



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Eiropas Sociālā fonda projekta Nr.9.2.6.0/17/1/001 “Ārstniecības un ārstniecības
atbalsta personāla kvalifikācijas uzlabošana”



Latvijas Universitātes
P. Stradiņa
medicīnas koledža

Mācību materiāls

FUNKCIONĀLĀS DIAGNOSTIKAS METODE MĀSU PRAKSĒ

Latvijas Universitātes P.Stradiņa medicīnas koledža

*Irēna Kurcalte, Inga Orleāne, Iveta Strode, Dace Matīsa, Dace Tjurina, Anda
Zeile, Ināra Dupure, Ilze Kļava, Kristīne Vanaga, Irēna Šitikova*

Jūrmala

2018

ANOTĀCIJA

Mācību materiāla uzdevums ir sniegt zināšanas par sirds un asinsvadu, elpošanas, nervu, gremošanas un urīnizvades sistēmu funkcionālās diagnostikas metodēm, kā arī māsas atbildību kvalitatīvu izmeklējumu nodrošināšanā un pacientu aprūpē, veicot funkcionālos izmeklējumus.

Mācību materiāls paredzēts māsām, kuras vēlas iegūt jaunas zināšanas un praktiskās iemaņas, kā arī pilnveidot esošās par funkcionālās diagnostikas metodēm.

Mācību materiāla “Funkcionālās diagnostikas metode māsu praksē” pirmā nodaļa sniedz ieskatu par funkcionālās diagnostikas raksturojumu. Otrajā nodaļā aprakstīta elektrokardiogrāfijas metode – pacientu sagatavošana un elektrokardiogrāfijas pieraksts, elektrokardiogrāfijas elementi, to nomenklatūra un novērtējums, aritmijas un blokādes, kā arī miokarda infarkts un elektrokardiogrāfija. Trešajā nodaļā aprakstītas funkcionālās diagnostikas metodes kardioloģijā – slodzes testēšana, sešu minūšu iešanas tests, elektrokardiogrāfiskā monitorēšana, testi autonomās nervu sistēmas funkciju izvērtēšanai, ambulatorā arteriālā spiediena monitorēšana un ehokardiogrāfija. Ceturtajā nodaļā aprakstītas funkcionālās diagnostikas metodes pneimonoģijā – spirometrija, bronhodilatācijas tests, ķermeņa pletizmogrāfija, gāzu difūzijas tests, bronhu provokācijas tests, gāzu analīze, sviedru proves. Piektajā nodaļā aprakstītas funkcionālās diagnostikas metodes neiroloģijā – elektroencefalogrāfijas metode, neirogrāfija, elektromiogrāfija, funkcionālie testi neiroloģijā. Sestajā nodaļā aprakstītas funkcionālās diagnostikas metodes uroloģijā un gastroenteroloģijā – urodinamiskie izmeklējumi un barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa Ph – metrija.

Mācību materiālu izstrādāja Latvijas Universitātes P. Stradiņa medicīnas koledža šādu ar autoru kolektīvu: I. Kurcalte, I. Orleāne, I. Strobe, D. Matīsa, D. Tjurina, A. Zeile, I. Dupure, I. Kļava, K. Vanaga, I. Šitikova.

SATURS

Ievads	5
1. Funkcionālās diagnostikas raksturojums	6
2. Elektrokardiogrāfijas metode	8
2.1. Pacientu sagatavošana un elektrokardiogrammas pieraksts	8
2.2. Elektrokardiogrammas elementi, to nomenklatūra un novērtējums.....	11
2.3. Aritmijas un blokādes	15
2.4. Miokarda infarkts un elektrokardiogrāfija	35
3. Funkcionālās diagnostikas metodes kardioloģijā	38
3.1. Slodzes testēšana	38
3.2. Sešu minūšu iešanas tests	51
3.3. Elektrokardiogrāfiskā monitorēšana	55
3.4. Testi autonomās nervu sistēmas funkciju izvērtēšanai	74
3.5. Ambulatorā arteriālā spiediena monitorēšana	84
3.6. Ehokardiogrāfija	90
4. Funkcionālās diagnostikas metodes pneimonoloģijā	95
4.1. Funkcionālā diagnostika pneimonoloģijā	95
4.2. Spirometrija.....	97
4.3. Bronhodilatācijas tests	99
4.4. Ķermeņa pletizmogrāfija	100
4.5. Gāzu difūzijas tests	101
4.6. Bronhu provokācijas tests	103
4.7. Asins gāzu analīze	105
4.8. Sviedru proves	106
5. Funkcionālās diagnostikas metodes neiroloģijā	108
5.1. Nervu sistēmas raksturojums	109
5.2. Elektroencefalogrāfijas metode	115
5.3. Neurogrāfija	120
5.4. Elektromiogrāfija	122
5.5. Funkcionālie testi neiroloģijā	124
6. Funkcionālās diagnostikas metodes uroloģijā un gastroenteroloģijā	127
6.1. Urīnpūšļa anatomija un fizioloģija	127
6.2. Urinācijas traucējumi un urīna nesaturēšanas terapijas pamatprincipi	131
6.3. Urodinamiskie izmeklējumi	134
6.4. Barības vada anatomija un fizioloģija	140
6.5. Barības vada slimības	141
6.6. Barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa pH-metrija	143
Izmantotās literatūras un avotu saraksts	145

SAĪSINĀJUMU SARAKSTS

ANS	-	autonomā nervu sistēma
AKS	-	akūts koronārs sindroms
AKŠ	-	aortokoronārais šunts
AS	-	asinsspiediens
AV	-	atrioventrikulārs
BB	-	buferbāzes
BE	-	bāzu ekscēss
CNS	-	centrālā nervu sistēma
DAS	-	diastoliskais asinsspiediens
DLCO	-	oglekļa monoksīda difūzijas kapacitāte
DP	-	darbības potenciāls
EMG	-	elektromiogrāfija
EKG	-	elektrokardiogrāfija
ERV	-	ieelpas rezerves tilpums
FEV	-	forsētas izelpas tilpums
FVC	-	forsēta vitālā kapacitāte
FRC	-	funkcionālā reziduālā kapacitāte
GEAS	-	gastroezofageālā atvēršanas slimība
HAT	-	hormonu aizvietojošā terapija
HOPS	-	hroniska obstruktīva plaušu slimība
HRV	-	sirds ritma variabilitāte
IC	-	ieelpas kapacitāte
KAN	-	kardiovsakulārās autonomās neiropātijas
KART	-	kardiovaskulāro autonomo refleksu testi
KCO	-	oglekļa monoksīda pārejas koeficients
KST	-	kvantitatīvā sensorā testēšana
KSS	-	koronārā sirds slimība
KVDP	-	kustību vienības darbības potenciāls
KMI	-	ķermeņa masas indekss
LGL	-	<i>Lown – Ganong – Levine</i> sindroms
MI	-	miokarda infarkts
NG	-	neirogrāfija
NS	-	nervu sistēma
OH	-	ortostatiskā hipotensija
PEF	-	pīķa izelpas plūsma
ĀF	-	ātriju fibrilācija
PNS	-	perifērā nervu sistēma
PUS	-	pārraktīvā urīnpūšļa simptomi
RV	-	reziduālais tilpums
SAS	-	sistoliskais asinsspiediens
SGT	-	slīpā galda tests
TEE	-	transezofageāla ehokardiogrāfija
TLC	-	kopējā plaušu ietilpība
TTE	-	transtorokāla ehokardiogrāfija
US	-	ultrasonogrāfija
VA	-	alveolārais tilpums
VC	-	vitālā kapacitāte
WPW	-	<i>Wolfa – Parkinsona – Waita</i> sindroms

IEVADS

Funkcionālās diagnostikas darbības lauks ir agrīna un precīza diagnostika, kas nodrošina pamatotu un adekvātu pacientu ārstēšanu un aprūpi. Mūsdienās medicīnas pamatvirzieni ir – profilakse, diagnostika, terapija un rehabilitācija. Klīniskajām medicīnas nozarēm ir raksturīga diferenciācija, kas ir zinātņu nozaru sazaršanās, specializēšanās, kā arī integrācija – dažādu medicīnas nozaru apvienošanās teorētisku vai praktisku uzdevumu risināšanai.

Funkcionālās diagnostikas metodes ir pielietojamas daudzās klīniskās nozarēs, tādās kā kardioloģija, neiroloģija, pulmonoloģija, reimatoloģija, endokrinoloģija, anestezioloģija, un reanimatoloģija, traumatoloģija un mikroķirurģija, uroloģija, pediatrija, psihiatrija, ortopēdija, onkoloģija, ginekoloģija un dzemdniecība.

Ir medicīnas nozares, piemēram, kardioloģija, neiroloģija vai pulmonoloģija, kuras raksturojas ar noteiktām izmeklējuma metodēm (kardioloģija – elektrokardiogrāfija, slodzes tests, ehokardiogrāfija un holtera monitorēšana, neiroloģija – elektroencefalogrāfija, elektromiogrāfija un neirosonoloģija, pulmonoloģijā – spirometrija, bronhu dilatācijas tests), kas ir funkcionālās diagnostikas pamatzmeklējumi šajās medicīnas nozarēs.

Funkcionālās diagnostikas metodēm piemīt arī diferenciācija, kuras rezultātā veidojas jaunas, padziļinātas un specifiskākas izmeklējuma metodes - stresa ehokardiogrāfija, video encefalogrāfija, kardiopulmonālais tests u.c.

Nemot vērā darba specifiku, nereti pirmais veselības aprūpes darbinieks, kas saskaras ar pacientu, veic funkcionālās diagnostikas izmeklējumu un redz izmeklējuma rezultātus, ir māsa. No māsas profesionālās prasmes novērtēt pacientu un veikto izmeklējumu, kā arī spējām pieņemt lēmumu ir atkarīga ātra un kvalitatīva diagnostika un palīdzības sniegšana, kuras pamatā ir komandas darbs.

Mācai, kas strādā funkcionālās diagnostikas jomā, nepieciešamas zināšanas konkrētas funkcionālās diagnostikas metodes teorētiskajos pamatos, praktiskās iemaņas, noteiktas iemaņas darbā ar aparāturu un prasme stādāt komandā.

1. FUNKCIONĀLĀS DIAGNOSTIKAS RAKSTUROJUMS

Funkcionālā diagnostika – ir medicīnas nozare, kuras saturs ir dažādu orgānu un fizioloģisko organisma sistēmu funkciju objektīva izvērtēšana, noviržu atklāšana un funkcijas traucējumu pakāpes noteikšana, pamatojoties uz fiziskiem, ķīmiskiem vai citiem objektīviem rādītājiem, pielietojot speciālas instrumentālas vai laboratoriskas izmeklēšanas metodes.

Funkcionālie izmeklējumi palīdz ārstam atbildēt uz vairākiem jautājumiem:

1. izvērtēt orgāna vai orgānu sistēmas specifisko funkciju fizioloģiskā miera stāvoklī,
2. diagnosticēt orgāna specifisko funkciju traucējumus vai vairāku orgānu, kas sastāda vienotu fizioloģisko sistēmu, integrālās funkcijas traucējumus,
3. pēc izmeklējuma rezultātiem spriest par orgāna funkcionālām spējām un par to, kā tās ietekmējusi slimība un kvantitatīvi izvērtēt funkcionālās mazspējas pakāpi,
4. balstoties uz noteiktiem parametriem, spriest par organisma vai orgāna pielāgošanās un kompensācijas spējām un mehānismiem,
5. spriest par funkcionālā traucējuma patoģenēzi vai tiešo iemeslu,
6. veicot pārbaudi ar medikamentiem vai citām ārstnieciskām ietekmēm, palīdzēt izvēlēties pacientam adekvātu ārstēšanu,
7. veicot atkārtoti funkcionālos izmeklējumus dinamikā, spriest par ārstēšanas efektivitāti, savlaicīgi koriģēt ārstēšanu un rehabilitāciju, kā arī prognozēt slimības gaitu [11].

Plānojot, nozīmējot un veicot konkrēto funkcionālo izmeklējumu, ir nepieciešams apzināt un ņemt vērā sekojošos apsvērumus: izmeklējuma mērķis, metodes sniegtā informācija konkrētā mērķa sasniegšanai, tehnoloģiju pieejamība, vispārīgie dati par pacientu (viņa veselības un fizisko stāvokli), izmeklējuma ietekme uz pacienta esošo veselības stāvokli, izmeklējuma lietderība un izmaksas.

Pacientu drošība atbilstoši Pasaules Veselības organizācijas definīcijai ir nevajadzīgā, ar veselības aprūpi saistītā kaitējuma riska samazināšana līdz pieļaujamam minimumam, ar kaitējumu saprotot veselības aprūpes iznākumu, kas negatīvi ietekmē pacienta veselību, un/vai dzīves kvalitāti. Pacientu drošības pētījumi uzrāda, ka, definējot un nosakot “novēršamo kaitīgumu”, ir daudz plašāks jēdziens par mirstību, tādējādi ir jāiekļauj tādi parametri kā saslimstība, diagnostiskās kļūdas, samazināta dzīves kvalitāte, pašcienas zudums. Šī paradigmas novirze ir paplašinājusi pacientu drošības darbības jomas, klasificējot pacientu drošību ne tikai slimnīcas aspektā, bet arī citās ar aprūpi saistītās iestādēs.

Līdz ar to Nacionālais Pacientu Drošības Fonds rekomendē totālu sistēmisku pieeju pacientu drošībai, kas sastāv no astoņiem soļiem: (1) nodibināt un uzturēt drošu kultūru; (2) izveidot centralizētu un koordinētu pacientu drošības pārskatu; (3) izveidot kopīgu drošības parametru paneli, kas atspoguļo nozīmīgus iznākumus; (4) palielināt finansējumu pacientu drošības izpētei un zinātniskās darbības īstenošanai; (5) attiecināt drošības aspektus visā aprūpes bloka sistēmā; (6) atbalstīt veselības aprūpes darbaspēku; (7) sadarboties ar pacientiem un ģimenēm; (8) nodrošināt tehnoloģiju drošību, uzlabojot pacientu drošību [25].

Ārstniecības un aprūpes pakalpojumu kvalitātes vadības un pacientu drošības sistēmas mērķis ir nepārtrauktas pilnveidošanās mehānisma izveide, prognozējot un efektīvi pārvaldot ārstniecības un aprūpes procesu riskus, kā arī ieviešot un uzturot konfidenciālu iekšējo pacientu drošības ziņošanas – mācīšanās sistēmu, kas nodrošina informāciju par gadījumiem, kuru rezultātā radies vai varēja rasties kaitējums pacientam, datu vākšanu, analīzi un risku mazināšanas pasākumu ieviešanu, lai samazinātu pacientu drošības gadījuma atkārtosšanās iespējas un nodrošinātu atgriezenisku saiti pacienta drošības gadījumā iesaistītajām ārstniecības personām.

Pacientu aprūpe ir veselības aprūpes procesa sastāvdaļa, kas ir tieši vai netieši saistīta ar sabiedrības, ģimenes vai personas veselības uzturēšanu, veicināšanu, aizsardzību un atgūšanu. Lai veiktu pacientu aprūpi, māsa veic sistemātiskas, mērķtiecīgas darbības aktuālo vai iespējamo veselības problēmu diagnosticēšanā un novēršanā. Šo darbību kopumu sauc par aprūpes procesu.

Viens no svarīgākajiem aspektiem ir no pacienta iegūto datu konfidencialitāte. Konfidencialitāte ir informācijas aizsargātība pret lietotājiem, kuri mēģina tai piekļūt bez atbilstoša pilnvarojuma. Par konfidencialitāti var runāt arī kā par statusu, kas nosaka, ka attiecīgā informācija nav pieejama vai netiek izpausta nepiederošām personām, juridiskām personām vai procedūras ietvaros. Fiziskas personas datu aizsardzības likumā ir definēts, ka personas dati ir jebkāda informācija, kas attiecas uz identificētu vai identificējamu fizisku personu.

Veselības aprūpē bieži tiek izmantoti pacienta personas dati. Apmeklējot ārstu, veicot diagnostiskus izmeklējumus, saņemot speciālistu konsultācijas, pacients sniedz ziņas par saviem personas datiem, kas sevī ietver informāciju – vārds, uzvārds, personas kods, dzimšanas dati, dzīvesvieta u.t.t. Saskaņā ar 2016. gada 27. aprīļa Eiropas Parlamenta un Padomes regulu Nr. 2016/679 par fizisko personu aizsardzību, attiecīgu personas datu apstrādi un šādu datu brīvu apriti, Latvijā 2018. gada 5. jūlijā stājās spēkā *Fizisko personu datu apstrādes likums*, kas paredz radīt tiesiskus priekšnoteikumus fiziskās personu datu aizsardzības sistēmas izveidošanai [6].

2. ELEKTROKARDIOGRĀFIJAS METODE

Elektrokardiogrāfija ir mācība par sirds elektrisko potenciālu veidošanos un reģistrēšanu, kā arī līkņu analīzi [11]. Normāla elektrokardiogramma atspoguļo elektriskās norises sirdī, kad elektriskie notikumi sirdī – depolarizācijas un repolarizācijas vilnis izplatās pa visu miokardu.

Līknes reģistrē ar elektrodiem, kas atrodas dažādās plaknēs un attālumos no sirds. Elektrokardiogrammas standartizētā pieraksta salīdzinājums ar katra cilvēka individuālo pierakstu un individuālo pierakstu salīdzinājums dinamikā ļauj spriest par sirds anatomiskām, hemodinamiskām un metaboliskām pārmaiņām [11].

2.1. Pacientu sagatavošana un elektrokardiogrāfijas pieraksts

Lai reģistrētu sirds elektriskā lauka potenciāla starpību, izmanto speciālus aparātus, elektrokardiogrāfus, un iegūst elektriskā lauka potenciālu starpību grafiskos attēlojumus (elektrokardiogrammas). Pēdējā laikā medicīnas tehnika ir stipri attīstījusies un pašlaik elektrokardiogrāfu svars ir mazs, tie ir viegli pārvietojami un ir apgādāti ar atmiņu, kas ļauj veikt izdrukas vēlāk un/vai atkārtoti.

Reģistrējot EKG nepieciešams izvēlēties: EKG līknes reģistrēšanas ātrumu (25 mm/s vai 50 mm/s), kalibrācijas signālu, ko nosaka milivoltos, EKG novadījumu secību un komplektāciju.

Agrāk Latvijā pamatā izmantoja pieraksta ātrumu 50 mm/s, kur 1 mm atbilst 0,02 s, patreiz to strauji aizvieto ar pieraksta ātrumu 25 mm/s, kur savukārt 1mm atbilst 0,04 s. Neskatoties uz tehniskajiem sasniegumiem, EKG pieraksta laikā var reģistrēties kļūdas un līknes kropļojumi. Visbiežāk EKG kļūdas un kropļojumi ir saistīti ar nepareizi izvietotiem elektrodiem, kustību artefaktiem, ārējā elektriskā lauka ietekmi, nepareizu kalibrāciju.

Pierakstot EKG, vēlams, lai telpa būtu silta un pacientam pirms pieraksta būtu iespēja mierīgi pagulēt 5 minūtes. Pierakstot EKG, ļoti liela nozīme ir pareizi novietotiem elektrodiem, precīzi ievērojot noteikto vietu un pareizo elektrodu. Svarīgs noteikums laba pieraksta iegūšanai ir labs elektrodu kontakts ar ādu, šim nolūkam saskarsmes vietas rūpīgi jānotīra ar tam paredzētiem šķidrumiem vai spirtu, var izmantot kontaktgēlu. Pieraksta laikā pacients guļ mierīgi un nekustas. Pacientam jāatrodas ārpus cita elektriskā lauka, citādi EKG pierakstam uzslāņosies cita elektriskā lauka svārstības, kurš izkropļos sirds elektriskā potenciāla svārstības.

EKG novadījumi

Sirds elektrisko potenciālu var reģistrēt ar diviem elektrodiem, vienu, kurš pievienots EKG aparāta pozitīvajam polam, un otru, kurš pievienots negatīvajam polam. Potenciāls veidojas starp jebkuriem diviem punktiem, pastāv speciālas elektrodu izvietošanas sistēmas, ko dēvē par novadījumiem.

EKG reģistrācijai izmanto klasisko 12 novadījumu sistēmu, kura sastāv no diviem tipiem:

- novadījumi I; II; III; aVF, aVR; aVL, kuru elektrodi atrodas uz ekstremitātēm, pietiekoši tālu no sirds. Šie novadījumi reģistrē potenciālu vertikālā (frontālā) plaknē. Tos sauc par standartnovadījumiem un pastiprinātiem unipolāriem novadījumiem,
- novadījumi, V₁; V₂; V₃; V₄; V₅; V₆, kuru elektrodi atrodas uz krūšu kurvja, tuvu sirdij. Šie elektrodi reģistrē potenciālu horizontālā plaknē. Tos sauc par krūšu novadījumiem.

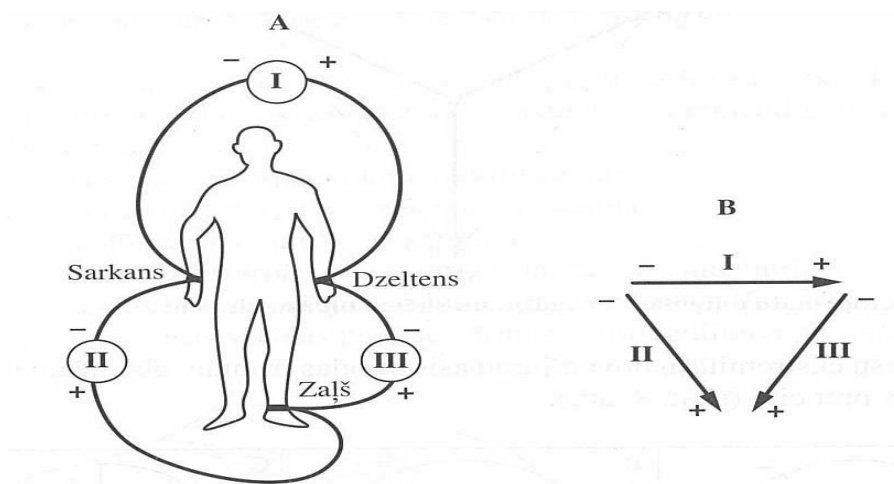
Standartnovadījumi

Tos veido trīs dipola novadījumi.

I novadījums starp labo roku (-), sarkanais marķējums un kreiso roku (+), dzeltenais marķējums. Ass virziens horizontāls.

II novadījums starp labo roku (-), un kreiso kāju, zaļš marķējums. Ass virziens slīps, no labās puses uz kreiso.

III novadījums starp kreiso roku (-) un kreiso kāju (+). Ass virziens slīps no kreisās puses uz labo (skat. 2.1. attēlu).



2.1. attēls. Standartnovadījumu reģistrēšanas shēma [11]

Pastiprinātie unipolārie novadījumi

Tos veido potenciāla starpība starp aktīvo elektrodu uz ekstremitātēm un centrālo apvienoto.

aVR novadījums starp labo roku un vidējo divu pārējo ekstremitāšu potenciālu. Ass virziens no krūšu kurvja centra labās rokas virzienā.

aVL novadījums starp kreiso roku un vidējo divu pārējo ekstremitāšu potenciālu. Ass virziens no krūšu kurvja centra kreisās rokas virzienā.

aVF novadījums starp kreiso kāju un vidējo divu pārējo ekstremitāšu potenciālu. Ass virziens no krūšu kurvja centra vertikāli uz leju.

Visu iepriekšminēto sešu novadījumu asis atrodas frontāla plaknē, noteiktā secībā cita pret citu.

Krūšu novadījumi

Šie ir unipolārie novadījumi, kurus veido seši aktīvie elektrodi uz krūšu kurvja un centrālais elektrods, kuru veido trīs ekstremitāšu summārais potenciāls, kas līdzinās 0. Novadījumus apzīmē ar burtu V un pievieno indeksu, kas norāda elektroda pozīciju uz krūšu kurvja.

Krūškurvja elektrodu izvietojums

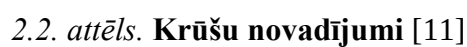
- V1 - ceturtā ribstarpa pa labi no krūšu kaula.
- V2 - ceturtā ribstarpa pa kreisi no krūšu kaula.
- V3 - vidū starp V2 un V4 elektrodiem.
- V4 - piektā ribstarpa uz kreisās atslēgas kaula viduslīnijas.
- V5 - uz kreisās priekšējās paduses līnijas V4 novadījuma līmenī.
- V6 - uz kreisās vidējās paduses līnijas V4 novadījuma līmenī (*skat. 2.2. attēlu*).

Šo novadījumu ass virziens vērsts pa iedomātu līniju no elektroda uz standartnovadījumu krustpunktu.

- I, aVL, V5, V6 atspoguļo sirds sānu virsmu, I, aVL sānu sienas augšējo apvidu, V5, V6 apakšējos.
- II, III, aVF, atspoguļo sirds apakšējo diafragmālo daļu.
- V1 - V4 atspoguļo starpsienu un labo kambari.
- aVR atspoguļo labo priekškambari.

Reizēm, lai iegūtu papildu informāciju, lieto vairākus papildu krūšu novadījumus. Šo elektrodu izvietojums ir šāds:

- V7 - uz kreisās mugurējās paduses līnijas piektās ribstarpas līmenī,
- V8 - uz kreisās lāpstiņas līnijas piektās ribstarpas līmenī,
- V9 - uz kreisās paravertebrālās līnijas piektās ribstarpas līmenī,
- V3R - atbilstoši V3, tikai labā krūškurvja pusē (starp V2 - V4R),
- V4R - piektā ribstarpa uz labā atslēgas kaula viduslīnijas [11].



EKG pierakstā iegūst specifiskas līknes novirzes, kuras sauc par viļņiem un zobiem. Līknes daļas starp atsevišķiem viļņiem vai zobiem sauc par segmentiem, bet attālumu, ko veido segments un tam piegulošais vilnis vai zobs, par intervālu. Ir šādi EKG pamatelementi: P vilnis, Q zobs, R zobs, S zobs, T vilnis, U vilnis. QRS zobi veido vienotu QRS kompleksu (*skat. 2.3. attēlu*).



Visu viļņu garumu mēra milimetros, augstumu milivoltos. Segmentu un intervālu garumu mēra, ņemot vērā pieraksta ātrumu, ja tas ir 50 mm/sekundē, 1 mm atbilst 0,02 sekundēm, ja 25 mm/sekundē – 0,04 sekundes.

P vilnis. P vilnis atspoguļo abu priekškambaru uzbudinājuma izplatīšanos un tam sekojošu kontrakciju priekškambaros. P vilnis var būt dažādas formas, amplitūdas, un polaritātes. Vispirms, pirmās 0,02 - 0,03 sekundes, uzbudinās tikai labais priekškambaris, nākamās 0,03 - 0,04 sekundes uzbudinās abi priekškambari, bet pēdējās 0,02 - 0,03 sekundes tikai kreisais priekškambaris, viss priekškambaru uzbudinājuma laiks ir 0,08 - 0,1 sekunde. Normā uzbudinājums rodas sinusa mezglā un izplatās vispirms uz labo, tad kreiso priekškambari un tad uz atrioventrikulāro mezglu.

P vilnim ir piramīdas forma ar nogludinātu virsotni. Parasti novērtē P viļņa platumu, augstumu, šķelšanos un saistību ar QRS kompleksu. Reizēm galotne sašķelta ar divām vai vairāk virsotnēm, tas raksturo impulsa vadīšanas traucējumus labajā un kreisajā priekškambarī, kas savukārt ļauj secināt par labā un kreisā priekškambara darbības asinhronismu. Normāls attālums starp virsotnēm nedrīkst pārsniegt 0,02 sekundes, ja attālums pārsniedz 0,04 s, droši var apgalvot, ka ir intraatriāla blokāde, kas parasti saistās ar kreisā priekškambara dilatēšanos ar strukturālām izmaiņām miokardā. P viļņa platums normāli ir 0,06 - 0,10 s, bet nekad nepārsniedz 0,11 s. I, II, aVF, V₁ - V₂ novadījumi ir vispateicīgākie P viļņa analīzei. Atkarībā no P viļņa elektriskās ass orientācijas, V₁-V₂, P vilnis ir bifāzisks. II novadījumā vislabāk novērtēt P viļņa augstumu, ja tas pārsniedz 2,5 mm, tas atspoguļo labā priekškambara palielināšanos, EKG to apzīmē kā P - pulmonale, ja II novadījumā P viļņa platums pārsniedz 0,11 s, tas savukārt liecina par kreisā priekškambara palielināšanos, un to apzīmē ar P - mitrale vai P - sinistroatriale.

Normāli I, II, III novadījumos P vilnim jābūt pozitīvam, negatīvs P vilnis var būt, ja: (1) ir radusies kļūda EKG reģistrēšanas laikā, sajaukti elektrodi; (2) ir destrukcija, iedzimta sirds topogrāfiska atrašanās krūškurvja labajā pusē; (3) ritma avots nav sinusa mezgls, bet ektopisks centrs priekškambaros; (4) ritma avots ir AV mezgls vai zemāk esoši centri ar retrogrādu priekškambaru uzbudinājumu. P viļņa šķelšanos, kad attālums starp abām galotnēm lielāks par 0,04 sekundēm, traktē, kā intraatriālu blokādi, P viļņa galotnes šķelšanos bez garuma izmaiņām, traktē kā intraatriālus vadīšanas traucējumus.

Normāls P vilnis: (1) ir pozitīvs, I, II, aVF, V₃-V₆ novadījumos, negatīvs aVR; (2) III novadījumā var būt negatīvs, noteiktu sirds elektriskās ass virzienu gadījumā; (3) V₁ novadījumā bifāzisks ar lielāko negatīvo fāzi un attiecību 1/3; (4) var būt piramīdveida ar nogludinātu galotni.

Normāla P viļņa platums ir no 0,08 līdz 0,10 s un nepārsniedz 0,11 s, amplitūda nepārsniedz 2,5 mm.

PQ segments. Ir līknes daļa no P viļņa beigām līdz QRS kompleksa sākumam. Pēc P viļņa EKG uz neilgu laiku atgriežas uz izoelektriskās līnijas. PQ intervāls ir no P viļņa beigām līdz QRS kompleksa sākumam. Šis ir laiks, kad impulss iziet cauri AV savienojumam, Hisa kūlītim un tā zariem. Normāli PQ segments ir uz izolīnijas vai zem tās, bet ne zemāk par 0,8 mm. Lielāks PQ segmenta noslīdējums norāda uz repolarizācijas procesa pārmaiņām priekškambaros, kas var būt saistīti ar vairākiem procesiem, tai skaitā, priekškambaru infarktu.

P-Q intervāls. Ir līknes daļa no P viļņa sākuma līdz QRS kompleksam. PQ intervāls atspoguļo impulsa rašanos sinusa mezglā, to gaitu cauri priekškambariem, AV mezglam, līdz impulsa nokļūšanai kambaru miokardā. Normā tā garums ir no 0,12 s līdz 0,20 s. Ja palēninās vadīšana caur priekškambariem un/vai AV mezglā, pagarinās P-Q intervāls. Saīsināts P-Q intervāls norāda uz impulsa paātrinātu nokļūšanu līdz kambariem, parasti tas saistīts ar papildus vadīšanas ceļiem. Klīniski svarīgāka ir paātrināta vadīšana caur papildu vadīšanas ceļiem, kas var radīt raksturīgus aritmijas veidus. Visbiežāk sastopamie ir WPW un LGL sindromi.

QRS komplekss. Ir līknes daļa no Q zoba sākuma līdz S zoba beigām. QRS komplekss norāda uz elektriskā impulsa izešanu cauri kambariem, sekojošu uzbudinājumu un kontrakciju. QRS kompleksa pirmā negatīvā novirze ir Q zobs, pirmā pozitīvā novirze ir R vilnis, otrā negatīvā novirze – S zobs, ja ir vēl viena pozitīvā novirze, to apzīmē ar R₁, bet sekojošo negatīvo novirzi apzīmē ar S₁. Turpmāko pozitīvo novirzi apzīmē ar R₂, negatīvo S₂ utt. Ja reģistrē vienu lielu negatīvu novirzi, to apzīmē ar QS. Garie un dziļie QRS zobi tiek apzīmēti ar lieliem burtiem, bet mazie ar mazajiem.

Vērtējot QRS kompleksu, ir jāņem vērā atsevišķu zobu un visa kompleksa amplitūdu, platumu (patoloģiska Q esamību), QRS elektrisko asi standartnovadījumos un pārejas zonā krūšu novadījumos. Normā uzbudinājums izplatās pa starpsienas kreiso pusi, tad uz kambaru kreiso pusi, un tad, ar nokavēšanos, uz labo. Tāpēc V₁ novadījumā ir pieļaujams QS formas QRS komplekss, bet V₂-V₃ novadījumā Q traktējams kā patoloģija. Miokarda infarkta gadījumā, kad ir mirušas miokarda šūnas un tām nav elektriskā potenciāla, veidojas elektriskais logs. Par patoloģisku, Q zobu uzskata tad, ja Q zobs ir dziļāks par 2 mm un platāks par 0,03 s. Q zoba platums tiek uzskatīts par specifiskāku rādītāju. Krūšu novadījumos QRS kompleksa morfoloģija mainās atkarībā no sirds elektriskās ass spēku virziena. Parasti dominē kreisā kambara vektoru virzieni, tāpēc V₁-V₂, pēc neliela R seko dziļš S. Pēc tam pakāpeniski samazinās, un V₃-V₄ apvidū R izlīdzinās ar S, bet V₅-V₆ R pieaug, sasniedzot

maksimālo R V₅, V₆ elektrods attālinās no kreisā kambara, tāpēc V₆ R samazinās. Ja QRS komplekss paplašinās, pārsniedzot normas robežas, deformējās, radot jaunas konfigurācijas, un/vai jaunus zobus, tas liecina par intraventrikulārās vadīšanas traucējumiem. Pilnu zaru blokādes veido specifiskas EKG izmaiņas.

QRS kompleksa amplitūdu ietekmē miokarda masa, depolarizācijas vektoru lielums un virziens, apkārtējo audu daudzums un to fizikālās īpašības, attālums no miokarda līdz elektrodam. Amplitūdas palielināšanās var norādīt uz kambaru palielināšanos. Samazināta QRS kompleksa amplitūda ir raksturīga samazinātai sirds potenciālu pārvadei, kas atspoguļo difūzus miokarda bojājumus vai apkārtējo audu pārmaiņas.

ST segments. Ir līknes daļa no QRS beigām līdz T viļņa sākumam. ST segments atspoguļo repolarizācijas procesus kambaros, iekšējos šūnu membrānā notiekošos procesus, kuri nodrošina šūnas gatavību jauna elektriskā impulsa uztveršanai un atbildes reakcijai uz to, kontrakcijai.

Punktu, kur beidzas S zobs un sākas ST segments, apzīmē ar J punktu. Ne vienmēr to var noteikt. ST segmenta līmeni nosaka pēc PQ segmenta beigu posma. Normāli tas ir plakans un atrodas izoelektriskās līnijas PQ segmenta līmenī ar nelielu augšupejošu virzienu. Pieļaujama norma ST segmenta pacēlumam standarta novadījumos 0,5 - 1 mm un krūšu novadījumos 0,5 - 2 mm. Tomēr jebkura ST pacēluma gadījumā pastāv iespēja, ka tā ir išēmija. ST segmenta pacēluma pārmaiņas raksturīgas akūta koronāra sindroma un akūta miokarda infarkta gadījumā.

ST segmenta pacēlums ir raksturīgs vairāku citu patoloģisku stāvokļu gadījumā, piemēram, kreisā kambara aneirismas, pilnas kreisā zara blokādes, *Brugadas* sindroma, kreisā kambara hipertrofijas un elektrolītu disbalansa gadījumā. ST segmenta novirzīšanās uz leju no izoelektriskās līnijas ir ST segmenta noslīdējums vai depresija. Noslīdējums virs 0,5 mm tiek traktēts kā patoloģija, un tam var būt dažādi cēloņi: subendokardiāla išēmija, kambaru hipertrofija un pārslodze, intraventrikulāra blokāde, digoksīna pārdozēšana u.c.

T vilnis. T vilnis ir aiz ST segmenta un parāda kambaru repolarizāciju. T vilnim var būt dažāda amplitūda, konfigurācija un polaritāte. Normāli, tas ir asimetrisks, pozitīvs, ar lēzenu augšupejošu daļu, tā, ka ST segments nemanāmi pāriet T vilnī, un stāvāku lejupejošu daļu. T vilnim var būt daudz dažādu variantu, jo tas ir mainīgākais EKG elements. T viļņa pārmaiņas bez QRS kompleksa ir mazāk specifiskas. Normā T viļņi vienmēr ir negatīvi aVR, un pozitīvi I, II, V₃ - V₆, pārējos novadījumos tie var būt mainīgi. Par T vilni bieži mēdz spriest pēc EKG līknes pārmaiņām dinamikā.

Q-T intervāls. Ir līknes daļa no QRS kompleksa sākuma līdz T viļņa beigām. QT intervāls ietver sevī QRS kompleksu, ST segmentu un T vilni. Tas atspoguļo impulsa gaitu

cauri kambariem, kambaru uzbudinājumu, tam sekojošu kontrakciju un repolarizācijas procesus pēc kontrakcijas. Tā frekvence ir atbilstoša sirds frekvencei. Izšķir īsā QT intervāla sindromu un pagarināta QT intervāla sindromu. Abus gadījumus klīniski raksturo aritmija, ģībonis un iespējamā pēkšņā nāve.

U vilnis. U vilnis ir neliels, plakans vilnis, kas seko aiz T viļņa. Tas parāda kambaru repolarizācijas beigu fāzi. U vilnis ne vienmēr tiek reģistrēts. U viļņa ģenēze un klīniskā nozīme vēl nav pilnīgi skaidra, tādēļ tā novērtēšana ir nosacīta. U viļņa parādīšanos, parasti saista ar elektrolītu disbalansu.

RR intervāls. Ir līknes daļa starp diviem vienādiem, blakus esošiem QRS kompleksu R zobiem. Šo intervālu izmanto, lai aprēķinātu sirds frekvenci.

PP intervāls. Ir līknes daļa starp diviem blakusesošiem, identiskiem P viļņiem. Parasti parāda sinusa mezgla ģenerēto frekvenci, bet aritmiju gadījumā sniedz informāciju par priekškambaru frekvenci [8; 11; 107].

2.3. Aritmijas un blokādes

Visbiežākā, kardioloģijā sastopamā patoloģija, ar klīnisko diapazonu no bezsimptomu formas līdz kardiogēnam šokam un klīniskai nāvei. Aritmija ir sirdsdarbības frekvences, regularitātes vai impulsa izplatīšanās pārmaiņas. Aritmija var rasties jebkuras sirds slimības gadījumā, kā arī pilnīgi veselai sirdij. Aritmijas veidi ir dažādi - no prognostiski pilnīgi neko neietekmējošām līdz pēkšņu nāvi izraisošām [11].

Sinusa mezgls ir galvenais ritma avots, ja tā darbība ir traucēta, to aizstāj citi ritma devēji, ar mazāku aktivitāti. Tiek uzskatīts, ka aritmijas pamatā ir vai nu impulsa rašanās, vadīšanas traucējumi, vai abu kombinācija. Impulsa rašanos vai vadīšanas izmaiņas var provocēt strukturāli sirds bojājumi, ārējo faktoru iedarbība (elektrolītu disbalanss, toksiska iedarbība, hipoksija saistīta ar ārējo elpošanu vai O₂ transportu u.t.t.), vai abu kombinācija [11; 65].

Impulsu veidošanās traucējumi

Impulsu veidošanās pamatā ir mainīts automātisms. Automātisms ir šūnu spēja spontāni ģenerēt impulsu. Normāls automātisms ir tad, kad impulss rodas sinusa mezglā un tam ir normāla frekvence. Visi citi varianti netiek uzskatīti par normu. Priekškambaru un kambaru šūnas var iegūt automātisma funkciju, lai tas notiktu, šo šūnu automātismam jābūt augstākai frekvencei vai stiprākam impulsam nekā sinusa mezgla automātismam. Tā pamatā

var būt zināmi nosacījumi, sinusa mezgla darbības traucējumi, audu pārmaiņas išēmijas gadījumā, patoloģisks automātisms Purkinjē šķiedrās u.c. [11; 14].

Var būt arī cits aritmijas rašanās veids, kas saistās ar vienlaicīgu sekundārā ritma un normālā sinusa ritma automātisma darbību, kas būtībā rada parasistoliju, divu konkurējošu ritma avotu esamību. Sinusa ritms var nospiest vienlaicīgi darbojošos sekundāro ritma avotu, bet var būt arī situācijas, kad samazinoties frekvencei, sekundārais ritma avots manifestējas un darbojas paralēli, vai pārspēj sinusa ritmu [8; 42].

Impulsu vadīšanas traucējumi

Impulsu vadīšanas traucējumu pamatā var būt vadīšanas audu bojāeja, toksiska ietekme, elektrolītu izmaiņas, vājš aktivācijas vilnis vai vadīšanas šūnu atrašanās refraktārā fāzē, kad šūnas nespēj atbildēt impulsa vilnim. Impulsa vadīšanas traucējumi var būt visos impulsa izplatīšanās līmeņos. Impulsa bloks var būt pašā sinusa mezglā, izejā no sinusa mezgla uz priekškambariem (sinoatriāla blokāde), impulsa vadīšana var tikt aizkavēta priekškambaros (intraatriālais bloks) AV savienojuma bojājumā (AV bloks), Hisa kūlīti un tā zaros (intraventrikulārais bloks), Purkinjē šķiedrās (distālais intraventrikulārais bloks).

Ir vairāki tahikardijas veidi, kas saistīti ar re-entry (cilpas) tipa impulsa vadīšanas traucējumiem. Re-entry tipa aritmijas rodas, ja impulss izplatās pa papildu vadīšanas ceļiem. Re-entry tipa aritmijas var izpausties dažādi, vienkāršākā formā tās izpaužas kā atkārtots atsevišķu sirds daļu uzbudinājums ar tam sekojošu kontrakciju [11; 14; 42].

Aritmiju veidi. Pastāv vairāki aritmiju klasifikācijas veidi (*skat. 2.1. tabulu; 2.2. tabulu*). Praksē visbiežāk izmanto iedalījumu pēc frekvences un QRS kompleksa platuma [11; 14].

2.1. tabula

Aritmiju iedalījums pēc frekvences un QRS kompleksa

Aritmiju iedalījums pēc frekvences	
1. Bradiaritmijas	2. Tahiaritmijas
1.1. Sinusa bradikardija (iekšējā automātisma samazināšanās)	2.1. Sinusa tahikardija (pastiprināts automātisms)
1.2. Priekškambaru ektopiski ritmi (aizvietojošie ritmi) ar bradisistolisku kambaru vidējo frekvenci	2.2. Priekškambaru ektopiski ritmi ar tahisistolisku kambaru vidējo frekvenci
1.3. Ātriju undulācija ar mainīgu vai patstāvīgu pārvades koeficientu, bet bradisistolisku kambaru vidējo frekvenci	2.3. Ātriju undulācija ar patstāvīgu vai mainīgu pārvades koeficientu, bet tahisistolisku kambaru vidējo frekvenci
1.4. Ātriju fibrilācija, bradisistoliska forma	2.4. Ātriju fibrilācija, tahisistoliska forma
1.5. AV mezgla ritms	2.5. AV mezgla tahikardija
1.6. Idioventrikulāri ritmi	2.6. Idioventrikulāras tahikardijas
Pēc QRS kompleksa platuma šķir šādas aritmijas	
- Ar šauru QRS kompleksu - Ar platu QRS kompleksu - kambaru - supraventrikulāri, bet ar aberatīvu vadīšanu Hisa - Purkinjē sistēmā vai antegrādu vadīšanu papildus AV ceļos.	

