta depresiju, jāņem vērā iespējamās viltus pozitīvas testa rezultātus, ja pacientam ir ievērojama KK pārslodze ar izmaiņām miera stāvokļa EKG.

## Pirms un pēc revaskularizācijas:

### 1. klase

- ja reģistrētas išēmiskas EKG izmaiņas pirms revaskularizācijas;
- pacientiem ar atjaunojušos stenokardiju, kas var liecināt par išēmiju pēc revaskularizācijas.

### 2.a klase

- lai izvērtētu iespējamās fiziskās aktivitātes lielumu pacientiem pēc revaskularizācijas.

### 2.b klase

- restenozes izvērtēšanai augsta riska indivīdiem 6–12 mēnešus pēc revaskularizācijas;
- periodiskai novērošanai augsta riska asimptomātiskiem pacientiem, lai izvērtētu iespējamu restenozi, šunta oklūziju, nepilnīgu revaskularizāciju vai slimības progresēšanu.

### 3. klase

- išēmijas lokalizēšanai, lai noteiktu perkutānās intervences reģionu;
- rutīnas periodiskai novērošanai asimptomātiskiem pacientiem pēc PKI vai AKŠ bez specifiskām indikācijām.

## Pacientiem pēc miokarda infarkta (MI)

Agrīni pēc MI veikts fiziskās slodzes tests (FST) ļauj novērtēt pacienta fiziskās slodzes

toleranci, slodzi ierobežojošos faktoros, darbaspējas, prognozēt komplikāciju risku, noteikt fizisko vingrinājumu līmeni mājas apstākļos. FST laikā var tikt provocētas ventrikulāras aritmijas, kas nav atklājamas miera stāvoklī. Slodzes izraisīti ritma traucējumi ir būtisks pēkšņas nāves riska rādītājs.

FST veikšana var paātrināt pacientu izrakstīšanu no slimnīcas pēc MI atveseļošanās periodā. Psiholoģiski tā sniedz pacientam pārliecību par viņa fiziskajām spējām.

Agrīni pēc MI izmantojams submaksimāls slodzes tests:

Pacientiem līdz 40 g.v. – SF līdz 140 x min un MET = 7.

Pacientiem pēc 40 g.v. – SF līdz 130 x min un MET = 5.

Simptomu limitēts slodzes tests (maksimāls tests) veicams ne agrāk kā trīs nedēļas pēc MI (bez revaskularizācijas), kad pacients gatavs turpināt ikdienas aktivitātes pilnā apmērā.

Pēc MI agrīni veikts FST ir salīdzinoši drošs: komplikācijas (reinfarkti, ventrikulāra fibrilācija) 0,05% gadījumu un mirstība 0,02%.

Būtiska ir personāla kvalifikācija un iespējas nepieciešamības gadījumā sniegt pilnvērtīgu neatliekamo medicīnisko palīdzību.

## Pēc perkutānas koronāras intervences (PKI)

FST ir īpaši svarīgs izmeklējums, lai izvērtētu ārstēšanas efektivitāti (invazīvo un medikamentozo), izvērtētu KV notikumu risku un atklātu iespējamās restenozes.

Angiogrāfiski pamatotu restenožu biežums pirmajos 6 mēnešos pēc PKI ir 5–10%.

Pēc PKI išēmiskas izmaiņas EKG biežāk parādās pacientiem ar vairāku artēriju slimību un arī tad, ja revaskularizācija bijusi nepilnīga.

FST jutība restenozes diagnostikā ir 60%, tāpēc FST jāinterpretē, ņemot vērā to, cik sen veikta PKI, vai ir koronāras sāpes un kāds ir koronāro artēriju stāvoklis pēc KG datiem.

## Pēc koronāro asinsvadu šuntēšanas (KŠ)

FST pēc KŠ var izmantot kardiovaskulāra riska un dzīvildzes, kā arī medikamentozās terapijas efektivitātes izvērtēšanai. Slodzes testa jutība, izvērtējot KŠ kā ārstēšanas metodes efektivitāti, ir zema. Slodzes tolerance 9 MET un vairāk norāda uz labu prognozi neatkarīgi no citām atbildes reakcijām.

Iespējamu šuntu obstrukciju pacientiem pēc KŠ visprecīzāk var izvērtēt ar miokarda perfūzijas scintigrāfiju (MPS).

## Pacientiem ar sirds mazspēju (SM)

Pacientiem ar SM var izmantot modificētu slodzes protokolu atkarībā no SM funkcionālās klases. Tā kā šie pacienti ir ar īpaši augstu risku, papildu uzmanība jāpievērš asinsspiediena reakcijai uz fizisku slodzi un iespējamiem ventrikulāriem ritma traucējumiem.

Pilnīgāku informāciju var sniegt kardiopulmonālās slodzes tests, kurā papildus tiek izvērtēti  $V_{O_2}$  rādītāji slodzes testa laikā.

1. klase:

- sirds mazspējas pacientu funkcionālās kapacitātes un ārstēšanas efektivitātes izvērtēšanai, nosakot indikācijas sirds transplantācijai;
- diferenciāldiagnostikā, lai novērtētu elpas trūkumu kā slodzi limitējošu faktoru – kardiāla vai pulmonāla mazspēja.

### **Pacientiem pēc sirds transplantācijas**

FST šādiem pacientiem veic, lai noteiktu rehabilitācijas programmas apjomus. Pacientiem pēc sirds transplantācijas pulsa un AS reakcija uz fizisko slodzi ir neliela, tāpēc kā testa pārtraukšanas kritēriju izvēlas sajūstās piepūles līmeni (Borga skala). FST protokolu modificē (slodzi palielina lēnām), lai denervētā sirds varētu reaģēt uz mainīgo kateholamīnu līmeni. Informatīvāka izmeklēšanas metode ir miokarda perfūzijas scintigrāfija.

### **Pacientiem ar ritma un vadīšanas traucējumiem**

Sirds vadītājsistēmas blokādes var būt pirms FST, var parādīties vai arī izzust slodzes laikā. Intraventrikulārās blokādes, kas parādās slodzes laikā, parasti ir priekšvēstnesis hroniskai miera stāvokļa blokādei.