Aritmiju klasifikācija pēc ESC supraventrikulāro un kambaru aritmiju vadlīnijām

1.Sinusa mezgla ritms un aritmija 1.1.Sinusa ritms 1.2.Sinusa tahikardija 1.2.1. Neparoksizmāla (fizioloģiskā un neatbilstošā) 1.2.2. Ortostatiskas tahikardijas sindroms 1.2.3. Paroksizmāla sīnusa mezgla atgriezeniskā tahikardija 1.3. Sinusa bradikardija 1.4. Sinusa aritmija 1.5. Sinoatriāls bloks 1.6. Sinusa mezgla pauze vai apstāšanās
2.Supraventrikulāra aritmija 2.1. No AV mezgla neatkarīgās priekškambaru aritmijas 2.1.1. Atriāli priekšlaicīgi kompleksi (priekškambaru ekstrasistoles) 2.1.2. Ektopiski fokāli priekškambaru ritmi 2.1.2.1. Unifokāls atriāls ritms un tahikardija 2.1.2.2. Multifokāls atriāls ritms (ritma avota migrācija) un tahikardija 2.1.3. Ātriju fibrilācija 2.1.4. Ātriju undulācija 2.2.No AV savienojuma atkarīga aritmija 2.2.1. AV savienojuma priekšlaicīgi kompleksi 2.2.2. Aizvietojošie (vēlīnie) AV savienojuma kompleksi 2.2.3. AV savienojuma ritms t.sk. paātrināts 2.2.4. Neparoksizmāla AV savienojuma tahikardija 2.2.5. Atrioventrikulārā nodalā atgriezeniskā tahikardija(AVNRT) 2.2.6. Atrioventrikulārā recirokālā tahikardija (AVRT) 2.3.Nenoteikts supraventrikulārs ritms un/vai šauru QRS kompleksu tahikardija
3. Ventrikulāras aritmijas 3.1.Priekšlaicīgi ventrikulāri kompleksi (kambaru ekstrasistoles) 3.2.Aizvietojošie (vēlīnie) ventrikulāri kompleksi 3.3.Idioventrikulārs ritms 3.4.Paātrināts idioventrikulārs ritms 3.5.Fascikulārs ritms 3.6.Parasistolija 3.7.Ventrikulāra tahikardija (VT) 3.7.1.Monomorfa VT (stabila un pārejoša) 3.7.2.Polimorfa VT (stabila un pārejoša) 3.7.2.1.Ar pagarinātu QT intervālu (torsades de pointes VT) 3.7.2.2.Bez pagarināta QT intervāla 3.7.3.Divvirzienu VT 3.7.4.Fascikulāra (Hisa kūlīša un/vai zaru) tahikardija 3.7.5.Ventrikulāra fibrilācija 3.7.6.Ventrikulāra undulācija 3.8. Asistolija
4. Platu kompleksu tahikardija
5. Intraatriālās un interatriālās vadīšanas traucējumi 5.1.Labā ātrija vadīšanas patoloģija 5.2.Kreisā ātrija vadīšanas patoloģija 5.3.Patoloģiska P viļņa ass 5.4.Kavēta interatriāla vadīšana 5.5.Interatriāls bloks

6. Atrioventrikulārās vadīšanas traucējumi 6.1. Paātrināta AV vadīšana (īss P-Q intervāls) 6.1.1. Ar delta vilni 6.1.2. Bez delta viļņa 6.2. AV bloks 6.2.1. Pirmās pakāpes 6.2.2. Otrās pakāpes 6.2.2.1. 1. tips (Mobitz I, Wenckebach fenomens) 6.2.2.2. 2. tips (Mobitz II) 6.2.2.3. AV blokāde 2:1 6.2.2.4. AV blokāde ar mainīgu vadīšanu 6.2.2.5. Progresējoša, augstas pakāpes AV blokāde 6.2.3. Trešās pakāpes (pilna) AV blokāde
7. Intraventrikulārās vadīšanas traucējumi 7.1. Supraventrikulāru impulsu aberanta vadīšana 7.2. Kreisā priekšējā zara blokāde 7.3. Kreisā mugurējā zara blokāde 7.4. Nepilna labā zara blokāde 7.5. Labā zara blokāde 7.6. Kavēta intraventrikulāra vadīšana 7.7. Ventrikuļu priekšlaicīgs uzbudinājums
8. Kombinētas aritmijas un kombinēti aritmiju un vadīšanas traucējumu sindromi
9. Kardiostimulācija

Sinusa mezgla ritmi un aritmijas

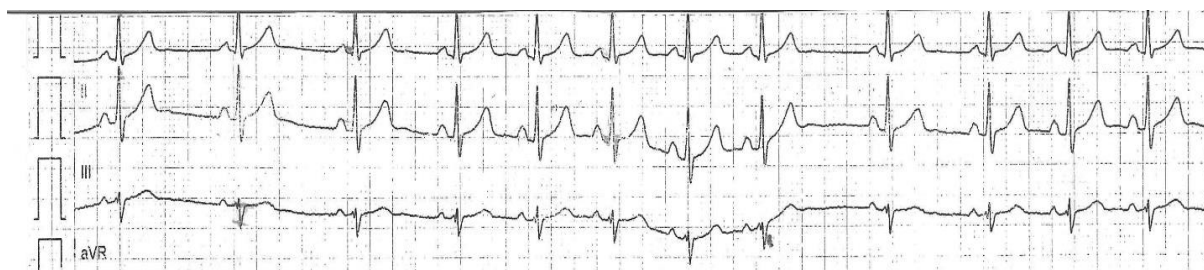
Normāls sinusa ritms. Normālu sinusa ritmu raksturo regulāra impulsa rašanās sinusa mezglā ar frekvenci no 60 līdz 90 reizes minūtē. No klīniskā viedokļa par normu vajadzētu uzskatīt frekvenci no 55 līdz 95 reizes minūtē. Sinusa ritmu raksturo regulāra sirdsdarbība ar iespējamu nelielu elpošanas fāžu radītu aritmiju, kas nav lielāka par 10%. Ritmu raksturo identiski P viļņi, kas ir pozitīvi I, II, aVF novadījumā, normāla garuma (0,12 - 0,20 s.) PQ intervāls un tam sekojošs šaurs (<0,10 s.) QRS komplekss.

Sinusa tahikardija. Sinusa tahikardija ir sinusa mezgla inducēts ritms ar frekvenci vairāk par 100 reizēm minūtē. Fizioloģiskā sinusa tahikardija var būt atbildes reakcija uz tādiem faktoriem kā hipoksija, acidoze, temperatūra, hormonālās izmaiņas u.t.t. Veselam cilvēkam miera stāvoklī par normālu var uzskatīt sirdsdarbības frekvenci no 55 līdz 80 reizēm minūtē, par paātrinātu sinusa ritmu no 80 līdz 100 reizēm minūtē, bet vairāk par 100 reizēm minūtē jau uzskatāma par sinusa tahikardiju. Var būt arī neatbilstoša sinusa tahikardija, ko raksturo ilgstoša sirds frekvences palielināšanās miera stāvoklī, vai fiziskai, emocionālai, vai farmakoloģiskai iedarbībai neatbilstošas sinusa ritma frekvences pārmaiņas. Cēlonis ir sinusa mezgla autonomās inervācijas traucējumi vai sinusa mezgla automātisma pārmaiņas. Sinusa tahikardija virs 150 reizēm minūtē var apdraudēt hemodinamiku un novest pie kardiogēna šoka.

Sinusa ekstrasistolēs. Sinusa ekstrasistolēm ir raksturīga normāla sirds cikla priekšlaicīga parādīšanās, ar sinusa ritmam identisku P vilni un PR intervālu, postekstrasistoliskā intervāla lielums ir vienāds ar stabilā sinusa ritma intervālu. Sinusa ekstrasistoļu cēlonis nav īsti skaidrs, bet pamatā ir, priekškambaru sieniņas iestiepuma izmaiņas, ko rada asins tilpuma pieaugums priekškambaros.

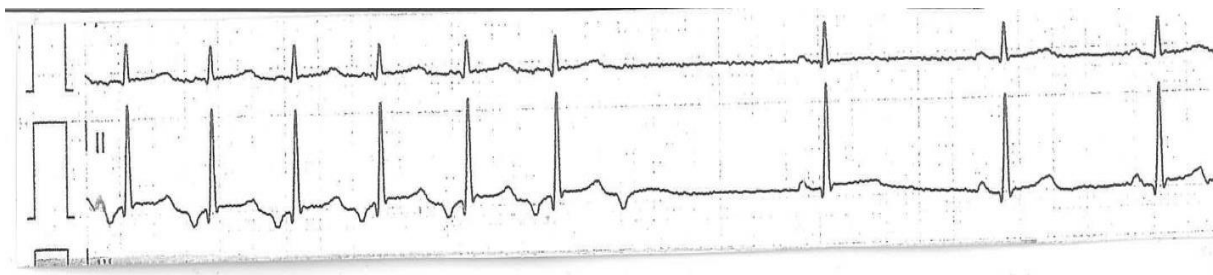
Sinusa bradikardija. Sinusa bradikardijai ir raksturīgs sinusa ritms ar frekvenci, kas mazāka par 60 reizēm minūtē. Sinusa bradikardiju fizioloģiski var novērot atlētiem un cilvēkiem miega laikā, nosacījums ir, neatkarīgi no bradikardijas lieluma, stabils un pilnvērtīgs hemodinamikas nodrošinājums. Bet tā var būt arī patoloģisku procesu klīniskais rādītājs. Sinusa bradikardijas gadījumā P viļņi, PQ intervāls un QRS komplekss atbilst normai, bet QT intervāls un T viļņa garums var būt nedaudz lielāks. Sinusa bradikardijas etioloģiskie faktori var būt gan intrakardiāli, gan ekstrakardiāli.

Sinusa aritmija (skat. 2.4. attēlu). Sinusa aritmija ir neritmiska sirdsdarbība, ar normālas morfoloģijas un virziena P viļņiem, bet ar pakāpeniskām izmaiņām PP intervālos, kas pārsniedz 10%. Sinusa aritmiju biežāk novēro jauniem cilvēkiem, galvenokārt, tā ir saistīta ar elpošanu, ieelpā sirds frekvence palielinās. Tas ir pieļaujamās normas variants. Ir sinusa aritmija, kas nav saistīta ar elpošanu. Šis aritmijas veids vairāk raksturīgs veciem cilvēkiem un saistās ar strukturālām sinusa mezgla un sirds pārmaiņām. Šī sinusa aritmija ietilpst sinusa mezgla vājuma sindromā [8; 11; 14].



2.4.attēls. Sinusa aritmija

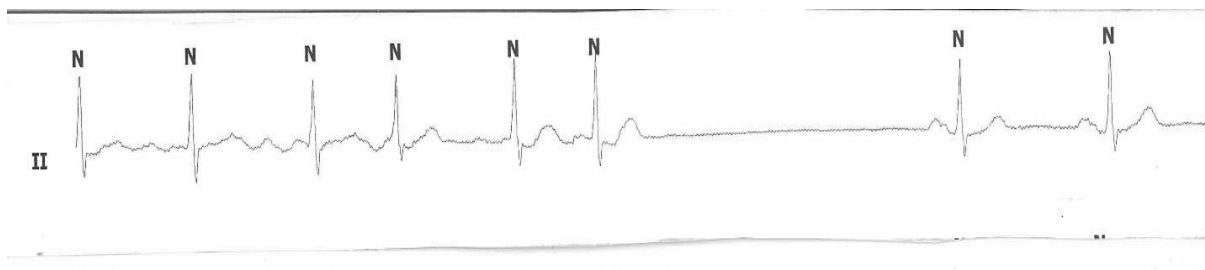
Ritma avota migrācija (skat. 2.5. attēlu). Ritma avota migrācija pa priekškambariem ir aritmijas veids, kad ritma avots pakāpeniski pārvietojas pa priekškambariem, diapazonā no sinusa mezgla līdz AV mezglam. Pie ritma avota migrācijas jābūt vismaz 3 ritma avotiem, kuri nomaina viens otru. Šajā gadījumā novēro P viļņa formas pārmaiņas, PQ intervāla izmaiņas. Ritma avots var atgriezties sinusa mezglā. Ritma avota migrācija ir normāla parādība jauniem cilvēkiem, šīs pārmaiņas var būt saistītas ar paaugstinātu n.vagus tonusu, hormonālām izmaiņām u.c. [64; 107].



2.5.attēls. Ritma avota migrācija

Sinoatriāla blokāde. Sinoatriālas blokādes gadījumā impulss rodas sinusa mezglā, bet nenonāk apkārtējos audos. Galvenā pazīme ir normāls sinusa ritms ar normālu P viļņa morfoloģiju un asi, bet ar pauzēm, kurās nav P viļņa un tam sekojoša QRS kompleksa. P vilnis neparādās tur, kur tam vajadzētu būt, bet nākamais vilnis parādās tieši tur, kur tam jābūt, neizmainot ritmiskumu. Sinoatriālas blokādes cēlonis var būt pārmērīga n.vagus stimulācija, miokarda bojājumi, vājš sinusa mezgla impulss, antiaritmisko preparātu lietošana, toksisku faktoru iedarbība.

Sinusa ritma apstāšanās vai arests (skat. 2.6. attēlu). Šos terminus izmanto kā sinonīmus. Pauzi raksturo sinusa ritms, kam seko pauze ar iespējamu sinusa ritma atjaunošanos tā, kā atjaunotais QRS komplekss nesakrīt ar paredzēto sinusa ritma kompleksu pēc pauzes. Var būt situācija, kad pauzes laikā manifestē cits aizvietojošs ritms. Sinusa ritma apstāšanos saista ar impulsa veidošanās traucējumiem [8; 42].

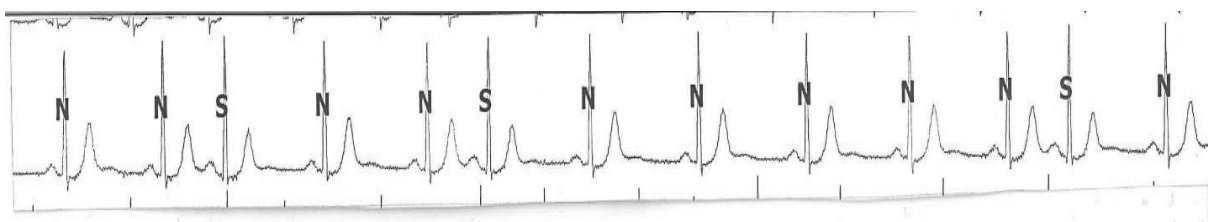


2.6. attēls. Sinusa ritma apstāšanās

Sinusa mezgla vājuma sindroms. Sinusa mezgla disfunkcijas pamatā ir automātisma traucējumi. Sinusa mezgls izstrādā neregulārus vai/un vājākus impulsus, kuru vadīšana pa priekškambariem ir apgrūtināta. Manifestē sinusa ritms ar mainīgu frekvenci, kuram raksturīgi, frekvences pieaugums, kuru nomaina frekvences samazināšanās. Atšķirībā no elpošanas aritmijas, šajā gadījumā ir raksturīga arī sirds nespēja regulēt frekvenci atbilstoši fiziskajai slodzei un nespēja nodrošināt pilnvērtīgu hemodinamiku. Bieži nepietiekami aktīva sinusa mezgla dēļ novēro supraventrikulāras aritmijas manifestāciju [8; 42].

Ātriju ritmi, aritmijas un blokādes

Ātriju ekstrasistoles (skat. 2.7. attēlu). Ārpus sinusa mezgla, ektopiskā centrā, priekškambaros, ātrāk veidojas impulss nekā sinusa mezglā. Tas parasti veidojās palielinātas priekškambaru elektriskās aktivitātes dēļ vai nomākta sinusa mezgla automātisma dēļ. Priekškambaru ekstrasistoļu impulsu var pārvadīt uz kambariem vai arī bloķēt. Ja priekškambaru ekstrasistole rodas uzreiz pēc QRS kompleksa, kad AV mezgls un Hisa kūlītis atrodas refraktārā fāzē, vai arī elektriskais impulss ir pārāk vājš, impulss uz kambariem netiek pārvadīts. Tad EKG redzams P vilnis ar tam nesejošu QRS kompleksu. Ja impulss tiek pārvadīts, vadīšana kambaros ir normāla, tāpēc ir šaurs QRS komplekss, aiz kura seko postekstrasistoliskā pauze, kura ir lielāka par sinusa ritma RR intervālu. Priekškambaru ekstrasistoles pacientiem, kuri neslimo ar sirds slimībām, prognostiski nav bīstamas. Pacientiem ar sirds slimībām tās var norādīt uz iespējamu nopietnu aritmiju manifestāciju. EKG galvenā pazīme ir priekšlaicīgs P vilnis ar mainītu konfigurāciju, salīdzinot ar sinusa ritma vizualizēto P vilni. Var būt izmainīts PR intervāls, tomēr tas ir 0,12 s garš. Pēc P viļņa formas var noteikt, no kuras vietas priekškambaros cēlies ektopiskais impulss. Priekškambaru ekstrasistoles pārtrauc normālu sinusa ritmu, un nākamais sinusa impulss var rasties nedaudz ātrāk. Priekškambaru ekstrasistole var būt viena, un tās var būt retas, bet var atkārtoties kā katrs otrais (bigimīnija), katrs trešais (trigimīnija), katrs ceturtais (kvadraginīmija) komplekss. Ja pastāv ilgstošs ekstrasistoļu ritmiskums, var būt paralēlā ritma avota manifestācija, kurš konkurē ar sinusa ritmu (parasistolija). Četras un vairākas priekškambaru ekstrasistoles pēc kārtas liecina par atriālu ritmu [8; 42; 65].



2.7. attēls. Priekškambaru ekstrasistoles

Priekškambaru ritms (ektopisks) un priekškambaru tahikardija (skat. 2.8. attēlu).

Par priekškambaru ritmu sauc ritmu, kas veidojās priekškambaros ārpus sinusa mezgla. Ja šāda ritma frekvence ir mazāka par 100 reizēm minūtē, to sauc par ektopisku vai atriālu ritmu, ja ir lielāka par 100 reizēm minūtē, to sauc par ektopisku vai atriālu tahikardiju. EKG to raksturo morfoloģiski mainīti, bet vienādi P viļņi un tam sekojošs šaurs QRS komplekss. Pēc P viļņa morfoloģijas var noteikt, kur atrodas ritma avots. Ja ritma avots atrodas priekškambaru augšējā trešdaļā, P zobs būs pozitīvs, bet morfoloģiski atšķirsies no sinusa

ritma P viļņa, ja atradīsies vidējā trešdaļā, P vilnis būs bifāzisks, sastāvēs no pozitīvās un negatīvās frakcijas. Savukārt izejošs no apakšējās trešdaļas P vilnis būs negatīvs.

Izšķir četrus atriālās tahikardijas tipus:

- labdabīga atriāla tahikardija, ko sastop veciem cilvēkiem. Tā ir paroksizmāla, ar priekškambaru frekvenci 80 - 140 reizes minūtē, pēkšņu sākumu un beigām, parasti ir īslaicīga;
- nepārtraukta atriāla tahikardija ir reta hroniska aritmija bērniem un jauniem cilvēkiem. Frekvence ir atkarīga no simpātiskās nervu sistēmas tonusa un parasti ir 100 - 160 reizes minūtē. To ir grūti atšķirt no sinusa tahikardijas, bet diagnostika ir ļoti svarīga, jo šis tahikardijas veids veicina tahikardītiskās dilatācijas kardiomiopātijas veidošanos;
- atriāla tahikardija ar pilnu AV blokādi, ir tipiska digoksīna toksiskā efekta gadījumā. Nevienš impulss no ātrijiem netiek pārvadīts uz kambariem. Kambaru ritms parasti ir regulārs, ar zemu frekvenci;
- multifokāla ātriju tahikardija rodas, ja priekškambaros ir vairāki palielināta automātisma perēkļi. Multifokālu ātriju tahikardiju raksturo vismaz trīs dažāda lieluma un formas P viļņi, ar dažādu frekvenci un dažāda garuma PQ intervāliem. Ja frekvence ir no 60 - 90 reizēm minūtē, to sauc par multifokālu ātriju ritmu, ja frekvence ir lielāka par 100 reizēm minūtē, to sauc par multifokālu ātriju tahikardiju. To var atšķirt pēc dažādas P zobu konfigurācijas [8; 11; 42; 65].



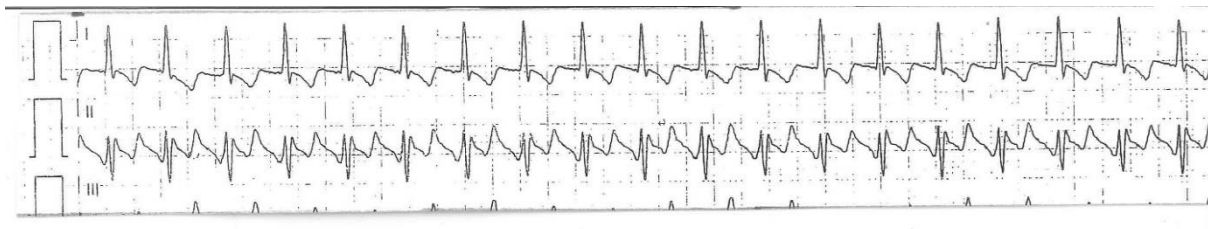
2.8. attēls. Ektopisks ritma avots

Ātriju undulācija (ĀU) ir ritms, kurš var būt gan regulārs, gan neregulārs. Šis ritms ir saistīts ar re-entry tipa papildus vadīšanas ceļiem. Ātriju undulācijai ir raksturīga ātriju frekvence no 200 līdz 400 reizēm minūtē, bet visbiežāk 300 reizes minūtē. Tas ir organizēts atriāls ritms ar raksturīgiem plandīšanās viļņiem (F viļņiem) EKG.

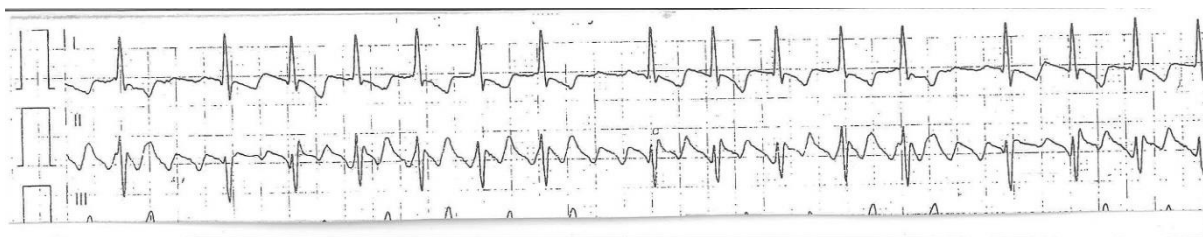
Izšķir divus undulācijas tipus:

- 1. tips ir sastopams biežāk, raksturīga impulsa cirkulācija labā priekškambarī ap trikuspidālo vārstuli,
- 2. tips ir sastopams reti, priekškambaru ritms var būt 350 - 400 reizes minūtē. Klasiskie F viļņi var būt mainīgi.

EKG pazīmes: F viļņi ir nepārtraukti, zāģveidīgi, izolīnu neredz, tie deformē ST segmentu un QRS kompleksu. Kambaru frekvence ir atkarīga no pārvades koeficienta, tendence uz tahikardiju. Priekškambaru un kambaru frekvences attiecības var būt regulāras ar nemainīgu pārvades koeficientu, tad sirdsdarbība ir ritmiska (*skat. 2.9 att.*), un neregulāras ar mainīgu pārvades koeficientu, tad sirdsdarbība ir neritmiska (*skat. 2.10 att.*). Visbiežāk ir sastopams regulārs pārvades koeficients 2:1. Ātriju undulācija ar pārvades koeficientu 1:1 ir iespējama tikai papildus AV ceļu gadījumā. QRS kompleksa morfoloģija parasti ir nemainīga [8; 64; 65].



2.9. attēls. Ātriju undulācija ar patstāvīgu pārvades koeficientu



2.10. attēls. Ātriju undulācija ar mainīgu pārvades koeficientu

Ātriju fibrilācija (ĀF) (*skat. 2.11 att.*). Ātriju fibrilācija ir supraventrikulārs ritms, ko raksturo nekoordinēta priekškambaru aktivācija, priekškambaru mehāniskās funkcijas zudums un neregulārs kambaru ritms. Tā ir aritmija, kas korelē ar vecumu un sirds bojājuma pakāpi, vairums gadījumu to var izskaidrot ar strukturālām pārmaiņām priekškambaros un priekškambaru iestiepumu. Vairāk ir saistāma ar sirds mazspēju, bet būtiska ir tās saistība ar išēmisku miokarda bojājumu.

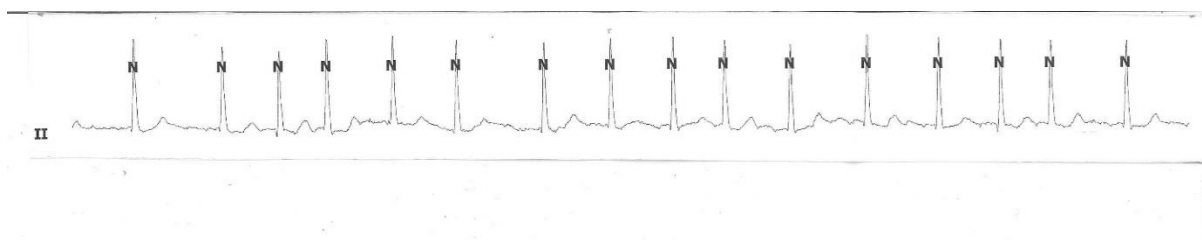
ĀF var būt patstāvīga vai paroksizmāla sirdsdarbības forma. Klīniski tā sešas reizes palielina insulta risku un divas reizes kopējo mirstības risku.

Klīniski ĀF iedala vairākos tipos:

- pirmreizēja ĀF — pirmo reizi fiksēta dokumentāli jeb klīniski pierādīta ĀF epizode (neatkarīgi no aritmijas ilguma un tās izraisīto simptomu esības vai neesības);
- paroksizmāla ĀF — epizode, kas spontāni vai ar iejaukšanos pāriet ne vēlāk kā pēc septiņām dienām;
- persistējoša ĀF — epizode ilgst vairāk nekā septiņas dienas, ieskaitot epizodes, kas beidzas ar medikamentozo kardioversiju vai elektrokardioversiju;

- ilgstoši persistējoša ĀF — epizode, kas ilgst > 1 gadu, kad ir nolemts vēl lietot ritma kontroles stratēģiju;
- permanenta (pastāvīga) ĀF — tiek definēta kā ĀF, kad pacients un ārsts nolēmuši vairs nekupēt lēkmi un tiek lietota frekvences kontroles stratēģija.

ĀF patoģenēzē nozīme ir mijiedarbībai starp ātras darbības ekstopiskiem perēkļiem, kas spēj uzturēt aritmiju. Vairumā gadījumu priekškambaros novēro strukturālas pārmaiņas, fibrozi vai taukainu infiltrāciju, reakciju uz iekaisuma vai deģeneratīviem procesiem. Šīs pārmaiņas ir pamatā procesam, kad priekškambaru audos saīsinās darbības potenciāls, refraktārais periods un palēninās vadīšana, nodrošinot daudzu mazu, haotisku re-entry veidošanos. EKG nav diferencējami P viļņi, un izolīnijas vietā ātri oscilācijas vai fibrillācijas f (apzīmē ar mazo f) viļņi, kam ir mainīga forma, lielums un frekvence 400 - 600 reizes minūtē. Atkarībā no atrioventrikulāra mezgla vadīšanas var būt tahisistolija, normosistolija vai bradisistolija [8; 64; 65].



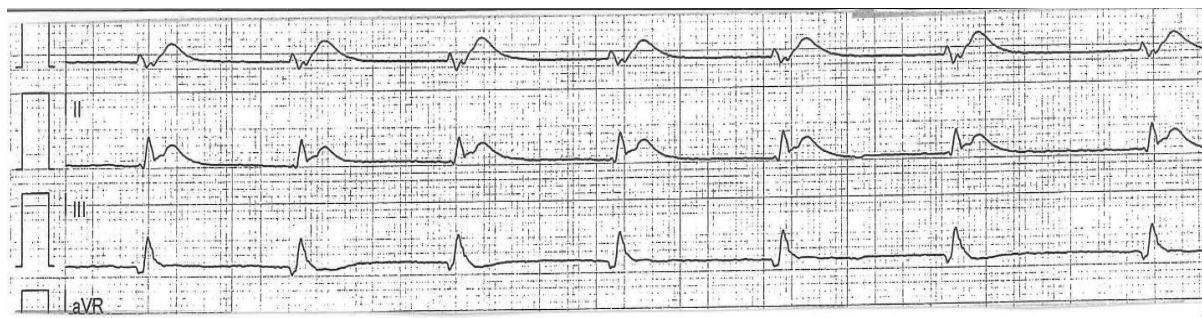
2.11. attēls. Ātriju fibrilācija

Atrioventrikulārā (AV) mezgla ritms (skat. 2.12. attēlu). AV mezgla ritms var rasties gan pēc AV mezgla ekstrasistolēm, gan arī pēc AV mezgla vēlīniem kompleksiem. Pēc vēlīnā kompleksa ritms parasti ir ar frekvenci 40 - 60 reizes minūtē. Tas parasti notiek tad, kad sinusa mezgla impulsu izstrāde ir kavēta. EKG šādā gadījumā redz regulāru, šauru QRS kompleksu ritmu, kur pirms QRS kompleksa nav P viļņa ar normālu PQ intervālu. Pēc AV mezgla priekšlaicīga kompleksa biežāk novēro paātrinātu AV mezgla ritmu ar frekvenci 60 - 100 reizes minūtē.

AV ritms var manifestēties: nepietiekamas sinusa mezgla aktivitātes gadījumā; pastiprinātas atrioventrikulāra mezgla aktivitātes gadījumā; papildus atrioventrikulāro ceļu gadījumā, kas rada impulsa cirkulācijas iespēju.

Tas izpaužas kā AV mezgla vēlīnie, aizvietojošie kompleksi, AV mezgla priekšlaicīgie kompleksi, AV nodālā atgriezeniskā tahikardija un AV atgriezeniskā reciprokālā tahikardija. Tipiskā AV mezgla frekvence ir 40 - 60 reizes minūtē, bet tā var būt arī lielāka. Atkarībā no vietas, kur AV mezglā rodas impulss, P vilnis var uzslāņoties QRS kompleksam, atrasties aiz tā, vai retos gadījumos, atrasties īsi pirms QRS kompleksa. Visos gadījumos P vilnis ir negatīvs.

Normāli impulss rodas sinusa mezglā, neļaujot impulsam izstrādāties AV mezglā. AV mezgla ritms var manifestēties kā kompensatorisks mehānisms gadījumā, kad traucēta sinusa mezgla darbība. Būtībā AV mezgla darbība nepieļauj ilgstošu kambaru pauzi. Vēlīno AV mezglu raksturo pagarināts intervāls pēc sinusa impulsa, kas atbilst AV mezgla darbības frekvencei 40 - 60 reizes minūtē. Pēc vēlīna AV mezgla kompleksa nenovēro pilnu kompensatorisko pauzi. Reizēm tie ir vairāki, cits aiz cita sekojoši, kompleksi. Četrus un vairāk, citu aiz cita sekojošus kompleksus dēvē par aizvietojošu AV ritmu [8; 64; 65].



2.12. attēls. Atrioventrikulārā mezgla ritms

Atrioventrikulārā mezgla priekšlaicīgi kompleksi, ekstrasistoles

AV mezgla impulss var rasties priekšlaicīgi un var tikt pārvadīts uz kambariem, tai pašā laikā, retrogrādi uzbudinot priekškambarus. EKG impulss parādās kā šaurs QRS komplekss, kuram atkarībā no impulsa rašanās vietas AV mezglā var būt negatīvs P vilnis pirms QRS kompleksa, šajā gadījumā EKG AV mezgla ritms nav atdiferencējams no ektopiska ritma, izejoša no priekškambaru apakšējās trešdaļas. P vilnis var uzslāņoties QRS kompleksam vai atrasties aiz tā. Priekšlaicīgam AV mezgla kompleksam neseko pilna kompensatoriskā pauze, bet gadījumos, kad retrogrāda atriālais vilnis depolarizē arī sinusa mezglu, novēro pilnu kompensatorisko pauzi. Vienam šādam kompleksam var sekot vairāki, radot paātrinātu AV savienojuma ritmu.

Fokāla AV savienojuma tahikardija. Šīs aritmijas etioloģija nav skaidra, bet tā parasti rodas AV mezglā vai Hisa kūlītī. Aritmijai raksturīga frekvence 110 - 259 reizes minūtē, šaurs QRS komplekss. Bieži novēro AV disociāciju un periodiski var novērot retrogrādu vadīšanu. Šī ir īsu PQ intervālu tahikardija.

Neparoksismāla AV mezgla tahikardija. Neparoksismālas AV tahikardijas gadījumā AV mezgls ir galvenais ritma avots. Tahikardija nav paroksizmāla, tā sākas un izzūd pakāpeniski, bieži norāda uz nopietniem sinusa mezgla darbības traucējumiem. Frekvence visbiežāk ir 70 - 100 reizes minūtē. Šāda tahikardija darbojas kā kompensatorisks mehānisms.

AV nodālā atgriezeniskā tahikardija. Tahikardijas attīstība un izplatība jeb substrāts ir atrioventrikulārais mezgls. Praksē daudz lieto AVNRT abreviatūru ar atšifrējumu: "atrioventrikulārā nodālā atgriezeniskā tahikardija", kas pietiekami skaidri nosauc gan tahikardijas vietu, gan mehānismu. AVNRT ir visbiežāk sastopamais supraventrikulārās tahikardijas veids. Tā vairāk raksturīga sievietēm, sūdzības ir tipiskas: sirdsklauves, nespēks, pulsācija jeb kamols kaklā. Tahikardijas frekvence var būt no 140 līdz 250 sitieniem minūtē.

AVNRT mehānisms ir sarežģīts. Tahikardija var būt gan kompaktajā AV mezgla daļā, gan tam piegulošajos perinodālajos audos. Svarīgākais AVNRT mehānismā ir divu AV mezgla pieejas ceļu – ātrā un lēnā ceļa mijiedarbība. Tahikardija ir tipiska atgriezeniskā paroksizmālā tahikardija ar impulsa rotāciju.

Galvenais:

- AV mezgla vadīšanas sistēma un papildu vadīšanas ceļi ir pavisam atšķirīgas struktūras,
- AV mezglā visi vadīšanas sistēmas elementi ir lokalizēti cieši blakus, tapēc radikālas ārstēšanas iespējas, izmantojot katetrablāciju, var būt saistītas ar atrioventrikulāras blokādes radīšanu.

Standartgadījumā impulsi nonāk AV mezglā pa visām tā struktūrām vienlaikus un normas variantā abu (ātrā un lēnā) ceļu mijiedarbība cilvēku netraucē. Taču, ja starp šiem ceļiem trūkst līdzsvara, priekškambaru ekstrasistole vai kāds cits kairinātājs var sekot cieši aiz jau AV struktūrās iegājušā impulsa. Ātrais ceļš savu impulsu jau būs izvadījis, un tajā iestāsies ilgs refraktārais periods. Lēnais ceļš savu impulsu arī būs izvadījis, taču klāt pienākošo varēs izvadīt, jo refraktārais periods ir īss un šūna ir ātri gatava darbam. Impulss atdūries pret refraktāro ātro ceļu, atkārtoti ieiet lēnajā un no otras puses (retrogrādiski) iziet cauri ātrajam ceļam. Sākas rotācija pa apli, kura arī ir atgriezeniskā mehānisma pamatā [14].

Atrioventrikulārā reciprokalā tahikardija. Ir ekstranodāla, kuras substrāts ir papildu vadīšanas ceļš/ceļi, kas savieno ātrijus ar ventrikuliem. EKG to atpazīst kā WPW, jeb Volfa – Pārkinsona - Vaita sindromu (*Wolf-Parkinson-White syndrome, WPW*).

Elektrokardiogrammā redzams :

- delta vilnis pirms QRS kompleksa,
- QRS komplekss ir deformēts un platāks par 120 ms,
- saīsināts PQ intervāls,
- pacientam ir aritmija, biežāk paroksizmāla supraventrikulārā tahikardija [14].

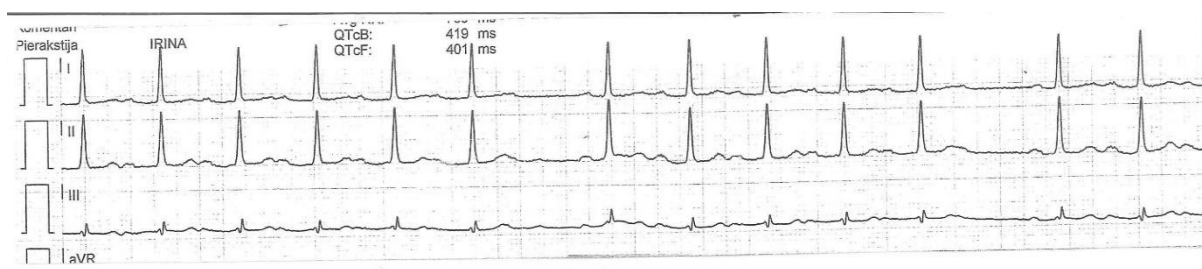
Atrioventrikulārās vadīšanas traucējumi. Atrioventrikulārā vadīšana var būt paaugstināta, kavēta vai pārtraukta. Cēlonis biežāk ir vadīšanas traucējumi AV mezglā un to

sauc par atrioventrikulāru blokādi. AV blokādi klasificē atkarībā no tā, vai aiz katra P viļņa seko QRS komplekss un cik ātri seko.

- I pakāpes AV blokādei raksturīgi, kad aiz katra P viļņa pietiekami ātri seko QRS komplekss, tikai palēninātas atrioventrikulārās vadīšanas dēļ PQ intervāls ir garāks par 0,12 sekundēm. Šī blokāde parasti veidojās AV mezglā. Šīs pakāpes blokāde var būt normas variants vagotomijas un bradikardijas gadījumā, var rasties arī dažu medikamentu iespaidā. Šī blokāde nerada simptomus un būtiski neietekmē sirds funkciju, bet var progresēt un pāriet II pakāpes AV blokādē.
- II pakāpes AV blokādei raksturīgi, ka daži impulsi tiek pārvadīti, bet citi nē, tie tiek bloķēti AV mezglā. EKG ne visiem P viļņiem seko QRS komplekss.

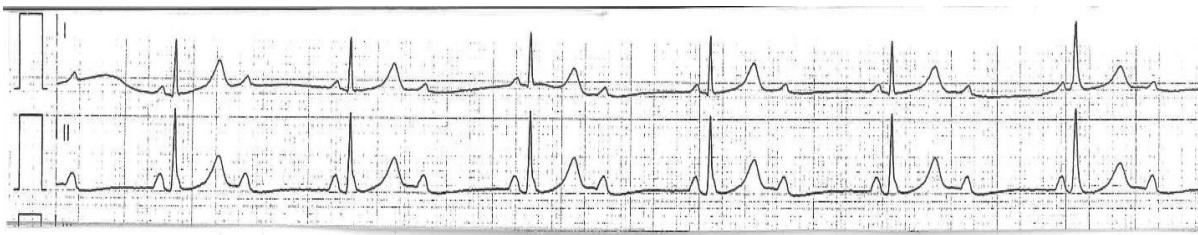
Izšķir divus II pakāpes AV blokādes tipus.

- II pakāpes AV blokādes 1 tipam (Mobitz I) (*skat. 2.13. attēlu*) raksturīga progresējoša PQ intervāla pagarināšanās un RR intervāla saīsināšanās, līdz P vilnis ir bloķēts, un tam neseko QRS komplekss. Šis AV blokādes tips ir diezgan nekaitīgs ar nosacījumu, ka nerada simptomātisku bradikardiju.
- II pakāpes AV blokādes 2 tipam (Mobitz II) (*skat 2.14. attēlu*) ir raksturīgs regulārs sinusa ritms ar intermitējoši nepārvadītiem QRS kompleksi. Ne visiem P viļņiem seko QRS kompleksi, PQ intervāls saglabājas konstants. Šī blokāde saistīta ar izteiktiem vadīšanas traucējumiem, prognostiski šī blokāde ir daudz bīstamāka par Mobitz I, jo rodas liels risks, ka varētu pāriet III pakāpes AV blokādē.



2.13. attēls. II pakāpes 1 tipa atrioventrikulārā blokāde

II pakāpes 2 tipa AV blokādei var būt gan mainīgs pārvades koeficients, kad pārvade ir neregulāra, līdz ar to pārvadītie QRS kompleksi ir neregulāri. Var būt nemainīgs pārvades koeficients, kad sistēmiski rodas nepārvadīti QRS kompleksi (katrs trešais, katrs ceturtais u.t.t.) līdz ar to ritms ir regulārs.



2.14. attēls. II pakāpes 2 tipa atrioventrikulārā blokāde ar pārvades koeficientu 2:1

Atsevišķi izdala II pakāpes AV blokādi ar pārvades koeficientu 2:1, kurai nav iespējams noteikt, vai tās pamatā ir Mobitz I vai Mobitz II.

- III pakāpes atrioventrikulāro blokādi (skat. 2.15. attēlu) raksturo pilns bloks, kur neviens impulss no priekškambariem netiek pārvadīts uz kambariem. Priekškambari darbojas savā ritmā, parasti ar normālu vai lielu frekvenci, bet kambari savā ritmā, kuriem ritma avots var būt AV mezgls, vai distālāk esošie centri. Priekškambaru ritms var būt sinusa mezgla ritms, ātriju fibrilācija, ātriju plandīšanās, ātriju tahikardija. III pakāpes AV blokādi ar priekškambaru fibrilāciju dēvē par Frederika sindromu [8; 14; 64; 65].



2.15. attēls. III pakāpes atrioventrikulārā blokāde

Uzbudinājuma izplatīšanās kambaros

Normāli impulss sāk izplatīties galvenokārt no kambaru starpsienas kreisās puses vidējiem segmentiem un virzās uz labo pusi. Tāpēc normāli rodas iniciālais vektors, kas vērsts pa labi un uz priekšu un veido QRS novirzi EKG (mazu q kreisajos novadījumos un mazu r labajos krūšu novadījumos). Mazie q zobi kreisajos novadījumos ir mazāki par 0,2 mV, vai ir ne lielāki par 25% no R zoba amplitūdas, un ir šaurāki par 0,03 s. Pēc tam impulss izplatās uz abu kambaru galotnes endokardu un brīvajām sienām. Tā kā kreisā kambara spēks ir daudz lielāks par labā kambara spēku, dominējošais vektors pa kreisi, uz leju un mugurpusi, šāda elektrisko spēku gaita rada lielus S zobus labajos novadījumos un lielus R kreisajos novadījumos. R zobs pakāpeniski palielinās no V₁ līdz V₅, bet S zobs pakāpeniski samazinās. QRS komplekss pakāpeniski mainās no negatīvā V₁-V₂ uz pozitīvo V₅-V₆. Vienāds R zobs ar sS zobu ir V₃-V₄, ko sauc par pārejas zonu. V₆ R zobs ir mazāks nekā V₅.

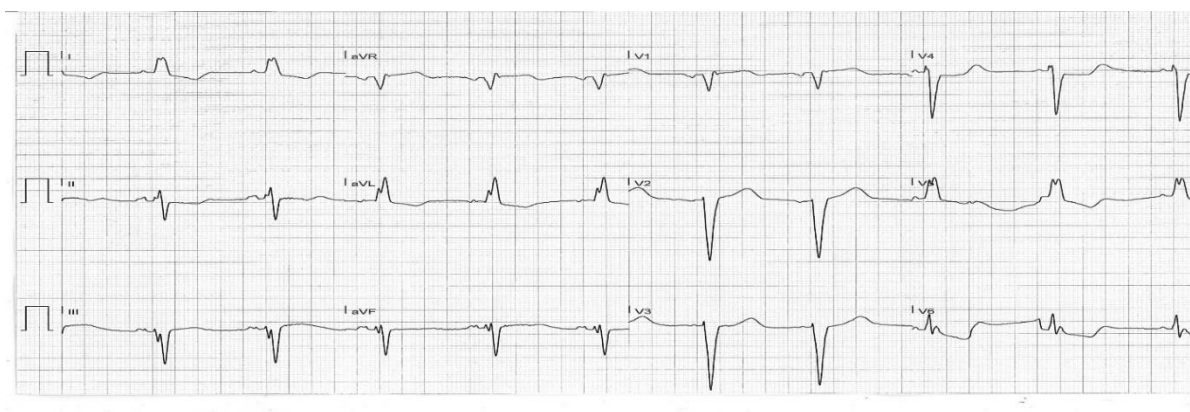
Kambaru uzbudinājuma izplatīšanās traucējumi

Intraventrikulāras vadīšanas traucējumus raksturo plats QRS komplekss, tā platums pārsniedz 0,12 s. Ir iespējamās pilnas un daļējas Hisa kūlīša galveno zaru blokādes. Šajā gadījumā mainās QRS kompleksa morfoloģija, tas kļūst sazobots, ievērojami novirzās sirds elektriskā ass.

Iespējamie intraventrikulāro bloku varianti:

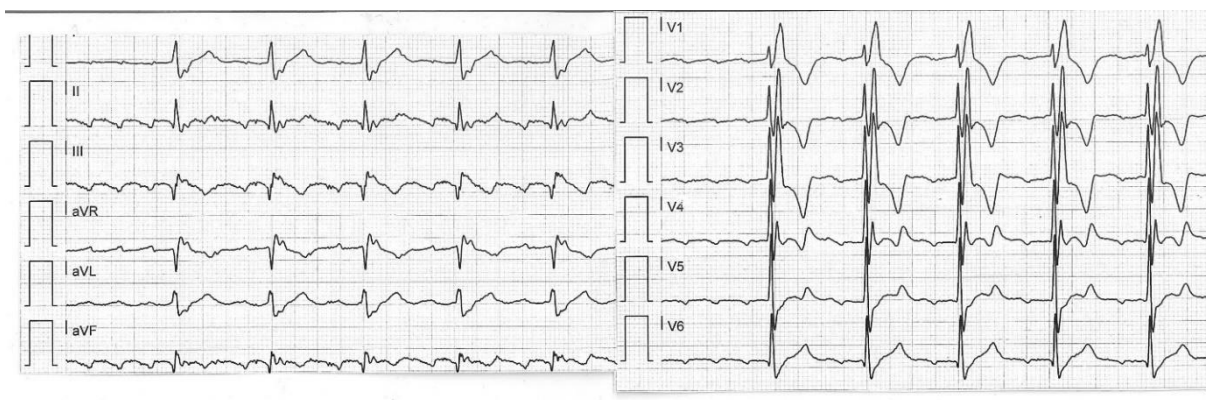
- pilnas Hisa kūlīša zaru blokādes (pilna labā zara blokāde, pilna kreisā zara blokāde);
- daļējas Hisa kūlīša zaru blokādes (kreisā priekšējā zara blokāde, kreisā mugurējā zara blokāde, daļēja labā zara blokāde, nespecifiski intraventrikulāri vadīšanas traucējumi).

Pilna kreiso zaru blokāde (skat. 2.16. attēlu). Kreiso zaru blokādes gadījumā starpsienas kreiso pusi aktivē impulss, kas nāk no Hisa kūlīša labā zara. EKG QRS ir plats, sazarots, ar platu R zobu kreisajos novadījumos un platu S zobu V₁-V₃. Platums lielāks par 0,12 s. Nav Q zobu I novadījumā un V₅-V₆. ST segments ir vērsts pretēji QRS kompleksa terminālajai daļai. V₁-V₂ novadījumā kambaru kompleksam QS vai S forma [8; 9; 11].



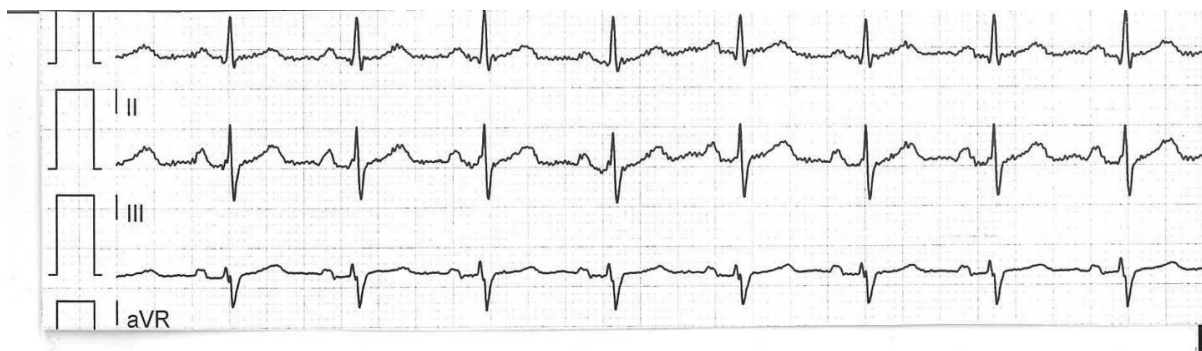
2.16. attēls. Pilna kreisā zara blokāde

Pilna labā zara blokāde (skat. 2.17. attēlu). Hisa kūlīša labā zara blokādes gadījumā impulss nāk no kreisās puses un izplatās pa labi, tāpēc terminālie elektriskie spēki vērsti uz priekšu un pa labi, radot otru papildus R zaru V₁-V₂, un paplašinātu, sazarotu, deformētu S zobu kreisajos novadījumos. RSR₁ kompleksam un S zobam I un V₆ novadījumā var būt daudz dažādu variantu. ST segmenta un T viļņa vektori vērsti pretēji QRS kompleksa terminālajai daļai. EKG QRS ir plats, lielāks par 0,12 s. Veidojas RSR tipa komplekss labajos novadījumos, plats sazarots S, I, V₅-V₆ novadījumos. Rodas sekundāras ST segmenta un T viļņa pārmaiņas krūšu novadījumos, lejupejoša ST segmenta depresija ar izliekumu uz augšu un asimetrisku T viļņa inversiju [8; 9; 11].



2.17. attēls. Pilna labā zara blokāde

Kreisā priekšējā zara blokāde (skat. 2.18. attēlu). Kreisā priekšējā zara blokādes gadījumā, pateicoties mugurējam zaram, sākuma depolarizācija ir vērsta uz leju, uz mugurpusi un pa labi, ir aizkavēta kreisā kambara priekšējās un laterālās sienas depolarizācija, tā ir vērsta pa kreisi un uz augšu, tāpēc kreisie un augšējie kreisā kambara brīvās sienas terminālie spēki izteiktāki. Kreisā priekšējā zara blokādes kritēriji ir: QRS ass - 30 līdz - 90 ($SII < SIII$), rS komplekss II; III; aVF, q zobs aVL, qR vai tikai R komplekss I novadījumā. Normāls vai nedaudz paplašināts QRS komplekss (0,08- 0,11 s). Reizēm sastopami dziļi S zobi kreisajos novadījumos. Raksturīgais q vilnis II, III un aVF novadījumā apgrūtina perēkļu pārmaiņu diagnostiku apakšējā sienā, tāpēc, ja kreisā priekšējā zara blokādes gadījumā II, III un aVF novadījumos parādās negatīvs T zobs, tas jātraktē kā miokarda išēmija vai pat miokarda infarkts [8; 9; 11].



2.18. attēls. Kreisā priekšējā zara blokāde

Kreisā mugurējā zara blokāde. Ņemot vērā sirds apasiņošanu un elektrisko impulsu vadīšanas īpatnības, kreisā mugurējā zara blokāde ir ļoti reta, un tās diagnostika nav pietiekami specifiska, galvenā nozīme jāpiešķir pārmaiņu novērtēšanai dinamikā. Raksturīga kreisā mugurējā zara blokādes elektriskās ass novirze pa labi. EKG izmanto šādus kritērijus: ass novirze pa labi + 100 līdz +180, S I un Q III tipa kompleksi, rS tipa kompleksi I, aVF un

qR tipa II, III un aVF novadījumā. Normāls vai nedaudz paplašināts QRS komplekss (0,08 līdz 0,11 s). Nav citu dekstrogrammas cēloņu (labā kambara hipertrofija) [8; 9; 11; 107].

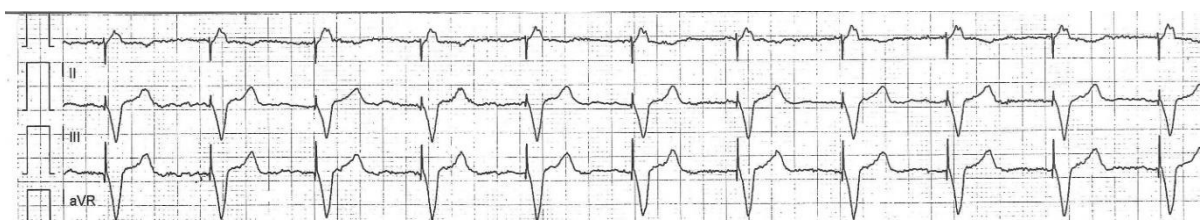
Nespecifiski intraventrikulāras vadīšanas traucējumi. Pie nespecifiskiem intraventrikulārās vadīšanas traucējumiem ir neliela QRS kompleksa deformācija, kas pārāk nepaplašina un nemaina kompleksa morfoloģiju. Šai deformācijai jābūt 2 - 3 blakus esošajos novadījumos. Cēlonis ir distālajos vadīšanas ceļu blokos [8; 9; 11; 107].

Divzaru (bifascikulāra) un trīszaru (trifascikulāra) blokāde. Tā kā vadīšanas sistēmā ir trīs zari, ir iespējami trīs divzaru blokāžu veidi: kreisā priekšējā un kreisā mugurējā zara blokāde, labā zara un kreisā priekšējā zara blokāde, labā zara un kreisā mugurējā zara blokāde.

Kreisā priekšējā un kreisā mugurējā zara blokāde tiek saukta par pilnu kreisā zara blokādi. Praksē biežāk sastopamas ir labā zara un kreisā priekšējā zara blokāžu kombinācijas. Šajā gadījumā summējas labā zara blokādes EKG pazīmes un kreisā priekšējā zara blokādes EKG pazīmes. Labā zara blokāde un kreisā mugurējā zara blokāde ir sastopama ļoti reti, bieži tā ir nestabila un pāriet trīszaru blokādē. Šajā gadījumā galvenais kritērijs ir sirds ass novirze pa labi +120 un vairāk, bet būtībā pazīmes nav specifiskas [8; 9; 11; 107].

Trīszaru (trifascikulāra blokāde). Trīszaru blokādes gadījumā ir skarti visi trīs zari, tā ir zema pilna AV blokāde. Atšķirībā no augstas AV blokādes raksturīgs ļoti plats > 0,12 s. QRS komplekss un izteikta bradikardija < 35 reizēm minūtē.

Elektrokardiostimulācija. Elektrokardiostimulatori ir ļoti daudzveidīgi un praksē tos plaši izmanto. Stimulatora esamību EKG konstatē pēc tā asā, mākslīgā impulsa radītā artefakta, kam seko P vilnis, ja stimulē priekškambarus, un QRS komplekss, ja stimulē kambarus. EKG izmanto elektrokardiostimulatoru darbības traucējumu diagnostikā (*skat. 2.19. attēlu*) [8; 11].



2.19. attēls. Elektrokardiostimulators

Ventrikulārs ritms (VR)

Ventrikulāras (kambaru) izcelsmes aritmijas gadījumā ritma avots atrodas distāli no AV mezgla, Hisa kūlīša zaros, Purkinjē šķiedrās vai kambaru muskulatūrā. Parasti impulss tiek pārvadīts no šūnas uz šūnu, tāpēc QRS komplekss ir plats un sazarots. Pēc šādiem kompleksiem ir izmainīts ST segments un T vilnis. Ventrikulāri kompleksi var rasties

atsevišķu kompleksu veidā, vai radot ventrikulāru ritmu. Atkarībā no frekvences ventrikulārs ritms var būt lēns 15 - 50 reizes minūtē, paātrināts 50 - 100 reizes minūtē, vai ventrikulāras tahikardijas veidā >100 reizēm minūtē. Kambaru iekšējais automātisms nosaka frekvenci 15 - 50 reizes minūtē, ja šāds ritms rodas, kā aizvietojošs, tāpēc, kad ātrijs nespēj nodrošināt supraventrikulāru ritmu, tas ir svarīgs dzīvību uzturošs mehānisms, bet ātrie ventrikulārie ritmi, kas nomāc supraventrikulārus ritmus ir prognostiski ļoti nelabvēlīgi un dzīvībai bīstami.

Ventrikulāras ekstrasistoles (VES). (skat. 2.20. attēlu). Ventrikulāras ekstrasistoles norāda uz ektopiskā ritma aktivitāti, kas spēj radīt impulsu ātrāk par sekojošo normālo sinusa mezgla radīto impulsu. Ventrikulāru ekstrasistoļu galvenais cēlonis ir kambaru miokarda palielināts automātisms, retāk re-entry tipa cirkulācija. Praktiski veseliem cilvēkiem arī diezgan bieži novēro ventrikulāras ekstrasistoles, šajā gadījumā prognoze ir nosacīti laba. Īpaša uzmanība jāpievērš ventrikulāriem dupletiem un tripletiem, kas var liecināt par augstu ventrikulāras tahikardijas risku. Ventrikulāru ekstrasistoļu gadījumā QRS komplekss ir plats > 0,12 s, deformēts, un tā forma ir atkarīga no impulsa rašanās vietas kambaros. Ja EKG reģistrējās pēc formas vienādas ekstrasistoles, tās sauc par monomorfām ventrikulārām ekstrasistolēm, ja dažādas, tās sauc par polimorfām ventrikulārām ekstrasistolēm. Ja ekstrasistolēm ir vienāds preekstrasistoliskais intervāls (intervāls starp blakus esošo sinusa kompleksu un VES), tās dēvē par monotopām ventrikulārām ekstrasistolēm, ja preekstrasistoliskais intervāls ir mainīgs, tās ir politopas ventrikulāras ekstrasistoles. Sinusa bradikardijas gadījumā var novērot ventrikulāru ekstrasistoli, kas atrodas vidū starp normāliem sinusa kompleksi, nemainot sinusa ritmu, tādu dēvē par interpolētu ventrikulāru ekstrasistoli. Ventrikulārām ekstrasistolēm parasti seko kompensatoriskā pauze - attālums starp ventrikulāru ekstrasistoli un nākamo sinusa ritma kompleksu.

Pastāv salīdzinošs ekstrasistoļu iedalījums pēc biežuma: retas ekstrasistoles līdz 5 minūtē; vidēji biežas ekstrasistoles 6 – 15 ekstrasistoles minūtē; biežas ekstrasistoles, vairāk par 15 ekstrasistolēm minūtē.

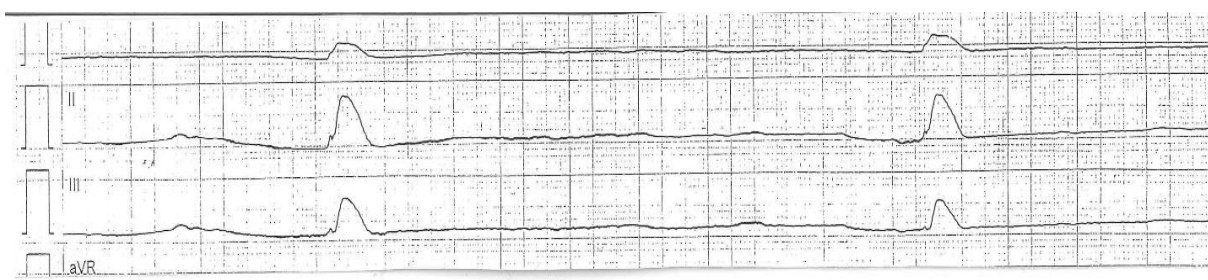
Ventrikulāras ekstrasistoles var būt bigimīnijas tipa, kad katrs otrais komplekss ir ekstrasistole, trigimīnijas tipa, kad katrs trešais komplekss ir ekstrasistole, kvadriginēmijas tipa, kad katrs ceturtais komplekss ir ventrikulāra ekstrasistole, u.t.t. [8; 11; 107].



2.20. attēls. Ventrikulāras ekstrasistoles

Aizvietojošie ventrikulārie kompleksi. Ja sinusa mezgls neizstrādā normālu impulsu, kambaros var rasties aizvietojošs impulss un vēlīns kambaru tipa komplekss. Pirms šī kompleksa RR intervāls ir garāks nekā sinusa ritms. Ja, četri šādi kompleksi seko cits aiz cita, to sauc par aizvietojošu idioventrikulāru ritmu. QRS kompleksa konfigurācija ir tāda pati kā kambaru ekstrasistolu gadījumā.

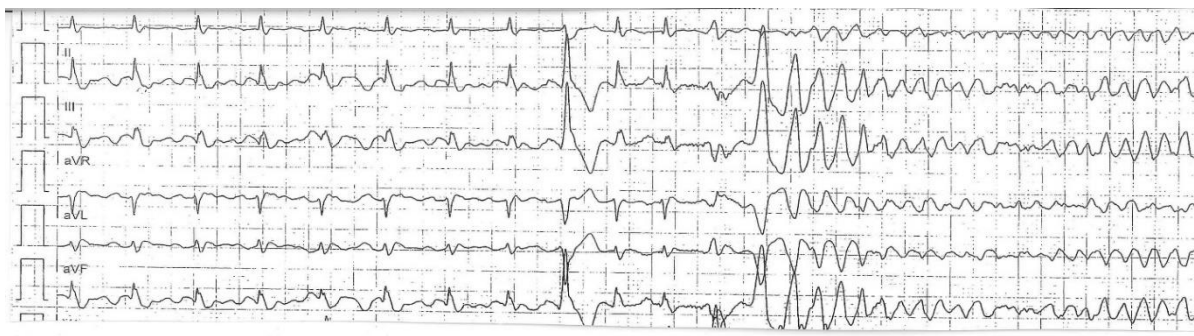
Idioventrikulārs ritms (skat. 2.21. attēlu). Kambari fizioloģiski spēj ģenerēt impulsus, kuri var radīt ritmu, to sauc par idioventrikulāro ritmu. Normā to nomāc augstāko ritma devēju aktivitāte, ja tā radusies, tā vienmēr ir patoloģija. Parasti idioventrikulāra ritma frekvence ir 15 - 50 reizes minūtē. EKG pierakstā sirdsdarbība parasti ir regulāra, QRS kompleksi plati, sazaroti un līdzīgi, P viļņa nav.



2.21.attēls. **Idioventrikulārs ritms**

Ventrikulāra tahikardija (VT). Ventrikulāra tahikardija ir trīs un vairāku, ektopisko kompleksu virkne ar frekvenci, kas lielāka par 100 reizēm minūtē. To etioloģija galvenokārt saistīta ar no kambariem izejošu ektopisko centru aktivizāciju un re-entry tipa impulsa cirkulāciju. Pastāv vairāki ventrikulāras tahikardijas klasifikācijas veidi.

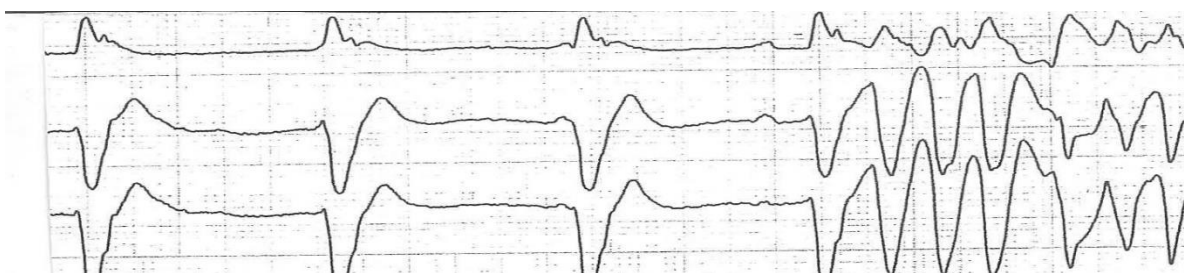
Klīniski nozīmīga klasifikācija: (1) pārejoša, īslaicīga, ilgst mazāk par 30 s., spontāni pāriet un nerada klīniskos simptomus; (2) ilgstoša, stabila, ilgst vairāk par 30 s., vai arī mazāk par 30 s., bet rada hemodinamikas traucējumus, kas nosaka neatliekamu tās pārtraukšanu. Pastāv vienkāršota ventrikulāras tahikardijas klasifikācija: pārejoša vai stabila tahikardija (monomorfa vai polimorfa); Hisa kūlīša atgriezeniskā ventrikulāra tahikardija; divvirzienu ventrikulāra tahikardija; Trosades de pointes ventrikulāra tahikardija (skat. 2.22. attēlu) [8; 11; 65].



2.22. attēls. Torsades de pointes ventrikulāra tahikardija

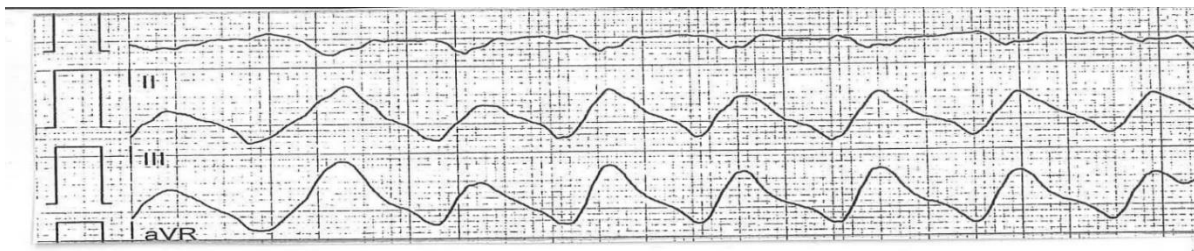
Monomorfai ventrikulārai tahikardijai, tiek uzskatīts, kad QRS kompleksi kopumā ir vienādas konfigurācijas, bet polimorfai ir nepārtrauktas QRS morfoloģijas pārmaiņas.

Raksturīgākās VT EKG pazīmes ir: plats, sazarots QRS komplekss $> 0,12$ s., QRS forma var būt nemainīga pie monomorfas VT un mainīga pie polimorfas VT, var būt regulārs mainīgums, ko sauc par Torsades de points VT frekvence > 100 reizēm minūtē, raksturīga QRS kompleksu konkordance krūšu novadījumos, tie visi ir vai nu pozitīvi vai negatīvi, var būt neatkarīga priekškambaru un kambaru aktivācija, AV disociācija (skat. 2.23. attēlu).



2.23. attēls. Idioventrikulārs ritms pārejošs ventrikulārā tahikardijā

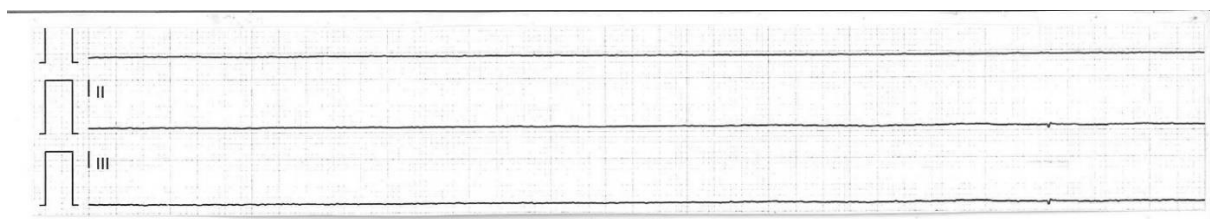
Ventrikulāra plandīšanās (VP) (skat. 2.24. attēlu). Ventrikulāra plandīšanās gadījumā ir ļoti ātrs, regulārs kambaru ritms, kas atgādina ventrikulāru tahikardiju. Parasti novēro lielas amplitūdas viļņus, kuros kopā ir saplūduši QRS komplekss, T vilnis un izolīnija. Ventrikulāra plandīšanās ir līdzīga arī ventrikulārai fibrilācijai, no kuras VP atšķiras ar nosacīti lieliem un vienādiem viļņiem. KT gadījumā frekvence ir 200 - 250 reizes minūtē [8; 65].



2.24. attēls. Ventrikulāra plandīšanās

Ventrikulāra fibrilācija (VF) ir haotisks kambaru ritms, ko rada neorganizēta sirds elektriskā aktivitāte bez sirds mehāniskās funkcijas. Tas ir viens no fatāliem sirds ritmiem. EKG ir redzami dažādas amplitūdas neregulāri, neidentificējami viļņi.

Asistolija (skat. 2.25. attēlu). Asistolija nozīmē pilnīgu sirds elektriskās aktivitātes un sistoles trūkumu. EKG visos novadījumos redzama taisna līnija. Nav redzams neviens EKG līknes elements. Pastāv, vēl agonāla vai mirstošas sirds ritma, apzīmējums, ko lieto, ja EKG pierakstā dominē taisnas līnijas, tiek reģistrēti atsevišķi, ļoti reti EKG elementi. QRS ir ļoti plati, deformēti, ar frekvenci, kas mazāka par 20 reizēm minūtē, un pakāpeniski pāriet asistolijā [8; 65].



2.25. attēls. Asistolija

2.4. Miokarda infarkts un elektrokardiogrāfija

Precīza un laicīga EKG analīze nosaka bojājuma lokalizāciju, plašumu un procesa ilgumu, kas ļauj izvēlēties vispiemērotāko ārstēšanas taktiku. Miokarda infarkts ir miocītu bojāeja ilgstošas išēmijas dēļ.

Miokarda infarkta diagnozi apstiprina tipiskā miokarda infarkta bioķīmiskā marķiera troponīna līmeņa paaugstināšanās un pakāpeniska samazināšanās vai kreatinīnkināzes MB frakcijas līmeņa paaugstināšanās un pakāpeniska samazināšanās, ja tā kombinējas vismaz ar vienu no šādām pazīmēm: išēmijas klīniskie simptomi, patoloģisku Q zobu veidošanās EKG, EKG pārmaiņas, kas norāda uz išēmiju vai bojājumu (ST segmenta pacēlums vai noslīdējums), koronāro artēriju intervence, akūta miokarda infarkta atradne patoloģiskā izmeklēšanā.

Miokarda infarktā ir iespējamās vairākas lokalizācijas: septālā, priekšējā, laterālā, apakšējā, mugurējā vai šo lokalizāciju kombinācijas. Miokarda infarkta gaitu iedala: akūts (pirmās 6 -7 dienas); dzīstošs (no 7 līdz 28 dienai); sadzījis, rētas (no 29 dienas).

Akūta koronārā sindroma (AKS) gadījumā svarīga ir agrīna diagnostika un pārmaiņu novērtēšana dinamikā, pēc kā pacientus iedala: (1) AKS ar ST segmenta pacēlumu; (2) AKS bez ST pacēluma, (3) AKS ar ST segmenta noslīdējumu un/vai T viļņa pārmaiņām.

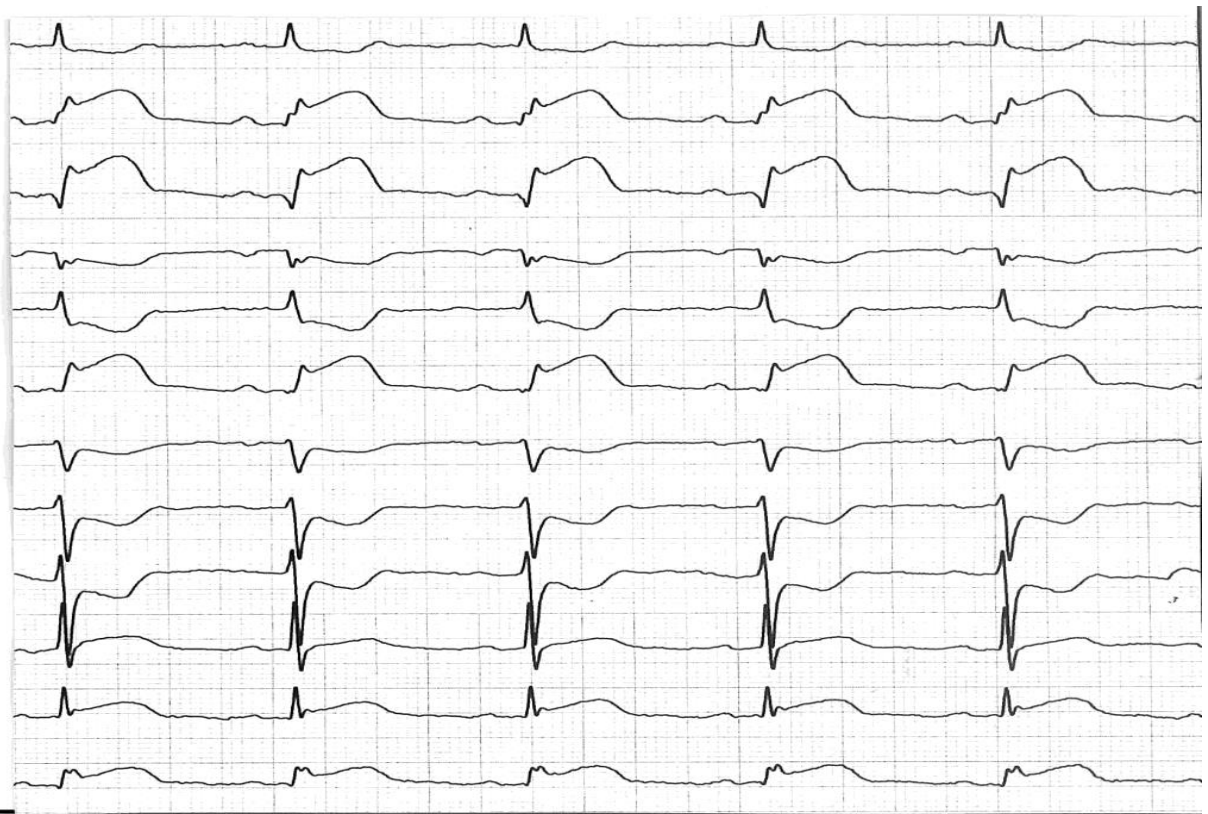
Miokarda infarktu parasti rada pēkšņa koronāro artēriju oklūzija, parasti tas skar enerģiskāk strādājošo kreiso kambari, retāk labo (parasti kombinācijā ar kreiso kambari). Atkarībā no koronārā asinsvada bojājuma lieluma tiek skarta lielāka vai mazāka miokarda zona [8; 11; 14; 42; 107].

EKG pārmaiņas miokarda infarkta gadījumā (skat. 2.26. attēlu). Koronārie T viļņi ir agrīna išēmijas pazīme, jo atspoguļo kālija atbrīvošanos no miocītiem, kas rada lokālu hiperkaliēmiju. T viļņi kļūst augsti, smaili, simetriski. Šīs pārmaiņas parasti ilgst īsu laiku un tām seko ST segmenta pārmaiņas.

ST segmenta pārmaiņas ir agrīna miokarda bojājuma pazīme. Bojājuma identifikācijas pazīme ir ST segmenta pacēlums divos vai vairākos blakus esošos novadījumos. Tomēr ir gadījumi, kad pacientam pierādīts miokarda infarkts, bet EKG ST segmenta pārmaiņas nenovēro. ST segmenta pacēlums var būt no tikko manāma <1 mm (standartnovadījumos) līdz ļoti ievērojamam >10 mm. Dažreiz QRS komplekss, ST segments un T vilnis var saplūst vienā morfoloģiskā novirzē, ko dēvē par R vilni vai *arcus morbus*. ST segmenta pacēlums dažu stundu laikā sāk mazināties, ja tas nenotiek, iespējams, veidojās aneirisma.

Aiz ST segmenta pārmaiņām seko QRS kompleksa pārmaiņas, samazinās R zobu un parādās patoloģiski Q zobu. Patoloģiski Q zobu ir galvenā miokarda nekrozes pazīme. Nekroze vai mirusī zona parasti lokalizējas tuvāk endokardam. Šī zona nerada un nepārvada elektriskos spēkus, šī zona darbojas kā logs, kurā „redzama” pretējās sienas elektriskā aktivitāte. Par patoloģisku tiek uzskatīts Q zobs, ja tas ir platāks par 0,03 s un dziļāks par 2 mm. Q viļņa amplitūdas palielināšanās ir mazāk specifisks kritērijs nekā, tā paplašināšanās.

Pēc īslaicīgiem koronāriem T viļņiem, paceļoties ST segmentam, T vilnis saplūst ar ST segmentu, bet vēlāk, ST segmentam nolaižoties, sākas T viļņa inversija, ar sākumā iespējamo divfāzisko formu, kas pamazām kļūst par negatīvu, simetrisku T vilni. T viļņa pārmaiņas rada segmentāra epikardiāla išēmija, kas aptver epikardiālā bojājuma zonu. ST segmenta pacēlums, līdz ar T viļņa inversiju, mazinās, bet aneirismas gadījumā saglabājas vienmēr. T viļņa inversija var saglabāties vairākus mēnešus, bet reizēm nemaz neizzūd, un, liecina par pārciestu miokarda infarktu.



2.26. attēls. Agrīnas miokarda infarkta pazīmes

Miokarda infarkta lokalizāciju iedala, pamatojoties uz sirds anatomiju, asinsrites īpatnībām un EKG 12 novadījumu novietojumu (skat.2.3.tabulu). Lokalizāciju precīzāk nosaka ST segmenta pacēlums nekā Q un T pārmaiņas. Diagnosticējot miokarda infarktu, ir svarīgi, lai pārmaiņas būtu divos blakusesošos novadījumos vai divos novadījumos no vienas novadījumu grupas [8; 9; 14; 42; 64].

2.3. tabula

EKG 12 novadījumi un miokarda infarkta lokalizācija

I Sānu	aVR -	V₁ Septālais (<i>priekšēji septālais</i>)	V₄ Priekšējais
II Apakšējais (<i>diafragmālais</i>)	aVL Augsts sānu	V₂ Septālais (<i>priekšēji septālais</i>)	V₅ Sānu
III Apakšējais (<i>diafragmālais</i>)	aVF Apakšējais (<i>diafragmālais</i>)	V₃ Priekšējais	V₆ Sānu

3. FUNKCIONĀLĀS DIAGNOSTIKAS METODES KARDIOLOĢIJĀ

3.1. Slodzes testēšana

Fiziskā slodze ir organisma fizioloģisks stressors, kas ir ideāls kritērijs sirds asinsvadu un elpošanas sistēmu adaptīvo un kompensatoro spēju izvērtēšanai. Slodzes testēšana var atklāt novirzes no normas sirds asinsvadu sistēmā, kas neizpaužas miera stāvoklī.

Testēšanā pielietojamo fizisko slodžu raksturojums

Atkarībā no muskuļu noslogojuma veida fiziskās slodzes laikā tās iedala:

- izometriskajās - muskuļu sasprindzinājums bez kustības izpildes (jeb muskuļa garuma izmaiņām). Šāda slodze pārsvarā paaugstina arteriālo spiedienu, radot spiediena slodzi sirdij. Sirds asinsvadu sistēmas atbildi uz izometriskajām slodzēm grūti standartizēt, tāpēc sirds asinsvadu sistēmas funkcionālajā diagnostikā izometriskās slodzes tiek pielietotas reti;
- izotoniskajās jeb dinamiskajās - slodzes ar muskuļa saraušanos un atslābšanu (jeb muskuļa garuma izmaiņām: saliekšana, atliekšana). Šāda veida slodze rada asins cirkulācijas pieaugumu, palielina tilpuma slodzi sirdij. Kardiovaskulārās sistēmas atbilde uz šādu slodzi ir proporcionāla slodzes intensitātei un slodzes izpildē iesaistīto muskuļu daudzumam un ir izvērtējama pēc daudziem parametriem [61].

Fiziskās slodzes fizioloģija

Fiziskās slodzes izpildes laikā notiek muskuļu darbs, kas palielina enerģijas un skābekļa patēriņu strādājošos muskuļos un palielina pieprasījumu pēc enerģijas un skābekļa. Fiziskās slodzes testu pamatā ir pārmaiņas sirds asinsvadu sistēmā, kas ir saistītas ar strādājošo muskuļu pieaugošo pieprasījumu pēc enerģijas un skābekļa piegādes [17]. Skābekļa piegādi strādājošiem muskuļiem nodrošina kardiovaskulārās, respiratorās, asins un nervu sistēmu kordinēta darbība. Skābeklis tiek iegūts no gaisa plaušās un ar asinīm transportēts uz visām šūnām, kurās tiek utilizēts. Enerģijas produkcijas gala produkts ogļskābā gāze ar cirkulējošām asinīm tiek transportēta uz plaušām un izvadīta no organisma ar izelpoto gaisu [61].

Organisma spējas veikt fizisko (muskuļu) darbu, izmantojot skābekli enerģijas sintēzei, sauc par aerobām darba spējām. Aerobās darba spējas ir atkarīgas no skeleta muskuļu daudzuma, to anatomiskām un funkcionālām īpatnībām, no skābekļa piegādē iesaistīto orgānu un orgānu sistēmu anatomiskām un morfoloģiskām īpatnībām un funkcionālām iespējām.

Cik daudz skābekļa muskuļu šķiedras izmanto, tik daudz atbrīvojas enerģija, tik lielu konkrēto fizisko darbu spēj veikt izmeklējamais. Viens no fiziskās slodzes testu mērķiem ir fizisko darba spēju izvērtēšana.

Fiziskās (aerobās) darbības var novērtēt, izmērot:

- padarīta ārējā darba daudzumu (vatos),
- skābekļa daudzumu, ko organisms patērē konkrētā darba izpildei.

Skābekļa piesaiste (VO_2) ir skābekļa daudzums, ko organisms izmanto šūnu vielmaiņā un enerģijas produkcijā noteiktā laika periodā (pieņemts – 1 minūtē). Maksimālā skābekļa piesaiste (VO_{2max}) ir lielākais skābekļa daudzums, ko organisms spēj patērēt laika vienībā intensīvas ilgstošas fiziskās slodzes laikā, kad tiek nodarbināta lielākā daļa muskuļu. VO_{2max} izsaka relatīvi kā piesaistītā skābekļa mililitrus uz kilogramu ķermeņa masas minūtē. Rekomendē izmantot indeksēto rādītāju, lai varētu salīdzināt izmeklējamās personas fiziskās darba spējas ar standartiem (normāliem lielumiem) vai starp indivīdiem un lai izslēgtu auguma un ķermeņa masas atšķirību ietekmi uz izvērtēšanas rezultātu. Skābekļa piesaisti fiziskās slodzes laikā izsaka metaboliskajos ekvivalentos (METS), salīdzinot to ar O_2 piesaisti miera stāvoklī. Ir pieņemts, ka 1 METS ir 3,5ml O_2 /kg/min, kas ir skābekļa daudzums, ko organisms patērē fiziskā miera stāvoklī [18; 19].

Maksimālā skābekļa piesaiste ($VO_2 max$) var būt noteikta:

- tiešā veidā – reģistrējot izelpojamā gaisa sastāvu dozētās fiziskās slodzes izpildes laikā. Veselam cilvēkam skābekļa piesaiste fiziskās slodzes laikā pieaug proporcionāli slodzes intensitātei (jaudai), sasniedzot noteiktu slodzes intensitātes līmeni. Kad skābekļa piesaistes ātruma pieaugums samazinās un sāk atpalikt no muskuļu darba pieauguma, šis skābekļa patēriņa līmenis atbilst izmeklējamā maksimālajam skābekļa piesaistei VO_{2max} . Metode ir balstīta uz tiešiem mērījumiem, kas tiek veikti pie maksimālās iespējamās slodzes izpildes un nav absolūti droša izmeklējamajam, jo ir saistīta ar sirds asinsvadu sistēmas maksimālo noslogojumu;
- netiešā veidā – pielietojot dažādas VO_{2max} aprēķināšanas metodes (ekstrapolācijas, prognozēšanas), balstītas uz pieņēmumu, ka starp izpildītā darba jaudu, organisma skābekļa patēriņa intensitāti un sirdsdarbības frekvenci ir cieša lineāra sakarība. Metode nav absolūti precīza, bet ir droša izmeklējamajam, jo balstās uz nelielo (submaksimālo) slodžu izpildi [18;19].

Maksimālā skābekļa piesaiste raksturo organisma skābekļa transporta sistēmas maksimālo jaudu un ir atkarīga no dzimuma, vecuma, fiziskās sagatavotības un veselības stāvokļa. Tā kā aerobās (ar skābekļa piesaisti) enerģijas produkcijas daļa ir galvenā organisma

enerģētiskajā maiņā, tieši aerobo spēju daudzums ir indivīda fiziskās veselības un dzīvotspējas galvenais kritērijs [61].

Pārmaiņas sirds un asinsvadu sistēmā saistībā ar fizisko slodzi

Fiziskā slodze palielina prasības sirds asinsvadu sistēmai. Strauji pieaug muskuļu pieprasījums pēc skābekļa. Aktivizējas vielmaiņa, tiek patērētas vairāk uzturvielas, palielinās gala produktu daudzums, paaugstinās strādājošo audu temperatūra. Sirds asinsvadu sistēmai jāapmierina pieaugošas ķermeņa prasības. Sirds kopā ar asinsvadiem (artēriju un vēnu tīklu) veido noslēgtu cirkulāru sistēmu, kas, pateicoties sirds kontrakcijām, izraisa nepārtrauktu asins plūsmu pa asinsvadiem, novirza un sadala tās dažādiem orgāniem un audiem. Rezultātā aktīvā muskulatūra atbilstoši pieaugošām metaboliskām prasībām tiek apgādāta ar asinīm un tiek nodrošināta adekvāta smadzeņu un koronārā asinsrite [61].

Sirds un asinsvadu sistēmas funkcijas slodzes laikā ir: (1) skābekļa un uzturvielu piegāde strādājošiem muskuļiem; (2) vielmaiņas starpproduktu (pienskābe) un gala produktu transports no strādājošiem muskuļiem; (3) no strādājošiem muskuļiem attekošo asiņu bagātināšana ar skābekli; (4) siltuma novadīšana no dziļāk novietotiem audiem uz ādu; (5) hormonu transports [61].

Fiziskā slodze ir tikai viens no daudziem organisma stresoriem, tāpēc fiziskās slodzes testu nav vēlams saukt par stresa testu, kas ir daudz plašāks jēdziens, kas ietver sevī arī citus stresa testa veidus (piem. medikamentozo). Veicot slodzes testus, var izvērtēt un izmērīt vairākus parametrus, kuri raksturo sirds asinsvadu sistēmas stāvokli un funkciju. Slodzes testēšana ir neinvazīva procedūra, kas sniedz diagnostisko un prognostisko informāciju par indivīda fiziskām darbaspējām un organisma skābekļa apgādes sistēmu funkcionēšanu [85].

Fiziskās slodzes testa nodrošinājums

Izmeklējuma telpai (kabinetam, laboratorijai) ir jābūt pietiekoši lielai, lai tajā ietilptu viss nepieciešamais aprīkojums, iekļaujot neatliekamās palīdzības sniegšanai nepieciešamo aprīkojumu un defibrilatoru, kā arī būtu pietiekami daudz vietas pacienta aprūpei neatliekamajās situācijās. Telpai ir jābūt aprīkotai atbilstoši ugunsdrošības prasībām. Telpai jābūt labi apgaismotai, tīrai un labi ventilējamai, ar temperatūras un mitruma kontroli. Vēlams, lai telpā būtu sienas pulkstenis ar sekunžu rādītāju vai digitālais pulkstenis. Vietu, kur pacients gatavojas slodzes testa izpildei, vēlams atdalīt no pārējās telpas ar aizkaru vai aizslietni. Nepieciešams maksimāli samazināt personāla kontaktus ar personām, kuras nav iesaistītas testa izpildē un samazināt ārējā trokšņa līmeni. Telpā, kur veic slodzes testu, ir nepieciešama arī kušete. Kušetes virsmai ir jābūt pārvilkta ar ūdens necaurlaidīgu un neabsorbējošo materiālu. Blakus skrejceļam vēlams novietot krēslu. Optimāla temperatūra izmeklējuma telpā ir 22°C, maksimālā pieļaujamā temperatūra izmeklējuma laikā ir 26°C ar

nosacījumu, ka ir nodrošināta adekvāta gaisa kustība. Vēlama vizuālā informācija (tabula, plakāti) par slodzes protokolu pacientam saprotamajā formā [85].