Pacientiem ar **Hisa kūliša kreisās kājiņas blokādi (HKKB)** išēmijas diagnostika FST laikā nav iespējama. Ja FST laikā pacientam parādās koronāras sāpes un iestājas HKKB, kad sirdsdarbības frekvence >125 x min, tas parasti ir saistīts ar KSS.

**Hisa kūliša labās kājiņas blokāde (HLKB)** daļēji ietekmē FST rezultātu interpretāciju. Pilnībā testa jūtība pacientiem ar HLKB nav noteikta.

**PR intervāla saīsināšanās** fiziskās slodzes laikā, pieaugot SF, ir bieža parādība. To parasti novēro gados jauniem un veseliem cilvēkiem.

**I pakāpes AV blokāde** nereti parādās fiziskas slodzes beigās vai atpūtas sākumā. To var veicināt arī lietotie medikamenti (piemēram, β blokatori, digoksīns).

**II pakāpes AV blokādes** parādīšanās FST laikā var norādīt uz sirds vadīšanas sistēmas nopietnām problēmām, tāpēc tā jāuzskata par iemeslu testa pārtraukšanai. II pakāpes AV blokādes saistība ar išēmiju nav skaidra.

**Pilna AV blokāde** miera stāvoklī ir relatīva kontrindikācija FST veikšanai.

**Volfa Parkinsona Vaita (WPW) sindroms.** Fiziskā slodze var provocēt, samazināt vai nemainīt WPW sindroma izpausmes EKG. WPW sindroma gadījumā ST segmenta depresija var nebūt miokarda išēmijas izraisīta. Lai arī fizisku slodzi uzskata par tahiaritmiju predisponējošu faktoru pacientiem ar WPW sindromu, FST laikā tahiaritmiju prevalence ir zema.

**Visbiežākās aritmijas** FST laikā ir ektopiskas ventrikulāras kontrakcijas. To prevalence ir tieši saistīta ar pacienta vecumu, obstruktīvu koronāro artēriju bojājumu, pēkšņu nāvi ģimenes anamnēzē, kardiomiopātijām, sirds vārstuļu slimībām un smagu išēmiju.

Fiziskās slodzes laikā un tūlīt pēc tās diezgan bieži ir sastopamas sinusa aritmijas. Fiziskas slodzes izraisīta priekškambaru fibrilācija vai plandīšanās ir sastopama ma-

zāk nekā 1% pacientu. Šīs aritmijas FST laikā var rasties gan veseliem cilvēkiem, gan pacientiem ar reimatisku sirdskaiti, WPW sindromu, kardiomiopātijām. Fiziskas slodzes izraisīta supraventrikulāras aritmijas vienas pašas nav saistītas ar KSS, bet biežāk ar pulmonālu patoloģiju, nesenu alkohola vai pārmērīgu kofeīna lietošanu.

### **Pacientiem ar sirdskaitēm**

FST tiek lietots pacientiem ar sirdskaitēm, lai novērtētu slodzes toleranci, medikamentozās un ķirurģiskās terapijas rezultātu. Var mēģināt noteikt pavadošu KSS, bet šajā gadījumā ir liels viltus pozitīvu rezultātu skaits, jo, pastāvot kreisā kambara hipertrofijai, bieži ir izmaiņas miera stāvokļa EKG.

### **Aortas stenoze (AoS):**

Smaga AoS ir kontrindikācija FST veikšanai. Vidēji smagas AoS gadījumā FST indikācijas jāvērtē individuāli. FST ir nozīmīga loma simptomu, hemodinamiskās atbildes reakcijas un funkcionālās kapacitātes objektīvā novērtēšanā. Nav drošu datu, ka ST segmenta depresija norāda uz nozīmīgu KSS. Ar FST pēc operācijas var kvantitatīvi novērtēt stāvokļa uzlabošanos. Pacientiem ar AoS slodzes testa laikā var rasties sinkope (tas var būt saistīts ar karotīdu hiperreaktivitāti, kreisā kambara (KK) mazspēju, aritmijām, KK baroreceptoru stimulāciju). FST ir relatīvi drošs, ja tas tiek veikts rūpīgi izvērtējot pacienta stāvokli. Uzmanīgi jāvēro pacienta asinsspiediens, iespējama sirdsdarbības palēnināšanās un aritmijas. Ja pacientam ar AoS ir neadekvāta AS reakcija, tad slodzi pārtrauc pakāpeniski, lai izvairītos no akūtas KK tilpuma pārslodzes.

### **Aortas regurgitācija (AoR):**

Pacienti ar AoR parasti ilgāk saglabā labu slodzes toleranci nekā AoS gadījumā, jo tilpuma pārslodze rada mazāku pieprasījumu pēc O<sub>2</sub> nekā spiediena pārslodze. Fiziskās slodzes laikā saīsinās diastole, tāpēc samazinās regurgitācija un pieaug KK izsviedes frakcija. Slodzes līmenī, kad miokarda pieprasījums pēc O<sub>2</sub> pieaug, bet sirds to vairs nespēj adekvāti nodrošināt, vēro sirdsdarbības palēnināšanos, izsviedes frakcijas un tilpuma samazināšanos un išēmisku izmaiņu parādīšanos EKG. FST ir noderīgs AoR pacientu monitorēšanai. Par KK funkciju spriež pēc ST segmenta depresijas, pulsa palēnināšanās un maks. V<sub>O<sub>2</sub></sub>.

### **Mitrālā stenoze (MS):**

FST laikā sirdsdarbības frekvences pieaugums var būt normāls vai pārlietu liels. Tā kā slodzes laikā netiek sasniegts vajadzīgais sirds izsviedes tilpums, tad var parādīties sirds mazspēja un hipotensija. Plaušu asinsvadu pretestības palielināšanās rada miokarda palielinātu pieprasījumu pēc O<sub>2</sub>. Tāpēc ST segmenta depresija EKG un sāpes krūtīs pacientiem ar MS var parādīties kā samazinātas sirds izsviedes vai pulmonālas hipertensijas sekas.

### **Mitrālā regurgitācija (MR):**

Ja MR ir viegla vai vidēji smaga, tas parasti neietekmē FST rezultātus. Pacientiem ar smagu MR ir samazināta slodzes tolerance, un slodzes testa laikā samazinās sirds izsviede. ST segmenta depresiju novēro reti, jo MR nerada ievērojamu O<sub>2</sub> pieprasījuma pieaugumu. Tomēr var parādīties aritmijas un hipotensīva reakcija. Ja MR parādās akūti slodzes laikā sakarā ar išēmisku papildāro muskuļu disfunkciju, tad var vērot atsevišķi sistoliskā asinsspiediena reakciju.

### **Mitrālā vārstuļa prolaps (MVP):**

Pastāv vairāki ST segmenta depresijas skaidrojumi pacientiem ar MVP: reģionāla išēmija papildārajos muskuļos, koronāro artēriju anomālijas, LAD kompresija (tiltiņa fenomēns), koronāro artēriju spazma, primāra kardiomiopātija. Koronārās angiogrāfijas un miokarda perfūzijas scintigrāfijas dati parasti šiem pacientiem ir bez patoloģijas.

### **Pacientiem ar kardiomiopātijām (KMP)**

Pacientiem ar dilatācijas KMP fiziskās slodzes testu lieto, lai noteiktu fiziskās slodzes toleranci, izvērtētu kardiovaskulāro notikumu risku (īpaša uzmanība jāpievērš ventrikulāriem ritma traucējumiem!) un medikamentozās terapijas efektivitāti. Pacientiem ar smagu KK disfunkciju slodzes laikā ir neadekvāti augsta izsviedes frakcija, kas samazina V<sub>O<sub>2</sub></sub> maks. un fiziskās slodzes toleranci. Pieaugot slodzei, sirds izsviedes tilpums kļūst neatbilstošs miokarda pieprasījumam pēc O<sub>2</sub>, un tiek novērota slodzes izraisīta hipotensija. Bieži novēro ventrikulāras aritmijas.

Strīdīgs ir jautājums par fiziskās slodzes testa izmantošanu pacientiem ar hipertrofisku obstruktīvu KMP. Var mēģināt noteikt fiziskās slodzes līmeņa limitu, kas pacientam izraisa nozīmīgus simptomus: smagas aritmijas, miokarda išēmiju, presinkopālas parādības. Taču iegūstamā informācija neattaisno iespējamo komplikāciju risku.

### **Gados vecākiem pacientiem**

FST var efektīvi veikt arī gados vecākiem pacientiem. Uzmanība jāpievērš balsta un kustību sistēmai, nepieciešamības gadījumā var modificēt FST protokolu. Ieteicams biežāk kontrolēt AS, jo gados vecākiem cilvēkiem SF pieaugums ir mazāks (pat bez β blokatoru lietošanas), bet sistoliskā AS pieaugums ir ātrāks un skaitliski lielāks.

### **Treniņprogrammas plānošanai**

FST bieži tiek lietots, lai novērtētu fizisko treniņprogrammu drošumu. Sēdoša darba cilvēkam, kurš 40 gadu vecumā nolemj sākt intensīvākas fiziskās aktivitātes, ir jāveic fiziskās slodzes tests. Tas jāiesaista arī jaunākiem cilvēkiem ar KV slimību riska faktoriem un KSS ģimenes anamnēzē.

## **FST un lietotie medikamenti**

### **B blokatori**

Pacientiem ar obstruktīvu koronāro artēriju slimību, kas saņem β blokatorus, ST segmenta depresija un koronāras sāpes rodas, esot lielāki fiziskajai slodzei, jo pieaug laiks līdz miokarda išēmijai. Maksimālā sirds darbības frekvence un arteriālais asinsspiediens (līdz ar to arī Robinsona indekss) ir mazāki, tāpēc primārai KSS diagnostikai ir nepieciešams 2–3 dienas pirms slodzes testa atcelt β blokatorus, lai izvairītos no pseidonēgatiem rezultātiem. Taču jāatceras par iespējamu atcelšanas efektu – tahikardiju un hipertensiju, tāpēc par β blokatoru atcelšanu pirms slodzes testa lemj ārstējošais ārsts katram pacientam individuāli.

### **Angiotensīna konvertāzes enzīma inhibitori (AKEI)**

Mazina AS miera stāvoklī un slodzes laikā, mazinot angiotensīna II un aldosterona līmeni. Pacientiem ar sirds mazspēju (SM) AKEI palielina slodzes toleranci. Pacientiem, kas terapijā saņem AKEI, tie jālieto arī pirms FST.

### **Kalcija kanālu blokatori (KKB)**

Šo medikamentu ietekmē palielinās laiks līdz išēmijai un uzlabojas slodzes tolerance.

### **Vazodilatatori**

Var palielināt fiziskās slodzes toleranci gan KSS, gan SM pacientiem, jo samazinās pēcslodze, mazinoties perifērajai pretestībai. Ja iespējams, vēlams atcelt šos līdzekļus pirms slodzes testa.

### **Digoksīns**

Var parādīties vai pieaugt ST segmenta depresija pacientiem gan ar, gan bez KSS. ST segmenta depresija 2 mm un vairāk gandrīz vienmēr liecina par išēmiju. Fiziskās slodzes radītā ST segmenta depresija var saglabāties pat divas nedēļas pēc digoksīna lietošanas pārtraukšanas.

### **Diurētiskie līdzekļi**

Tiem ir maza ietekme uz sirds darbības frekvenci un sirds ciklu, bet šie medikamenti samazina plazmas tilpumu, perifēro pretestību un AS. Tie var radīt hipokaliēmiju, kas izpaužas kā muskuļu nogurums, ventrikulāri ritma traucējumi, retāk kā ST segmenta depresija.

### **Antiaritmiskie līdzekļi**

Amiodarons pagarina QRS kompleksu slodzes laikā.

## Slodzes testa kombinēšana ar attēldiagnostikas metodēm

Slodzes testu var kombinēt ar ehokardiogrāfiju (EhoKG) un miokarda perfūzijas scintigrāfiju (MPS). Abas šīs metodes var izmantot arī, lietojot farmakoloģisku testu. Šīm metodēm ir pietiekami daudz priekšrocību, salīdzinot ar slodzes testu, lai diagnosticētu obstruktīvu koronāro artēriju slimību, lai kvantitatīvi izvērtētu miokarda bojājuma apjomu un dziļumu, kā arī lokalizāciju. Iespējams arī noteikt diagnozi pacientiem ar izmaiņām miera stāvokļa EKG vai pacientiem, kas nespēj veikt slodzes testu.