Slodzes testu aprīkojums

- **Elektrokardiogrāfiskā monitorēšana**

EKG monitorēšanai un reģistrācijai testa laikā tiek pielietota adaptētā 12 novadījumu konfigurācija (Mason-Likar modificētie novadījumi), kurā elektrodi uz rokām tiek novietoti maksimāli tuvu pleciem (vai atslēgu kaulu apvidū) un elektrodi no kājām tiek novietoti virs zarnu kauliem (vai jostas rajonā, vai uz muguras zem lāpstiņām), krūšu elektrodi tiek uzlikti tradicionālās krūšu elektrodu uzlikšanas vietās [85].

Slodzes EKG kontrole un reģistrācija tiek nodrošināta ar datora programmu, kas reģistrē EKG, analizē vairākus parametrus reālajā laikā, attēlo EKG uz monitora displeja un saglabā arhivēšanai paredzētus EKG simptomus un notikumus. Analizējošajai programmai ir obligāta ST segmenta noviržu automātiskas analīzes funkcija un vēlama aritmiju automātiskas atpazīšanas funkcija [60; 85].

- **Elektrodi un vadi**

EKG reģistrācijai rekomendē, pielietot vienreizējās lietošanas līmējamus elektrodus vai vakuma elektrodu sistēmas, kuras nodrošina labāku EKG reģistrācijas kvalitāti. Vadiem, kas savieno elektrodus ar reģistrējošo sistēmu ir jābūt viegliem, lokaniem un labi ekranētiem, lai samazinātu kustību artefaktu daudzumu slodzes laikā [60;85].

- **Asinsspiediena kontrole slodzes testa laikā**

Joprojām vienkāršākā, lētākā un ticamākā arteriālā spiediena monitorēšanas metode ir manuālā auskultatīvā (Korotkova) metode. Mūsdienās tiek plaši pielietotas automātiskās asinsspiediena mērīšanas sistēmas. Automātiskā asinsspiediena mērīšana fiziskās slodzes laikā var pieļaut ar izmeklējamā kustībām saistītas kļūdas, īpaši tas attiecās uz AS mērījumiem lielas intensitātes fiziskās slodzes laikā. Biežāk nepareizi tiek izmērīts diastoliskais asinsspiediens. Ja ir šaubas par AS mērījumu precizitāti slodzes laikā, nenormāli vai neatbilstoši augstiem vai zemiem mērījumu rezultātiem jābūt apstiprinātiem ar manuāliem mērījumiem, neadekvāti augstus vai zemus AS mērījumu rezultātus obligāti jāsavaglabā. Slodzes testu kabinetam ir jābūt aprīkotam ar dažāda izmēra manšetēm, tajā skaitā, ar lielā un bērnu izmēra manšetēm. Manometru jānovieto pacienta sirds līmenī. Manšetes un cits mērīšanas aprīkojums ir regulāri jānotīra un jāpārbauda, sekojot noteiktam pārbaudes grafikam [58; 60; 85].

- **Ergometri**

Skrejceliņš. Ar elektrību darbināma platforma, kuras izmēri ir minimāli 127 cm garumā un 40,64 cm platumā, kura aprīkota ar kustīgu virsmu (slīdceliņu) un maināmu

kustības ātrumu no ļoti zema – 1,6 km stundā līdz augstam - 12,98 km stundā un elektroniski kontrolētu platformas pacelšanas mehānismu, kas var pacelt slīdceļa virsmu, radot slīpumu līdz 20°. Pacienta drošībai slīdceļam jābūt aprīkotam ar sāna platformām un margām. Neatliekamās apturēšanas pogai ir jābūt labi redzamai un sasniedzamai pacientam un personālam (*skat. 3.1. attēlu*) [85].



3.1. attēls. EKG slodzes tests ar dozētu fizisko slodzi uz skrejceļa

Veloergometri. Mūsdienu veloergometri ir stacionārie „elektriskie bremzējošie” veloergometri, kuros slodzes intensitāte tiek dozēta ar dažādu pretestību pedāļu bremzēšanu. Latvijā pielietojamo veloergometru slodzes jauda tiek kalibrēta vatos (W) (*skat. 3.2. attēlu*).



3.2. attēls. EKG slodzes tests

Kā alternatīva slodzes testēšanai pacientiem, kuri nespēj izpildīt informatīvo slodzes testu apakšējo ekstremitāšu vājuma dēļ sakarā ar vaskulārām, neiroloģiskām vai ortopēdiskām problēmām, tiek attīstīti rokas ergometri (*skat. 3.3. attēlu*) [58]. Elektriski darbināmo

ergometru servisa apkope un kalibrēšana tiek veikta atbilstoši ražotāja noteiktai shēmai, to veic sertificēts un ražotāja akreditēts speciālists.



3.3. attēls. Rokas ergometrs

Testa personāls

Fiziskās slodzes testus var izpildīt:

- klīniskais fiziologs un māsa (tehniķis, asistents),
- ārsta palīgs,
- māsa, kas ir apguvusi slodzes testa metodes [58; 85].

Testa personāla sastāvu nosaka testējamo pacientu riska pakāpe. Augsta riska pacientu (nestabilā stenokardija pēc stabilizācijas, sirds mazspēja, ritma traucējumi) testēšana notiek pastāvīgā ārsta un māsas uzraudzībā. Zema riska izmeklējamiem (sportistu kontrole) slodzes testēšanu var veikt apmācīta māsa vai veselības aprūpes speciālists vadošā ārsta uzraudzībā [59; 60].

Visām slodzes testēšanas laboratorijām ir jābūt aprīkojumam un medikamentiem, kuri ir nepieciešami neatliekamās medicīniskās palīdzības sniegšanai: trahejas intubācijas piederumiem (sūknis, laringoskops ar spoguļu komplektu, dažādu izmēru intubācijas caurules), elpināšanas maiss ar masku komplektu, elpvadu komplekts, defibrillators, medikamenti un materiāli neatliekamās palīdzības sniegšanai atbilstoši kardiopulmonālās reanimācijas algoritmiem. Visai aparatūrai nepieciešama servisa apkope un testēšana pēc noteikta grafika, atbilstoši ražotāja instrukcijām [58; 85].

Slodzes testēšanas drošība

Testēšanas risks ir atkarīgs no testējamās populācijas. Pacientiem bez koronārās sirds slimības slodzes testēšana ir relatīvi droša – sarežģījumu risks ir 0,8 uz 10000 testu. Augsta riska pacientiem (ar koronāro sirds slimību un dzīvībai bīstamām aritmijām) komplikāciju risks pieaug līdz 23 uz 10000 testiem, nāves risks – līdz 0,4 uz 10000 testiem [60].

EKG slodzes tests

Plaši pielietojams izmeklējums sirds asinsvadu sistēmas funkcijas izvērtēšanai un saslimšanu diagnostikai.

EKG slodzes tests tiek pielietots dažādām pacientu grupām un indikācijām:

1. pacientiem ar koronāro sirds slimību (KSS) - KSS diagnostika, riska un prognozes izvērtēšana, stabilo pacientu kontrole, bezsāpju miokarda išēmijas diagnostika, antianginālās un antiaritmiskās terapijas kontrole, nestabilās stenokardijas un miokarda infarkta pacientu izmeklēšana, rehabilitācijas programmas sastādīšana, pacientu novērošana pēc miokarda revaskularizācijas,
2. pacientiem ar arteriālo hipertensiju,
3. cukura diabēta pacientu testēšana mēmās išēmijas diagnostikai,
4. pacientiem ar kardiomiopātijām,
5. pacientiem ar sirds mazspēju fizisko darbaspēju izvērtēšanai,
6. nekardiālas ķirurģijas operācijas riska izvērtēšanai,
7. pacientiem ar ritma traucējumiem - ritma traucējumu saistība ar fizisko slodzi, antiaritmiskās terapijas kontrole, proaritmijas atklāšana, elektrokardiostimulatora darbības novērtēšana,
8. pacientiem ar sirdskaitēm - funkcionālo spēju izvērtēšanai pirms sportošanas uzsākšanas, prognozes izvērtēšanai pirms operatīvās terapijas, KSS diagnostika pacientiem ar mērenām sirdskaitēm,
9. asimptomatisku pacientu testēšana - cukura diabēta pacientiem, kas grib uzsākt sporta aktivitātes, pacienti ar daudziem sirds asinsvadu slimību riska faktoriem, asimptomatisko vīriešu, kas ir vecāki par 45 gadiem, un sieviešu, kas ir vecākas par 55 gadiem izvērtēšana, ja tie plāno nodarboties ar sportu, ja ir augsts KSS risks vai darbs ir saistīts ar sfērām, kur veselības stāvokļa pasliktināšanās var apdraudēt sabiedrības drošību,
10. bērnu un pusaudžu testēšana - fizisko darbaspēju testēšana pacientiem ar sirdskaitēm, pēc ķirurģiskas korekcijas, ar miokarda slimībām, bērnu ar stenokardijas simptomiem izmeklēšana, elektrokardiostimulatora darbības izvērtēšana slodzes laikā, sportistu ar simptomiem, kas ir saistīti ar slodzi, izmeklēšana, medikamentozas un operatīvas terapijas efekta izvērtēšana, pacientu ar augstu koronāro asinsvadu bojājuma risku novērošana [7; 58; 60].

Kontrindikācijas slodzes testam: akūts miokarda infarkts (vismaz piecas dienas), augsta riska nestabila stenokardija (pēc 24 h – zems risks 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 apgrūtina fizisko slodzi, dekompensētas endokrīnas slimības (diabēts, tireotoksikoze, miksēdēma), personas nespēja, nevēlēšanās vai motivācijas trūkums veikt fiziskās slodzes testu [8; 60; 85].

Relatīvās kontrindikācijas: kreisās koronārās artērijas stumbra stenoze, vidējas pakāpes stenozējoša vārstuļa kaite, elektrolītu līdzsvara traucējumi, nozīmīga arteriāla vai pulmonāla hipertensija, tahiaritmija vai bradīaritmija, hipertrofiska kardiomiopātija, psihiskie traucējumi, augstas pakāpes atrioventrikulāra blokāde [8; 58; 60].

EKG slodzes testa praktiskā izpilde

Tests jāveic speciāli šim nolūkam aprīkotajā kabinetā, kas ir sertificēts atbilstoši veselības aprūpes sistēmas prasībām. EKG slodzes testu veic ārsts kardiologs, klīniskais fiziologs, kas ir nokārtojis sertifikāciju elektrokardiogrāfijās un fiziskās slodzes testu metodēs un speciāli apmācīta māsa elektrokardiogrāfijas un fiziskās slodzes testu metodēs.

Testā iesaistītā personāla pienākumi

Pacienta ārstējošais ārsts vai speciālists, kas nosūta pacientu uz izmeklējumu:

- sastāda indikācijas izmeklējumam un testa mērķi,
- 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 ietekmēt testa norisi un rezultātu interpretāciju (β blokatori, nitrāti, *digitalis*),
- ja tests tiek veikts sekundāras profilakses vai ārstēšanas rezultātu novērtēšanas nolūkos, tad medikamentu atcelšana nav obligāta. Svarīgi, lai pacients varētu informēt ārstu, kas veic slodzes testu, kādas grupas medikamentus viņš lieto.

Funkcionālās diagnostikas ārsts vai klīniskais fiziologs, kas veic slodzes testu:

- ievāc īsu anamnēzi, lai konstatētu iespējamās kontrindikācijas testam,
- pirms testa novērtē miera stāvokļa elektrokardiogrammu, ja iespējams, salīdzina to ar iepriekš reģistrētajām EKG līknēm (ja pacientam ir līdzīgs EKG, nevis apraksts),
- izvērtē testa iespējamību, paskaidro testa būtību, mērķi, uzvedību testa laikā, motivē pacientu izmeklējuma izpildei,

- izvēlās slodzes protokolu atbilstoši pacienta vecumam, klīniskai diagnozei, objektīvam stāvoklim un testa mērķim,
- vada testa norisi, seko pacienta pašsajūtai, simptomiem un izskatam izmeklējuma laikā, kontrolē EKG, arteriālo asinsspiedienu,
- izvērtē testa rezultātus, sastāda slēdzieni un informē pacientu par testa rezultātiem, saglabā sistēmas atmiņā testa informāciju,
- ja nepieciešams sniedz medicīnisko palīdzību atbilstoši pacienta stāvoklim.

Māsa, kas piedalās slodzes testa izpildē:

- izglīto pacientu par praktisko testa izpildi, sniedz instrukcijas un padomus par slodzes izpildi un uzvedību izmeklējuma laikā, cenšas radīt uzticības un komforta atmosfēru, iedrošina pacientu izteikt savas sūdzības,
- sagatavo aprīkojumu un pacientu testa izpildei:
 - sagatavo pacienta ādu (nepieciešamības gadījumā noskuj pārmērīgu ādas apmatojumu ar vienreizējās lietošanas skuvekli), uzliek elektrodus un asinsspiediena mērīšanas manšeti, kontrolē EKG pieraksta un AS mērīšanas kvalitāti, nepieciešamības gadījumā maina elektrodu vai manšetes novietojumu, lai nodrošinātu kvalitatīvu slodzes testa parametru reģistrāciju;
 - reģistrē pirmsslodzes EKG;
 - palīdz pacientam ieņemt pareizu un ērtu pozīciju uz ergometra. Seglu augstums jāuzstāda tāds, lai pedāļa apakšējā pozīcijā kāja būtu pilnīgi iztaisnota ceļgala locītavā. Rekomendē pacientam maksimāli atbrīvot pleca joslu slodzes laikā. Brīdina, ka pacients nedrīkst pacelties seglos stāvus;
 - visu testa laiku seko pacienta izskatam un pašsajūtai, EKG un AS reģistrācijas kvalitātei, slodzes izpildes pareizībai;
 - pēc testa pabeigšanas atvieno aprīkojumu no pacienta un sagatavoto to nākošajam izmeklējumam;
- ja nepieciešams sniedz medicīnisko palīdzību atbilstoši testa vadītāja norādēm un pacienta stāvoklim,
- nodrošina vides kontroli: seko gaisa temperatūrai un mitrumam izmeklējuma telpā, nodrošina adekvātu gaisa apmaiņu, telpu higiēnas pasākumus,
- nodrošina infekcijas kontroli: EKG slodzes testa aprīkojums ir ar zemu inficēšanās risku. Telpu tīrīšanu un dezinfekciju veic atbilstoši ārstnieciskās iestādes epidemioloģiskā un higiēnas režīma un plāna instrukcijām. Aprīkojumu tīra un dezinficē atbilstoši ražotāja instrukcijām ar mitrām salvetēm vai mīkstu audumu, kas ir

samitrināts ražotāja ieteiktajā dezinficējošajā šķīdumā. Kušeti, aprīkojuma daļas un virsmas, kas nonāk kontaktā ar pacientu apstrādā pēc katra pacienta aprūpes. Kušetei jābūt pārklātai ar vienreizlietojamo pārklāju, ko maina pēc katra pacienta aprūpes.

Slodzes protokoli

Latvijā tiek pielietoti slodzes testa protokoli ar nepārtrauktu pakāpeniski pieaugošu slodzi. Pēdējās ārzemju rekomendācijas iesaka izvēlēties tādu slodzes testa protokolu, kas ļauj izmeklējamajam sasniegt pārtraukšanas kritēriju 6 - 12 minūšu laikā (vēl labāk 8 - 12 minūšu laikā). Tieši šāds slodzes ilgums ir pietiekošs, lai varētu izvērtēt hemodinamisko parametru atbilstību katrai slodzei no vienas puses un nodrošina pārsvarā aerobās slodzes izpildi no otras puses. Atkarībā no izmeklējamā klīniskās situācijas slodzes testēšanai var būt pielietoti maksimālie vai submaksimālie testi. Par maksimālo tiek uzskatīta slodze, pie kuras pacients sasniedz maksimālo O_2 piesaistes līmeni, uz ko norāda izmeklējamā maksimālais nogurums (maksimālās vecumam atbilstošas sirdsdarbības frekvences sasniegšana). Maksimālās sirdsdarbības frekvences aprēķināšanai biežāk izmanto Shepherd formulu: $P_{max} = 220 - \text{pacienta vecums}$.

Submaksimālā testa slodzei jābūt pietiekošai, lai pacients sasniegtu 70 - 75% no savas maksimālās O_2 piesaistes, kas atbilst aptuveni 75 - 85% no maksimālās vecumam atbilstošas sirdsdarbības frekvences. Ja pacients nav spējīgs izpildīt vidējas intensitātes slodzi un sasniegt 85 - 90% no aprēķinātās sirdsdarbības frekvences, kardiorespiratorās sistēmas rezerves nav izvērtējamas adekvāti un tests nav informatīvs. Tādiem pacientiem rekomendē stresa testu ar vizualizācijas metodēm (miokarda scintigrāfija, stresa ehokardiogrāfija) [18; 58; 59; 60; 110]. Izmeklējamā funkcionālo spēju izvērtēšanai var būt pielietots simptomu limitēts tests.

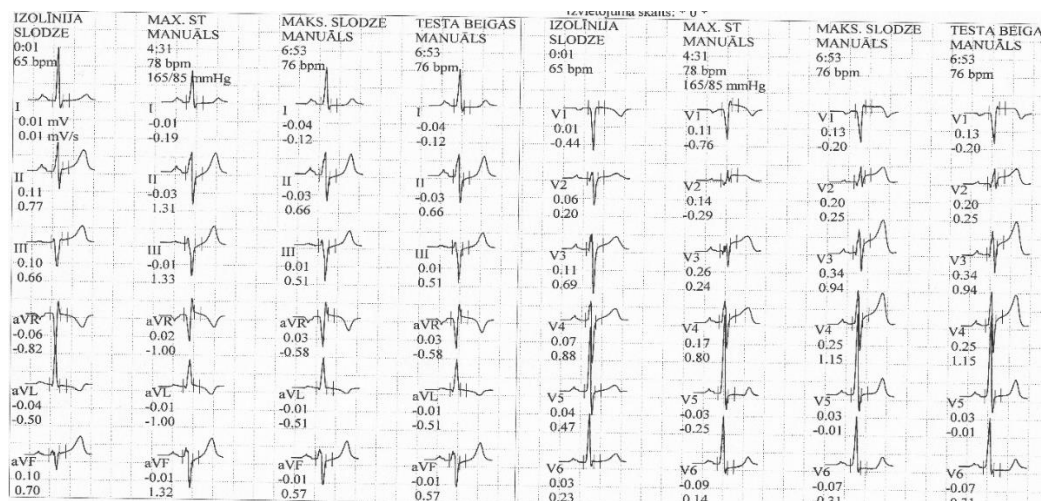
Slodzes pārtraukšanas indikācijas

Absolūtās: sistoliskā AS pazemināšanās par $>10\text{mmHg}$ no izejas AS līmeņa, ja to pavada išēmijas simptomi, pieaugošas koronāras sāpes, progresējoši neiroloģiski simptomi (galvas reiboņi, koordinācijas traucējumi, presinkope), slikta perifērās perfūzijās pazīmes (ādas bālums, cianoze), EKG vai sistoliskā AS monitorēšanas grūtības, pacienta atteikums turpināt slodzi, nopietnas aritmijas (ilgstoša stabila) kambaru tahikardija, multiformie kompleksi, dubleti un īslaicīgi kambaru tahikardijas paroksizmi), ST segmenta pacēlums $\geq 1\text{mm}$ novadījumos bez patoloģiskā Q viļņa (citos kā V_1 un aVR), ST segmenta depresija $\geq 2,5\text{mm}$ lejupejoša vai horizontāla, ja nav stenokardijas vai $> 2\text{mm}$, ja ir stenokardija [8; 18; 58; 60].

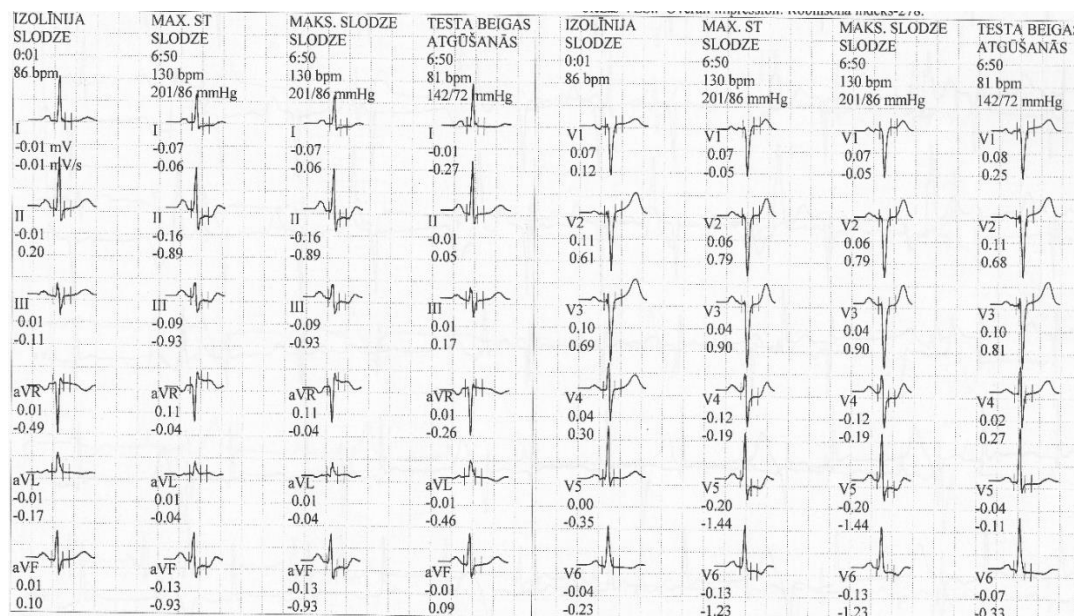
Relatīvas: ST un QRS izmaiņas: izteiktas ST segmenta novirzes (ST segmenta depresija $> 2\text{mm}$ horizontāla vai lejupejoša), ekstremāla j-punkta depresija, izteikta sirds elektriskās ass novirze, nespēks, aizdusa, sausi trokšņi plaušās, krampji kājās un mijklibošana,

mazāk nopietnas aritmijas, ieskaitot supraventrikulāras tahikardijas, blokādes, bradiaritmija, Hisa kūlīša kājiņas blokādes attīstība, kuru nevar atšķirt no ventrikulārās tahikardijas, AS paaugstināšanās: SAS>240mm Hg, DAS>130mm Hg, sasniegts submaksimālais pulss [18; 58; 60].

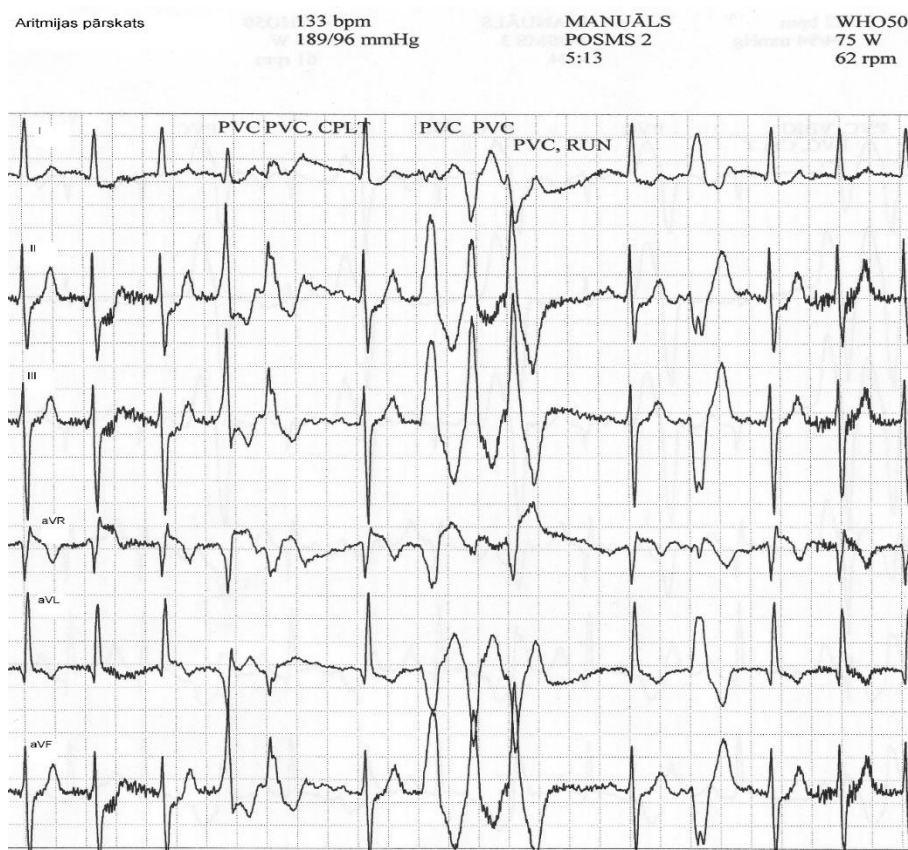
Daži piemēri slodzes EKG, kurās ir reģistrētas izmaiņas, kas ir indikācijas slodzes pārtraukšanai vai pacienta augsta riska pazīme (skat. 3.4. attēlu, 3.5. attēlu, 3.6. attēlu).



3.4. attēls. EKG piemērs Nr.1 (ST segmenta pacēlums > 1mm V2-V4 novadījumos ceturtajā slodzes minūtē pie sirdsdarbības 78 reizes minūtē – indikācija slodzes pārtraukšanai)



3.5. attēls. EKG piemērs Nr.2 (Slodzes provocētā ST segmenta depresija II; III; AVF; V4-V6 novadījumos 0,9-2,0mm – dotā slodze provocē išēmiskās izmaiņas slodzes EKG laikā)



3.6. attēls. **EKG piemērs Nr.3** (*Slodzes provocētie ventrikulārie ritma traucējumi pāra ventrikulāras ekstrasistoles un ventrikulāras tahikardijas īslaicīgs paroksisms*)

Pēcslodzes (atpūtas, atjaunošanās) periods

Slodzes samazināšanai jānotiek pakāpeniski, lai novērstu vagālas reakcijas (asinsspiediena krišanos un bradikardiju) pēc slodzes pabeigšanas. Dažas ar slodzi saistītas patoloģiskas izmaiņas var attīstīties tikai pēc slodzes pabeigšanas. Ja slodzes laikā pacients sasniedzis submaksimālā vai maksimālā testa kritērijus vai klīniskos un EKG augsta riska kritērijus, atpūtas periodā rekomendējams pacienta guļus stāvoklis uz kušetes.

Pacienta novērošanu pēc slodzes nepieciešams turpināt 6 - 8 minūtes vai līdz simptomu izzušanai un hemodinamisko rādītāju atjaunošanai līdz izejas līmenim. Visa atjaunošanās perioda laikā nepieciešams sekot pacienta pašsajūtai un monitorēt sirds ritmu un arteriālo asinsspiedienu [18; 58; 59; 60].

Pacienta sagatavošana EKG fiziskās slodzes testam

Pacientam jābūt informētam, ka 2 - 3 stundas pirms testa viņš nedrīkst ēst un smēķēt, tiek rekomendētas vieglas brokastis 2 - 3 stundas pirms testa. Vismaz 12 stundas pirms testa nav rekomendējamas nepierastas vai palielinātas fiziskās slodzes. Nozīmējot pacientam fiziskās slodzes testu, pacients jāinformē par nepieciešamību veikt noteikto fizisko slodzi noteiktā daudzumā, lai izpildītu informatīvu testu, tāpēc pacientiem ir nepieciešams ērts apģērbs un šim nolūkam piemēroti viegli sporta apavi.

Pacienta izglītošana par izmeklējuma gaitu

Pacientam, kurš ieradies uz slodzes testu ārstniecības persona sniedz informāciju par izmeklējumu, piedāvā pacientam uzģērbt ērtu apģērbu un uzaut piemērotus apavus, lūdz pacientu atkailināt krūšu kurvi, lai uz tā varētu novietot EKG elektrodus, pēc kā piedāvā un palīdz pacientam ieņemt pareizu un ērtu pozīciju uz ergometra (veloergometra vai skrejceļņa). Pacientam tiek pievienoti EKG elektrodi un uzlikta manšete neinvazīvai AS mērīšanai. Pēc ārsta komandas pacientam jāuzsāk fiziskās slodzes izpilde atbilstoši ergometra tipam (spiest veloergometra pedāļus vai iet/skriet par skrejceļņu), tehniskajām prasībām un testa slodzes protokolam. Izmeklējuma laikā ar noteiktu ieprogrammēto laika intervālu tiek kontrolēts arteriālais asinsspiediens. AS mērījumu laikā pacientu lūdz atbrīvot tās rokas muskuļus, uz kuras tiek mērīts AS. Pacientu lūdz informēt testa personālu par pašsajūtas izmaiņām fiziskās slodzes izpildes laikā un pēc slodzes pabeigšanas. Kad tiek sasniegts kāds no slodzes pārtraukšanas kritērijiem, pacientu lūdz pārtraukt slodzes izpildi un palikt sēdēt vai gulēt uz ergometra, apgulties uz kušetes vai apsēsties uz krēsla, kuri var būt novietoti blakus ergometram. Ergometra sēdekļa, rokas balstu, augšdelma un galvas balsta augstumu pielāgo atbilstoši pacienta augumam, cenšoties palīdzēt ieņemt pozīciju, kurā pacients spēs izpildīt drošu un informatīvu fiziskās slodzes testu.

Aprūpes un ārstniecības personas darbības testa laikā

Pirms slodzes uzsākšanas tiek reģistrēta izejas EKG un AS mērījuma rezultāts. Slodzes laikā māsa seko slodzes izpildes pareizībai, EKG reģistrācijas un AS mērījumu kvalitātei. Slikta EKG reģistrācijas kvalitātes gadījumā māsa koriģē elektrodu novietojumu uz krūšu kurvja un cenšas uzlabot elektrodu kontaktu ar pacienta ādu – lieto elektrolītu šķīdumu lielākā daudzumā vai tā vietā izmanto gēlu. Tāpat māsa seko, lai slodzes testa laikā tiktu veikti un reģistrēti AS mērījumi atbilstoši protokolam, un pēc nepieciešamības, risina problēmu – maina manšetes mikroфона lokalizācijas vietu, koriģē pacienta rokas stāvokli, veic papildus mērījumus.

Fiziskās slodzes testēšana ir saistīta ar slodzes palielināšanu sirds asinsvadu sistēmai, kas retos gadījumos var provocēt pacienta veselības stāvokļa pasliktināšanos. Aprūpes personām jānodrošina droša testa izpilde, stādākot komandā, ārsta vadībā, jāprot atpazīt neatliekamās stāvokļus, jāpārzina rīcībā esošais aprīkojums un medikamenti neatliekamās palīdzības sniegšanai un jābūt spējīgam sniegt medicīnisko palīdzību atbilstoši atstiprinātiem palīdzības sniegšanas algoritmiem. Ja pacients atrodas sēdus uz veloergometra, tad, iestājoties neatliekamai situācijai, pirmām kārtām viņš jāpārvieta uz kušeti, kas atrodas blakus veloergometram, bet, ja pacients atrodas guļus uz veloergometra, tad jāpamaina veloergometra pozīciju no pussēdus uz guļus stāvokli.

3.2. Sešu minūšu iešanas tests

Fiziskā slodze ir biežākais un vienkāršākais organisma fizioloģiskais stress, kas var atklāt izmaiņas sirds asinsvadu sistēmā, kuras neizpaužas miera stāvoklī. Veicot slodzes testu, var izvērtēt un izmērīt vairākus parametrus, kuri raksturo sirds asinsvadu sistēmas stāvokli un funkciju.

6 minūšu iešanas (staigāšanas) tests - 6 MIT

Slodzes testēšana ir neinvazīva procedūra, kas sniedz diagnostisko un prognostisko informāciju par indivīda fiziskām darbaspējām un organisma skābekļa apgādes sistēmu funkcionēšanu. Staigāšanas spēju un noietās distances izvērtēšana ir ātrs un lēts fizisko funkciju mērījums, kas atspoguļo pacienta spējas izpildīt ikdienas aktivitātes un ir svarīga dzīves kvalitātes daļa.

Sešu minūšu iešanas (soļošanas) (6MIT) tests ir praktisks, vienkāršs, labi panesams un viegli izpildāms tests, kura veikšanai ir nepieciešams 100 pēdas (pēda – foot - 30,48 cm) – 30 m garš koridors, bet nav nepieciešams speciāls slodzes aprīkojums vai tehniķu (māsu) speciāla apmācība. Šajā testā tiek mērīta distance, kuru pacients spēj ātri noiet pa līdzenu cietu virsmu 6 minūšu laikā. Tests sniedz informāciju par daudzu orgānu sistēmu, kuras ir iesaistītas slodzes izpildē (elpošanas, sirds asinsvadu, asins, nervu un balsta - kustību) kopējo funkciju, bet nesniedz informāciju par katras sistēmas funkciju atsevišķi un par slodzi limitējošiem mehānismiem, kā tas ir maksimālajā kardiorespiratorajā slodzes testā. Paša pacienta (sūdzību) limitētais 6 minūšu soļošanas tests paredz submaksimālā fizisko darbaspēju līmeņa sasniegšanu, un tāpēc labāk atspoguļo funkcionālo slodzes līmeni ikdienas fiziskajās aktivitātēs [36].

Indikācijas: (1) funkcionālo spēju novērtēšana pacientiem ar: hronisko obstruktīvo plaušu slimību, sirds mazspēju, cistisko fibrozi, perifēro vaskulāro slimību, vecākiem pacientiem; (2) ārstnieciskās iejaukšanās efekta novērtēšana pacientiem ar: hronisko obstruktīvo plaušu slimību, sirds mazspēju, pēc plaušu transplantācijas, plaušu rezekcijas, plaušu tilpumu samazinošās ķirurģijas, pēc pulmonālās rehabilitācijas, pulmonālo hipertensiju; (3) prognozes novērtēšana pacientiem ar: hronisko obstruktīvo plaušu slimību, sirds mazspēju, primāro pulmonālo hipertenziju.

Biežākās indikācijas 6 MIT pielietošanai ir funkcionālā stāvokļa novērtēšana, medikamentozās iejaukšanās efekta novērtēšana pacientiem ar mērenu vai smagu plaušu vai sirds slimību, testa rezultātus var arī izmantot fiziskās rehabilitācijas programmas sastādīšanai [36; 53; 84; 91].

Kontrindikācijas 6 MIT:

- absolūtas - nestabila stenokardija vai miokarda infarkts pēdējā mēneša laikā,
- relatīvas - sirdsdarbība miera stāvoklī $>120 \text{ x min.}$, sistoliskais arteriālais spiediens $>180 \text{ mmHg}$, diastoliskais - $>100 \text{ mmHg}$.

Pirms 6 MIT ir jāizvērtē miera EKG, kas ir veikta ne senāk, kā 6 mēnešu laikā pirms testa. Stabila slodzes stenokardija nav absolūta kontrindikācija testam, bet pacientam jālieto sava antianginālā terapija pirms testa un jābūt pieejamiem nitrātiem neatliekamai lietošanai testa laikā [53].

Testa drošība

Pacientiem ar smagu vai mērenu sirds vai plaušu slimību ir paaugstināts aritmiju vai sirds asinsvadu kolapsa risks testēšanas laikā. Katrs patients pats nosaka slodzes intensitāti!

Drošības pasākumi

- Testēšana jāveic vietā, no kuras ir iespējama ātra neatliekamas palīdzības nodrošināšana.
- Jābūt pieejamiem: skābeklim, nitroglicerīnam sublingvālai lietošanai; aspirīnam; inhalējamam bronholītiķim – līdzeklim bronhu spazma kupēšanai. Testa vietā jābūt pieejamam telefonam vai citam saziņas līdzeklim.
- Tehniķim (māsai) jābūt apmācītam un sertificētam kardiopulmonālajā reanimācijā, rekomendējama arī apmācība un sertifikācija paplašinātajā kardiopulmonālajā reanimācijā.
- Ārsta klātbūtne nav obligāti nepieciešama katrā 6 MIT. Lēmumu par funkcionālās diagnostikas ārsta (fiziologa) piedalīšanos testa veikšanā pieņem testu nozīmējošais ārsts vai funkcionālās diagnostikas (klīniskās fizioloģijas) nodaļas (laboratorijas) atbildīgais ārsts.
- Pacientam, kam ir hroniskā skābekļa terapija, ir jānodrošina skābekļa padeve pacienta parastajā devā vai kā nozīmē ārsts testa protokolā [36].

Sešu minūšu iešanas testa standarts

Izmeklējuma vieta. Ir jābūt komfortablai temperatūrai un gaisa mitrumam izmeklējuma vietā. Vienam pacientam atkārtotus izmeklējumus jāveic vienā (tajā pašā) vietā (distancē) un vienā (tajā pašā) dienas laikā, vēlams, lai atkārtotus testus veic viena (tā pati) māsa (tehniķis). Ja atkārtoti testi tiek veikti vienā dienā, atpūtai starp tiem ir jābūt vismaz 30 minūtēm, protokolā atzīmē labāko rezultātu [36].

Testā izmantojamai iešanas distancei jābūt: nepārtrauktai (ovālai vai taisnstūra) vai divpunktu (apstāties, apgriezties un iet atpakaļ), vismaz 30 m (25 m) garai, ar plakanu līdzenu

virsmu, bez šķēršļiem, marķētai ik 3 (1) m, apgriešanās vietas – ar konusu (piemērām – oranžo ceļa satiksmes konusu).

Aprīkojums: hronometrs, stetoskops, neinvazīvā asinsspiediena mērīšanas ierīce, pulsoksimetrs, viegli pārvietojamais krēsls, skābeklis (vai ātrā piekļuve skābeklim), telefons, defibrillators, Borga skala, marķējumi. Aizdusas/sūdzību (Borga) skala (0 – nav; 10 ļoti, ļoti spēcīgas sūdzības) [36; 53; 91]

Testa sagatavošana. Rūpīgi iepazīties ar pacienta slimības vēsturi, izvērtēt iespējamo risku un kontrindikācijas. Pacienta izglītošana pirms testa. Rekomendēts: viegls ēdiens apmērām 2 stundas pirms testa, ērtas piemērotas drēbes un apavi, atļauts lietot parastos iešanas palīg līdzekļus, lietot parasto kardiālo terapiju, lietot nozīmētos bronhodilatatorus stundas laikā pirms testa vai ierodoties uz testu, vismaz 2 stundas pirms testa neveikt intensīvu fizisku slodzi. Testa vietā: pacients 10 - 15 minūtes atpūšas sēdus stāvoklī uz krēsla pie testa starta līnijas, pa to laiku māsa veic mērījumus un instruē pacientu. Pirmstesta mērījumi: pulss, asinsspiediens, aizdusas skala (var būt novērtētas arī citas sūdzības piem. nogurums), vēlama arī pulsoksimetrija. Asinsspiediena mērīšanas manšeti rekomendē atstāt uz izmeklējamā pacienta augšdelma visa testa laikā.

Testa procedūra

Standarta instrukcijas pacientam: aprakstīt testa distanci, pirms testa uzsākšanas: „Jūs uzsākat 6 minūšu iešanas (staigāšanas) testu. Testa uzdevums ir iet tik ātri, cik Jūs spējat 6 minūtes ilgi un noiet Jūsu individuālo maksimālo distanci. Jūs nedrīkstat lekt vai skriet. Jūs drīkstat samazināt ātrumu, ja tas ir nepieciešams. Ja Jums ir nepieciešams apstāties, vēlams atsākt iešanu pēc iespējas ātrāk. Testa laikā vēlams runāt tikai tad, kad es uzdošu jautājumu, vai Jums ir problēma. Obligāti jāsaka man par sāpēm krūtīs, reiboni vai citām traucējošām sūdzībām. Kad 6 minūtes būs beigušās, es palūgšu Jūs pārtraukt testu. Vai Jums ir jautājumi? Sākat iet tagad.” Slodzes laikā: pēc 1. minūtes: „Palika 5 minūtes. Jūs dariet labi! Turpiniet.” un līdzīgi ik pēc katras minūtes.

Testa beigās: atzīmēt ar marķējumu distances beigas, nosēdināt pacientu vai atļaut palikt stāvēt, ja pacients to vēlas (jāatceras, ka mērījumus pirms un pēc testa nepieciešams veikt vienā stāvoklī), uzreiz izmērīt skābekļa piesātinājumu, sirdsdarbības frekvenci un novērtēt aizdusas/sūdzību līmeni, izmērīt kopējo testa distanci, turpināt uzraudzīt pacientu testa vietā 15 minūtes nekomplīcēta testa gadījumā.

Ja pacients apstāties testa laikā: piedāvāt apsēsties, ja pacients to vēlas, izmērīt skābekļa piesātinājumu un sirdsdarbības frekvenci, noskaidrot, kāpēc pacients ir apstāties, atzīmēt apstāšanās laiku, katras 15 sekundes piedāvāt pacientam turpināt slodzi, novērtēt nelabvēlīgus simptomus un pazīmes, un pārtraukt slodzi, ja konstatē kādu no tiem.

Iemesli 6MIT neatliekamai pārtraukšanai: iespējamās angīnālas (stenokardiskas) sāpes krūtīs, nepanesams elpas trūkums, pieaugoši mentāli vai koordinācijas traucējumi (reibonis, streipuļošana, grīļošāns), krampji kājās vai ārkārtējs kāju muskuļu nogurums, profūza svīšana, ādas nobālēšana, cits klīniski nozīmīgs iemesls.

Māsai (tehnikim) ir jāprot atpazīt minētās problēmas, novērtēt to nopietnību un sinkopes attīstības risku. Ja tests tiek pārtraukts sakarā ar kādu no neatliekamajiem iemesliem, pacientam ir jānodrošina sēdus vai guļus stāvoklis, atkarībā no stāvokļa smaguma, jākontrolē asinsspiediens, pulsa frekvence, skābekļa piesātinājums. Ja nepieciešams, nozīmē skābekļa inhalāciju [36; 53; 91].

Testa rezultāts

Konkrētā pacienta testa rezultātus salīdzina ar normāliem (paredzamiem) skaitļiem, kas tiek aprēķināti pēc formulām (% no paredzamās distances) un atkārtotu testu rezultātus salīdzina savā starpā (par diagnostiski nozīmīgu tiek uzskatītas distances izmaiņas par apmērām 50 m (31-71) vai > 10%). Paredzamās individuālās (normālās katra konkrētā pacienta) 6 minūšu iešanas (staigāšanas) distances (6 MID) aprēķināšanai tiek piedāvāti sekojoši vienādojumi [52]:

A. 6 MID (m) vīriešiem = $867 - (5,71 \times \text{vecums, gadi}) + (1,03 \times \text{augums, cm})$

6 MID (m) sievietēm = $525 - (2,86 \times \text{vecums, gadi}) + (2,71 \times \text{augums, cm}) - (6,22 \times \text{KMI})$

B. Vīriešiem:

6 MID = $(7,57 \times \text{augums, cm}) - (5,02 \times \text{svars, kg}) - 309 \text{ m}$ vai

6 MID = $1140 \text{ m} - (5,61 \times \text{KMI}) - (6,94 \times \text{vecums})$

Ja aprēķinus veic pēc dotās formulas par zemāko normas robežu pieņemts skaitlis 153 m.

Sievietēm:

6 MID = $(2,11 \times \text{augums, cm}) - 2,29 \times \text{svars, kg} - (5,78 \times \text{vecums, gadi})$

6 MID = $1017 \text{ m} - (6,24 \times \text{KMI}) - 5,83 \times \text{vecums, gadi}$.

Par zemāko normas robežu pieņemts skaitlis 139 m.

KMI – ķermeņa masa indekss = $\text{svars (kg)} : \text{m}^2 (\text{augums})$.

C. 6 MID = $218 + (5,14 \times \text{augums, cm} - 5,32 \times \text{vecums, gadi}) +$

$+ (1,80 \times \text{svars, kg} + 51,31 \times \text{dzimums}), \text{ vīriešu dzimums} - \text{koeficients } 1, \text{ sieviešu} - 2.$

Noietās distances garumu ietekmē sekojoši faktori

Distanci samazina, ja pacientam ir īsāks augums, lielāks vecums, lielāks ķermeņa svars, sieviešu dzimums, pazeminātas kognitīvās spējas, īsāks koridoris, plaušu slimības (HOPS, cistiskā fibroze, intersticiālas plaušu slimības), sirds asinsvadu slimības (stenokardija,

vecs miokarda infarkts, insults, kāju išēmiskā slimība) un muskulo-skeletārie traucējumi (artrīts, potīšu, ceļgalu vai gurnu bojājumi, muskuļu zudums (atrofija).