Miokarda perfūzijas scintigrāfija ir neinvazīva izmeklēšanas metode miokarda perfūzijas noteikšanai, lietojot radioaktīvu vielu – tehnēciju.

Ehokardiogrāfija ir sirds anatomiska un funkcionāla izmeklēšana ar ultraskaņu.

### MPS ir izvēles metode pacientiem:

- asimptomātiskiem, ar pozitīvu slodzes testu;
- ar netipiskām sāpēm krūtīs, bet pozitīvu vai šaubīgu slodzes testu;
- ar tipiskām sāpēm krūtīs, bet negatīvu slodzes testu;
- pacienti ar nozīmīgām izmaiņām EKG – Hisa kūliša kreisās kājiņas blokādi, ātriju mirdzēšanu.

MPS ir jutīgāka sievietēm (iespējams izvairīties no pseidopozitīva testa rezultāta), kā arī cukura diabēta pacientiem.

### MPS indikācijas:

- KSS diagnostika, ja fiziskās slodzes tests nedod pietiekamu informāciju;
- pacientiem ar jau noteiktu KSS diagnozi MPS var lietot išēmijas apjoma un dziļuma noteikšanai, lai precizētu turpmākās ārstēšanas veidu (piemēram, pacientiem ar angiogrāfiski nenozīmīgu stenozi vai ar vairāku artēriju slimību);
- prognozes papildu izvērtēšana pacientiem ar jau iepriekš diagnosticētu KSS vai augsta riska pacientiem;
- riska izvērtēšana pacientiem pēc MI vai pacientiem ar hronisku KSS, lai izvēlētos tālāko ārstēšanas taktiku;
- riska izvērtēšana pacientiem ar progresējošu stenokardiju;
- ārstēšanas efektivitātes izvērtēšana (gan pēc medikamentozas, gan invazīvas ārstēšanas).

Tā kā metodes pieejamība Latvijā pagaidām ir zema, vēlams īpaši izvērtēt izmeklēšanas indikācijas.

## Fiziskās slodzes tests ar EhoKG

Šāda izmeklēšanas metode radusies kā alternatīva klasiskajam slodzes testam ar EKG, lai iegūtu papildu informāciju par miokarda išēmijas lokalizāciju un dziļumu slodzes laikā. Nepieciešama miera stāvokļa EhoKG pirms slodzes, kā arī EhoKG maksimālās slodzes laikā. Metodes jutīgums ir 80–85%, specifiskums 84–86% (metaanalīze).

Tā kā šī testa veikšanai nepieciešams speciāli modificēts veloergometrs (slodze pusguļus stāvokli), problemātiska ir metodes pieejamība.

### Ieteikumi ehokardiogrāfijas vai miokarda perfūzijas scintigrāfijas izmantošanai kombinācijā ar fiziskās slodzes testu:

#### 1. klase:

- pacientiem ar izmaiņām miera stāvokļa EKG, Hisa kūliša kreisās kājiņas pilnu blokādi, ST segmenta depresiju >1 mm EKG, kardiostimulatora ritmu, WPW;
- pacientiem ar neinformatīvu slodzes testu, bet labu slodzes toleranci un ar vidēju KSS varbūtību.

#### 2.a klase:

- pacienti ar iepriekšēju revaskularizāciju (PKI vai KŠ), kuriem ir nozīmīga išēmijas lokalizācija;
- kā alternatīva metode slodzes testam, ja to atļauj izmaksas un personāla sagatavotība;
- kā alternatīva metode slodzes testam pacientiem ar zemu KSS pirmstesta varbūtību (sievietēm ar atipiskām sāpēm krūtīs);
- lai noteiktu vidēja bojājuma (koronarogrāfijā) funkcionālo nozīmīgumu;
- lai lokalizētu išēmiju pirms revaskularizācijas pacientiem ar jau zināmu angiogrāfisko ainu.

## Farmakoloģisks tests ar attēldiagnostikas metodēm

Lai arī priekšroka jādod fiziskas slodzes testiem, ir situācijas, kad jāveic tests ar farmakoloģisku aģentu. Tiek lietoti īsas darbības simpatomimētiskie līdzekļi (dobutamīns), ko parasti lieto ehokardiogrāfijā, vai arī koronārie vazodilatatori (adenozīns vai dipiridamols) – parasti lietojami, veicot MPS.

Dobutamīns palielina skābekļa patēriņu miokardā, atdarinot fiziskās slodzes efektu. Adenozīns un dipiridamols palielina miokarda perfūziju, radot atšķirību starp stenozētās artērijas rajonu un veselo miokardu (apzagšanas fenomēns).

Kopumā farmakoloģiskais tests ir drošs, labi panesams. Kardiālas komplikācijas, tostarp ventrikulāru tahikardiju, novēro vienā no 1500 gadījumu.

Pirms testa ar vazodilatatoru jāizslēdz dipiridamola un kofeīna lietošana (24 stundas).

Farmakoloģisko testu diagnostiskais ieguvums ir vienāds ar slodzes testu rezultātiem.

Dobutamīna stresa EhoKG jutīgums ir 40–100% un specifiskums 62–100%. Attiecīgi dipiridamola MPS jutīgums ir 83–94% un specifiskums 64–90%.

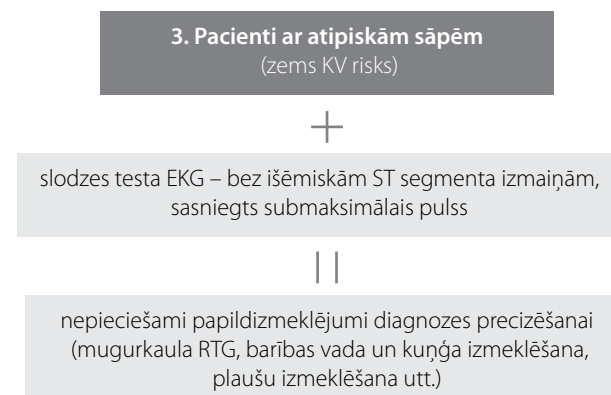
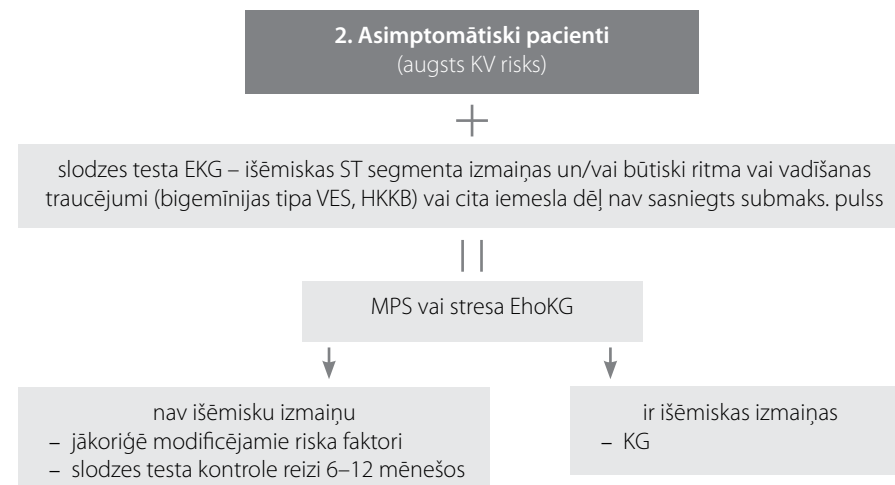
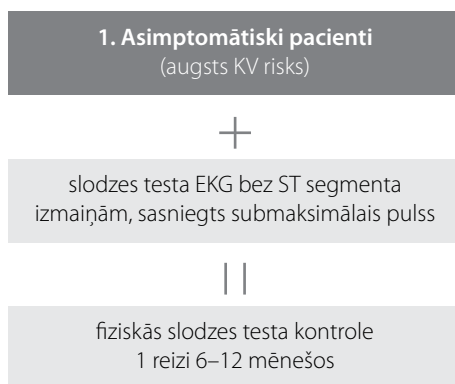
Testu izvēle atkarīga no to pieejamības un speciālistu kvalifikācijas. Stresa EhoKG, salīdzinot ar stresa MPS, ir ar augstāku specifiskumu, lielāku sirds anatomijas un funkcijas izvērtēšanas iespēju, kā arī zemāku cenu, turklāt bez radiācijas. Taču 5–10% pacientu ir slikts ehokardiogrāfiskais attēls, nepieciešams arī speciāli apmācīts kardiologs testa veikšanai un precīzai datu interpretācijai.