Distanci palielina, ja pacientam ir garāks augums, vīriešu dzimums, augsta motivācija, agrāk veikts tests, simptomus samazinošo medikamentu lietošana pirms testa, skābekļa padeve pacientiem ar slodzes izraisīto hipoksēmiju [36].

Testa rezultātiem ir laba korelācija ar slodzes toleranci un skābekļa piesaisti, kas ir izmērīta objektīvi ar citu fiziskās slodzes testu metodēm. 6 minūšu iešanas testa distance ir stingrs un neatkarīgs kopējās mirstības priekšvēstnesis pacientiem ar kreisā kambara disfunkciju. 6 MIT var būt pielietots vecākiem, vārgākiem pacientiem, kuru fiziskās darbaspējas nevar izvērtēt ar standarta ergometru (veloergometra vai skrejceļa) testiem [36; 53; 91].

6 minūšu iešanas testa distances pārejas tabula

Aprēķini veikti pēc Amerikas Sporta Medicīnas Koledžas rekomendētās formulas:

$$VO_2 \text{ (METs)} = [0.1 \times \text{ātrums (m} \cdot \text{min}^{-1}) + 3.5 \text{mLO}_2 \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}] \div 3.5 \text{mLO}_2 \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$$

3.1.tabula

6 minūšu iešanas testa distances pārejas tabula

Distance metros	Metri/minūtē	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	METs	Distance metros	Metri/minūtē	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	METs
152	25	6.04	1.73	262	44	7.87	2.25
155	26	6.09	1.74	265	44	7.92	2.26
159	26	6.14	1.75	268	45	7.97	2.28
162	27	6.19	1.77	271	45	8.02	2.29
165	27	6.24	1.78	274	46	8.07	2.31
168	28	6.29	1.80	277	46	8.12	2.32
171	28	6.35	1.81	280	47	8.17	2.34
174	29	6.39	1.83	283	47	8.22	2.35
177	29	6.45	1.84	287	48	8.28	2.36
180	30	6.50	1.86	290	48	8.33	2.38
183	30	6.55	1.87	293	49	8.38	2.39
186	31	6.59	1.89	296	49	8.43	2.41
189	32	6.65	1.90	299	50	8.47	2.42
192	32	6.70	1.91	302	50	8.52	2.44
195	33	6.75	1.93	305	51	8.58	2.45
198	33	6.80	1.94	335	56	9.08	2.60
201	34	6.85	1.96	366	61	9.59	2.74
204	34	6.90	1.97	396	66	10.10	2.89
207	35	6.95	1.99	427	71	10.61	3.03
210	35	7.00	2.00	457	76	11.12	3.18
213	36	7.06	2.02	488	81	11.62	3.32
216	36	7.11	2.03	518	86	12.13	3.47
219	37	7.16	2.05	549	91	12.64	3.61
223	37	7.21	2.06	579	97	13.15	3.76
226	38	7.26	2.07	610	102	13.66	3.90
229	38	7.31	2.09	640	107	14.16	4.05
232	39	7.36	2.10	671	112	14.67	4.19
235	39	7.41	2.12	701	117	15.18	4.34
238	40	7.46	2.13	732	122	15.69	4.48
241	40	7.51	2.15	762	127	16.20	4.63
244	41	7.56	2.16	792	132	16.70	4.77
247	41	7.62	2.18	823	137	17.22	4.92
250	42	7.67	2.19	853	142	17.72	5.06
253	42	7.72	2.20	884	147	18.23	5.21
256	43	7.77	2.22	914	152	18.74	5.35
259	43	7.82	2.23				
Skaidrojumi: VO ₂ – skābekļa piesaiste; METs – metabolais ekvivalents (3,5mlO ₂ /kg/min)							

3.3. Elektrokardiogrāfiskā monitorēšana

Elektrokardiogrāfiska monitorēšana ir neatņemama un plaši pielietojama izmeklēšanas daļa pacientiem ar dažādām slimībām. Tā ir nepieciešama, lai noteiktu sirds ritma traucējumus, kuri nav atklāti ar standarta 12 novadījumu miera EKG reģistrāciju. EKG monitorēšana tiek izmantota gan diagnozes noteikšanā, gan pacientu novērošanā, gan arī zinātniskajos pētījumos [100].

EKG monitorēšana tiek pielietota: ritma un vadīšanas traucējumu diagnostikā, prognozes un riska novērtēšanā, antiaritmiskas terapijas efektivitātes izvērtēšanā, implantējamo sirds ritma devēju un kardioverteru - defibrilatoru funkcijas izvērtēšanā, miokarda išēmijas diagnostikā [31; 100].

EKG monitorēšanas veidi

EKG monitorēšanu atkarībā no pacienta atrašanās vietas iedala:

- intrahospitālā, jeb stacionārā - nepārtraukta EKG monitorēšana intensīvās terapijas vienībās (gultā) un telemetrija (EKG monitorēšana augsta riska pacientam brīvas aktivitātes apstākļos nodaļas robežās),
- ambulatorā – ilgstošas EKG monitorēšanas metodes pacienta brīvas aktivitātes apstākļos ar pacientam ierastu fizisku piepūli un emocionālu slodzi ar sekojošu reģistrētās informācijas analīzi. Dažas ambulatorās EKG monitorēšanas ierīces ir aprīkotas ar vairākiem bioloģisko signālu sensoriem, kas ļauj vienlaicīgi monitorēt un reģistrēt daudzu novadījumu EKG paralēli ar elpošanas frekvenci, perifēro skābekļa piesātinājumu, fizisko aktivitāti, ādas temperatūru, arteriālo asinsspiedienu un citus svarīgus parametrus, nodrošinot pacientiem ar sarežģītiem traucējumiem vispusīgu novērtēšanu. Ambulatoras EKG monitorēšanas metodes ir Holtera monitorēšana, „notikumu” monitorēšana (informācija no elektrokardiostimulatoriem (EKS) un „notikumu” un cilpas rekorderiem) un ambulatorā telemetrija [31; 100].

Paralēli tiek attīstītas divas EKG monitorēšanas taktikas:

- nepārtrauktā – nepārtraukta EKG reģistrācija visa izmeklējuma laikā (*continuous recording*, EKG monitorēšana intensīvās terapijas vienībās, intrahospitālā telemetrija, Holtera monitorēšana),
- intermitējošā vai fragmentārā – atsevišķu EKG fragmentu reģistrācija (EKG notikumu reģistrēšana - *event recording*).

EKG monitorēšanas galvenās tehniskās komponentes ir rekorderis (reģistrators) un „dešifrators” (analizējošā sistēma). EKG monitorēšanas taktikas izvēle nosaka rekordera tipa izvēli (*skat 3.2. tabulu*) [31; 100].

3.2. tabula

Dažādu ambulatorās monitorēšanas metožu un ierīču diagnostiskā vērtība pie dažādām pacienta sūdzībām/indikācijām izmeklējumam [100]

Izmeklējuma ilgums	Rekordera tips	Sirdsklauves Diagnoze (%)	Sinkope Diagnoze (%)	Kriptogēns insults (klusā atriju mirgošana(%))
≤60 sekundes	Notikumu reģistrators	50 – 60	Nav rekomendēts	Nav rekomendēts
24-48 stundas	Standarta Holtera rekorderis	10 – 15	1 – 5	1 – 5
3-7 dienas	Patch/Veste/Siksna Mobīla telemetrija Ārējais cilpas rekorderis	50 – 70	10 – 15	10 – 15
1-4 nedēļas	Ārējais cilpas rekorderis Patch/Veste/Siksna Mobīla telemetrija	70 - 85	15 – 25	10 -15
≤36 mēneši	Implantējamais cilpas rekorderis	80 – 90	30 – 50	15 - 20

Rekorderu veidi

Nepārtrauktie (*continuous*) rekorderi – nepārtraukti pieraksta katru kardiociklu un reģistrē visus pieraksta laikā notikušus EKG simptomus un notikumus.

Nepārtrauktie rekorderi jeb monitori

- **Monitorēšanas sistēmas intensīvas terapijas vienībās** – sastāv no stacionāriem daudzfunkcionāliem monitoriem pie pacienta gultas, kas ir savienoti ar centrālo analizējošo staciju (datoru). Visu monitorēšanas laiku sistēma nepārtraukti reģistrē, automātiski analizē „reālajā laikā” un dokumentē EKG un citus monitorējamus parametrus. Modernas monitorēšanas sistēmas ļauj analizēt sirds ritma izmaiņas un traucējumus, ST segmenta novirzes, sirds ritma variabilitāti (HRV), dokumentēt un apstrādāt monitorēšanas datu tabulu, grafiku un EKG līkņu veidus. Dažu dienu EKG monitorēšana var būt vērtīga pacientiem ar klīniskām pazīmēm un izmaiņām EKG, kas liecina par augstu dzīvību apdraudošu aritmiju attīstības risku, īpaši pamatota ir tās pielietošana tūlīt pēc klīniskā notikuma.
- **Ārējie rekorderi ar bezvadu reģistrētā pieraksta pārsūtīšanu.** Tās ir ierīces, kas tiek piestiprinātas/uzlīmētas uz pacienta krūšu kurvja kreisās puses ādas (“*patch*”) vai valkātas ikdienā. Reģistrē EKG 1 vai 2 novadījumos no ierīcē tuvu viens otram iebūvētiem elektrodiem. Šāds rekordera dizains manāmi samazina tā izmēru un padara ierīci par ērtu un gandrīz nepamanāmu un netraucējošu valkāšanai ilgākā laikā periodā (līdz 14 dienām). Ierīce ir ūdens izturīga, var palikt uz pacienta ādas mazgāšanās un fizisko vīgrinājumu laikā. Ierīce ir aprīkota ar notikumu reģistrācijas pogu. Jaunākās paaudzes rekorderi spēj reģistrēt arī ķermeņa temperatūru, pacienta aktivitāti, elpošanu.

- **Holtera monitori** - pārnēsājamas portatīvas mazas vieglas ierīces (28 - 320g), kas pieraksta EKG 2, 3 vai 12 bipolāros novadījumos. Strādā no 1 - 2 AA 9V akumulatoriem. Informāciju saglabā atmiņas kartē vai uz portatīva cietā diska, satur digitālo laika reģistratoru. Uz ierīces ir pacienta aktivējama notikumu marķieris, rekomendējama arī pacienta dienasgrāmata, kur pacients atzīmē savas aktivitātes, ēšanas reizes, medikamentu lietošanu, miegu, sūdzības un to rašanās laiku. Reģistrētā informācija pēc pieraksta pabeigšanas un rekordera atvienošanas no pacienta tiek pārlādēta vai elektroniski pārsūtīta uz analizējošo sistēmu. Rekomendējamais standarta Holtera monitorēšanas laiks ir 24 stundas, nepieciešamības gadījumā pieraksta laiks var būt pagarināts līdz 48 - 72 stundām, ir izstrādāti rekorderi ar 1 nedēļas un ilgāka pieraksta iespējām. Tiek attīstītas arī bezvadu Holtera sistēmas, kurās ierakstīto informāciju pēc noteikta pieraksta laika var pārsūtīt no rekordera uz dešifratoru, izmantojot mobilo tālruni, tā pagarinot monitorēšanas laiku (*skat. 3.7. attēlu*) [31].

Holtera monitorēšana ir indicēta pacientiem ar:

- ļoti biežām sinkopēm vai presinkopēm (≥ 1 x nedēļā) un/vai pacientiem ar pilnu samaņas zudumu, kas nespēj aktivēt notikumu rekorderi,
- ventrikulārām aritmijām jau atklāto aritmiju diagnozes precizēšanai, QT intervāla izmaiņu, T viļņa alternācijas, ST segmenta noviržu reģistrācijai un izvērtēšanai, riska novērtēšanai un/vai ārstēšanas efektivitātes izvērtēšanai,
- mirdzaritmiju, ja ir noskaidrojams aritmijas tips, kontrolē, pacientiem pēc išēmiska insulta vai tranzitoras išēmiskas lēkmes iespējamās paroksizmālas mirdzaritmijas diagnostikai;
- stabilu slodzes stenokardiju, ja ir aizdomas par aritmiju, aizdomas par vazospastisko stenokardiju, aizdomas par stenokardiju pie normāla slodzes testa, vai, ja išēmiju var provocēt citi slodzes testa apstākļi, ja slodzes tests ir kontrindicēts vai pacients nav spējīgs izpildīt informatīvo slodzes testu, kā arī „mēmās” išēmijas diagnostikai un antianginālas terapijas kontrolei [31; 100].



3.7. attēls. Holtera EKG monitorēšanas sistēma



3.8. attēls. Četri elektrodi - divu EKG kanālu pierakstam



3.9. attēls. Desmit elektrodi – 12 novadījumu EKG reģistrācijai

Nepārtraukta monitorēšana ļauj izvērtēt pacienta sirds ritmu, sirds ritma diennakts svārstības, diagnosticēt un uzskaitīt reģistrētus ritma un vadīšanas traucējumus, izpētīt aritmiju attīstības mehānismu, rašanās biežumu, laiku, diennakts svārstības, reģistrēt asimptomatiskas aritmijas, izvērtēt išēmiskas izmaiņas EKG, pielietot prognozes EKG - marķierus (sirds ritma variabilitāte HRV, QT intervāls un QT intervāla dispersija, kambaru vēlīnie potenciāli LVP, T-viļņa alternācija TWA, sirds ritma turbulence HRT). Nepārtrauktās reģistrācijas trūkumi – īss monitorēšanas laiks un zema diagnostiska vērtība pie retiem (retāk kā 1 reizi nedēļā) simptomiem, retrospektīva analīze [12; 31].

Intermitējošie (*intermittens*) rekorderi - reģistrē atsevišķus EKG fragmentus.

- **Intermitējošie notikumu reģistratori**, pacienta vai notikuma aktivējamie rekorderi (*event recorders, post-event recorders*), kurus pacients var uzlikt un aktivēt, kad ir simptomi. Ierīce (aproces formā, uzliekamā uz krūšu kurvja priekšpusēs “lāpstiņa” u.c.) pieraksta un saglabā atmiņā tikai īsus EKG fragmentus 30 - 300 sekundes pēc ierīces aktivācijas (post-event recording – pēc notikuma). Reģistrētā EKG var būt telefoniski pārsūtīta uz analizējošo iekārtu tūlītējai apstrādei vai saglabāta rekordera atmiņā.
- **„Cilpas” notikumu reģistratori** (*loop recorders, pre-event recorders*) - nepārtraukti pieraksta noteikta ieprogrammētā garuma EKG fragmentus (cilpas) un izdzēš tos, ja nenotiek ierīces aktivācija, atmiņā saglabā tikai EKG fragmentus dažas minūtes (5 – 15 – 20 - 40) pirms (*pre-event recording*) un pēc ierīces aktivācijas. Reģistrē vienu modificētu EKG novadījumu. Rekorderi aktivē pats pacients, apmācītie radinieki vai ierīce aktivējas automātiski, kad reģistrē iepriekš ieprogrammētus EKG notikuma parametrus – ritma vai vadīšanas traucējumus (*auto-triggered* funkcija). Pierakstītā

informācija var būt pārsūtīta uz saņēmējstaciju, vai saglabāta rekordera atmiņā un vēlāk pārsūtīta uz centrālo analizējošo iekārtu (*skat. 3.10 attēlu; 3.11. attēlu*).

„Cilpas” rekorderu veidi ir ārējie cilpas rakstītāji, implantējamie cilpas rekorderi, elektrokardiostimulatori un implantējamie kardioverteri – defibrilatori.

Ārējie cilpas rakstītāji (“*external loop recorder*”, *ELR*) (izmanto 2 - 3 uz krūšu kurvja ādas uzlīmējamus elektrodus, monitorēšana ilgst nedēļas vai mēnešus ilgi (parasti līdz 4 - 6 nedēļām), baterijas jāmaina pēc ražotāja rekomendētā noteiktā laika posma. Ierobežojumi – ādas kairinājums un neērtības saistītas ar ilgstošu ierīces valkāšanu, relatīvi īss monitorēšanas laiks, pretrunīgi pētījumu dati par metodes diagnostisko vērtību pie retiem klīniskiem notikumiem.



3.10. attēls. Notikumu monitors ar elektrodiem



3.11. attēls. Notikumu rekorderis pievienots pacientam

Ārējie notikumu rekorderi ir pielietojami:

- pacientiem ar klīniskām, vai EKG norādēm uz iespējamo aritmisko sinkopi, ja laika intervāls starp simptomiem ir ≤ 4 ned.,
- pacientiem ar ventrikulārām aritmijām, ja simptomi ir sporādiski un var būt tranzistoru aritmiju izraisīti,
- pacientiem ar mirdzaritmiju, ja ir noskaidrojams aritmijas tips, un pacientiem pēc išēmiska insulta, vai tranzistoras išēmiskas lēkmes, iespējamās paroksizmālās mirdzaritmijas diagnostikai,
- pacientiem ar sirdsklauvēm iespējamās aritmijas identifikācijai [38; 100].

Implantējamie cilpas rekorderi (ILR - Implantable Loop Recorders). Sistēma sastāv no:

- **rekordera** – mazas (15g 61x19x8mm) zemādā implantējamās programmējamās ierīces, kas pastāvīgi reģistrē subkutāno EKG vienā novadījumā un saglabā atmiņā EKG ”cilpas”, kas tiek aktivēta ar pacienta aktivātoru vai automātiski. Pierakstāmās cilpas garums ir programmējams, saglabā atmiņā 49,5 minūtes summāro EKG pierakstu. Dažas ierīces var pārsūtīt informāciju telefoniski. Rekordera baterijas

dzīvildze ir 36 mēneši. Kad ir noskaidrots, vai izslēgts ar sirds ritma traucējumiem saistīts simptoma iemesls, ierīce tiek evakuēta;

- **aktivatora** – portatīvas peidžera lieluma ierīces, kuru simptomu rašanās gadījumā pacients vai apmācītie tuvinieki uzliek uz krūšu kurvja virs rekordera un nospiež aktivācijas pogu, aktivējot pierakstu;
- **programmera** – datora ar rekordera programmēšanas un informācijas analīzes programmu (*skat. 3.12. attēlu; 3.13. attēlu*).



3.12. attēls. Krūšu kurvja rentgenogramma pacientam ar implantētu sirds monitoru



3.13. attēls. Rekorderi (Reveal Insertable Cardiac Monitor) un Aktivatori (Reveal Patient Assistant)

ILR ierīces ir indicētas pacientiem ar reti nepastāvīgiem simptomiem, kuri var būt sirds aritmiju izraisīti, kā arī pacientiem ar klīniskiem sindromiem vai situācijām saistītām ar paaugstinātu aritmiju risku, ieskaitot pacientus ar atkārtotām sirdsklauvēm, neizskaidrotām sinkopēm, presinkopēm, pret medikamentiem rezistentu epilepsiju un krampjiem.

Implantējamais sirds monitors medicīniski pamatoti pielietojams nelielai pacientu grupai, kam ir atgriezeniski simptomi tik reti (ar intervālu līdz 64 ned.), ka iepriekš veiktie izmeklējumi (Holtera monitorēšana un ārējās notikumu reģistrācijas metodes) nebija sekmīgi vai kā alternatīva vispār pieņemtai izmeklēšanai, uzsākot pacienta izmeklēšanu. ILR var būt pielietots pacientiem ar atgriezeniskām neiroloģiskām sinkopēm, ja sinkopes mehānisma noskaidrošana var ietekmēt ārstēšanu, pacientiem ar pierādītu sirds strukturālo slimību un/vai ar neilgstošu ventrikulāro tahikardiju, ja ventrikulāro tahiaritmiju neizdodas provocēt elektrofizioloģiskas izmeklēšanas laikā, kā arī pacientiem ar neizskaidrotiem kritieniem. Metodei ir augsta diagnostiska vērtība reto atgriezenisko aritmisko notikumu diagnostikā.

Metodes trūkumi ir nelielas ķirurģiskas operācijas vai injekcijas nepieciešamība, alerģijas iespējamība uz ierīces materiāliem, grūtības supraventrikulāro un ventrikulāro aritmiju diferenciācijā, ierīces programmēšanas grūtības, kā rezultātā ierīce var uztvert kā EKG notikumu un saglabāt atmiņā nepatoloģiskas ritma vai vadīšanas izmaiņas. Arī daži nozīmīgi ritma vai vadīšanas traucējumi, kas ir, zem ierīces ieprogrammēta jūtības sliekšņa var palikt neregistrēti, atmiņas tilpums un atmiņas cilpas garums (ierīces atmiņā saglabājamā pieraksta kopējais ilgums un epizodes ilgums) – simptoms neattīstās ierakstāmas cilpas laikā, vai ierīces atmiņa ir „piesātināta” pirms simptoma attīstības, metodes relatīvi dārgā izmaksa.

EKG tehnoloģiju attīstītība nākotnē un uzsvars uz spontāno, nevis provocēto aritmisko notikumu diagnostisko vērtību var paaugstināt ILR nozīmi un pielietošanu aritmisko notikumu diagnostikā tuvākajā nākotnē [38; 100].

Elektrokardiostimulatori (EKS) un implantējamie kardioverteri - defibrilatori (ICD) - nepārtraukti monitorē intrakardiālo EKG, reģistrē un saglabā atmiņā tahikardiju, bradikardiju un citus atpazīšanai ieprogrammētos EKG notikumus, kā arī elektrokardiogrammas, kurām seko terapeitiskā ICD izlāde. Mūsdienu telemedicīna dod iespēju pārsūtīt datus par ierīces tehniskiem un stimulācijas parametriem un ierīces reģistrētus EKG notikumus uz centrālo analizējošo sistēmu transtelefoniski, internetā vai pielietojot bezvadu tehnoloģijas. Fragmentāras reģistrācijas trūkumi nedod pilnu informāciju par pacienta sirds ritma svārstībām, aritmiju skaitu, nefiksē asimptomatiskas aritmijas, ja nav automātiskās notikumu reģistrēšanas funkcijas, neregistrē ”mēmās” išēmijas epizodes, “pēc notikuma” (post-event) monitorēšana ne vienmēr ir informatīva sinkopālo stāvokļu un ļoti īsu aritmiju paroksizmu izpētē [31; 32; 100].

Telemetrija intrahospitālā un ambulatorā (*Cardiac remote telemetry, Mobile Cardiac Outpatient Telemetry, Real-Time cardiac surveillance*).

12 novadījumu stacionārā vai 1 kanāla (1 - 3 krūšu elektrodi) ambulatoriem pacientiem. Elektrodi savienoti ar peidžera lieluma (62 - 300g svara) sensoru, kurš izmantojot bezvadu tehnoloģijas nepārtraukti pārraida datus uz monitoru/mobīlo ierīci (jāatrodas ne tālāk, kā 100m no sensora, ambulatori var būt nēsājams portfelī vai makā). Monitora datorprogramma nepārtraukti analizē sirds ritmu un, ja uztver iepriekš noteiktajiem kritērijiem atbilstošas EKG izmaiņas, automātiski telefoniski pārsūta informāciju uz centrālo monitorēšanas staciju tūlītējai interpretācijai, nosūtīti tiek arī pacienta atzīmēti simptomi. Apmācītais personāls analizē ienākošo informāciju un, ja reģistrē iepriekš noteiktos EKG notikuma kritērijus, kontaktē ar atbildīgo ārstu, kā arī nosūta ikdienas pārskatu [38; 100].

Intrahospitālā EKG telemetrija ir indicēta pacientiem ar nopietnām sirds strukturālām slimībām un ar dzīvībai bīstamo aritmiju attīstības augstu risku. **Ambulatora**

EKG telemetrija ir ārējā reālā laika sirds telemonitorēšanas sistēma, jeb **mobīlā sirds telemetrija**. Ir diagnostiska alternatīva pacientiem ar retiem (retāk kā 1 reizi 48 stundās) simptomiem, kas var būt sirds aritmiju izraisīti. Mobīlā sirds telemetrija apvieno sevī tradicionālo EKG rekorderu, ārējo cilpas reģistratoru un notikumu reģistratoru priekšrocības. EKG reģistrācijai var būt izmantoti dažāda dizaina rekorderi, nereti tie ir ikdienas priekšmeti ar iebūvētiem elektrodiem (uz krūšu kurvja uzlīmējamais plāksteris - *patch*, rokas sprādze, kakla rotas piekariņš), kuri reģistrē EKG vienā novadījumā. Nepārtraukti valkātas, šīs ierīces reģistrē reālā laikā nepārtrauktu vai notikumu EKG un pārraida to uz analizējošo centru, izmantojot bezvadu savienojumu. Lai pārsūtītu datus, jaunākās paaudzes ierīces spēj izveidot savienojumu ar jebkuru WiFi piekļuves punktu [100].

Sinkopes un presinkopes diagnostikā ambulatorai telemetrijai ir augstāka diagnostiska vērtība, kā pacienta aktivējamiem ārējiem cilpas rekorderiem [38].

EKG monitorēšanas ilguma, taktikas un atbilstošas monitorēšanas metodes izvēli nosaka pacienta risks, klīniskās indikācijas, prognozējamais aritmisko notikumu atkārtšanās biežums un tehnoloģiju pieejamība (*skat. 3.2. tabulu*).

3.3. tabula

Ambulatoro sirds monitoru salīdzinājums [100]

Reģistrācijas ilgums	1 minūte	24-48 stundas	3 – 7 dienas	1 – 4 nedēļas	36 mēneši
Rekordera tips	Ārējais notikumu reģistrators. Reģistrators viedtālrunī.	Holtera monitors. Mobīlā telemetrija .	<i>Patch</i> , veste, siksna. Mobīlā telemetrija. Cilpas notikumu reģistrators.	<i>Patch</i> , veste, siksna. Ārējais cilpas reģistrators. Mobīlā telemetrija.	Implantējama cilpas reģistrators.
Reģistrācijas veids: - Notikumu reģistrācija - Nepārtrauktā reģistrācija - Notikumu triggerētā reģistrācija	X	X X	X X x	X X x	X x
Novadījumu daudzums: - 1 nov (2 elektrodi) - 2 nov (3 elektrodi) - 3 novadījumi (5-7 elektrodi) - 12 nov (10 elektrodi)	x	X x x x	X X x	X X x	x
Reģistrējošās sistēmas tips: - Uzlīmējamie elektrodi ar vadiem - Bezvadu <i>patch</i> , veste, siksna - Iebūvētie elektrodi	X	X X	X X	X X	X
Analīzei pieejamie parametri: - Aritmiju analīze - ST analīze - Sirds rima variabilitāte - QT dinamika - Sirds ritma turbulence - Vēlīnie kambaru potenciāli - Elpošana - P vilnis - Aktivitātes līmenis	X	X X X X X X X X X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X	X

Holtera monitorēšana

Holtera EKG monitorēšana ir ilgstošas nepārtrauktās EKG reģistrācijas metode pacientam ierasto brīvo aktivitāšu laikā. **Nepārtrauktās monitorēšanas (reģistrācijas) priekšrocība** ir iespēja reģistrēt un izvērtēt pacienta sirds ritmu visas monitorēšanas laikā, sirds ritma diennakts svārstības, aritmiju rašanās biežumu, reģistrēt asimptomatiskas aritmijas, sastādīt sirdsdarbības trendus, izvērtēt išēmiskas izmaiņas EKG, pielietot prognozes EKG - markerus (sirds ritma variabilitāte HRV, QT intervāls un QT intervāla dispersija, kambaru vēlīnie potenciāli, T-viļņa alternācija TWA, sirds ritma turbulence HRT). Neapšaubāma metodes priekšrocība ir iespēja salīdzināt objektīvo informāciju (EKG līkne) ar pacienta izjūtām un aktivitātēm (pacienta dienasgrāmatu) [31].

Nepārtrauktas reģistrācijas trūkumi – zema diagnostiskā vērtība pie retiem (retāk kā 1 reizi nedēļā) simptomiem, retrospektīva analīze [31; 100].

Holtera monitorēšanai ir plašas pielietošanas iespējas un tās var apvienot sekojošās **indikāciju grupās**:

- simptomi, kas var būt saistīti ar sirds ritma traucējumiem, sinkopālie stāvokļi, sūdzības par atkārtotām neizskaidrojamām sirdsklauvēm,
- dzīvībai bīstamo aritmiju attīstības un pēkšņās kardiālās nāves riska novērtēšana asimptomatiskiem pacientiem ar sekojošām slimībām: hipertrofiskā kardiomiopātija; pārciests miokarda infarkts, komplikēts ar sirds mazspēju vai ritma traucējumiem; sirds elektriskās slimības (gara un īsā QT sindroms; Brugada sindroms u.c.),
- antiaritmiskās terapijas kontrole, sirdsdarbības frekvences kontrole pacientiem ar mirdzaritmiju, medikamentu proaritmiskās ietekmes kontrole,
- implantēto elektrokardiostimulatoru un kardioverteru - defibrilatoru darbības kontrole pacientiem ar sūdzībām, kuras liek domāt par iespējamo aritmiju (galvas reiboņi, ģībonis, sirdsklauves), aizdomas par stimulatora darbības traucējumiem (miopotenziālo inhibīciju, EKS inducēto tahikardiju), kā arī ierīču fizioloģiskās programmēšanas optimizācijai,
- išēmisko ST - T izmaiņu izvērtēšana, tajā skaitā arī “mēmās” išēmijas izvērtēšana pacientiem ar KSS, kā arī antianginālās terapijas izvērtēšana,
- sirds ritma variabilitātes izvērtēšana pacientiem pēc miokarda infarkta, ar sirds mazspēju, aizdomām par veģetatīvo disfunkciju (pacientiem ar cukura diabētu, miega apnoe u.c.) [31].

Kontrindikācijas metodei nav, ir iespējama alerģija uz elektrodu materiāliem un citiem izmeklējuma laikā pielietotiem līdzekļiem. Ilgstoša rekordera nēsāšana var sagādāt higiēniskas neērtības un radīt ādas kairinājumu [31].

Holtera monitorēšanas sistēma. Holtera monitorēšanas sistēmu sastāda divas galvenās daļas: reģistrējošā daļa un analizējošā daļa jeb dešifrators (analizējošā sistēma).

Reģistrējošā daļa sastāv no: elektrodiem, vadiem, kuri savieno elektrodus ar galveno kabeli, galvenā kabeļa, reģistratora (rekordera, rakstītāja). **Elektrodi.** Ilgstošas EKG monitorēšanas elektrodiem ir jāatbilst vairākām prasībām – ir ilgstoši jānodrošina, stabīlu kvalitatīva signāla pārraidi no vienas puses, un nav jārada sekas, kas ir saistītas ar ilgstošu kontaktu ar izmeklējamā ādu no otras puses. Tiek pielietoti vienreizējās lietošanas līpošie (adhezīvie) elektrodi, kuru metāliskais centrs kontaktē ar ādu caur sūkli, kas ir piesūcināts ar elektrodu gēlu. Labāku un stabilāku signāla pārvadi nodrošina sudraba hlorīda (Ag-AgCl_2) elektrodi. Elektroda gals tiek savienots ar vadu, ar mēlīti. Labāk izmantot elektrodus, kuriem savienojotais mehānisms atrodas elektroda galā, tas samazina elektroda iestiepuma ietekmi uz pārvades kvalitāti un uzlabo vada un elektroda savienojuma elastīgumu.



3.14. attēls. EKG monitorēšanas vienreizējās lietošanas līpošie elektrodi

Katram elektrodam tiek pievienots ekranētais vads, viens vada gals ir savienots ar elektrodu, ar mēlīti, otrs – ar rekordera galveno kabeli. Katram vadam ir sava atšķirīga krāsa. Zinot, savienojumu sistēmas datus, var nodrošināt ticama pieraksta iegūšanu no atbilstošiem elektrodiem atbilstošajā kanālā.



3.15. attēls. Holtera EKG monitorēšanas reģistrējošā ierīce ar vadiem

Reģistrators (rekorderis, rakstītājs, reģistrējošā ierīce). Holtera monitorēšana pielieto rekorderus, kuri nepārtraukti (*continuous*) pieraksta katru kardiociklu un reģistrē visus pieraksta laikā notikušus EKG simptomus un notikumus. Rekorderis ir pārnēsājamā maza, viegla portatīvā ierīce (28 - 320g), kas pieraksta 2, 3 vai 12 bipolārus EKG novadījumus.

Strādā no 1 - 2 AA 9V baterijām. Informāciju saglabā atmiņās kartē vai uz portatīva cietā diska, satur digitālo laika reģistratoru, uz ierīces ir pacienta aktivējama notikumu marķieris (event). Mūsdienīgie rekorderi pēc būtības ir mikroprocesori ar lielu atmiņas tilpumu un analīzes programmu, kas veic reģistrējamās EKG līknes iepriekšējo apstrādi reģistrācijas laikā, tādējādi samazinot laika patēriņu galīgai izmeklējuma analīzei. Diennakts pieraksts satur apmēram 100000 kardiociklus un prasa apmēram 20 megabitus atmiņas tilpumu vienam kanālam. Mūsdienīgu reģistratoru atmiņas tilpums ir 80 - 200MB, reģistrējamo frekvenču vēlamais diapazons 0,05 - 100Hz, izšķirtspēja – 5 - 20mkV. Latvijā šobrīd pielieto rekorderus ar 24, 48 un 72 stundu EKG reģistrācijas iespējām. **Dešifrators** (analizējošā, *playback* sistēma) ir personīgais dators ar speciālo ierakstītas informācijas automātiskās analīzes programmu, kura ir izgājusi standarta pārbaudi uz jūtību un specifiskumu, rekordera informācijas ievadīšanas bloks, augstas izšķirtspējas monitors, lāzera printeris [31].

Pēc EKG reģistrācijas pabeigšanas un rekordera atvienošanas no pacienta reģistrētā EKG līkne tiek pārraidīta uz analizējošo sistēmu, kurai ir sekojošas funkcijas: reģistrētas EKG līknes atveidošana, parametru, kas ir paredzēti analīzei konkrētajā datora programmā analīze, monitorēšanas rezultātu attēlošana, dokumentācija un arhivācija.

Analizējošai programmai precīzi un pareizi jāatšķir P-QRS-T kompleksa komponentus - viļņu formu un amplitūdu, intervālu ilgumu. Pēc QRS kompleksa formas un RR intervāla ilguma, visus kompleksus, jāsadala klasēs, kuru skaits dažādās sistēmās var variēt no 10 līdz dažiem simtiem. Obligāta ir ventrikulāro un supraventrikulāro ritma traucējumu izdale, sadale pēc kompleksu skaita aritmiju epizodēm (izolēti, pāra, paroksizmi), pēc sirdsdarbības frekvences epizodēm (bradi - un tahikardija), kā arī sistēmai jāizdala pauzes un jāizmēra to ilgums. Vairākas sistēmas papildus izvērtē ektopiju sakabes intervālu un izdala R uz T tipa ekstrasistoles. Nopietnas prasības ir arī išēmisko izmaiņu reģistrācijai – ST segmenta mērīšanas precizitātei. Vairākas sistēmas spēj analizēt arī citus mūsdienīgus riska marķierus – sirds ritma variabilitāti, T viļņa alternāciju, analizēt QT intervālu, kambaru vēlīnos potenciālus un sirds ritma turbulenci. [31] Neskatoties uz aizvien mūsdienīgākiem un sarežģītākiem analīzes algoritmiem, uz kuriem balstās Holtera EKG monitorēšanas pieraksta analīze, tomēr ir nepieciešama datora analīzes salīdzināšana ar reālajām EKG līknēm. Galīgs ticams ritma traucējumu analīzes rezultāts nedrīkst balstīties tikai uz automātiskas analīzes rezultātiem. Reģistrētas informācijas vizuāla analīze manuālas kontroles režīmā aizņem aptuveni 30 – 180 minūtes [31].

Izmeklējuma izpildē iesaistītais personāls

EKG monitorēšanas izmeklējumi ir komandas darbs, kurā ir iesaistīti ārsti, māsas, tehniķi.

Pacienta ārstējošais ārsts vai speciālists, kas nozīmē izmeklējumu: sastāda indikācijas izmeklējumam, sastāda izmeklējuma plānu – mērķis (diagnozes uzstādīšana, dinamiska novērošana, ārstēšanas kontrole), vēlamais laiks, pacienta režīms, medikamentu lietošana, izmeklējumā iekļautie papildu testi - fiziskie, medikamentozie, ar slodzi veģetatīvai nervu sistēmai u.c., izskaidro pacientam izmeklējuma mērķi un programmu, motivē pacientu izmeklējuma izpildei [32].

Funkcionālās diagnostikas ārsts vai klīniskais fiziologs: izvēlas monitorēšanas mērķa sasniegšanai optimālo monitorēšanas metodi un rekorderi, ilgumu, reģistrējamo novadījumu skaitu un konfigurāciju, izmeklējumā iekļaujamo papildu testu laiku un izpildes veidu, veic monitorēšanas rezultātu kvalitātes izvērtēšanu, pārbauda izmeklējuma automātiskās analīzes rezultātus, izlabo kļūdas, veic sirds ritma un citu analizējamo parametru analīzi, sastāda slēdzienus, sniedz pacientam un ārstējošam ārstam rekomendācijas par turpmāko kontroli un taktiku [32].

Māsa (tehniķis): izglīto pacientu par izmeklējuma izpildes tehniskiem aspektiem, pacienta režīmu izmeklējuma laikā, izmeklējuma dienasgrāmatas nepieciešamību un atspoguļojamo tajā informāciju, izmeklējuma kvalitāti ietekmējošiem faktoriem, kas ir atkarīgi no pacienta, pacienta un ierīces drošības monitorēšanas laikā, pacienta atbildību par aprīkojumu; sagatavo pacientu un aprīkojumu izmeklējumam; pievieno rakstītāju pacientam un pārbauda reģistrējamās EKG līknes kvalitāti, ja nepieciešams, veic kvalitāti uzlabojošas darbības; pēc pieraksta pabeigšanas atvieno ierīci no pacienta un ievada informāciju analizējošajā programmā; veic pieraksta kvalitātes izvērtēšanu un ar pieraksta kvalitāti saistīto kļūdu atlasu un labošanu; pieraksta kvalitātes pārbaudes laikā veic „nopietnu” un dzīvībai bīstamo sirds ritma un vadīšanas traucējumu skrīningu un informē par tiem funkcionālās diagnostikas ārstu (klīnisko fiziologu); sagatavo ierīci nākošajam izmeklējumam; saglabā, dokumentē un arhivē izmeklējumu rezultātus atbilstoši iestādes pieņemtai kārtībai un datora programmas iespējām [32].

Holtera EKG monitorēšanas izmeklējuma praktiskā izpilde

Pirms uzsākt darbu ar jebkuru aprīkojumu, ir nepieciešams rūpīgi iepazīties ar ražotāja instrukciju un pildīt to. Pacienta personas datus ievada, vadoties pēc pacienta personību apliecināja dokumenta vai medicīnas dokumenta (slimības vēstures, ambulatorās kartes).

Ambulatorās EKG monitorēšanas laikā pacients neatrodas pastāvīgi medicīnas personāla uzraudzībā, tāpēc no pacienta izglītošanas kvalitātes un informativitātes lielā mērā ir atkarīga sekmīga izmeklējuma izpilde.

Pacienta dienasgrāmata. Uzreiz lielu informācijas apjomu pacientam ir grūti atcerēties, tāpēc ir izveidota pacienta dienasgrāmata drukātā formā, kurā pacientam jāatzīmē: slodžu

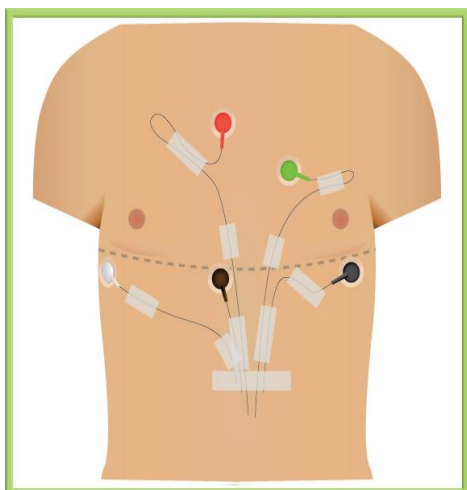
periodi, norādot intensitāti un panesamību, nodarbošanos ar seksu, ēdiena reizes, smēķēšanu un, ja atļauts, alkohola lietošanu, emocijas ar norādi negatīvas, vai pozitīvas, miega laiku naktī, tā kvalitāti, sūdzības, to raksturu, rašanās laiku un intensitāti, citu informāciju, kurai pacients grib pievērst uzmanību.

Pacientam jāparāda „notikumu” (event) poga uz monitora, ar kuras nospiešanu pacients atzīmē svarīgākos notikumus pieraksta laikā, aprakstot tos dienasgrāmatā. Monitorēšanas laikā pacientam jācenšas savu dienas režīmu tuvināt parastajai kārtībai, iekļaujot tajā situācijas, kurās agrāk radās traucējošas izjūtas. Pēc monitorēšanas pabeigšanas māsa saņem dienasgrāmatu no pacienta un, ja nepieciešams, ieraksta tajā svarīgāko informāciju, kas saņemta no pacienta [31].

Pacientu ir jāinformē par metodes nekaitīgumu un drošību, par drošības pasākumiem un pareizu uzvedību monitorēšanas laikā. Nav vēlama sintētiskas vai vilnas veļas valkāšana EKG monitorēšanas laikā, jo tā var radīt statiskas elektrības radītus artefaktus, priekšroka dodama kokvilnai vai linam. Ja izmeklējumā iekļauti fiziskās slodzes testi, ir jāizvēlas slodzes ar mazāku plecu joslas muskulatūras noslogojumu. Ja monitorēšanas laikā ir paredzēta baterijas maiņa, ir jāpaskaidro un jāparāda pacientam, kā to izdarīt. Tiek rekomendēta elektrodu un vadu stāvokļa paškontrole, elektrodu atlīmēšanās vai vadu atvienošanās gadījumā – defekta novēršana. Nedrīkst: lietot bojātu ierīci, mehāniski bojāt to un lietot ierīci ar bojātu korpusu vai vadiem, lietot elektriskās individuālas apsildošās vai citas elektriskās ierīces monitorēšanas laikā, mazgāties vai veikt citas ūdens procedūras ar pievienoto ierīci vai vadiem. Ja ir nepieciešamas higiēniskas procedūras ilgstošas monitorēšanas laikā, jāpaskaidro un jāparāda pacientam, kā atvienot un atkal pievienot rekorderi. Nerekomendē veikt rentgenoloģiskos un ultraskaņas izmeklējumus monitorēšanas laikā, jo tas negatīvi ietekmē abu izmeklējumu kvalitāti.

Pacienta ādas sagatavošana un elektrodu uzlikšana. Elektrodus rekomendē uzlikt uz krūšu kurvja daļām, kur ir mazāks muskuļu un tauku slānis un mazāks kustīgums, parasti tie ir zematslēgas un krūšu kaula apvidi. Lai nodrošinātu labu reģistrētās EKG interpretāciju, ir nepieciešams, lai kontakts starp ādu un elektrodu būtu optimāls, ādas pretestībai jābūt maksimāli samazinātai. Šī mērķa sasniegšanai ir jāveic sekojošas darbības: ja nepieciešams noskūt ādas apmatojumu elektrodu uzlikšanas vietās pirms elektrodu uzlikšanas, viegli noberzt ar marles salveti un attaukot ar tamponu, kas ir samērcēts Holtera sistēmas ražotāja rekomendējamajā šķīdumā, elektrodus uzlikt pēc ādas pilnīgas nožūšanas. Elektrodus nedrīkst uzlikt virs ādas krokām. Pēc elektroda pievienošanas rekomendē uztaisīt „drošības cilpu” elektroda proksimālajā daļā un pielīmēt novadījuma kabeli pie ādas ar leikoplastu tā, lai novērstu vada iestiepumu kustību laikā. Elektrodiem jāpievieno atbilstošas krāsas

novadījumu kabelus, atbilstoši izvēlētai novadījumu konfigurācijai (skat 3.16. attēlu; 3.17. attēlu).