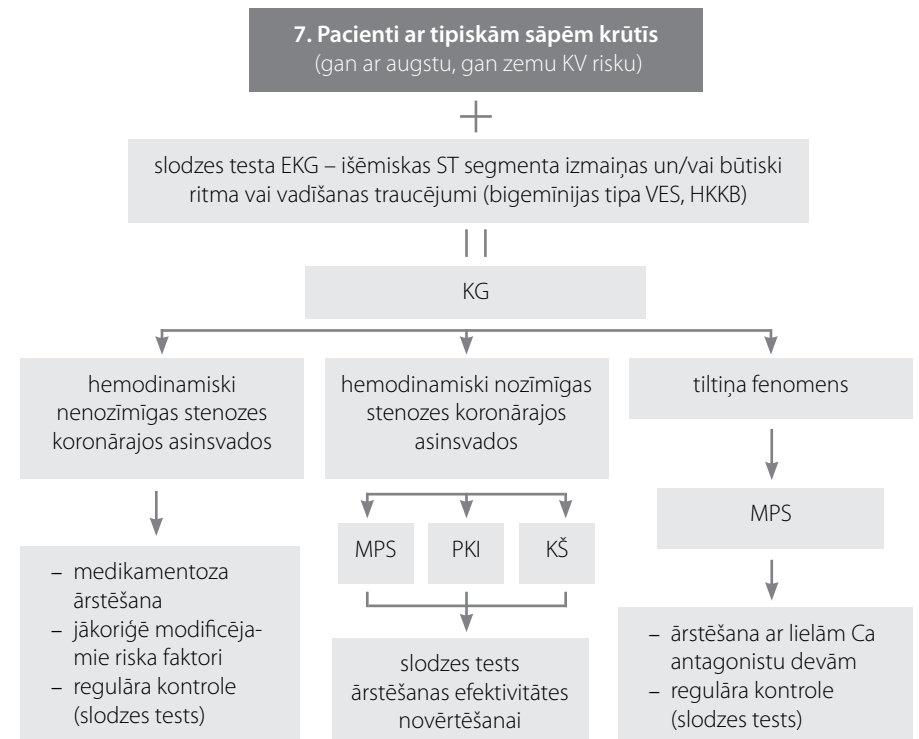
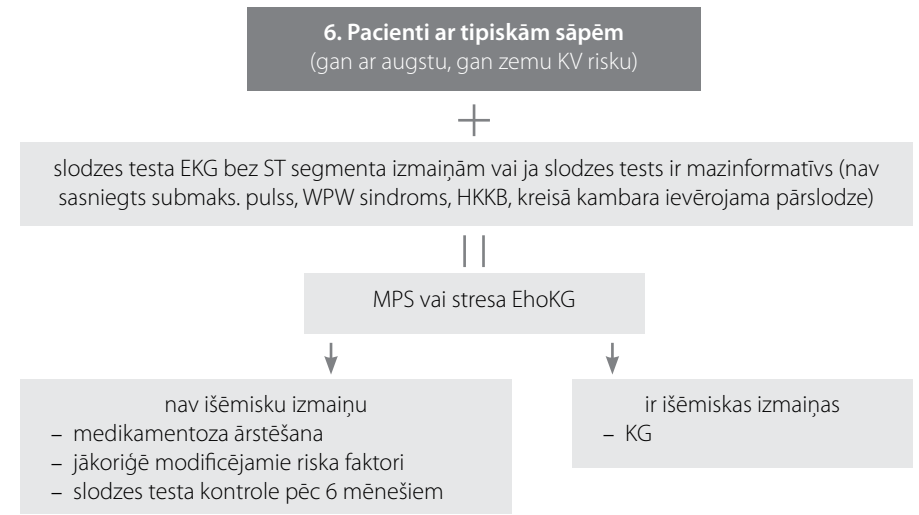
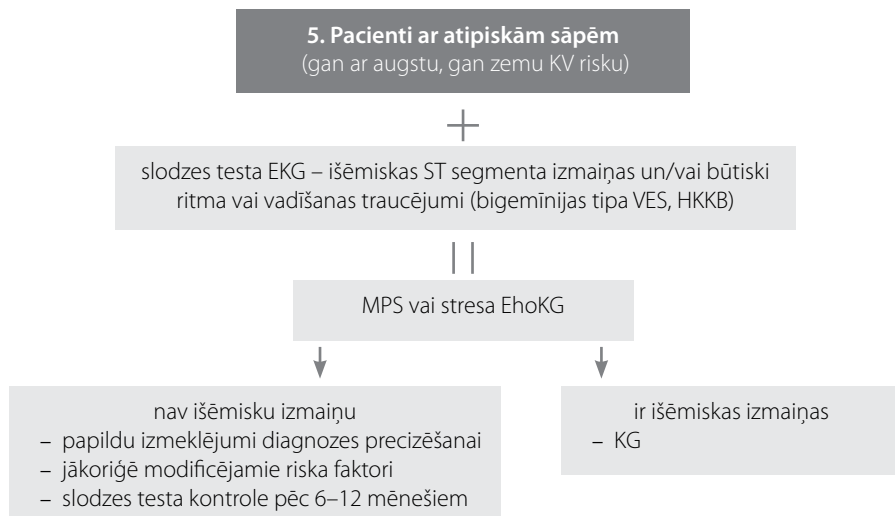
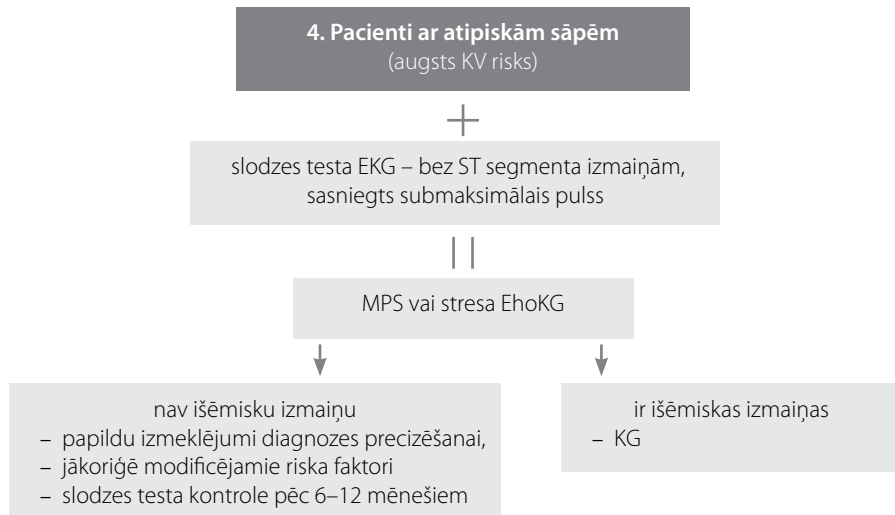
MPS veikšanai arī nepieciešama speciāla apmācība, metode ir dārgāka, tāpēc nav izmantojama kā rutīnas izmeklējums. Ir rūpīgi jāapsver indikācijas testa veikšanai īpašām pacientu grupām, piemēram, pacientiem ar zemu pirmstesta KSS varbūtību, īpaši sievietēm, kad slodzes tests ir neinformatīvs, lai izvēlētos bojāto koronāro artēriju revascularizācijai vairāku artēriju slimības gadījumā, lai noteiktu restenozi pēc koronārās angioplastijas, lai noteiktu miokarda viabilitāti (dzīvotspēju) nozīmīgu bojājumu gadījumā (MI).

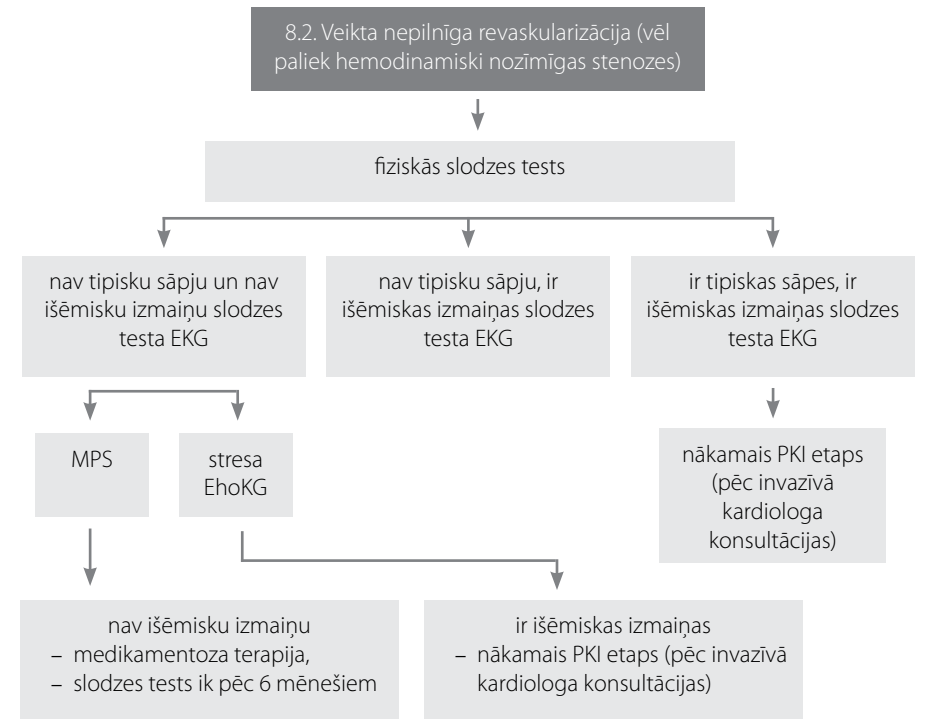
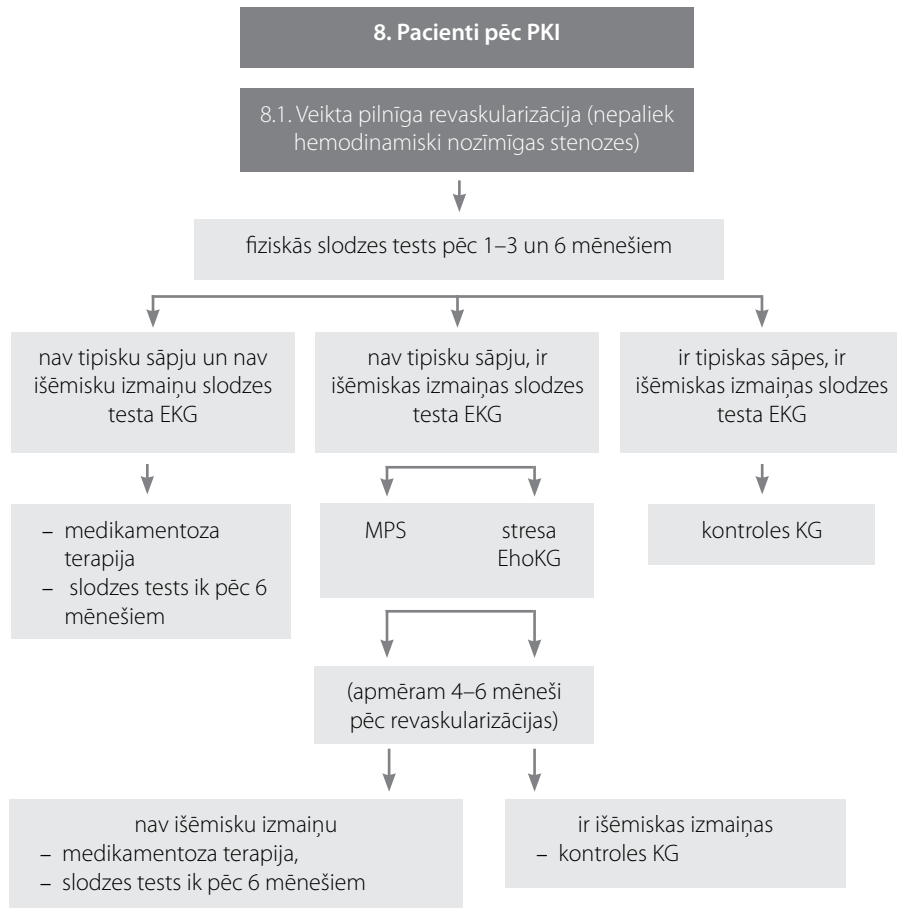
### Ieteikumi farmakoloģiska testa veikšanai ar MPS vai EhoKG

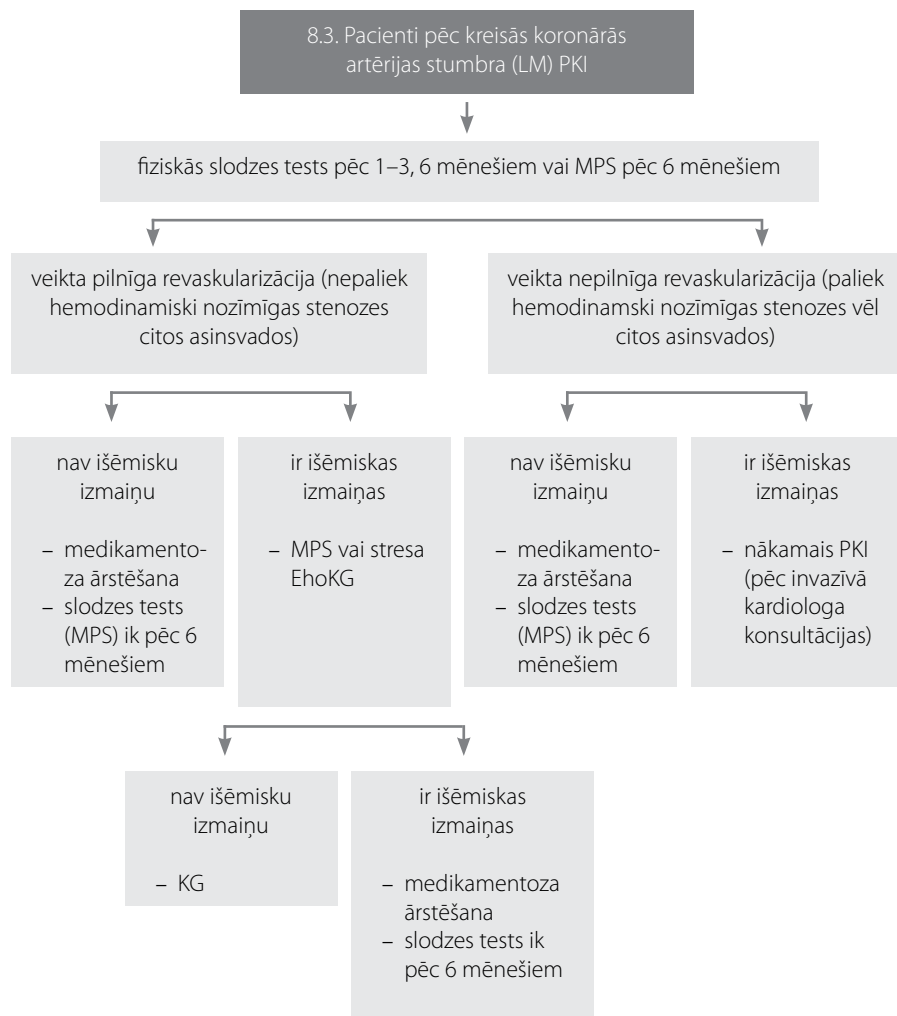
1., 2.a un 2.b klases indikācijas (skat. iepriekš) pacientiem, kas nespēj adekvāti veikt slodzes testu.