3.16. attēls. Elektrodu novietojuma un fiksācijas shēma



3.17. attēls. Holtera monitors pievienots pacientam

Labas reģistrācijas kvalitātes nodrošināšanai pierakstāmo EKG datus rekomendē pārbaudīt uz dešifratora monitora vai rekordera displeja. Ja miera stāvoklī reģistrētā līkne ir bez traucējumiem, ir nepieciešams pārbaudīt to sēdus, stāvus un guļus stāvoklī, kā arī piedāvāt pacientam izdarīt dažas standarta kustības (pieliekties, pacelt rokas, pagriezties). Ja kustības nerada izteiktus traucējumus – var uzsākt monitorēšanu. Ja rada – jānoskaidro traucējumu iemesls un tas jānovērš [31]. Nekvalitatīva EKG signāla iemesli un to novēršana atspoguļoti 3.4. tabulā.

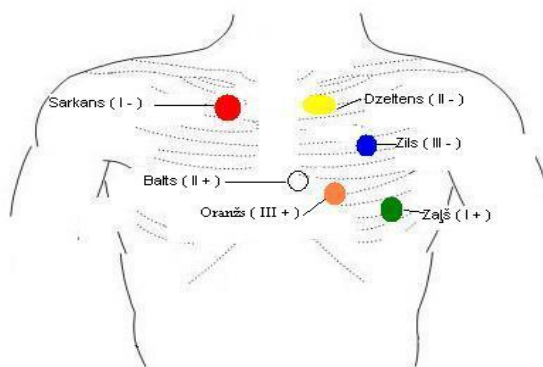
3.4. tabula

Nekvalitatīva EKG signāla iemesli un to novēršana [63]

Iemesls	Atšķirīgas pazīmes	Pārbaudes darbības	Novēršanas darbības
Kabeļa defekts (pilnīgs pārrāvums)	Nav viena kanāla EKG līkne (neiekļaujas logā vai novirze $>10\text{mV} - 100\text{mm}$)	Novadījuma kabeļa pārslēgšana uz citiem elektrodiem neuzlabo kvalitāti	Nomainīt bojāto kabeli
Kabeļa defekts (nepilnīgs pārrāvums)	Augstas amplitūdas traucējumi pacienta kustību laikā	Troksnis rodas pie vada vieglas locīšanas. Novadījuma kabeļa pārslēgšana uz citiem elektrodiem neuzlabo kvalitāti	Nomainīt bojāto kabeli
Slikts elektroda kontakts ar ādu	Nelielas amplitūdas troksnis ($0,1-0,5\text{mV}$ jeb $1-5\text{mm}$) uz fona trokšņa fona	Elektroda vada pārslēgšana uz citiem elektrodiem uzlabo kvalitāti. Elektroda piespiešana rada izteiktus traucējumus	Papildus apstrādāt un izvērtēt elektroda uzlikšanas vietu un uzlikt elektrodu atkārtoti
Statiskas elektrības radītais troksnis	Vidējas amplitūdas traucējumi pacienta kustību laikā	Troksnis nav, kad pacients ir bez drēbēm	Noņemt sintētisko veļu
Muskuļu troksnis	Augstas amplitūdas troksnis kustību laikā	Troksnis rodas ne tikai kustību laikā, bet arī toniska muskuļu sasprindzinājuma laikā	Pārlikt atbilstošus elektrodus citos punktos, ne virs muskuļiem

Vidējās intensitātes muskuļu troksnis ir neizbēgams, veicot EKG monitorēšanu aktīviem un trenētiem indivīdiem brīvās aktivitātes apstākļos. Vienlaicīgi ar reģistrācijas kvalitātes pārbaudi ir nepieciešams izvērtēt arī reģistrējamās EKG līknes parametrus: pārliecināties, ka QRS komplekss ir augstāks par T vilni, pārliecināties, ka QRS kompleksa amplitūda ir lielāka par 1mV, pārliecināties, ka elektrokardiostimulatora impulsa amplitūda ir pietiekoša. Minēto parametru ievērošana nodrošina optimālu reģistrējamās EKG līknes analīzi reģistrācijas laikā („reālajā laikā” – real time) un adekvātu datorizēto analīzi pēc reģistrētās informācijas ievadīšanas analizējošā sistēmā. Ja reģistrējamā EKG līkne neatbilst minētiem parametriem, tiek rekomendēta elektrodu novietojuma maiņa ar mērķi panākt optimālās EKG līknes reģistrāciju.

Novadījumu (elektrodu novietojuma) konfigurācija. Holtera EKG reģistrators izmanto bipolāro novadījumu sistēmu – viens pozitīvais un viens negatīvais elektrods katram novadījumam (kanālam). Standarta izmeklējumā tiek reģistrēti signāli no 2 vai 3 bipolāriem EKG novadījumiem divos vai trīs kanālos, kam izmantoto 5 līdz 7 elektrodus, kurus novieto uz izmeklējamā krūšu kurvja ādas. Viens no kanāliem var būt izmantots elektrokardiostimulatora aktivitātes reģistrācijai. Ir izmēģinātas dažādas bipolāro novadījumu konfigurācijas. 3 kanālu pierakstam biežāk izmanto modificētus krūšu (chest modified) novadījumus (*skat. 3.18.attēlu*) [31; 63].



3.18. attēls. Krūšu novadījumi

- **I. kanāls** - CM5 aptuveni atbilst izmainītam II un V5 novadījumam standarta EKG: (-) elektrods uzlikts pie *manubrium sterni* labajā pusē, (+) elektrods – standarta V5 pozīcijā.
- **II. kanāls** – CM (CS) 2 (1) aptuveni atbilst izmainītam V2 (1) novadījumam: (-) elektrods - zem kreisā atslēgas kaula uz kreisās priekšējās paduses līnijas vai gar *manubrium sterni* kreiso malu, (+) elektrods – standarta V2 (1)pozīcijā.

- **III. kanāls** – CM (CS) 3 (4) aptuveni atbilst izmainītam V₃ (4) novadījumam: (-) elektrods - zem kreisā atslēgas kaula uz kreisās priekšējās paduses līnijas vai gar *manubrium sterni* kreiso malu, (+) elektrods – standarta V₃ (4) pozīcijā.

Aprakstītā monitorēšanas novadījumu konfigurācija ir optimāla ritma diagnostikai un kreisā kambara priekšējās un sānu sienas išēmijas diagnostikai. Elektrodu novietojums (novadījumu konfigurācija) var būt izmainīta atkarībā no izmeklējuma mērķa un gaidāmās informācijas. Piemēram, kreisā kambara mugurējās sienas išēmijas diagnostikai var būt izmantots šāds elektrodu novietojums:

- (-) elektrods – kreisajā zematslēgas reģionā, (+) elektrods – virs kreisās gūžas locītavas vai (-) elektrods,
- (-) elektrods – paravertebrālie punkti gar krūšu VI-VII skriemeļiem, (+) elektrods – V₁ vai V₂ pozīcija.

Ir piedāvātas arī dažādu autoru izveidotas citas elektrodu konfigurācijas [31; 63; 109].

Sievietēm nepieciešamības gadījumā apakšējie elektrodi var būt uzlikti zemāk. Labākie monitorēšanas diagnostiskie rezultāti ir 12 novadījumu sistēmai, jo krūšu novadījumu konfigurācija neatšķiras no pierastās un labi izpētītās miera EKG, bet standarta novadījumi, ir līdzīgi standarta novadījumiem no ekstremitātēm ar nelielām atšķirībām - I. novadījuma amplitūdas samazināšanās un elektriskās ass novirze pa kreisi par 15 - 20 grādiem. 12 novadījumu Holtera EKG monitorēšana ir salīdzinoši dārgāka, šobrīd nav plaši pieejama un tiek lietota pēc sekojošām indikācijām – ritma traucējumu un išēmijas topiskā diagnostika, īpaši pirms operatīvas iejaukšanās.

Pēc rekordera pievienošanas pacientam, to ievieto speciālā futlārī un nostiprina uz pacienta jostas vietas ar siksnu, lieto arī papildus stiprinājumus, ja tos rekomendē ražotājs.

Pēc reģistrācijas pabeigšanas māsa izdara sekojošas standarta operācijas: aptur reģistrāciju, atvieno elektrodus no pacienta, ādas kairinājuma gadījumā rekomendē apstrādāt kairināto ādu ar hipoalergēnu krēmu, apskata ierīci un vadus, pārbauda redzamus bojājumus, saņem no pacienta izmeklējuma dienasgrāmatu un pārbauda tās aizpildi, pierakstot no pacienta vārdiem papildus informāciju, pārraida rekorderī reģistrēto informāciju uz analizējošo sistēmu, pārbauda reģistrācijas sekmīgumu un saglabā pierakstu, sagatavo ierīci nākošajam izmeklējumam: atbrīvo rekordera atmiņu no iepriekšējā izmeklējuma informācijas, notīra ierīci un vadus.

Izmeklējuma drošība. Personālam ir jābūt iepazīstinātam ar ražotāja aprīkojuma lietošanas un darba drošības instrukcijām, pienākumiem aparatūras ekspluatācijā un uzraudzībā ir jābūt sadalītiem starp konkrētām personām. Darbinieki ir atbildīgi par darba drošības noteikumu ievērošanu. Ir nepieciešams savlaicīgi un regulāri veikt aprīkojuma

tehnisko (servisa) apkopi, visus servisa darbus veic ražotāja autorizētais kvalificētais speciālists atbilstoši apkopes grafikam. Ierīces lietošana bez drošinātāja vai ar bojātiem vadiem var radīt draudus dzīvībai. Lietot tikai oriģinālo aprīkojumu. Veikt ierīces vizuālo apskati pēc katra iepriekšējā un pirms katra nākošā izmeklējuma (vai nav bojāti ierīce, vadi, sistēmas daļu savienojumi), aizliegts lietot ierīci sprādziena bīstamo objektu un viegli uzliesmojošo gāzu tuvumā (piemēram – anestēzijas gāzes). Nedrīkst sterilizēt ierīci un vadus augstā temperatūrā (piem. autoklāvā), elektromagnētiskā vai gamma apstarojumā, ar agresīvu tīrošu šķīdumu vai pulveri un pastu, nedrīkst mērcēt ierīci. Sertificētiem EKG monitoriem ir CF klasifikācija un aizsardzība no defibrilācijas, ja tiek lietots oriģinālais pacienta vads, tomēr vēlams noņemt ierīces elektrodus defibrilācijas laikā. Nepieciešams pielietot drošības pasākumus arī tehnikai, kas ir saslēgta ar Holtera monitorēšanas sistēmu [32].

Infekcijas kontrole. Ierīce nav domāta sterilai lietošanai. Ierīce ir ar zemu inficēšanās risku. Infekcijas kontroles pasākumi: lietot vienreizējās lietošanas elektrodus, pēc lietošanas ierīci un vadus notīrīt ar mitru tīrošu salveti vai mīkstu audumu, kas ir samitrināts ražotāja rekomendējamajā tīrošajā šķīdumā.

Holtera EKG monitorēšanas rezultātu analīze

EKG līkne ir ticams vai deformēts sirds elektriskā signāla atspoguļojums. EKG monitorēšanas laikā sirds elektriskais signāls var būt deformēts sakarā ar mehāniskajām ietekmēm vai kļūdām pārveidošanas laikā ciparu analogā. Ne visas pierakstītās EKG līknes parādības ir sirds bioelektriskās aktivitātes rezultāts, daļa no reģistrētās līknes satur neīsto informāciju un tiek saukta par artefaktiem jeb troksni [12; 31; 63; 109].

Artefaktus veido: reģistrētie signāli, kuri nav saistīti ar sirds elektrisko aktivitāti, pauzes, kuras ir saistītas ar EKG signāla izzušanu vai deformāciju, EKG signāla pastāvīga deformācija, kas ir saistīta ar sistēmas tehniskiem parametriem. Pieraksta analīzes laikā galveno problēmu sastāda artefakti, kas imitē sirds ritma un vadīšanas traucējumus un išēmiskās izmaiņas EKG.

Artefakti var veidoties reģistrācijas laikā un (vai) izmeklējuma pieraksta atveidošanas laikā. Artefaktu klātbūtne negatīvi ietekmē izmeklējuma datorizētas analīzes rezultātus.

Biežākie artefaktu veidošanās cēloņi ir:

- savienojuma pārrāvums starp elektrodu un novadījuma vada galu. Pacienta brīvo aktivitāšu laikā atvienotais vada gals parasti balansē blakus elektrodam periodiski kontaktējot ar elektroda metālisko daļu, kā rezultātā notiek ļoti sarežģītu traucējumu reģistrācija;
- strāvas avota priekšlaicīga izlāde reģistrācijas laikā. Pareiza izmeklējuma elektroapgāde nodrošina dažas reģistratora darba funkcijas – EKG signāla pastiprinātāju un ierīces

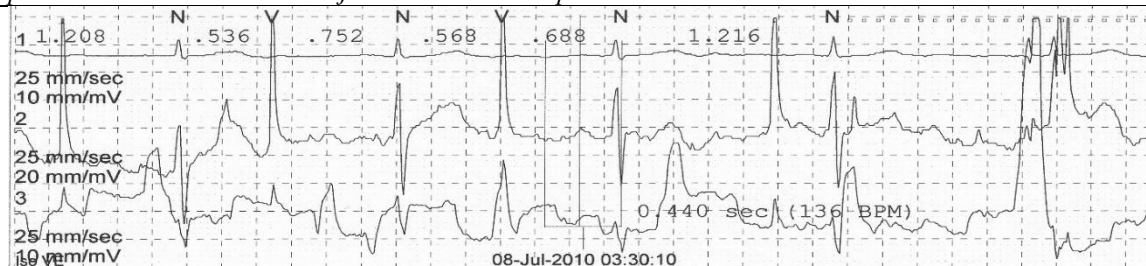
elektriskā lauka filtru darbību. Nepietiekoša un it īpaši pakāpeniska stāvas padeves samazināšanās izraisa reģistrējamās EKG signāla amplitūdas samazināšanos, dažādu artefaktu veidošanos un pieraksta priekšlaicīgu pārtraukšanu.

Artefaktu veidošanos pieraksta laikā var un nepieciešams samazināt, pielietojot pareizu izmeklējuma sagatavošanas tehniku. Datorizētās pieraksta analīzes laikā notiek artefaktu atdalīšana no īstiem sirds impulsiem un to saskaitīšana, artefaktu (jeb trokšņu) daudzums tiek atzīmēts izmeklējuma gala slēdzienā. Dažreiz analizējoša datora programma neatšķir artefaktus no reālajiem ritma traucējumiem, kā rezultātā netiek atpazīti gan artefakti, gar ritma traucējumi. Apmācītam personālam ir nepieciešams kontrolēt datora analīzes rezultātus [31; 63; 109].

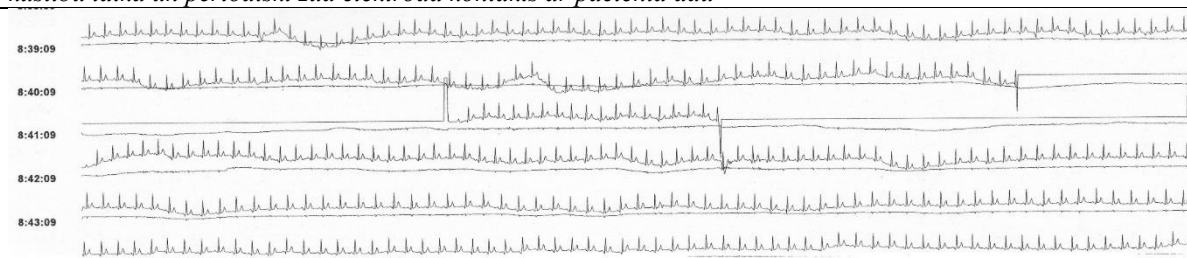
3.5. tabula

Biežāko pieraksta artefaktu piemēri

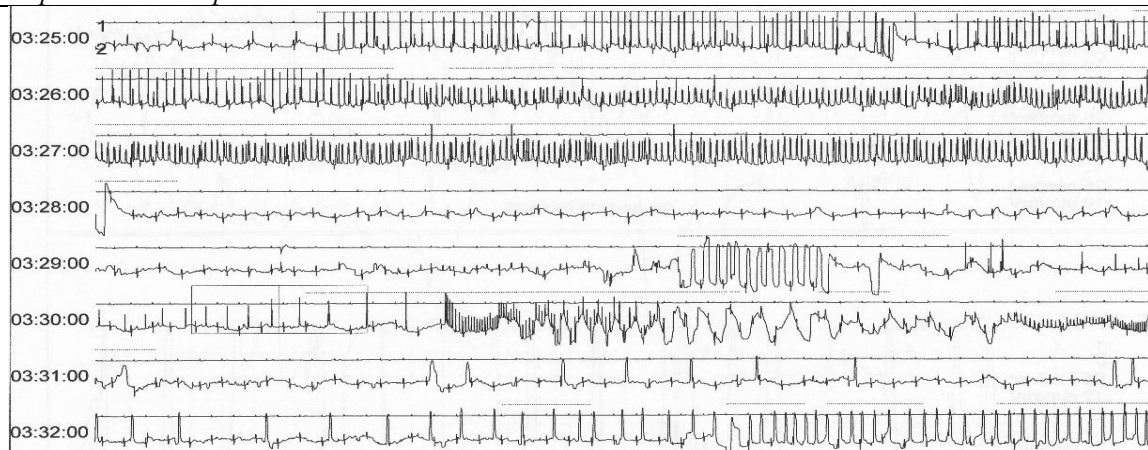
Piemērs 1. Artefakti, kas imitē bigeminijas tipa ventrikulārās ekstrasistoles. Artefaktu rašanās pamatā ir periodiska elektroda un novadījuma vada kontakta pasliktināšanās.



Piemērs 2. Artefakti, kas imitē ritma pauzes. Artefaktu rašanās pamatā ir elektroda vada fiksācijas kļūda (nav izveidota drošības cilpa vai izveidota nepareizi), kā rezultātā rodas novadījuma vada iestiepums pacienta kustību laikā un periodiski zūd elektroda kontakts ar pacienta ādu



Piemērs 3. Artefakti, kas imitē plata un šaura QRS kompleksa tahikardijas paroksizmus. Ir nepareizi izvēlēta elektroda uzlikšanas vieta – virs muskuļa vai kustīgiem krūšu kurvja sienas taukiem, kas rada augstas amplitūdas troksni pacienta kustību laikā



Pierakstā kvalitātes kontrole

Pēc monitorēšanas pabeigšanas un informācijas ievadīšanas analizējošā sistēmā māsai ir nepieciešams pārliecināties par to, ka reģistrācija ir notikusi un, ka tās kvalitāte atbilst izpildītā izmeklējuma kritērijiem. „Skrīninga” kvalitātes izvērtēšana, jāveic uzreiz pēc pieraksta informācijas pārraides uz analizējošo programmu, kamēr pacients vēl atrodas sasniedzamības robežās. Ambulatoriem pacientiem jāpiedāvā uzgaidīt dažas minūtes, kamēr māsa pārliecināsies par reģistrācijas sekmīgumu.

Slēdzienu par Holtera monitorēšanas izmeklējumu var sastādīt, ja pieraksts atbilst sekojošiem minimāliem kritērijiem: monitorēšanas ilgums ir ne mazāks par 18 stundām, tajā ir iekļauts pilns nakts (atpūtas) periods, trokšņu periodu ilgums (artefaktu skaits) ir ne vairāk par 25% no kopējā pieraksta laika katrā monitorēšanas periodā – dienā un naktī. Pieraksts var būt izmantots ārstēšanas kontrolē un salīdzināms ar turpmākiem un iepriekšējiem pierakstiem, ja izmeklējuma laikā nav stundas, kad vairāk kā 50% no reģistrācijas laika ir izslēgti no analīzes (troksnis vai artefakti). Par optimālu analīzei tiek atzīts pieraksts, kurā artefakti jeb troksnis nepārsniedz 10% no reģistrācijas laika vai reģistrētiem kardiocikliem [31; 63; 109].

3.4. Testi autonomās nervu sistēmas funkcijas izvērtēšanai

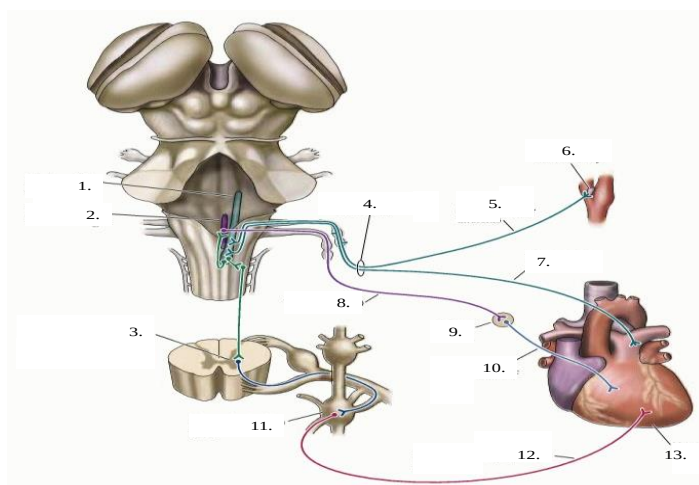
Autonomai nervu sistēmai (ANS) ir svarīgākā loma kardiovaskulārās sistēmas funkcijas nodrošināšanā. Sirdsdarbības frekvences un sirds ritma ārējo kontroli nodrošina ANS (regulē iegareno smadzeņu gangliji) un specifiskie hormoni, kuri ietekmē sirds muskuļa vadāmības un saraušanās īpašības, kā arī asinsvadu tonusu [92].

Lai apgādātu dažādus ķermeņa audus ar oksigenētām asinīm atbilstoši nepieciešamībai mainīgajos apstākļos, sirds un asinsvadu sistēma ir pakļauta precīzai reflektorai regulācijai. Homeostāzes sensoro kontroli nodrošina, pirmkārt, informācija no baroreceptoriem par spiedienu arteriālajā sistēmā un, otrkārt, informācija no ķīmioreceptoriem par skābekļa un ogļskābās gāzes līmeni asinīs. Parasimpātisku un simpātisku sirds un asinsvadu sistēmas kontroli, nosaka informācija, ko sniedz šie receptori [71].

Baroreceptori atrodas sirdī un lielajos asinsvados, ķīmioreceptori, galvenokārt, atrodas karotīdu ķermenīšos (mazi, ļoti specializēti orgāni, kas atrodas kopējo miega artēriju bifurkācijā) un daži atrodami arī aortā. Baroreceptoru nervu galus aktivizē asinsvadu sienīņu elastīgo elementu deformācija, asinsvadiem iestiepjoties vai saplokot. Karotīdie ķermenīši un aortas ķīmioreceptori reaģē tieši uz skābekļa un ogļskābās gāzes parciālo spiedienu asinīs.

Abas aferentās sistēmas nodod savu informāciju caur klejotājnervu un zemgarozas kodoliem uz hipotalāmu un attiecīgajiem smadzeņu stumbra kodoliem [71].

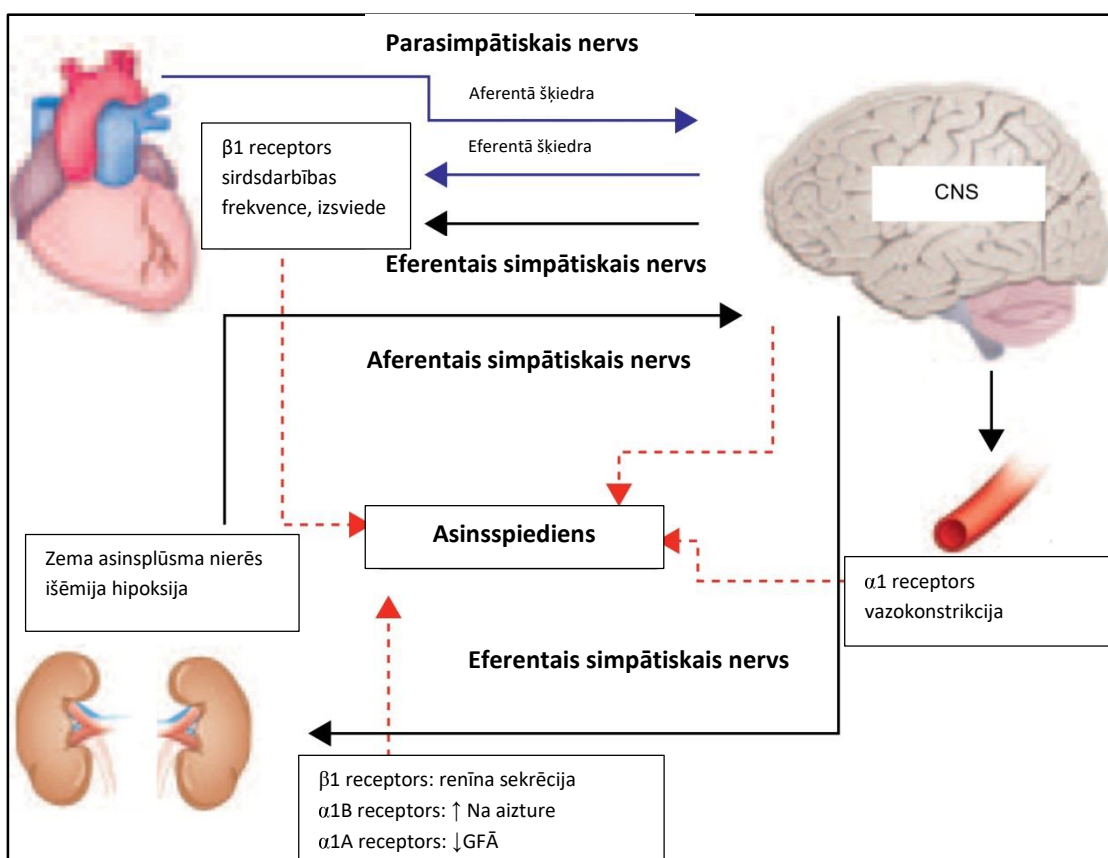
Aferentā informācija par spiediena un gāzu sastāva izmaiņām asinsvados modulē iekšējo orgānu un asinsvadu gludo muskulatūru, sirds muskuli un citas specializētākas struktūras. Piemēram, asinsspiediena paaugstināšanās aktivizē baroreceptorus, kas savukārt, nomāc muguras smadzeņu simpātisko preganglionālo neironu stimulējošo aktivitāti. Paralēli spiediena paaugstināšanās stimulē parasimpātisko preganglionālo neironu darbību caur zemgarozas kodoliem, kas ietekmē sirdsdarbības frekvenci. Šīs simpātiskās un parasimpātiskās nervu sistēmu līdzsvara izmaiņu rezultātā samazinās postganglionārās simpātiskās inervācijas stimulējošais (noradrenergiskais) efekts uz sirds vadīšanas sistēmu un sirds muskuli, kā arī samazinās kateholamīnu izdalīšanās virsnierēs un samazinās simpātiskās inervācijas vazokonstriktīvā ietekme uz perifēriem asinsvadiem. Vienlaicīgi parasimpātiskās (holīnērgiskās) nervu sistēmas aktivācija samazina sinoatriālā mezgla aktivitāti un palēnina atrioventrikulāro un intraventrikulāro vadīšanu. Šīs simpātiskās un parasimpātiskās nervu sistēmas kombinētas ietekmes rezultātā sirdsdarbības frekvence un miokarda saraušanās spēks samazinās un perifērās artērijas paplašinās, tādējādi samazinot asinsspiedienu (*skat. 3.19. attēlu*) [2].



3.19. attēls. Kardiovaskulārās funkcijas autonomā kontrole [92]

Paskaidrojumi: 1.-jušanas kodols; 2.-klejotājnerva mugurējais motorais kodols; 3.- muguras smadzeņu augšējo krūšu intermediolaterālo šūnu kolonas preganglionārie neironi; 4.-mēles un rīkles nervs (IX); 5.-aferentais ķīmiorceptors; 6.-karotīdais ķermenis; 7.-aferentais baroreceptors; 8.-klejotājnervs (X); 9.-sirds nervu pinums; 10.-postganglionārās parasimpātiskās šķiedras; 11.-simpātiskais ķēdes ganglijs; 12.-postganglionārās simpātiskās šķiedras; 13.-sirds.

Turpretim, asinsspiediena pazemināšanās, kas varētu rasties, piemēram, pie asins zuduma, rada pretējo efektu, inhibējot parasimpātiskās NS ietekmi un vienlaicīgi, palielinot simpātisko aktivitāti. Rezultātā norepinefrīns atbrīvojas no simpātiskās NS postganglionāriem neironiem, palielinot sirdsdarbības frekvenci un miokarda kontraktilitāti. Vienlaikus palielinās kateholamīnu atbrīvošanās no virsnierēm, kas vēl vairāk palielina simpātiskos efektus. Norepinefrīns, kas izdalās no simpātisko gangliju neironu izaugumiem, darbojas arī uz arteriolu gludo muskulatūru, palielinot perifēro asinsvadu tonusu, tādējādi novirzot asinis no ādas, zemādas audiem un muskuļiem uz dzīvībai svarīgiem orgāniem (smadzenēm, sirdi, nierēm, aknām), kuriem skābeklis un metabolīti ir nepieciešami, lai saglabātu funkciju. Ja šīs reflektorās simpātiskās reakcijas nepalielina pietiekami asinsspiedienu, cieš dzīvībai svarīgo orgānu funkcijas (*skat. 3.20. attēlu*) [71].



3.20. attēls. Asinsspiediena autonomā kontrole [71]

Ikdienas apstākļos autonomā nervu sistēma līdzīgi nodrošina asinsspiediena regulāciju cilvēkam, mainot ķermeņa stāvokli. Ātra piecelšanās no guļus stāvokļa rada ātru asins uzkrāšanos (“depo”) kāju asinsvados, samazinot asins pieplūdi krūšu kurvī un vēderam par

apmērām 300 - 800 mililitriem. Kā rezultāts, aptuveni par 40% samazinās sirds izsviedes tilpums un samazinās AS, par ko liecina reibonis, kas reizēm rodas šajā situācijā. Šādu AS pazemināšanos sauc par ortostatisko hipotensiju. Normāli reflektorā AS korekcija ir ļoti ātra un efektīva, kas pasargā cilvēku no samaņas zuduma [71]. Sistēmiskā AS pazemināšanās ar globālo smadzeņu apasiņošanas samazināšanos (hipoperfūziju) var izraisīt samaņas zudumu. Pēkšņa smadzeņu asinsrites pārtraukšana pat uz tik īsu laiku kā 6 – 8 sekundes var izraisīt pilnīgu samaņas zudumu. Tas notiek, kad sistoliskais asinsspiediens krītas, vertikālā stāvoklī līdz 50 – 60mmHg sirds līmenī, kas ir 30 – 45mmHg galvas smadzeņu līmenī. Autonomā nervu sistēma nodrošina sistēmiskā AS kontroli un pietiekošu orgānu un audu apasiņošanu mainīgajos ikdienas apstākļos. Sistēmiskais AS ir sirds izsviedes un asinsvadu perifērās pretestības produkts, kur ikviena posma nepietiekamība var izraisīt sinkopi [38].

Zemai perifērai pretestībai ir trīs galvenie cēloņi: (1) samazināta simpātiskās reflektorās vazokonstrikcijas aktivitāte, kas izraisa vazodilatāciju un var būt vazodepresorā tipa reflektorās sinkopes cēlonis, (2) funkcionālie traucējumi, (3) strukturāls ANS bojājums ar autonomo mazspēju, kā rezultātā nepietiekamu simpātisko vazokonstrikciju pie pārejas vertikālā stāvoklī.

Zemai sirds izsviedei galvenie var būt četri cēloņi: (1) reflektorā bradikardija, kas ir zināms kardioinhibitorā (kardiodepresorā) tipa sinkopes cēlonis, (2) sirds aritmijas un strukturālas sirds asinsvadu sistēmas slimības, (3) neadekvāta sirds priekšslodze sakarā ar cirkulējošo asiņu daudzuma samazināšanos vai deponēšanos ekstremitāšu venozajā gultnē, (4) hronotropā vai inotropā inkompetence (nepietiekamība) pie autonomās mazspējas arī var samazināt sirds minūtes tilpumu [38].

Jāņem vērā tas, ka šie primārie mehānismi var mijiedarboties dažādos veidos. Venozā mazspēja un zema perifēro asinsvadu pretestība ar asins deponēšanos venozajā gultnē zem diafragmas var radīt nepietiekošu sirds priekšslodzi, kas, pirmkārt, var provocēt neatbilstošu ortostāzes reakciju un izraisīt reflektoro ortostatisko sinkopi, un, otrkārt, samazināt sirds izsviedes tilpumu [38].

ANS stimulācija notiek arī katrā elpošanas cikla laikā. Ieelpa palielina simpātiskās (stresa, treniņa) NS aktivitāti, bet izelpa stimulē parasimpātiskās (relaksācijas, atpūtas) NS aktivitāti. Regulējot ieelpas un izelpas attiecību, var ietekmēt simpātiskās vai parasimpātiskās NS aktivitāti katra elpošanas cikla laikā [71].

Lai izprastu dažādu mehānismu ietekmi uz sistēmisko AS, un to mijiedarbību pacientam ar sinkopi un noteiktu iespējamo kardiovaskulārās ANS bojājumu, jeb kardiovaskulārās autonomās neiropatijas (KAN) diagnozi nepieciešams veikt papildu izmeklējumus.

Šie izmeklējumi ir:

1. kardiovaskulāro autonomo refleksu testi ("Juinga baterija");
2. ortostatiskās AS reakcijas izvērtēšanas metodes:
 - 2.1. ortostatiskā raudze ar aktīvo pacienta piecelšanos,
 - 2.2. ortostatiskā raudze ar pasīvu pacienta piecelšanu (slīpā galda tests) ar vai bez medikamentoziem testiem,
 - 2.3. arteriālā spiediena diennakts monitorēšana (AASM).

Kardiovaskulāro autonomo refleksu testi ("Juinga baterija")

Lai novērtētu kardiovaskulāro autonomo funkciju Evings ar līdzautoriem (*Eving et al*)1980-tajos gados ierosināja veikt 5 vienkāršus, neinvazīvus kardiovaskulāro autonomo refleksu testus (KART), kuri ir balstīti uz sirdsdarbības frekvences un AS izmaiņām pie noteiktiem fizioloģiskiem manevriem. Sirdsdarbības frekvences variabilitāte dziļas elpošanas laikā un, veicot Valsalva manevru, pārsvarā norādīs uz parasimpātiskās NS funkciju. Sirdsdarbības reakcija uz ķermeņa stāvokļa maiņu raksturo simpātiskās un parasimpātiskās NS funkciju un balansu. Turpretim ortostatiska raudze, AS reakcija uz Valsalva manevru un ilgstošu izometrisku muskuļu sasprindzinājumu (izmanto tikai pētniecībā), norādīs uz simpātiskās NS funkciju. KART(i) ir neinvazīvi, viegli izpildāmi, droši, sensitīvi, specifiski un standartizēti [98].

Kardiovaskulāro autonomo refleksu testi

1. Sirdsdarbības frekvences variabilitātes noteikšana dziļās elpošanas laikā (izelpas/ieelpas koeficients). Pacients guļus stāvoklī elpo lēni un dziļi 6 reizes minūtē (pie šāda ritma veselam cilvēkam konstatēta visizteiktākā sirds ritma variabilitāte), pieraksta EKG. Analizē izelpas fāzē iegūto garāko R-R intervālu, ko attiecina pret ieelpas fāzē īsāko R-R intervālu.
2. Maksimālas/minimālas sirds darbības frekvences (30:15) koeficienta (guļus/stāvus) noteikšana (modificēts Evinga - Klārka tests). Pacients atrodas guļus stāvoklī, pieraksta EKG. Tad pacientu lūdz strauji piecelties. Veselajiem īsākais R-R intervāls pēc piecelšanās ir diapazonā no 5 – 25 sirds ciklam, bet garākais – diapazonā no 20 – 40 ciklam. Koeficientu rēķina, atrodot garāko R-R intervālu starp 20 – 40 ciklu, ko izdala ar īsāko R-R intervālu no 5-25 sirds ciklam.
3. Valsalva manevrs, kad tiek novērtētas sirds frekvences izmaiņas, palielināta intratorakālā un intraabdominālā spiediena rezultātā, kas tiek radīts, kad caur slēgtiem elpceļiem veic izelpošanu. Mērījumu veic testa laikā un pēc tā. Normāli pacients izelpo pēc ~15 sekundēm. Šī testa veikšanai nepieciešama lielāka pacienta sadarbība. Teorētiski šī testa laikā ir neliels risks intraokulārai hemorāģijai vai lēcas dislokācijai,

jo vienlaicīgi, palielinot intratorakālo spiedienu, palielinās arī intraokulārais un intrakraniālais spiediens. Šis tests nav universāli piemērojams visiem pacientiem, jo ir kontrindicēts pacientiem ar diabētisku proliferatīvu oftalmopātiju.

4. (Klino) ortostatiskā raudze - AS izmaiņas pēc pozīcijas maiņas, nosaka barorefleksu radītas izmaiņas AS rādītājos līdz pat ortostatiskai hipotensijai (OH). OH tiek noteikta izmantojot ortostatisko raudzi, kur OH kritērijs ir sistēmiskā arteriālā spiediena pazemināšanās: sistoliskā asinsspiediena pazemināšanās $>20\text{mmHg}$ un/vai diastoliskā asinsspiediena pazemināšanās $>10\text{mmHg}$ – piecēloties no guļus stāvokļa stāvus trīs minūšu laikā.
5. AS izmaiņas pie noturīga rokas muskuļu sasprindzinājuma, ko veic ar rokas dinamometra palīdzību. Šī testa rezultātā ilgstoša muskuļu sasprindzinājuma laikā tiek panākta diastoliskā asinsspiediena palielināšanās [98].

OH ir smagas (izteikti progresējušas) KAN klīniskā izpausme. Vājā norepinefrīna atbildes reakcija un pazemināta baroreceptoru aktivitāte rada neadekvātu sirdsdarbības frekvences un perifērās vazokonstrikcijas reakciju uz pāreju no horizontālā stāvokļa vertikālā, kas liecina par samazināto simpātiskās NS atbildi uz ķermeņa stāvokļa maiņu [98].

Ortostatiskās raudzes

Ortostatiskā slodze (provokācija) pārejot no guļus (horizontālā) stāvokļa, stāvus (vertikālajā) stāvoklī ir saistīta ar asins deponēšanos apakšējo ekstremitāšu asinsvados, kas noved pie sirds izsviedes samazināšanās. Ja reflektorie kompensācijas mehānismi nav pietiekoši aktīvi, notiek AS pazemināšanās, kas var izraisīt sinkopi.

Ortostatiskā raudze ar aktīvo pacienta piecelšanos

Šis tests tiek izmantots, lai diagnosticētu dažādus ortostatiskas nepanesības veidus. AS mērīšanai rekomendē izmantot sfigmomanometru, kas ir plaši pieejams un vienkāršs lietošanā. Automātiskās ierīces, kuras ir ieprogrammētas atkārtot un apstiprināt mērījumus, nav rekomendētas, jo ar tām ir grūti izsekot straujam AS kritumam ortostāzes laikā. Arī ar sfigmomanometru nevar veikt vairāk nekā četrus AS mērījumus minūtē bez rokas vēnu pārmērīgas kompresijas. Ja ir nepieciešama biežāka AS mērījumu reģistrācija, rekomendē izmantot ierīces nepārtrauktai (*beat-to-beat*) neinvazīvai AS mērīšanai [38].

Diagnosticie kritēriji: patoloģiska AS pazemināšanās tiek definēta kā progresējoša un ilgstoša SAS samazināšanās no sākotnējās vērtības vairāk par 20 mmHg vai DAS pazemināšanās vairāk par 10 mmHg vai SAS pazemināšanās līdz vai zemāk par 90mmHg [38]. Posturālās ortostatiskās tahikardijas sindroms (POTS) ir iespējams, ja ir ortostatiska sirdsdarbības palielināšanās vairāk par 30 sitieniem minūtē vai līdz un vairāk par 120 sitieniem minūtē 10 minūšu laikā pēc ortostāzes bez OH.

Raudzes rezultātus jāinterpretē kopumā ar pacienta spontānajām sūdzībām un iepriekšējo notikumu vēsturi. Ja aktīvās piecelšanās raudze ir negatīva, tad aizkavētās ortostatiskās hipotensijas diagnozi var noteikt tikai, veicot raudzi ar pasīvu pacienta piecelšanu (slīpa galda testu) [38].

Ortostatiskā raudze ar pasīvu pacienta piecelšanu ar vai bez medikamentozas provokācijas

Ortostatiskā raudze ar pasīvu pacienta piecelšanu jeb slīpā galda tests (SGT) atklāj pacienta jutību pret ortostatisko stresu. Šī ortostatiskā (hipotensīvā) jutība ir saistīta ar sinkopes rašanos neatkarīgi no sinkopes etioloģijas un mehānisma. Daudzos pētījumos tests bija pozitīvs 51 - 56% pacientu ar netipiskām klīniskām pazīmēm, kas varēja liecināt par sinkopes reflektoro mehānismu, 30 - 36% gadījumu pacientiem ar neizskaidrotu sinkopi pēc pilnas izmeklēšanas, 45 - 47% pacientu ar īstu aritmogēnu sinkopi. Slīpā galda testu, šobrīd jāuzskata par līdzekli, kuru izmanto, lai atklātu hipotensīvu tendenci jeb jutību, nevis lai tikai diagnosticētu vazovagālo sinkopi [38]. Ortostatiskās jutības (hipotensīvās "gatavības") jēdzienam ir svarīga praktiskā nozīme. Hipotensīvas jutības klātbūtni vai neesamību ir svarīga apzināt, pielietojot ārstēšanu ar elektrokardiostimulatoriem pacientiem ar reflektorām sinkopēm, kā arī nozīmējot hipotensīvu terapiju, īpaši pacientiem ar sinkopēm un gados vecākiem pacientiem. Tāpat SGT var būt noderīgs, lai diferencētu sinkopi ar patoloģiskām kustībām bezsamaņas laikā no epilepsijas, kā arī diferencējot sinkopi no psihogēnās pseidosinkopes. Šajos gadījumos ieteicams veikt SGT kopā ar elektroencefalogrammas kontroli [38].

Slīpā galda tests rekomendējams:

- diagnozes noteikšanai: aizdomas par reflektoru sinkopi, kad klīniskās izpausmes ir netipiskas vai neskaidras, neizskaidrota sinkope un ir aizdomas par ortostatisku jutību, aizdomas par aizkavētu ortostatisko hipotensiju;
- terapijas izvēlei un kontrolei: diferencējot reflektoro sinkopi no ortostatiskās hipotensijas, kas ir indikācija specifiskai terapijai, pacientiem ar pierādītu reflektoro sinkopi SGT ir izmantojams kā daļa no spiedienu regulējošo manevru apmācības programmas un rezultātu kontroles, medikamentozās terapijas izvēlei un kontrolei pacientiem ar ortostatisko vazovagālās sinkopes formu, SGT ir izmeklēšanas programmas daļa, kad elektrokardiostimulātoru implantācija ir apsverama pacientiem ar kardioinhibitoru reflektorās sinkopes mehānismu [38; 39; 40].

Slīpā galda tests nav rekomendējams, ja vazovagālas sinkopes diagnoze jau ir noteikta, ir aizdomas par kardiālo sinkopi (pirmkārt jāveic "sirds izmeklēšana"), ģībonis notiek bez saistības ar emocionālo vai ortostatisko stresu [38; 39; 40].

Kontrindikācijas ortostatiskām raudzēm: pacienta atteikums, morbidā aptaukošanās (tehniski nevar garantēt drošu vertikalizāciju), sāpes, kas ierobežo stāvēšanas ilgumu, grūtniecība, miokarda infarkts vai insults pēdējo 6 mēnešu laikā (relatīvā), nesens insults (septiņu dienu laikā, absolūtā), izteikts nespēks, kura dēļ pacients nespēj stāvēt, apakšējo ekstremitāšu lūzumi, dekompensēta anēmija, smaga proksimālo smadzeņu vai koronāro artēriju slimība, kritiskā mitrālā vai aortas stenoze, kreisā kambara izplūdes trakta obstrukcija, tahiaritmijas, smaga metabolā acidoze, elektrolītu vielmaiņas traucējumi, nieru mazspēja beigu stadijā, smaga sirds mazspēja [38; 82; 101].

Ortostatiskās testēšanas iespējamie sarežģījumi: sirds ritma traucējumi, krampji uz ilgstošas hipotensijas fona, pārejošs apjukums, slikta dūša un pat vemšana, ilgstoša sirds ritma pauze, vazospastiska reakcija uz intravenozo izoproterenola ievadi. Sarežģījumu attīstības risks ir atkarīgs no testējamā pacienta stāvokļa smaguma [82; 101].

2018. gada Eiropas Kardiologu Biedrības Vadlīnijas Sinkopes Diagnozei un Vadībai rekomendē ortostatisko testēšanu veikt specializētajās sinkopes klīnikās (vienībās), kur pacientu aprūpi veic speciāli apmācītais personāls: sinkopes vienības ārsts un sinkopes vienības māsa - *clinical nurse specialist in the syncope unit*. Šajās vadlīnijās sinkopes vienības māsa-speciālists ir definēta kā pieredzējusi praktizējošā ārstniecības persona, kurai ir pietiekamas zināšanas un prasmes, lai atpazītu visas galvenās īslaicīgā samaņas zuduma formas, kā arī ortostatiskās intolerances sindromus. Sinkopes vienības māsa darbojas ciešā sadarbībā ar sinkopes vienības ārstu (*skat 3.6. tabulu*). Māsas pamatkompetences ietver fokusēšanos uz specializētām klīniskām zināšanām, pacientu atbalstu, izglītošanu, apmācību un kontroli, pētniecisko darbu un starpdisciplināras konsultācijas. Māsai jābūt pieredzējušai strukturētas slimības vēstures iegūšanā un interpretācijā, 12 novadījumu EKG reģistrācijā, KART un ortostatisko testu izpildē, elektrokardiogrāfiskas monitorēšanas veikšanā, implantējamo sirds monitoru uzraudzībā un ārstēšanas kontrolē [38].

3.6.tabula

Sinkopes vienības personāla loma pacietu aprūpē [38]

Procedūra vai tests	Ārsts	Māsa
Slimības vēsture	X	
Strukturēta slimības vēsture (t.sk. pielietojot speciālās programmatūras tehnoloģijas un algoritmus)		X
12 novadījumu EKG		X
Karotīdu sinusa masāža	X	
Ortostatiskā raudze ar aktīvu pacienta piecelšanos		X
Ortostatiskā raudze ar pasīvu pacienta piecelšanu	X	X
KART		X
EKG monitorēšana (Holtera, ārējie notikumu un cilpas reģistratori): uzlikšana un interpretācija, pacientu izglītošana un apmācība	X	X
Gala slēdziens un klīniskas rekomendācijas	X	
Komunikācija ar pacientiem, ģimenes ārstiem, ģimenes locekļiem un citām aprūpē iesaistītām personām, apsekošana	X	X

Ortostatiskā raudze ar pasīvu pacienta piecelšanu (slīpā galda tests)

Kopš ieviešanas klīniskajā praksē 1986. gadā SGT protokols tika daudreiz mainīts ar dažādām sākotnējā stabilizācijas posma ilguma, slīpuma leņķa, atbalsta veida un farmakoloģiskās provokācijas modifikācijām. Visbiežāk tiek izmantots trinitroglicerīna (nitroglicerīna) tests, kurā izmanto 300-400µg nitroglicerīnu sublingvāli pēc 20 min ilgas nemedikamentozas fāzes un, zemo devu intravenozā izoproterenola tests, kurā tiek izmantota izoproterenola intravenozā ievade, pakāpeniski pieaugošās devās, lai palielinātu vidējo sirdsdarbības frekvenci par aptuveni 20 - 25 % no sākotnējā līmeņa [38; 40].

Aprīkojums un personāls: slīpais galds, asinsspiediena mērītājs, sirds ritma (EKG) monitors, pulsoksimetrs, defibrilators, kas ir novietots uz pārvietojamiem ratiņiem, infūzijas sistēmas un sūkņi, flakoni ar kristaloīdu šķīdumiem, medikamenti: Tab. Nitroglicerīni 300-400 µg lietošanai zem mēles, Isoproterenol, klusa, vēdināmā vai aprīkotā ar gaisa kondicionieri telpa, patīkama fona mūzika. Tests notiek ārsta un māsas tiešā uzraudzībā.

Slīpā galda testa procedūra:

- apguldīt pacientu horizontāli uz paceļamā galda un droši piefiksēt ar drošības siksnām, kājas novietot uz speciālā balsta, nodrošināt klusumu, svaigo gaisu un komforta temperatūru telpā,
- ievietot intravenozo katetru, pievienot asinsspiediena, EKG, skābekļa piesātinājuma monitorus un reģistrēt sākotnējo mērījumu rezultātus,
- ļaut pacientam atrasties horizontālā stāvoklī 10 minūtes ilgi,
- pacelt galda galvas galu līdz 80°,
- vismaz katru minūti reģistrēt asinsspiediena, sirdsdarbības frekvences un skābekļa piesātinājuma mērījumu rezultātus,
- noturēt ortostāzes pozīciju 20-45 minūtes ilgi (atbilstoši testa protokolam),
- pieņemt lēmumu par farmakoloģiskās provokācijas nepieciešamību,
- turpināt ortostāzes stāvokli un turpināt monitorēšanu vēl 15 līdz 20 minūtes ilgi pēc medikamentu ievades,
- reģistrēt novērotos simptomus un pazīmes,
- pārtraukt ortostāzi, ja SAS pazeminās zem 70 mmHg, pat ja nav simptomu, pārtraukt ortostāzi, ja pacients kļūst apjucis, atgriezt pacientu horizontālā stāvoklī,
- novietot pacientu Trendelenburga pozīcijā ar nolaistu uz leju galda galvas galu, ja horizontālā stāvoklī asinsspiediens netiek normalizēts,
- ievadīt 250 ml 0,9% NaCl šķīduma bolusu hipotensijas korekcijai,

- novērot pacientu, līdz AS un sirdsdarbības frekvence atgriežas pie izejas skaitļiem, atvienot monitorus, piedāvāt pacientam pasēdēt krēslā un novērot vēl 5 minūtes ilgi (*skat. 3.21.attēlu*) [82; 101].



3.21. attēls. Slīpā galda tests

Pacienta sagatavošana izmeklējumam

Pacienti jāierodas uz izmeklējumu tukšā dūšā, lai novērstu aspirācijas risku. Pacienti rekomendē paņemt līdzī maiņas drēbes, tāpēc, ka izmeklējuma laikā ir iespējama izteikta svīšana, vemšana, spontāna urinācija un/vai defekācija. Pacienta vēderam un apakšējām ekstremitātēm jābūt atbrīvotām no spiedoša apģērba vai zeķēm. Sievietēm pirms izmeklējuma rekomendē atbrīvoties no mākslīgiem nagiem un/vai to seguma (nagu lakas), jo tas traucē kontrolēt SpO₂ izmeklējuma laikā.

Pacienta izglītošana par izmeklējuma gaitu

Pacientam tiek paskaidrots, ka izmeklējums notiek uz galda, kurš ļauj mainīt ķermeņa stāvokli no horizontāla līdz gandrīz vertikālam (70-80°, atbilstoši protokolam). Lai nodrošinātu pacienta drošību, galds ir aprīkots ar kāju balstu un vairākām drošības jostām.

Pacientu brīdina, ka būs jāatkailina krūšu kurvis, jo uz tā virsmas tiks uzlikti sirds ritma monitora elektrodi, uz augšdelma - neinvazīvā arteriālā spiediena mērītāja manšete, uz plaukstas pirksta - pulsoksimetra sensors. Šādi tiks nodrošināta pacienta vitālo rādītāju kontrole visa izmeklējuma garumā.

Pacientu brīdina par to, ka testa laikā var būt ievadīti medikamenti, kas paplašina asinsvadus. Pacientu brīdina par diskomforta, apjukuma vai īslaicīgas bezsamaņas epizodes attīstības varbūtību testa laikā un rekomendē informēt personālu par pašsajūtas izmaiņām testa laikā.

Pacienta novērošana un rekomendācijas pēc testa pabeigšanas

Ja pacientam ir būtiska arteriālā spiediena pazemināšanās pēc testa pabeigšanas, patients tiek pārvests uz novērošanas palātu līdz AS stabilizācijai sākuma līmenī. Pēc indikācijām pacientam var būt nozīmēta intravenozā kristaloīdu šķīduma ievade cirkulējošā asins tilpuma palielināšanai, kā arī ievadīti medikamenti, kas sašaurina asinsvadus, palielinot arteriālo spiedienu. Pacientam ir atļauts doties mājās, kad sirdsdarbības frekvence un AS atgriežas pie pirmstesta līmeņa un patients ir asimptomātisks. Pēc ortostatiskās raudzes pabeigšanas patients var atgriezties pie parastajām ikdienas aktivitātēm. Pacientam rekomendē nevadīt mašīnu 2 stundas pēc izmeklējuma un nedoties mājās pie mašīnas stūres, ja bija sinkope testa laikā.

Pēc katra pacienta aprūpes māsa veic kabineta un aprīkojuma (slīpā galda, medikamentu galdiņa, pulsoksimetra, asinsspiediena mērītāja, defibrilatora, EKG monitora, elektrodu un citu izmantoto priekšmetu) sakārtošanu un dezinfekciju atbilstoši ierīču lietošanas instrukcijām un ārstniecības iestādes higiēnas un pretepidemioloģiskā plāna prasībām.

3.5. Ambulatorā arteriālā spiediena monitorēšana

Metode tiek pielietota arteriālās hipertensijas (HT) vai hipotensijas diagnostikā, medikamentozas terapijas piemeklēšanā, efektivitātes un drošības kontrolē.

ASM ir automātiska neinvazīva arteriālā spiediena mērīšana diennakts un, ja nepieciešams, ilgākā laika periodā pacienta brīvo aktivitāšu laikā. Metode sniedz ārstam informāciju par aprēķinātiem vidējiem diennakts asinsspiediena un pulsa frekvences rādītājiem, vidējiem rādītājiem dienas un nakts periodā, AS un pulsa variabilitāti diennakts laikā, hipertensīvas slodzes ilgumu un pakāpi, aprēķina AS nakts pazemināšanās un rīta paaugstināšanās pakāpi, ļauj novērot AS reakciju uz dažādām slodzēm (fiziskām un emocionālām) un uz medikamentu lietošanu, atklāt hipotensijas epizodes [14].

Indikācijas AASM monitorēšanai: aizdomas par „baltā halāta” hipertensiju, aizdomas par maskētu/nekontrolētu hipertensiju, pret ārstēšanu rezistentā arteriālā hipertensija, robežhipertenzija, arteriālās hipertensijas kombinācija ar miega apnoe, antihipertensīvas

terapijas novērtēšana, arteriālā hipertensija grūtniecēm, hipertensija vecāka gada gājuma pacientiem, klīniskā simptomātika, kas liek domāt par epizodisku hipotensiju, tajā skaitā pie autonomās disfunkcijas [13; 106].

Metodei nav kontrindikāciju.

Ilgāku par vienu diennakti AS monitorēšanu rekomendē ļoti reti un pēc īpašām indikācijām, jo izmeklējums ir apgrūtināošs pacientam [108].

Salīdzinājumā ar klīniskiem (ofisa, kabineta) vienreizējiem AS mērījumiem AASM precīzāk atspoguļo AS līmeni cilvēka ikdienas dzīves apstākļos, sniedz precīzāku informāciju par AS pazemināšanās pakāpi uz terapijas fona un terapijas drošību [27; 106].

Vidējie AS lielumi ir ciešāk saistīti ar tiecamorgānu bojājumiem un lielākā mērā ar pacienta kardiovaskulārā riska prognozi. AASM laikā var veikt testus ar medikamentiem vai fizisko slodzi, kas palielina metodes informativitāti [108].

AASM rezultātu vērtēšanas kritēriji

Tiek analizēti sekojoši AASM rādītāji: AS vidējie lielumi, maksimālie un minimālie AS un sirdsdarbības frekvences lielumi diennakts laikā, hipertensijas slodzes indeksi, AS nakts pazemināšanās attiecība/indekss, AS variabilitāte [75].

Atsevišķi tiek aprēķināti nosauktie sistoliskā un diastoliskā asinsspiediena parametri. Tiek aprēķināti dienas, nakts un diennakts vidējie AS lielumi. AASM dažādus parametrus un to novirzi no normas nepieciešams analizēt kompleksā. Daudzi populācijas pētījumi un novērojumi ir pierādījuši, ka vidējie asinsspiediena lielumi, kas ir iegūti AASM laikā ir zemāki kā vienreizējo mērījumu lielumiem tāpēc, ka analizē tiek iekļauts arī nakts asinsspiediena līmenis. Šobrīd ir pieņemti sekojoši orientējoši AASM normas lielumi (*skat. 3.22. attēlu*) [106].

Periods	Hipertensija (mmHg)	Periods	Hipotensija (mmHg)
DIENA (nomoda, aktīvais periods)	$\geq 135/85$	DIENA (nomoda, aktīvais periods)	$<101/61$
NAKTS (miega, atpūtas periods)	$\geq 120/70$	NAKTS (miega, atpūtas periods)	$<86/48$
DIENNAKTS 24h	$\geq 130/80$	DIENNAKTS 24h	$<97/57$

3.22. attēls Hipertensijas un hipotensijas kritēriji pēc ambulatorās arteriālās asinsspiediena monitorēšanas datiem

Atšķirībā no augšējām normas robežām, apakšējā AS diennakts monitorēšanas norma ir mazāk izpētīta. Vienreizējo mērījumu pieņemtais hipotensijas kritērijs ir 90/60mmHg [75]. Tāpat tiek aprēķināti hipertensijas/hipotensijas slodzes indeksi, kurus novērtē aprēķinot sekojošus parametrus:

- summārais laiks, kad AS ir virs (zem) hipertensijas (hipotensijas) sliekšņa,
- mērījumu %, kad AS ir virs (zem) sliekšņa skaitļiem,
- hipertensijas laukuma indekss – figūra starp normotensijas/hipertensijas robežlīniju un AS līkni [75].

Kā sliekšņa hipertensijas (hipotensijas) līmenis ir pieņemts:

- AS dienas laikā – 135/85 (100/60) mmHg
- AS nakts laikā – 125/75 (85/47) mmHg

Hipertensijas indekss ciešāk kā vienreizējie AS mērījumi korelē ar tiecamorgānu bojājuma risku un slimības prognozi:

- augsts **hipertensijas** slodzes indekss - >50% korelē ar palielinātu KMI un KPk dobuma izmēriem,
- augsts **hipotensijas** slodzes indekss - > 30% korelē ar galvas smadzeņu un miokarda išēmijas risku, īpaši naktī.

Indeksus aprēķina atsevišķi dienai, naktij un diennaktij kopumā. Spiediena slodzes indeksu aprēķināšana palielina izmeklējuma informativitāti.

Izvērtējot diennakts AS monitorēšanas rezultātus ir svarīgi izvērtēt arī AS diennakts svārstības (diennakts ritmu jeb profilu) [106]. Fizioloģiska ir AS pazemināšanās nakts laikā sakarā ar simpātiskās nervu sistēmas aktivitātes samazināšanos atpūtas periodā. Nakts AS pazemināšanās skaitliskai izvērtēšanai aprēķina diennakts, jeb diurnālo indeksu.

Nepietiekoša nakts AS pazemināšanās vai tās iztrūkums ir saistīts ar paaugstinātu kardiovaskulāro risku. Pārmērīga nakts AS pazemināšanās korelē ar išēmisko notikumu riska pieaugumu nakts laikā [27; 75; 106; 108].

Asinsspiediena variabilitāte ir AASM aprēķināmais parametrs, kurš šobrīd tiek plaši pētīts. AS variabilitāte ir AS novirze no vidējā AS lieluma. AS variabilitāti aprēķina kā vidējo kvadrātnovirzi (jeb standarta novirzi) no vidējā AS lieluma atsevišķi nomoda un nakts periodiem pēc speciālām formulām.

AS variabilitātes robežlielumi	dienā	naktī
SAS mmHg	< 15,5	< 14,8
DAS mmHg	< 13,3	< 11,3

AS variabilitātes palielināšanās ir raksturīga nekontrolētas hipertensijas pacientiem un var būt saistīta ar tiecamorgānu bojājuma paaugstinātu risku. Par nelabvēlīgu uzskata samazinātā diurnālā indeksa un palielinātās AS d/n variabilitātes kombināciju [75].

Asinsspiediena diennakts monitorēšanas metodika

Aprīkojums: - pneimomanšete, reģistrējošā ierīce – monitors ar AS mērīšanas sistēmu un mikroprocesoru, sistēmas kontrolei un datu apstrādei, dators ar analizējošo programmu, printeris.

Māsas pienākumi: ierīces uzlikšana, pacienta apmācība un paskaidrojumi par metodes būtību, izmeklējuma mērķi un metodes iespējām, pacienta uzvedību un dienasgrāmatas reģistrāciju, ierīces atvienošana no pacienta un datu ievade datora programmā pēc izmeklējuma pabeigšanas.

Ārsta pienākumi: mērījumu kvalitātes un ticamības izvērtēšana, slēdziena sastādīšana, izmeklējuma rezultātu izskaidrošana pacientam un rekomendācijas.

Izpildes tehnika:

- Manšetes darbības pamatā ir oscillometriskā (pulsa viļņu – oscilāciju reģistrācija pneimomanšetē) vai akustiskā (Korotkova) arteriālā spiediena noteikšanas metode. Dažos modernos aparātos abas metodes tiek kombinētas.

Korotkova metodes priekšrocības – precīzāk mēra AS pacienta kustību laikā, trūkumi – nepieciešama mikrofona pozīcijas kontrole, nevar lietot pacientiem ar dobjiem Korotkova toņiem (5-12%). Oscillometriskās metodes priekšrocības – var izmērīt AS praktiski visiem pacientiem, nav jākontrolē mikrofona pozīcija, trūkumi - daudz kļūdu kustību laikā – pacientam jāapstājas AS mērījumu laikā.

- Manšetes uzlikšana: uz pacienta nedominantās rokas augšdelma (kreiļiem – uz labās, labroči – uz kreisās) uzliek pneimomanšeti, manšetes izmērs ir atkarīgs no pacienta augšdelma apkārtmēra – lielākai daļai pacientu der standarta manšete, bērniem jālieto mazāka izmēra manšeti, pacientiem ar aptaukošanos un izteikti attīstītu muskulatūru – lielāka izmēra manšeti. Manšetes gumijas kamerai jāaptver ne mazāk kā 75% no aukšdelma apkārtmēra. Manšeti uzliek virs elkoņa locītavas un fiksē tā, lai nebūtu nopiestas vēnas mērījumu starplaikos.

Mikrofonu uzliek uz augšdelma mediālās puses virs aušdelma artērijas, pirms uzlikšanas pārbauda artērijas pulsāciju. Mikrofonu uzstāda zem manšetes apakšējās trešdaļas tā, lai virs mikrofona atrastos ne mazāk kā divas trešdaļas manšetes. Ja pacientam ir atšķirīgs arteriālais spiediens uz rokām vairāk kā par 10mmHg, mērījumus veic uz tās rokas, uz kuras arteriālais spiediens ir augstāks.

- Manšete ir savienota ar portatīvo reģistrējošo ierīci (monitoru). Monitors tiek fiksēts pacienta jostas vietas līmenī un ar siksnu pāri pacienta plecam. Monitors nodrošina sistoliskā, diastoliskā AS un pulsa frekvences mērījumus pēc noteiktiem laika intervāliem atbilstoši uzstādītai izmeklēšanas programmai. Katra mērījuma rezultāts tiek parādīts uz ierīces ekrāna un saglabāts ierīces atmiņā (*skat. 3.23. attēlu*).



3.23. attēls. Pacients ar pievienotu asinsspiediena diennakts monitoru

- Kontroles mērījumi jāveic pirms monitorēšanas uzsākšanas un pēc pabeigšanas. Standarta metodika – arteriālā spiediena mērīšana ar tonometru un mērījumu salīdzināšana ar monitora mērījumu rezultātu.

Monitorēšanu var uzsākt, ja mērījumu atšķirība nepārsniedz 10 mmHg. Ja atšķirība ir lielāka, veic kontroles mērījumus otro un trešo reizi. Ja atšķirība stabili saglabājas, jāmēģina no jauna uzlikt manšeti un uzstādīt mikrofonu, pēc kā veikt atkārtotus kontroles mērījumus. Ja tas nepalīdz, jāatsakās no diennakts arteriālā spiediena monitorēšanas konkrētajam pacientam. Pēc monitorēšanas pabeigšanas jāveic kontroles mērījumi ar mērķi pārbaudīt mērījumu pareizību un noskaidrot iespējamo traucējumu sākuma laiku.

- Monitora programmēšana. Pirms monitorēšanas uzsākšanas jāievada plānojamo nakts laiku, jāieprogrammē arteriālā spiediena mērīšanas periods dienas un nakts laikā.

Visu augšminēto parametru aprēķināšanai nepieciešamais mērījumu skaits ir ne mazāk kā 56. Parasti uzstāda dienas mērīšanas periodu ik pēc 15 minūtēm un nakts – pēc 30 minūtēm, pie šāda AS mērīšanas režīma pieļaujamais nekorekto mērījumu skaits ir 20%. Pacienti ar ļoti augstu asinsspiedienu vai ļoti jūtīgiem pacientiem, kam bieža asinsspiediena mērīšana var radīt rokas tūsku, var ieprogrammēt mērījumu periodu dienā ik 20 vai 30 minūtes un naktī ik 40 minūtes vai 1 stunda, t.k. AS vidējo lielumu un spiediena slodzes indeksu aprēķināšanai pietiek ar vienu korektu AS mērījumu katrā monitorēšanas stundā. Ieprogrammēt var arī spiediena samazināšanas ātrumu manšetē, ātrāks spiediena kritums (10mmHg sekundē) ir

ērtāks pacientam, bet samazina mērījumu precizitāti, lēnāks – uzlabo mērījumu precizitāti, bet ir apgrūtināošs pacientam.

- Instrukcijas pacientam ir nepieciešamas, jo monitorēšanas laikā pacients neatrodas medicīnas personāla pastāvīgā kontrolē. No pacienta informativitātes ir atkarīga izmeklējuma kvalitāte. Pacientam nepieciešams izskaidrot izmeklējuma mērķi, uzvedību asinspiediena mērīšanas laikā, paskaidrot mērījumu pārtraukšanas un ārpuskārtas mērījumu iespēju un parādīt notikumu spiedpogu (event). Pacients ir jābrīdina par nepieciešamību pārtraukt mērījumu un, ja tas neizdodas - noņemt manšeti, ja gaiss no tās nav izlaists 2 minūšu laikā.

Pacientam jāpaskaidro, ka izmeklējuma informativitāti paaugstinās pacienta dienasgrāmatā atzīmētā informācija: slodzes, to intensitāte un panesamība, pozitīvas vai negatīvas emocijas, nakts miegs un tā kvalitāte, sūdzības, medikamentu lietošana, ārpuskārtas mērījumu laiks un iemesls, manšetes pozīcijas korekcijas nepieciešamība un laiks. Dienasgrāmatu vēlams noformēt drukātā formā.

- Pēc izmeklējuma pabeigšanas ierīce tiek atvienota no pacienta un pieslēgta pie datora datu pārlādei, apstrādei un mērījumu atskaides sastādīšanai.

Kļūdas un to radītie artefakti:

- slikta vai nepareiza manšetes fiksācija - manšetes dislokācija vai pārlocīšanās, nepareizi mērījumi, skaitļu samazināšanās,
- nepareiza manšetes izmēra izvēle - nepietiekams manšetes garums - augstāki mērījumu skaitļi,
- nepareiza mikroфона uzlikšana vai dislokācija - paaugstināti sistoliskā arteriālā spiediena mērījumu skaitļi.

Mērījumu kvalitātes kritēriji:

- vidējos AS lielumus nevar korekti izvērtēt un izmeklējums nav izmantojams kā kontroles izmeklējums ārstēšanas efekta izvērtēšanai dinamikā, ja katrā stundā nav kaut vai viens korekts AS mērījums,
- rezultāti nav derīgi AS variabilitātes aprēķināšanai, ja d/n laikā nav 56 pareizi mērījumi.

AS diennakts monitorēšanas sistēma ir aprīkojums ar zemu inficēšanās risku. Manšete ir jāuzliek uz nebojātas ādas, pēc lietošanas tā jātīra ar medicīnas aprīkojumam tīrīšanai paredzētiem materiāliem un, ja nepieciešams jādezinficē atbilstoši ražotāja rekomendācijām. Personāls ir atbildīgs par pacienta un personīgo drošību, par infekcijas kontroli, par pareizu aparatūras ekspluatāciju, par izmeklējumu izpildes kvalitāti un rezultātu ticamību.

3.6. Ehokardiogrāfija

Prasības ehokardiogrāfijas laboratorijai. Laboratorijai jābūt akreditētai, telpām jābūt pietiekoši lielām un brīvām, jābūt pietiekamam darbinieku skaitam, laboratorijā strādājošam personālam jābūt sertificētam. Jābūt pieejamiem pārvietojamiem ratiņiem ar aprīkojumu un medikamentiem neatliekamās palīdzības sniegšanai, ieskaitot skābekli un elpceļu atsūkšanas aprīkojumu. Laboratorijas telpām jābūt viegli uzkopjamām, aprīkotām ar nepieciešamo uzkopšanas inventāru un līdzekļiem pietiekošā daudzumā, lai apkoptu transtorakālās ehokardiogrāfijas (TTE) zondes (*transducers*), ultraskaņas aparātus un kušetes. Zondēm, kas tiek izmantotas transezofageālā ehokardiogrāfiskā izmeklējuma laikā, jāveic augsta līmeņa dezinfekcija speciāli paredzētajā telpā. Jābūt viegli pieejamām izlietnēm ar piestiprinātiem roku higiēnas līdzekļiem katrā telpā, kur notiek ehokardiogrāfijas izmeklējums. Katram ultraskaņas aparātam jābūt nodrošinātai digitālai izmeklējumu arhivēšanai, atbilstoši metodei, kas atbilst medicīniskās digitālās informācijas uzglabāšanas standartam un ir saderīga ar digitālās komunikācijas sistēmu. Izmeklējuma attēlus, jāuzglabā tik ilgi, cik tas ir noteikts medicīnisko ierakstu uzglabāšanai valsts likumdošanas aktos. Datu uzglabāšanas un pārsūtīšanas kārtībai jāatbilst Eiropas un valsts personas datu aizsardzības likumdošanas aktiem. Katra izmeklējuma informācijā jāatzīmē pacienta augums, svars, asinsspiediens, kā arī jāreģistrē EKG izmeklējuma laikā. Jābūt pieejamam aprīkojumam, lai veiktu izmeklējumu ar kontrastaģenta ievadi. Ehokardiogrāfijas kušetes rekomendējams aprīkot ar noņemamām daļām, lai uzlabotu izmeklējuma kvalitāti/vizualizāciju. Aprīkojums un iekārtas ir jāpārbauda un jāveic, profilaktisko apkopi, precīzi ievērojot ražotāju ieteikumus [57; 86; 87; 88].

Transtorakālā ehokardiogrāfija

Pacientu sagatavošana izmeklējumam: pacients jāinformē, ka izmeklējums tiks veikts ar ultraskaņas palīdzību, kurai nav negatīvas ietekmes uz cilvēka veselību un nav kontrindikāciju. Speciāla pacienta sagatavošana šim izmeklējumam nav nepieciešama.

TTE izmeklējuma gaita

Ehokardiogrāfijas izmeklējumu veic ārsts, kurš ir sertificēts šajā metodē. Pacientam tiek izskaidrota metodes būtība: izmantojot US fiziskās īpašības ar speciālā devēja (US zondes) palīdzību, tiek iegūts sirds attēls un iegūta informācija par sirds anatomiju un funkciju miera stāvoklī. Lai panāktu labu US devēja kontaktu ar pacienta ādu un nodrošinātu atbilstošu US attēlu kvalitāti, tiek izmantota speciālā hipoalergēnā kontaktsviests, ko pēc izmeklējuma

pacients var viegli noslaucīt. Pacientam tiek pievienoti elektrodi EKG reģistrācijai izmeklējuma laikā, kas uzlabo iegūto attēlu analīzes kvalitāti un mērījumu precizitāti.

Pacienta sagatavošana un pozicionēšana

Pacientam lūdz atkailināt krūtis. Lai nodrošinātu pacienta komfortu un intimitāti telpai jābūt aprīkotai ar aizslietni vai aizdares sistēmu, ko no ārpuses var atslēgt tikai ar atslēgu. Izmeklējuma laikā pacients guļ uz kušetes uz muguras vai kreisajiem sāniem, mainot ķermeņa pozīciju pēc ārsta lūguma, lai iegūtu iespējami labākas kvalitātes attēlu.

Transezofageālā ehokardiogrāfija (TEE)

Transezofageālā ehokardiogrāfija ir izmeklēšanas metode, kurā sirds US attēls tiek iegūts, izmantojot speciālo zondi, kura tiek ievadīta barības vadā un kuņģa augšējā daļā. TEE ir invazīvā procedūra. Izmeklējumam ir mēreni zems nopietno komplikāciju risks, sakarā ar to TTE drīkst izpildīt tikai speciāli apmācīts personāls – ārsts un māsa. Ehokardiogrāfijas laboratorijas personālam ir rūpīgi jāizvērtē izmeklējuma pamatotība (indikācijas), kontrindikācijas un sarežģījumu (komplikāciju) risks. Ārstam, kas plāno veikt TEE izmeklējumu ir jābūt informētam par pacienta medicīnisko vēsturi un pašreizējo veselības stāvokli [57; 66].

Rekomendējamās papildu prasības laboratorijai: telpas, kurā notiek izmeklējums, platība vismaz 20m², atgūšanās vieta/telpa, izmeklējumu javeic vismaz divām ārstniecības personām, vienai noteikti ir jābūt apmācītai paplašinātajos atdzīvināšanas algoritmos, jābūt māsa, kura kontrolē pacienta atgūšanos, jāaizpilda saskaņotais izmeklējuma protokols, rakstiska pacienta informētās piekrišanas forma [88].

TEE ir plaši pielietots izmeklējums, kura indikācijas varētu iedalīt divās lielās grupās: vispārējās indikācijas un speciālās procedurālās indikācijas (piem. intraoperatīvā TEE). Vispārējā indikācija TEE veikšanai ir sirds un aortas struktūras un funkcijas izvērtēšanas nepieciešamība gadījumos, kad TTE izmeklējums ir/var būt nediagnostisks, bet izmeklējuma rezultāts var nozīmīgi ietekmēt pacienta ārstēšanu. Piemēram, aortas un kreisās austiņas vizualizācija, vārstuļu protēžu izvērtēšana, natīvo vārstuļu un vārstuļu protēžu paravālvulāro abscesu diagnostika, kritiski slimo pacientu ehokardiogrāfiskā izmeklēšana, mākslīgās ventilācijas, krūšu kurvja bojājumu, adipozitātes, kas ierobežo pacienta pozicionēšanu gadījumos [57; 66].

TEE ir invazīvā procedūra, kurai ir, ar zondes ievadīšanas nepieciešamību saistītas kontrindikācijas (*skat. 3.7. tabulu*).

Transezofageālās ehokardiogrāfijas absolūtās un relatīvās kontrindikācijas [66]

Absolūtās kontrindikācijas	Relatīvās kontrindikācijas
Iekšējā orgāna perforācija	Kakla un/vai videnes apstarošana anamnēzē
Barības vada striktūra	Kuņģa operācija anamnēzē
Barības vada audzējs	Nesena augšējā gastrointestinālā asiņošana
Barības vada perforācija, lacerācija	Barreta barības vads
Barības vada divertīkuls	Disfāģija anamnēzē
Aktīvā augšējā gastrointestinālā asiņošana	Kakla kustīguma izteikti ierobežojumi
	Simptomātiska hiatalā trūce
	Barības vada varikozās vēnas
	Koagulopātija, trombocitopēnija
	Aktīvs ezofagīts
	Aktīva peptiskā čūla

Diagnosticiskā TEE izmeklējuma sarežģījumu risks ir relatīvi zems. Kopējais komplikāciju biežums ir 0,18 – 2,8% (skat. 3.8. tabulu).

Transezofageālās ehokardiogrāfijas komplikāciju biežums

Komplikācija	Biežums (%)
Mirstība	<0,01 – 0,02
Nozīmīga saslimstība	0,2
Nozīmīga asiņošana	<0,01
Barības vada perforācija	<0,01
Sirds mazspēja	0,05
Aritmija	0,06 – 0,3
Trahejas intubācija	0,02
Endotraheālās caurules dislokācija	0,03
Laringospazms	0,14
Bronhospazms	0,06 – 0,07
Disfāģija	1,8
Neliela asiņošana no rīkles	0,01 – 0,2
Smaga odinofāģija	0,1
Aizsmakums	12
Lūpas trauma	13
Zoba bojājums	0,1

TEE var būt veikta pacientiem ar dažādu apziņas līmeni. Pēc atrašanās vietas, apziņas līmeņa un indikācijām anestēzijai/sedācijai pacientus var iedalīt trīs grupās: ventilējamie pacienti intensīvās terapijas nodaļās, pacienti operācijas zālē vispārējā anestēzijā, nomodā esošie pacienti (ambulatorie vai slimnīcas). Šiem pacientiem izmeklējums tiek veikts ehokardiogrāfijas laboratorijā. Šiem pacientiem ir nepieciešama lokālā orofarinksa anestēzija, lai nomāktu vemšanas refleksu. Anestēzijai parasti izmanto *benzokaīnu*, *cetakaīnu* vai viskozo *lidokaīnu* aerosola vai gēla veidā. Abām lokālās anestēzijas metodēm ir priekšrocības un trūkumi. Aerosols ir ērtāks pacientiem un to var tieši izsmidzināt uz rīkles mugurējo sienu, bet tas var būt neadekvāti ieelpots un var izraisīt nekontrolētu klepu vai balsenes anestēziju, kas

savukārt paaugstina aspirācijas risku. Gēla izmantošana samazina anestētiķa absorbciju, bet var nesniegt pietiekošu žāvas anestēziju. Nepieciešams uzturēt ārsta un pacienta verbālo kontaktu, lai kontrolētu vietējās anestēzijas drošību. Pārmērīga *benzokaīna* izmantošana saistīta ar methemoglobīnēmijas attīstības risku [66].

Lielākā daļa TEE izmeklējumu tiek veikta pacienta mērenā sedācijā. Pacientiem vajadzētu atturēties no pārtikas un dzērieniem (izņemot tīru ūdeni) vismaz 6 stundas pirms plānotā TEE izmeklējuma un 3 stundas pirms procedūras pilnīgi atteikties pat no ūdens. Pacientiem ar aizkavētu kuņģa iztukšošanos un citiem aspirācijas riskiem var būt nepieciešams ilgāks tukšās dūšas laiks vai pretvemšanas medikamentu (piem. metoklopramīda) nozīmēšana, lai samazinātu atlikušā kuņģa satura daudzumu un aspirācijas risku. Izmeklējuma dienā pacientam var būt atļauts lietot ikdienā lietojamus medikamentus, uzdzerot nelielu ūdens daudzumu (dažus malkus). Nepieciešams nodrošināt intravenozo pieeju, parasti tiek rekomendēts 20G izmēra katetrs [66].

Sedācijas iespējas

- Benzodiazepīni. Midazolāmam raksturīgs ātrs efekta sākums (1 - 2 minūtes), īss darbības laiks (15 - 30 minūtes) un dziļa amnēzija, salīdzinot ar citiem benzodiazepīniem. Diazepāma un lorazepāma sedatīvais efekts ir ilgāks, kas var prasīt ilgāku atgūšanās laiku. Jāizvairās no benzodiazepīnu nozīmēšanas grūtniecēm sakarā ar teratogēnā efekta risku. Ir pieejams antidots *flumazenil*.
- Opiāti. Fentanīls un meperidīns tiek biežāk izmantoti TEE. Iespējamās blaknes ir elpošanas nomākšana, slikta dūša un vemšana. Pieejams antidots *naloxon*.
- Propofol. Nav rekomendēts lietošanai bez anesteziologa klātbūtnes, sakarā ar elpošanas nomākšanas risku. Nav pieejams antidots, darbības laiks relatīvi īss sakarā ar ātru metabolismu.

Izmeklējuma laikā ir nepieciešama nepārtraukta sirds ritma un frekvences, elpošanas frekvences un dziļuma, neinvazīvā AS un skābekļa piesātinājuma monitorēšana, kā arī periodiska vitālo pazīmju novērtēšana un dokumentēšana. Pacienta monitorēšanu un uzraudzību nodrošina māsa, kura informē par izmaiņām ārstu. Pēc izmeklējuma pacients tiek novērots, līdz hemodinamikas parametri un skābekļa piesātinājums atgriežas pie sākotnējā līmeņa (ne vairāk kā 10% starpībā) bez papildu skābekļa pievades un pacients ir pilnīgi pamodies.

Transezofageālās ehokardiogrāfijas izdarīšanas dienā, ja TEE manipulācijas laikā ir izmantoti trankvilizatori, pacients nedrīkst patstāvīgi vadīt automašīnu 24 stundas, kā arī pirmās divas stundas tas drīkst pārvietoties tikai pavadonā klātbūtnē.

Ultraskaņas izmeklēšanas tiek veiktas aptumšotā telpā. TEE manipulāciju veic ārsts, bet māsas galvenais uzdevums ir novērot pacientu izmeklēšanas laikā. Galvenie novērtēšanas kritēriji ir pacienta vitālie rādītāji: sirdsdarbības frekvence un sirds ritms, kas tiek novērtēts pēc elektrokardiogrāfijas līknes. Sedācijas ietekmē var pavājināties pacienta elpošana vai attīstīties kāds no patoloģiskiem elpošanas ritmiem, līdz ar to visu izmeklēšanas laiku ir jānovēro krūšu kurvja ekskursijas. Ja pacientam ir konstatēts skābekļa piesātinājums mazāk kā 92% elpojot istabas gaisu, tad viņam visu izmeklēšanas laiku tiek pievadīts skābeklis ar mērķi uzturēt to virs 90%, un tiek kontrolēta skābekļa saturācija asinīs ar pulsoksimetra palīdzību, par rezultātiem ziņojot ārstam. Ja pacientam pēc zondes ievadīšanas strauji palielinās krēpu daudzums, tas tiek evakuēts ar vakuma sūkņa palīdzību. Ja TEE izmeklēšanas veikšanas brīdī tiek konstatēts, ka vitālo rādītāju parametri ir pasliktinājušies, kas liecina par draudiem pacienta dzīvībai, TEE izmeklēšana tiek nekavējoties pārtraukta.

TEE manipulācijai beidzoties, viss aprīkojums (TEE zonde, iemutis, lokālā anestēzijas līdzekļa izsmidzinātājs) tiek ievietots mitruma izturīgā konteinerī, kurš tiek nogādāts Medicīnas ierīču apstrādes dienestā, kur pēc atbilstoša dezinfekcijas protokola tiek dezinficēts. Atkārtoti dezinficētu aprīkojumu var izmantot septiņu dienu laikā. Ja tas netiek lietots septiņu dienu laikā, tad pirms nākošās lietošanas to dezinficē atkārtoti. Vienreiz lietojamais aprīkojums, kas ir nonācis saskarē ar pacienta izdalītiem sekrētiem (siekalas, asinis) tiek utilizēts, kā bīstamie atkritumi, asie priekšmeti (adatas, ampulas, perifēro venozo katetru mandrēnas speciālos cietajos utilizācijas konteineros).

Pēc katra pacienta aprūpes personāls veic kabineta (kušetes, procedūras galdiņa, pulsoksimetra, vakuma sūkņa, TEE zondes) sakārtošanu un dezinfekciju atbilstoši ārstniecības iestādes higiēnas un pretepidemioloģiskā plāna prasībām.

4. FUNKCIONĀLĀS DIAGNOSTIKAS METODES

PNEIMONOĻĪJĀ

Gāzu maiņa ir galvenā plaušu funkcija, taču tām ir arī citas funkcijas: barjeras – attīrīšanās funkcija, metaboliskā, filtrācijas, neiroendokrīnā, imunoloģiskā, asins deponēšanās, ūdens maiņas funkcija. Skābekļa un ogļskābās gāzes apmaiņa, lai uzturētu nemainīgu pH, ir plaušu pamatfunkcija. Tā ietver elpojamu gāzu transportu pulmonālajā vaskulārajā sistēmā. Centrālo elpošanas vadīšanu un regulāciju kopā ar elpošanas muskuļiem sauc par elpošanas sūkni.

Elpošanas regulācijā piedalās: elpošanas centrs caur *formatio reticularis* (*pons cerebri* un *medulla oblongata*), motoriskie nervi no elpošanas centra līdz ieelpas muskulatūrai, kuri iziet no II-V kakla skriemeļu segmenta, kur sākas *nn. phrenici*, diafragma kā svarīgākais ieelpas muskulis.

Elpošanas centra šūnu ierosa var rasties automātiski, taču stipru ierosu rada galvenokārt ogļskābās gāzes koncentrācijas palielināšanās asinīs, skābekļa koncentrācijas pamazināšanās, kā arī impulsi no plaušu receptoriem. Elpošanas centra aktivitāte mainās arī smadzeņu augstāko nodaļījumu ietekmē, piem., cilvēka spēja apzināti mainīt elpošanas kustību dziļumu un biežumu liecina, ka elpošanas centrs pakļauts arī galvas smadzeņu lielo pusložu garozai [14].

Pacienta ar plaušu slimībām novērtēšana: objektīva un kvantitatīva plaušu funkciju novērtēšana

Plaušu pacienta sūdzības: pamatsūdzības: klepus, krēpas, elpas trūkums, aizdusa, asiņošana no elpceļiem; specifiskās sūdzības: temperatūra, drebuļi, smaguma sajūta sānos, gārgšana, ķermeņa masas zudums, balss aizsmakums, svīšana utt.

Plaušu pacienta apskate: krūškurvja novērtējums – forma, simetrija, elpošanas kustības, elpošanas kustību simetriskums. **Auskultatīvā atradne** – sausi, mitri, jaukta tipa trokšņi.

4.1. Funkcionālā diagnostika pneimonoloģijā

Plaušu funkcionālie testi ir vērtīga izmeklēšanas metode pacientiem ar aizdomām, vai jau iepriekš diagnosticētām plaušu slimībām. Tiem ir liela nozīme diagnostikā, ļaujot izvērtēt terapijas efektivitāti un lemt par turpmāko ārstēšanas taktiku. Lai interpretētu plaušu funkcionālos testus, būtiskas ir zināšanas par elpošanas sistēmas fizioloģiju. Plaušu

funkcionālie testi ļauj novērtēt gan galvenos, gan sīkos elpceļus, plaušu parenhīmu, plaušu kapilārās sistēmas veselumu [93].

Visbiežāk pielietotie plaušu funkcionālie testi ir spirometrija, bronhodilatācijas tests, gāzu difūzijas un ķermeņa pletizmogrāfijas tests.

Gatavojoties plaušu funkcionālo testu veikšanai, jāatceļ bronhodilatējošie medikamenti. Piemēram, īsas darbības inhalējamās bronhodilatācijas (tādi kā albuterols, salbutamols, ipratropijs) nevajadzētu lietot vismaz četras stundas pirms testu veikšanas. Ilgas darbības beta agonistu bronhodilatācijas (piem, salmeterols, formeterols) jāatceļ 12 stundas pirms izmeklējuma. Ļoti garas darbības beta agonistu (piem, indakaterols, olodaterols, vilanterols) un ilgas darbības antiholīnēģisko līdzekļu – glikopirrolātu, tiotropija un umeklidīna lietošana ir jāatceļ 24 stundas pirms izmeklējuma.