### Slodzes testu izmantošanas algoritmi









## Literatūra

- McNeer JF et al.  
**The role of the exercise test in the evaluation of patients for ischaemic heart disease.**  
Circulation, 1978, 57, 64–70.
- Bonoris PE, Greenberg PS, Christison GW, Castellanet MJ, Ellestad MH.  
**Evaluation of R wave amplitude changes versus ST-segment depression in stress testing.**  
Circulation, 1978, 57, 904–910.
- Fiziskās slodzes testu pielietošana pacientiem ar sirds išēmisko slimību un indikāciju noteikšana koronārai angiogrāfijai.**  
Metodiskās rekomendācijas  
Latvijas PSR Veselības aizsardzības ministrija, 1979.
- Diamond GA, Forester JS  
**Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary - artery disease.**  
N. Engl. J. Med., 1979, 300, 1350–8.
- Hollenberg M, Budge WR, Wisneski JA, Gertz EW.  
**Treadmill score quantifies electrocardiographic response to exercise and improves test accuracy and reproducibility.**  
Circulation, 1980, 61, 276–285.
- Guidelines for Exercise testing.**  
J. Am. Col. Cardiol., 1986, Vol 8, No 3.
- Gianrossi R., Detrano R., Mulvihill D. et al.  
**Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease.**  
Circulation, 1989, 80, 87–98.
- Colucci W.S. et al.  
**Impaired chronotropic response to exercise in patients with congestive heart failure: role of postsynaptic beta-adrenergic desensitization.**  
Circulation, 1989, 80, 314–323.
- Gibson S.R.  
**The diagnostic and prognostic value of exercise electrocardiography in asymptomatic subjects and stable symptomatic patients.**  
Curr. Opin. Cardiol., 1991, 6, 536–546.
- Okin PM, Anderson KM, Levy D, Kligfield P.  
**Heart rate adjustment of exercise-induced ST segment depression: improved risk stratification in the Framingham Offspring Study.**  
Circulation, 1991, 83, 866–874.
- Kalniņš U.  
**Fiziskās slodzes testu izmantošana kliniskā praksē.**  
Latv. Ārsts, 1993, 3, 250.

12. Lax KG, Okin PM, Kligfield P.  
**Electrocardiographic repolarization measurements at rest and during exercise in normal subjects and in patients with coronary artery disease.**  
Am Heart J., 1994, 128, 271–280.
13. Akira Koike et al.  
**Evaluation of Exercise Capacity Using Submaximal Exercise at a Constant Work Rate in Patients With Cardiovascular Disease.**  
Circulation, 1995, 91, 1719–1724.
14. Berntsen RF, Gjestvang FT, Rasmussen K.  
**QRS prolongation as an indicator of risk of ischemia-related ventricular tachycardia and fibrillation induced by exercise.**  
Am Heart J., 1995, 129, 542–548.
15. Michaelides A, Ryan JM, Bacon JP, Pozderac R, Toutouzas P, Boudoulas H.  
**Exercise-induced QRS changes (Athens QRS score) in patients with coronary artery disease: a marker of myocardial ischemia.**  
J Cardiol., 1995, 26, 263–272.
16. Okin PM, Kligfield P.  
**Heart rate adjustment of ST segment depression and performance of the exercise electrocardiogram: a critical evaluation.**  
J Am Coll Cardiol., 1995, 25, 1726–1735.
17. Gibbons R.J. et al.  
**Clinical Context for Exercise Testing for Patients with Suspected Ischemic Heart Disease.**  
Circulation, 1997, 96, 345–354.
18. ACC/AHA guidelines for the clinical application of echocardiography: executive summary.  
J. Am.Coll. Cardiol., 1997, 29, 862–879.
19. Lauer MS, Francis GS, Okin PM, Pashkow FJ, Snader CE, Marwick TH.  
**Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality.**  
JAMA, 1999, 281, 524–529.
20. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS.  
**Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality.**  
N Engl J Med., 1999, 341, 1351–1357.
21. Arab D, Valeti V, Schunemann HJ, Lopez-Candales A.  
**Usefulness of the QTc interval in predicting myocardial ischemia in patients undergoing exercise stress testing.**  
Am J Cardiol., 2000, 85, 764–766, A8.
22. Lauer S.M.  
**Exercise electrocardiogram testing and prognosis. Novel markers and predictive instruments.**  
Cardiol. Clin., 2001, 19, 401–414.
23. **Updated imaging guidelines for nuclear cardiology procedures.**  
J. Nucl. card., 2001, 8, G5–G33.
24. Latus K.A., Underwood S.R.  
**Clinical considerations in cardiac stress testing.**  
J. Nuc. Card., 2001, 8, 410–4.
25. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, Do D, Myers J.  
**Heart rate recovery: validation and methodologic issues.**  
J Am Coll Cardiol., 2001, 38, 1980–1987.
26. Gibbons R.J. et al.  
**ACC/AHA Practice Guidelines 2002.**
27. Fearon WF, Gauri AJ, Myers J, Raxwal VK, Atwood JE, Froelicher VF.  
**A comparison of treadmill scores to diagnose coronary artery disease.**  
Clin Cardiol., 2002, 25, 117–122.
28. Ezra A. Amsterdam, J.Douglas Kirk, Deborah B.Diercks, William R.Lewis, Samuel D. Turnipseed.  
**Immediate Exercise Testing to Evaluate Low-Risk Patients Presenting to the Emergency Department With Chest Pain.**  
J. Am. Coll. Cardiol. 2002; Vol 40, No2.
29. Vivekananthan DP, Blackstone EH, Pothier CE, Lauer MS.  
**Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease.**  
J Am Coll Cardiol., 2003, 42, 831–838.
30. Frolkis JP, Pothier CE, Blackstone EH, Lauer MS.  
**Frequent ventricular ectopy after exercise as a predictor of death.**  
N Engl J Med., 2003, 348, 781–790.
31. Kligfield P, Lauer S. M.  
**Exercise Electrocardiogram Testing. Beyond the ST segment.**  
Circulation, 2006, 114, 2070–2082.
32. Underwood S.R. et al.  
**Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence.**  
Eur. J.Nucl. Med. Mol. Imag., 2004, 31, 261–291.
33. J.A.Merenich et al  
**Mortality Reduction Benefits of a Comprehensive Cardiac Care Programme for Patients With Occlusive Coronary Artery Disease.**  
Pharmakotherapy, 2007, 27(10), 1370–1378.
34. Wenaweser P, Surmely J.F., Windecker S.  
**Prognostic Value of Early Exercise Testing After Coronary Stent Implantation.**  
The Am. J. of Card., 2008, Vol.101, Issue 6, 807–811.  
EKG – elektrokardiogramma