Indikācijas izmeklēšanai pacientam ar plaušu slimībām:

- diagnostikai - tādu simptomu izvērtēšanai kā klepus, elpas trūkums, cianoze, čīkstēšana krūtīs, krūškurvja deformācijas, patoloģiska atradne radioloģiskajos izmeklējumos,
- slimības gaitas un terapijas efektivitātes izvērtēšana (pacienti ar intersiciālu fibrozi, HOPS, astmu, vaskulārām slimībām),
- izvērtēšana pirms ķirurģiskas terapijas (plaušu rezekcija, abdominālā ķirurģija, sirds ķirurģija),
- pacientu izmeklēšana, kuru pamatslimībai raksturīgas respiratorās sistēmas komplikācijas (saistaudu slimības, neiromuskulāras slimības),
- riska grupu pacientu izvērtēšana (saskarsme ar toksīniem, piemēram, radiācija, medikamenti, vides un darba ietekme),
- uzraudzība pēc plaušu transplantācijas, lai izvērtētu: akūtu atgrūšanu, infekciju, obliterējošu brohiolītu.

Kontrindikācijas plaušu funkcionālajiem testiem

Par augsta riska kontrindikācijām plaušu funkcionālo testu veikšanā tiek uzskatītas kardiovaskulārās sistēmas slimības (miokarda infarkts, plaušu trombembolija, ascendējošās aortas aneirisma). Par mazāk augsta riska kontrindikācijām uzskatāms atveseļošanās periods pēc krūškurvja, vēdera vai galvas operācijām.

Lai mazinātu iespējamo komplikāciju risku, jaunākās rekomendācijas, izvērtējot kontrindikācijas, iesaka meklēt alternatīvu pieeju plaušu funkcionālo testu veikšanai pacientiem, kuriem ir zināmi riska faktori. Iepriekš pieņemtais, ka pacientiem jāgaida 6 nedēļas pēc ķirurģiskām procedūrām, lai veiktu plaušu funkcionālos testus, ir samazināts līdz 3 nedēļām, to pamatojot ar mazāk invazīvām ķirurģiskām metodēm [45].

Plaušu funkcionālo testu veikšanā kontraindikācijas iedalāmas relatīvajās un absolūtajās. Lielākā daļa komplikāciju ir relatīvas, un ir nepieciešams ārstniecības personas lēmums par pacienta gatavību un piemērotību testa veikšanai. Absolūtas kontraindikācijas ir tās, kas var izraisīt traumu, ievainojumu vai pacienta nāvi. Ir jāizvērtē, vai testa veikšanai ir klīnisks pamatojums un vai tas būtiski ietekmē turpmāko ārstēšanās procesu.

Amerikas Respiratorā asociācija pie būtiskākajām relatīvajām kontraindikācijām pieskaita:

- neprecizētas ģenēzes hemoptīze (forsētās izelpas manevrs šo stāvokli var pasliktināt),
- pneimotorakss,
- nestabils kardiovaskulārais statuss,
- nesena acu operācija (piemēram, katarakta),
- akūta sasilšana (piemēram, slikta dūša, vemšana),
- nesen pārciesta torakāla vai abdomināla operācija.

Diferenciāldiagnostika

Pacientiem ar sūdzībām par klepu, elpas trūkumu ir plaša diferenciāldiagnostika. Bieži vien sūdzību pamatā nav plaušu patoloģija, bet kāda cita patoloģija. Visbiežāk sūdzības saistāmas ar kardiālo anamnēzi. Bieži sastopams klepus iemesls ir gastroezofageālais reflukss. Hroniska klepus iemesls var būt arī kāda, līdz šim neprecizēta intersticiāla plaušu slimība. Vienmēr būtiski izvērtēt iepriekš zināmās hroniskās slimības, to ārstēšanu. Nekad nedrīkst aizmirst medikamentu toksicitāti un, iespējams, to izraisīto plaušu bojājumu.

4.2. Spirometrija

Spirometrija ir tests plaušu funkcionālo spēju izvērtēšanai, mērot maksimālo gaisa daudzumu, ko pacients var ieelpot un izelpot. Veicot maksimālo forsēto izelpu (un ieelpu) – iespējams diagnosticēt gaisa plūsmas traucējumus elpceļos. Tests ir ātri izpildāms – apmēram 10 - 15 minūšu laikā.

Indikācijas spirometrijai:

1. spirometrija var tikt izmantota kā papildu līdzeklis slimības diagnosticēšanai. Piemēram, tā palīdz diferencēt obstruktīvas plaušu slimības, piemēram, astmu vai hronisku obstruktīvu plaušu slimību, kā arī restriktīvus plaušu bojājumus, piemēram, intersticiālu pneimoniju,
2. darba un vides izraisītu plaušu bojājumu identificēšanai,
3. slimības dinamiskai izvērtēšanai, kā arī terapijas efektivitātes izvērtēšanai,
4. preoperatīvā stāvokļa izvērtēšanai, elpošanas funkcijas risku noteikšanai,

5. elpošanas funkcijas izvērtēšanai smēķējošiem pacientiem [28; 77].

Kontrindikācijas:

Absolūtas kontrindikācijas spirometrijai ir nesen veikta acu ķirurģiska operācija, sirds operācija, laparotomija, infarkts, insults, pneimotorakss, tīklenes atslāņošanās, aortas aneirisma pēdējo 3 mēnešu laikā. Pie kontrindikācijām pieskaitāma hiperventilācija, slimības, kur spēcīga gaisa izelpa var radīt komplikācijas, piemēram, atkārtotu pneimotoraksu gadījumā; akūtas elpceļu slimības, piemēram, tuberkuloze, masīva hemoptīze pēdējā mēneša laikā; pacienti ar izteikti paaugstinātu arteriālo asinsspiedienu.

Par relatīvām kontrindikācijām spirometrijas veikšanai uzskatāmas: urīna nesaturēšana, pacienti ar krūšu vai vēdera sāpēm, pacienti ar sāpēm mutē vai sejas zonā, kā arī pacienti ar apziņas traucējumiem, demenci.

Spirometrijas veikšanas tehnika un aparātūra, aparātu apkope, darba vides drošība un infekcijas kontrole

Pirms testa veikšanas pacientam ir jāizskaidro minētā testa mērķis un izmeklējuma norise. Nepieciešams ieņemt pareizu pozu ar taisni paceltu galvu, nesaliektu kaklu. Testa laikā jāveic maksimāli dziļa ieelpa ar sekojošu dziļu izelpu caur iemuti, kas cieši apņemts ar lūpām. Rekomendēts personālam nodemonstrēt piemēru, kā arī ļaut pacientam izmēģināt elpošanas tehniku pirms testa sākšanas. Būtiski ir ievākt anamnēzes datus par pacientu – smēķēšanu, medikamentu lietošanu. Spirometrijas aparātam ir jāpievieno tīrs, vienreizējas lietošanas (katram pacientam jauns) iemutis. Jābūt drošam, ka pacients ērti un pareizi iekārtojas krēslā. Deguns jāaizspiež ar deguna klemmi, ar muti jāaptver iemutis un jāveic pilnas dziļas ieelpas un izelpas ar pauzi ne mazāku kā 1 sekunde. Seko dziļa izelpa, līdz vairāk gaisu izpūst nav iespējams, saglabājot vertikālu pozu. Procedūru nepieciešams atkārtot vairākkārt.

Visbiežākās kļūdas testa veikšanas laikā ir: mute nav pietiekami cieši sakļāvusi iemuti, nepareiza vai nepietiekami dziļa ieelpa, pārāk lēns forsētās izelpas sākums, izelpa veikta caur degunu, klepus.

Visi spirometrijas aparāti ir jātur tīri un kārtīgi. Jāievēro ražotāja sniegtās rekomendācijas aparatūras apkopē [81].

Spirometrijas dati, to raksturlielumi, interpretācija

Izšķir 2 galvenos plaušu ventilācijas traucējumus:

- restriktīvi ventilācijas traucējumi nozīmē, ka plaušu (statiskie) tilpumi ir samazināti,
- obstruktīvi ventilācijas traucējumi nozīmē, ka elpceļos ir apgrūtināta gaisa plūsma (elpceļi kaut kur ir sašaurināti).

Raksturlielumi:

FEV1 – forsētas izelpas tilpums pirmajā sekundē ir gaisa daudzums, kas izplūst no plaušām pirmās sekundes laikā maksimāli spēcīgas izelpas laikā, kas sāka pēc pilnas ieelpas.

FVC – forsēta vitālā kapacitāte ir gaisa daudzums, kas izplūst no plaušām maksimāli spēcīgas un pilnas izelpas laikā, kas sāka pēc pilnas ieelpas.

VC – vitālā kapacitāte ir gaisa daudzums, ko var izelpot no pilnas ieelpas stāvokļa līdz maksimālai izelpai (izelpas vitālā kapacitāte) vai arī ieelpot no maksimālās izelpas stāvokļa līdz pilnai ieelpai (ieelpas vitālā kapacitāte). [70] Obstrukcijas gadījumā VC ir precīzāka nekā FVC.

FEV1/FVC – FEV1 pret FVC procentuālā attiecība.

FEV1/VC (Tifno indekss) FEV1 pret VC procentuālā attiecība.

PEF – pīķa izelpas plūsma jeb izelpas maksimumplūsma ir ātrākā gaisa plūsma, kas tiek sasniegta forsētā izelpā, kas sāka pēc pilnas ieelpas. To nosaka ar spirometru vai pīķa plūsmas mērītāju. Atkārtoti PEF mērījumi jāveic ar vienu un to pašu ierīci, jo dažādām ierīcēm šis rādītājs atšķiras un nav salīdzināms.

Interpretācija

Pēc spirometrijas datiem par patoloģiju var spriest, ja ir novirze kādā no minētajiem raksturlielumiem:

- $FEV_1 < 80\%$ no paredzētās normas,
- $FVC < 80\%$ no paredzētās normas,
- FEV_1/FVC attiecība < 0.7 .

Obstruktīvi traucējumi: FEV_1 samazināts ($< 80\%$ no paredzētās normas), FVC parasti ir samazināts, taču mazāk nekā FEV_1 , FEV_1/FVC attiecība samazināta ($< 0,7$)

Restriktīvi traucējumi: FEV_1 samazināts ($< 80\%$ no paredzētās normas), FVC samazināts ($< 80\%$ no paredzētās normas), FEV_1/FVC attiecība normā ($> 0,7$) [83].

4.3. Bronhodilatācijas tests

Bronhodilatācijas testa veikšanas tehnika, pacienta izglītošana, sagatavošana, darba vides drošība un infekcijas kontrole

Bronhodilatācijas testa veikšanas taktika būtiski neatšķiras no spirometrijas. Izmeklējuma mērķis ir izvērtēt bronhodilatatoru ietekmi uz bronhu paplašināšanos, bronhu reversibilitātes izvērtēšana. Pacientam tiek veikta spirogrāfija. Pēc tam tiek doti bronhodilatējoši medikamenti, kuru efektivitāti izvērtē pēc 15 - 30 minūtēm. Elpošanas testa

rezultāti tiek salīdzināti ar tiem, kas veikti pirms medikamenta ievades. Ar bronhodilatācijas testa rezultātiem iespējams apstiprināt bronhiālās astmas, HOPS diagnozi. Iespējams monitorēt slimības gaitu, izvērtēt citu medikamentu iedarbības efektivitāti.

Bronhodilatācijas testa kontrindikācijas

Kontrindikācijas testa veikšanai pēc īsas darbības beta 2 simpatomimētiskos līdzekļu ievadīšanas ir ierobežotas: tireotoksikoze, sirds mazspēja, hipertensija, tahiaritmijas, samazināta glikozes tolerance, sirds glikozīdu lietošana [28; 45].

4.4. Ķermeņa pletizmogrāfija

Metodes indikācijas, raksturlielumi

Ķermeņa pletizmogrāfija ir zelta standarts plaušu tilpuma mērīšanai, īpaši, ja ir aizdomas par nozīmīgiem gaisa plūsmas pārvades traucējumiem [104]. Ar plaušu pletizmogrāfijas palīdzību var izmērīt kopējo plaušu tilpumu (totālo plaušu kapacitāti) un atlieku tilpumu (reziduālo tilpumu). Šāds izmeklējums nereti ir vajadzīgs, lai saprastu, kāda veida ventilācijas traucējumi pacientam prevalē - vai tā ir obstrukcija (elpceļu sašaurināšanās) vai arī restrikcija (plaušu tilpuma samazināšanās), vai arī abi traucējumi ir vienlīdz izteikti.

Ar ķermeņa pletizmogrāfijas palīdzību iespējams arī noteikt atlieku (reziduālo) tilpumu, kas būtiski palielinās pacientiem ar plaušu emfizēmu (galvenokārt hroniskas obstruktīvas plaušu slimības un slikti kontrolētas astmas pacientiem). Ar šīs metodes palīdzību var sekot līdzi ārstēšanas efektivitātei (*skat. 4.1. attēlu*).



4.1. attēls. Pletizmogrāfs

Raksturlielumi plaušu tilpuma mērīšanai

Atlieku jeb reziduālais tilpums (RV) – gaisa daudzums, kas paliek krūtīs pēc maksimālas izelpas.

Ieelpas kapacitāte (IC) - gaisa daudzums, ko ieelpo pēc mierīgas izelpas.

Funkcionālā reziduālā jeb atlieku kapacitāte (FRC) - gaisa daudzums plaušās pēc mierīgas izelpas.

Izelpas rezerves tilpums (ERV) - maksimālais gaisa daudzums, kuru vēl var papildus izelpot pēc normālas izelpas.

Kopējā plaušu ietilpība (TLC) – gaisa daudzums plaušās maksimālas ieelpas beigās.

Metodes veikšanas tehnika, aparatūra, aparātu apkope, pacienta izglītošana, sagatavošana, darba vides drošība un infekcijas kontrole

Lai veiktu ķermeņa pletizmogrāfiju, pacientam caurspīdīgā hermētiski noslēgtā kabīnē jāveic dažādi elpošanas manevri, kas iepriekš tiek pacientam paskaidroti. Metodes relatīvas kontrindikācijas ir klaustrofobija, augšējās ķermeņa daļas paralīze, intravenozais sūknis vai jebkurš cits stāvoklis, kas imobilizē pacientu, vai ierobežo pacienta iespējas atrasties „body box” [68].

4.5. Gāzu difūzijas tests

Oglekļa monoksīda (CO) difūzijas kapacitātes novērtēšana. Tests ir oglekļa monoksīda difūzijas spējas jeb kapacitātes mērījums (DLCO). To sauc arī par oglekļa monoksīda pārejas faktoru jeb TLCO. DLCO raksturo gāzu pāreju no ieelpotā gaisa plaušu kapilāru eritrocītos.

Metodes raksturlielumi, to interpretācija.

DLCO – CO difūzijas kapacitāte vai CO pārejas faktors – nosaka gāzu pāreju no ieelpotā gaisa uz eritrocītiem.

VA - alveolārais tilpums – veido alveolārās vienības, kuras piedalās gāzu apmaiņā. VA tiek noteikts vienas ieelpas DLCO mērījuma laikā, lietojot marķiera gāzi (piemēram, hēlijs vai metāns).

KCO - CO pārejas koeficients (KCO ir aptuveni KCO/atmosfēras spiediens mL/min/mmHg/L. Bieži apzīmēts kā DLCO/VA. Raksturo CO pārejas efektivitāti no alveolām eritrocītos.

kCO – caurlaidības faktors (kCO, min^{-1}) ātruma konstante alveolāri kapilārajai CO pārejai (alveolās esošā CO koncentrācijas samazināšanās logaritmiskais ātrums).

Metodes indikācijas

Ir vairākas klīniskās DLCO noteikšanas indikācijas, bet nav zināmu kontrindikāciju vai blakusparādību. DLCO tiek izmantots elpas trūkuma vai hipoksēmijas cēloņu diagnostikā, intersticiālu slimību gaitas monitorēšanai, pulmonālās hipertensijas identificēšanai riska grupu pacientiem, piemēram, ar sistēmas sklerodermiju.

Indikācijas: elpas trūkums, hipoksija, emfizēmas novērtēšana, intersticiālo slimību gaitas monitorēšana, restriktīvas ventilācijas funkcijas nepietiekamības diferenciāldiagnostika, plaušu asinsvadu patoloģijas noteikšana, ar plaušām saistītās funkcionālās nespējas/invaliditātes novērtēšana.

Izmeklējuma veikšanas tehnika, pacienta izglītošana, sagatavošana, darba vides drošība un infekcijas kontrole

Gandrīz visas plaušu funkcionālās laboratorijas izmanto vienas ieelpas metodi, kuras laikā pacients sēž ar aizspiestu degunu, vienmērīgi elpo caur iemuti, līdz tiek dotas mērījuma instrukcijas.

Pacienta sagatavošana mērījumam

Pirms DLCO noteikšanas pacients:

- nedrīkst smēķēt testa veikšanas dienā (reģistrē, kad pēdējo reizi smēķēts),
- 15 min pirms testa un testa laikā nav atļauts veikt skābekļa inhalācijas – papildus skābeklis var samazināt DLCO par aptuveni 0,35% uz katru mmHgPaO₂. DLCO nevar veikt, ja pacients nespēj elpot bez papildu skābekļa vismaz 15 min.,
- DLCO bieži nosaka bronhodilatācijas testa laikā pēc īsas darbības bronhodilatatoru lietošanas. Pētījumos secināts, ka salbutamols būtiski neietekmē DLCO ne veseliem pacientiem, ne obstrukcijas gadījumā HOPS pacientiem.

DLCO mērīšanas manevrs

Mērījums sākas ar pilnīgu izelpu līdz atlieku tilpumam, kam seko ātra (< 4s) un maksimāli dziļa ieelpa. Ieelpas laikā pacients ieelpo gāzu maisījumu (0,3% CO un marķiera gāze – 10% hēlijs vai 0.3% metāns, skābeklis, slāpeklis). Pēc 10 +/- 2 sekundes ilgas elpas aiztures, pacients ātri un pilnīgi izelpo līdz atlieku tilpumam. Izelpotās gāzes alveolārā daļa tiek savākta un analizēta, lai aprēķinātu uzņemto CO – indikatorgāzes koncentrāciju.

DLCO ietekmē anēmija, COHgb līmenis, augstums virs jūras līmeņa, plaušu tilpums, tādēļ pirms interpretācijas iegūtie rezultāti būtu jākorrigē atbilstoši šiem faktoriem.

Interpretācija

Ja nav pieejami iepriekšējie DLCO dati, tad pacienta rezultātus interpretē pēc normatīvajām vērtībām vai normas zemākajām vērtībām (*skat. 4.1. tabulu*). Izteikti

samazināta gāzu difūzija tiek definēta, ja DLCO < 45% no normas. Sliekšņa vērtības viegli un vidēji samazinātai DLCO nav standartizētas.

4.1.tabula

DLCO izmaiņu smaguma pakāpes

Augsta	>140
Normāla	76-140%
Viegli samazināta	61-75%
Vidēji samazināta	40-60%
Izteikti/smagi samazināta	<40%

4.6. Bronhu provokācijas tests

Metodes indikācijas

Bronhoprovokācijas testa indikācijas ir astmas diagnozes uzstādīšana noteiktām pacientu grupām, astmas terapijas izvērtēšana un retākos gadījumos, lai izvērtētu vides un arodfaktoru ietekmi.

Astmas diagnoze visbiežāk tiek uzstādīta, balstoties uz astmai raksturīgajiem simptomiem un reakciju uz astmas specifisko terapiju. Tomēr diagnozi jāpamato ar objektīviem izmeklējumiem, kas apstiprina ierobežotās gaisa plūsmas reversibilitāti (piemēram, pirms un pēc bronhodilatatoru lietošanas) [78]. Ir būtiski apstiprināt astmas diagnozi ar objektīviem izmeklējumiem kaut vai dēļ astmas terapijas lielajām izmaksām un medikamentu blaknēm – to ir iespējamais izdarīt, veicot bronhoprovokācijas testu. Bronhosporvokācijas tests ir indicēts dažādās klīniskās situācijās, kad atbilde uz jautājumu, vai pacientam ir bronhiālā astma, ir neskaidra. Šādi gadījumi ir:

- pacientam ir astmai raksturīgie simptomi, taču plaušu funkcionālo testu rezultāti ir normāli un nav atbildes reakcijas uz bronhodilatatoriem. Šāda situācija bieži sastopama pacientiem ar vieglu vai labi kontrolētu astmu [62]. Bronhoprovokācijas tests ir vienīgais veids kā tādā gadījumā apstiprināt astmas diagnozi;
- pacientiem ar atipiskiem bronhospazmējošiem simptomiem, kas neatgādina tipisku astmu (piemēram, pamošanās naktīs);
- pacienti, kuriem ir simptomi, kas varētu būt astmas gadījumā, bet ir nespecifiski (piemēram, klepus) un tiek nepareizi izvērtēti [69; 96]. Astma ir viens no biežākajiem iemesliem neizskaidrojamam hroniskam klepum, tomēr šādā gadījumā jāizslēdz arī citi iespējamie klepus rašanās mehānismi;
- pacientiem, kuriem ir aizdomas par arodfaktoru izraisītu astmu un reaktīvu elpceļu disfunkcijas sindromu, vai kairinātāju ierosinātu astmu;

- to profesiju pārstāvjiem, kuriem nepieciešams izslēgt astmas diagnozi, piemēram, akvalangistiem, militārajām personām vai citām profesijām, kurās bronhu spazmas var radīt nopietnu apdraudējumu.

Terapijas efektivitātes izvērtēšanai bronhoprovokācijas tests galvenokārt tiek izmantots klīniskajos pētījumos, lai izvērtētu jaunu astmas medikamentu efektivitāti [102]. Retos gadījumos atkārtoti bronhoprovokācijas testi tiek veikti, lai izvērtētu atbildes reakciju pēc izvairīšanās no saskarsmes ar noteiktiem aroda faktoriem, taču arī tas tiek galvenokārt darīts pētnieciskos nolūkos [47].

Izmeklējuma veikšanas tehnika, pacienta izglītošana, sagatavošana, darba vides drošība un infekcijas kontrole

Bronhoprovokācijas testa veikšana ar nespecifiskām vielām (piemēram, metholīns, mannitols) ir droša un viegli pielietojama metode, ja to veic atbilstoši izmeklējuma metodikai. Personālam jāspēj atpazīt nopietnas bronhospazmas un šādos gadījumos ātras darbības beta agonistiem jābūt uzreiz pieejamiem. FEV1 rādītājam ir jāatgriežas izejas pozīcijā, pirms pacients pamet izmeklējumu telpu.

Pacientiem ar nestabilu stenokardiju, miokarda infarktu vai insultu pēdējo trīs mēnešu laikā, bronhoprovokācijas tests ir kontrindicēts. Bronhoprovokācijas tests veicams tikai tādos gadījumos, kad nav vērojamas elpceļu obstrukcijas pazīmes un simptomi. Pacientiem ar sliktu FEV1 indicēta bronhodilatatoru reversibilitātes izvērtēšana nevis bronhoprovokācijas tests. Vērtību lielumi, kādos gadījumos bronhoprovokācijas testu nerekomendē veikt, atšķiras. Vadlīnijas paredz to pacientu izslēgšanu, kuriem FEV1 <60, taču biežāk šo testu neveic gadījumos, kad FEV1 <70 [76].

Izmeklējuma sekmīgai veikšanai nepieciešama pacienta spēja veikt spirometriju. Deguna aizbāznis palīdz novērst gaisa noplūdes. Testa laikā tiek izvērtēti spirometrijas rādītāji, lai pārliecinātos, ka pacients ir pilnībā veicis ieelpu (TLC) pirms izelpas manēra. Ja pacients neveic pilnu ieelpu līdz TLC, FEV1 var samazināties bez bronhokonstrikcijas un radīt viltus pozitīvus rezultātus [43; 44].

Farmakoloģisko līdzekļu pielietošanā vērtē devas lieluma ietekmi uz elpceļiem. Atkarībā no testa mērķa, lielākajā daļā gadījumu pirms testa veikšanas ir jāatceļ iepriekš lietotie medikamenti. Inhalējamie glikokortikosteroīdi nav jāatceļ, jo nepieciešamas trīs nedēļas, lai to efekts būtu zudis. Provocējošās vielas pacientam lielākoties tiek pievadītas caur nebulaizeru (piemēram, metholīns, histamīns, adenosīns). Metholīna inhalācijas ir biežāk pielietotā metode. Lai uzlabotu testa standartizāciju, aerosola deva tiek norādīta kā agonista koncentrācijas līmenis nebulaizerā (mg/ml). Aizvien lielākas provocējošās vielas koncentrācijas efekts tiek izvērtēts ar sekojošu spirometriju [67].

4.7. Asins gāzu analīze

Indikācijas:

- skābju un sārmu līdzsvara traucējumu identificēšana un monitorēšana,
- skābekļa un ogļskābās gāzes parciālā spiediena noteikšana (pO_2 un pCO_2) akūtos apstākļos vai plānojot ilgstošu skābekļa terapiju pacientiem ar hroniskām plaušu slimībām,
- elektrolītu līdzsvara traucējumu ātrai diagnosticēšanai,
- kontrole dinamikā, lai izvērtētu terapijas pasākumu efektivitāti (piemēram, insulīnterapija pacientam ar diabētisko ketoacidozi vai NIV pacientam ar hiperkapniju),
- patoloģiska hemoglobīna noteikšana,
- citu analīžu veikšanai, kad venozās asinis nav pieejamas (neatliekamās terapijas apstākļos).

Kontrindikācijas :

- akūtos apstākļos, kad jāglābj dzīvība, absolūtu kontrindikāciju nav,
- lokāla infekcija vai izmainīta anatomija punkcijas vietā (piemēram, iepriekšējas operācijas, ķirurģiskas iejaukšanās, iedzimtas malformācijas, apdegumi, aneirismas, stenti, AV fistula, protezēti asinsvadi),
- smaga koagulopātija.

Asins gāzu galvenie raksturlielumi

Ph – vides reakcijas rādītājs; **PO₂** – parciālais O₂; **paCO₂** – parciālais CO₂

HCO₃⁻ - bikarbonāti. Tiek producēti nierēs un darbojas kā bufersistēma, lai uzturētu normālu pH līmeni.

BB – buferbāzes – visu buferanjonu (bikarbonātu, fosfātu, plazmas olbaltumvielu, hemoglobīna) summa asinīs, noteikta standarta apstākļos.

BE – bāzu ekscess, pārpalikums – starpība starp buferbāzēm normā un buferbāzēm pacienta asinīs.

Skābju – sārmu līdzsvara traucējumu veidi

Respiratorā acidoze

pH↓; pCO₂↑

CO₂ retence organismā. Parasti galvenā pazīme ir hipoventilācija. Etioloģija: centrāla hipoventilācija (piemēram, vispārēja anestēzija, patoloģiska adipozitāte, CNS trauma) vai

perifēra hipoventilācija (piemēram, krūškurvja sienas patoloģija, elpošanas muskuļu vājums, plaušu, pleiras patoloģija).

Respiratorā acidoze

pH↑; pCO₂↓

Pastiprināta CO₂ izvadīšana no organisma. Galvenā pazīme – hiperventilācija.

Etioloģija: hiperventilācija mākslīgās plaušu ventilācijas laikā, hiperventilācijas sindroms paaugstinātas spriedzes laikā, histērijas lēkmes laikā, hiperventilācija CNS patoloģijas dēļ, medikamentu izraisīta hipoksija, pneimonija, pneimotorakss, plaušu tūska.

Metabolā acidoze

pH↓; HCO₃⁻↓

Attīstās pēc H⁺ jonu pieauguma vai HCO₃⁻ jonu zuduma, kuru dēļ asinīs mazinās pH.

Etioloģija: pastiprināta alimentāra vai parenterāla skābju uzņemšana (piemēram, pārdozēti skābie medikamenti, saindēšanās ar toksiskām vielām, parenterālu barošanas preparātu izraisīta), alimentārs vai renāls sārmu zudums (caureja, limfas zudums, proksimāla renāla tubulāra acidoze, posthipokanisks stāvoklis), pastiprināta skābju producēšana (laktātacidoze, ketoacidoze, pārmantoti metabolisko enzīmu traucējumi, aknu mazspēja).

Metabolā alkaloze

pH↑; HCO₃⁻↑

To izraisa HCO₃⁻ jonu pieaugums ārpusšūnu šķīdumā vai arī negaistošo skābju zudums. Asinīs un citur ārpusšūnu telpā pieaug pH.

Etioloģija: H⁺ zudums no ekstracelulārās telpas (piemēram, kuņģa sulas zudums – vemšana, kuņģa vārtnieka daļas stenoze), skābju zudums ar urīnu, ar izkārnījumiem, H⁺ pārvirze uz šūnām (hipokaliēmija), HCO₃⁻ pārdozēšana.

4.8. Sviedru proves

Sviedru prove ir metode, ko pielieto cistiskās fibrozes diagnostikā. Cistiskā fibroze ir iedzimta ģenētiska slimība, kas ir viena no visbiežāk sastopamajām iedzimtajām slimībām pasaulē. Katrs 25 zemes iedzīvotājs ir šīs slimības gēna nēsātājs, un tie ir veseli cilvēki, kuri par to neko nenojauš. Ar cistisko fibrozi slims bērns var piedzimt tikai tad, ja abi vecāki ir cistiskās fibrozes gēna nēsātāji, turklāt arī šajā gadījumā pastāv 75% iespēja, ka bērns piedzims vesels. Slimības simptomi izpaužas ļoti atšķirīgi un var būt dažādas smaguma pakāpes. Cistiskā fibroze var skart dažādus ķermeņa orgānus, galvenokārt, plaušas, zarnas, aknas un aizkuņģa dziedzeri. Bērnu garīgā attīstība ir pilnīgi normāla [3].

Indikācijas veikt sviedru proves testu cistiskās fibrozes izslēgšanai ir pacientiem:

- zīdaiņiem ar pozitīviem cistiskās fibrozes jaundzimušo skrīninga rezultātiem,
- zīdaiņiem ar cistikai fibrozei raksturīgiem simptomiem (piemēram, mekonija ileuss),
- vecākiem bērniem un pieaugušajiem ar cistikai fibrozei raksturīgajiem simptomiem (vīriešu neauglība, hroniskas elpceļu infekcijas vai hronisks sinusīts),
- to pacientu brāļiem un māsām, kuriem ir apstiprināta cistiskās fibrozes diagnoze, un, ja diagnozi nevar apstiprināt ar ģenētisku izmeklēšanu [54].

Izmeklējuma veikšanas tehnika, pacienta izglītošana, sagatavošana un aprūpe izmeklējuma laikā, darba vides drošība

Sviedru prove ir tests, ar kura palīdzību tiek noteikts sāls – nātrija hlorīda (parasti hlorā) daudzums sviedros. Lai to veiktu, nepieciešams savākt nelielu daudzumu sviedru.

Cistiskās fibrozes gadījumā ir traucēts hlorā jonu transports cauri šūnu membrānām, tādēļ cilvēkiem ar šo slimību ir paaugstināts hlorā daudzums sviedros. Ja ir aizdomas par cistisko fibrozi, sviedru prove ir viens no specifiskajiem testiem, ar kuriem var vai nu apstiprināt, vai arī izslēgt šo diagnozi. To var veikt arī tad, ja informācijas par šādu saslimšanu nav, bet bērniem (vai dažkārt pieaugušajiem) ir biežas elpošanas sistēmas slimības, neizskaidrojama caureja, vai nepietiekams svara pieaugums/augšana. Sviedru provi veic arī pieaugušajiem dažādu saslimšanu – piemēram, bronhektāzes, pankreatīts, neauglība – izmeklēšanā [3].

Visa testa veikšana ilgst apmēram 30 minūtes. Ādu uz rokas vai kājas notīra ar ūdeni un uzklāj īpašu svīšanu veicinošu vielu (pilokarpīnu); lai tā labāk iesūktos, ādu apmēram 5 minūtes stimulē ar vāju strāvu (tas nesāp, tomēr var just kutināšanu). Pēc tam ādu atkal notīra un virsū uz 15 – 20 minūtēm uzklāj īpašu filtru, kas savāc sviedrus.

Reizēm nepieciešams sviedru provi atkārtot. Tas ne vienmēr nozīmē, ka tiek apstiprināta cistiskās fibrozes diagnoze – dažkārt pirmā testa laikā nav savākts pietiekami daudz sviedru vai paraugam ir citi piemaisījumi, tomēr citreiz rezultāts varētu būt tuvu apstiprinošajai robežai, tādēļ tas jāatkārto (*skat. 4.2. tabulu*) [3].

4.2.tabula

Sviedru proves testu rezultātu interpretācija cistiskās fibrozes diagnozes pierādīšanai [37]

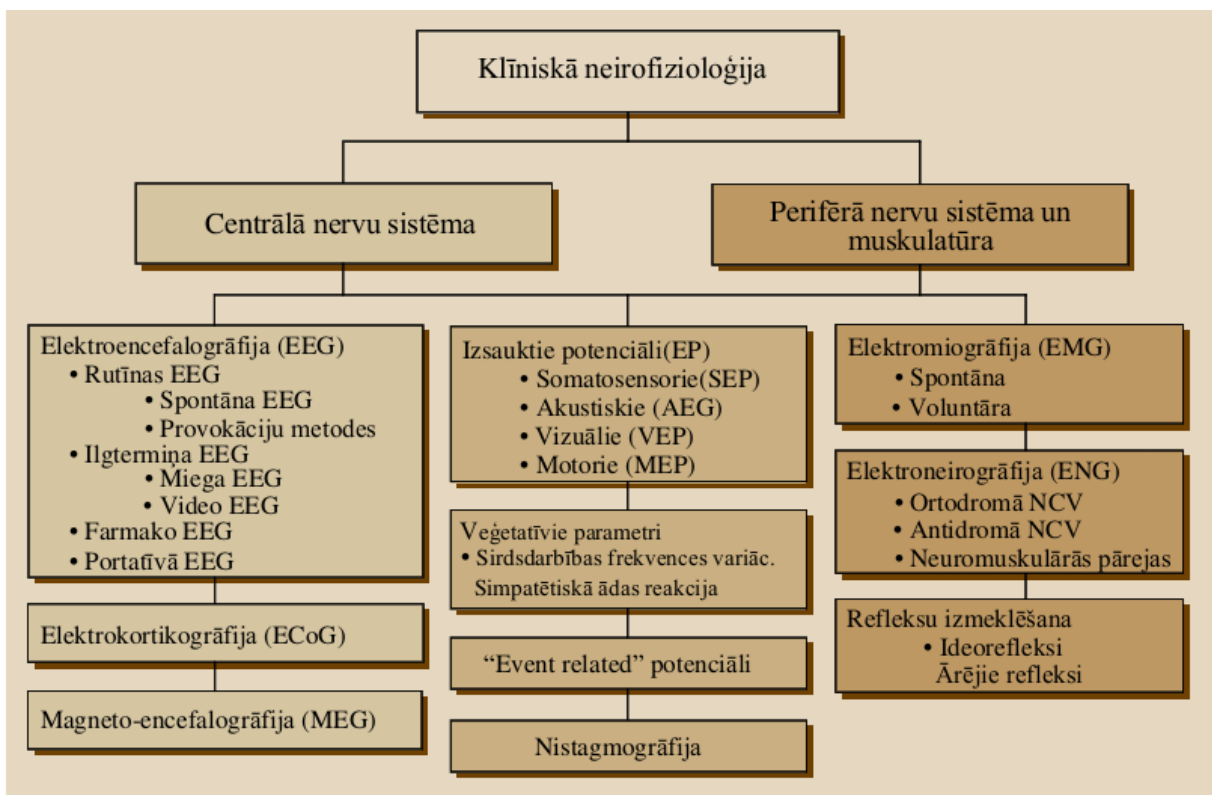
Sviedru – hlorīda koncentrācija	Rezultāts	Interpretācija
≤ 29 mmol/l	Norma	Maz ticama cistiskās fibrozes diagnoze
30-59 mmol/l	Apšaubāma	Iespējama cistiskā fibroze, rekomēdēta papildus izmeklēšana
≥ 60 mmol/l	Patoloģija	Cistiskā fibroze – ja ir apstiprinošs atkārtots tests un ir cistikai fibrozei raksturīgie simptomi

5. FUNKCIONĀLĀS DIAGNOSTIKAS METODES NEIROLOĢIJĀ

Nervu sistēmas funkcionālo traucējumu un organisku bojājumu klīniskā diagnostika pamatā balstās tieši uz klīnisko funkcionālo izmeklēšanu, kas sastāv no:

- motoro funkciju novērtējuma – kustību apjoms, spēks, muskuļu tonuss, refleksi, gaita, līdzsvars, specifiskas proves jeb testi;
- sensoro funkciju novērtējuma – redzes, dzirdes, ožas, garšas, ķermeņa virsmas virspusējās un dziļās jušanas pārbaude un traucējumu pakāpes noteikšana;
- nervu sistēmas augstāko funkciju pārbaudes – valodas, prakses, gnostisko un kognitīvo funkciju izmeklēšana, atmiņas traucējumu noteikšana;
- veģetatīvās jeb autonomās nervu sistēmas darbības novērtējuma – citu orgānu darbības neirālās regulācijas izvērtējums (ortostātiskā hipotensija, svīšana, zosādas u.c. refleksi, urinācijas regulācija u.c.) [11].

Neiroloģijā plaši izmanto neirofizioloģiskos izmeklējumus, ko arī dēvē par neirofizioloģisko funkcionālo izmeklēšanu (*skat. 5.1. attēlu*).



5.1. attēls. Klīniskā neirofizioloģija

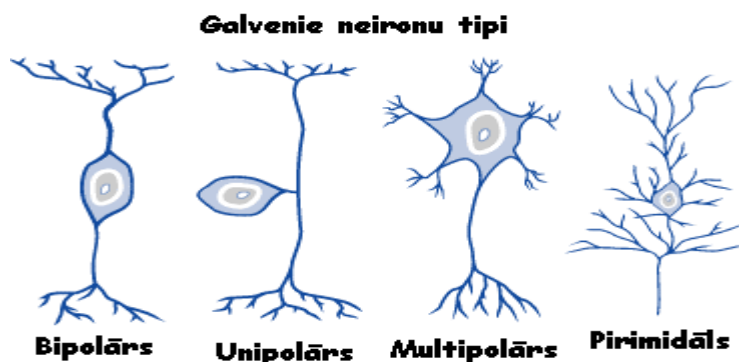
Klīniskās neirofizioloģijas metodes, kā elektroencefalogrāfija (EEG) un elektromiogrāfija/elektroneirogrāfija (EMG/ENG), kā arī izsaukto potenciālu (EP) pieraksts ļauj izvērtēt centrālās un perifērās nervu sistēmas funkcijas, kā arī muskulatūras funkcijas. Šīs sistēmas veidojošo šūnu bioelektriskie potenciāli tiek pastiprināti, pierakstīti, mērīti un analizēti ar dažādām metodēm. Mērīšanas ierīces, ko lieto funkcionālajā diagnostikā, sauc par elektroencefalogrāfu un elektromiogrāfu [97].

5.1. Nervu sistēmas raksturojums

Nervu sistēma ir cilvēka organisma struktūru kopums, kas apvieno un koordinē visu orgānu un sistēmu darbību, nodrošina organisma kā veselas vienības funkcionēšanu, realizē saistību ar ārējo vidi un pielāgošanos tās mainīgajai sistēmai. Izšķir centrālo nervu sistēmu (CNS) un perifēro nervu sistēmu (PNS).

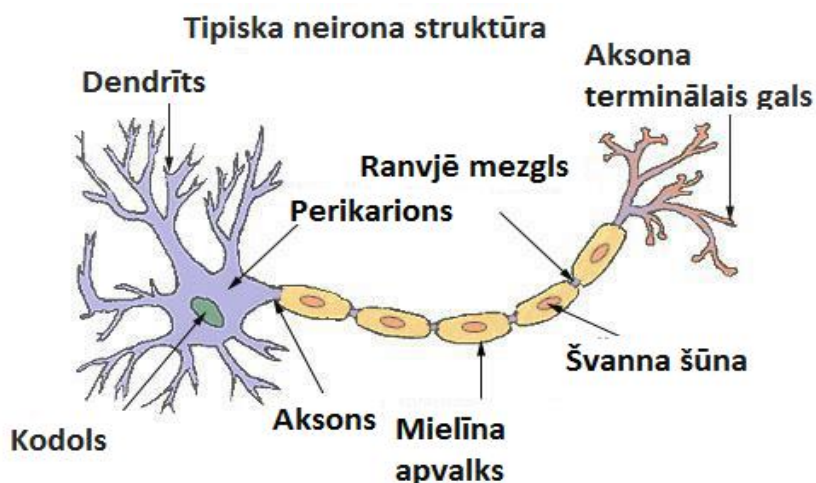
Perifērās nervu sistēmas galvenais uzdevums ir nodrošināt organisma saistību ar ārējo vidi un atsevišķu orgānu savstarpējo saistību. PNS piedalās orgānu darbības reflektoriskajā regulācijā. Veidojas refleksa loks, kurā obligāti iesaistās arī CNS. PNS veido 31 pāris muguras smadzeņu spinālo nervu un 12 pāri galvas smadzeņu kraniālo nervu [2].

Nervu sistēma sastāv no neironiem un neiroglijas (*skat. 5.2. attēlu*). Neirons ir nervu šūna ar tās izaugumiem. Tai ir divu veidu izaugumi – viens vai vairāki dendrīti, kuri vada uzbudinājumu virzienā uz šūnas ķermeni, un viens garš neirīts (aksons), kas uzbudinājumu vada prom no šūnas un stiepjas no šūnas līdz orgānam vai arī beidzas CNS. Nervu galos, kur nervu šķiedras saistās ar muskuli (vai dziedzeri), ir tā saucamie gala aparāti (nervgaļi), kas piedalās sinapses veidošanā. Šūnu ķermeņi kopā veido pelēko vielu muguras smadzeņu ragos, ganglijos, smadzeņu garozā, zemgarozas kodolos. Aksoni un dendrīti veido nervus PNS un traktus CNS [29; 89].



5.2.attēls. Neirona veidi [15]

Katras šķiedras vidū ir ass cilindrs. Ass cilindru visā ta garumā aptver lemmocīti (Švanna šūnas), kuri veido mielīna apvalku. Izšķir mielinizētas un nemielinizētas nervu šķiedras (*skat. 5.3. attēlu*). Mielinizētās šķiedras – mielīna apvalks ir segmentēts. Katru mielīna apvalka segmentu veido viens lemmocīts. Uz robežas starp blakus segmentiem veidojas paresninājums jeb mezgls – nodus neurofibrae. Paresninājuma vidus daļu, kas nav klāta ar mielīnu – sauc par Ranvjē iežmaugu jeb isthmus nodi.



5.3.attēls. Mielinizēta nerva šķiedra [22]

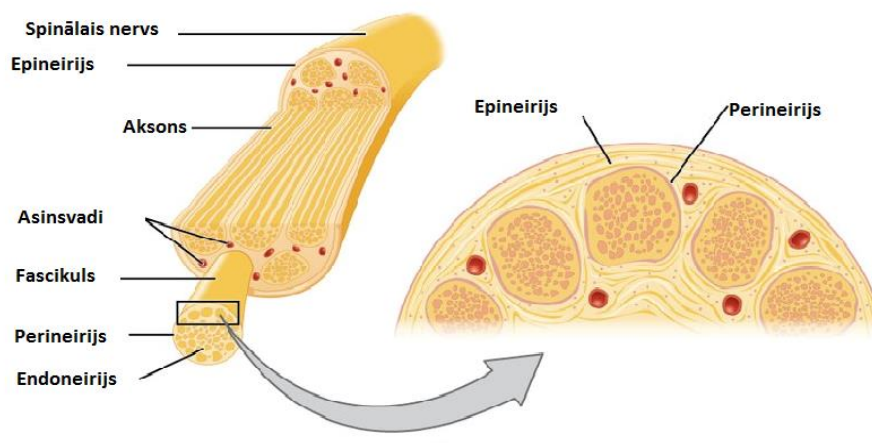
Nemielinizētās šķiedras – šo šķiedru ass cilindri ir tievāki par mielinizētajiem. Lemmocīti aptver ass cilindru, taču neveido mielīna apvalku. Viens lemmocīts parasti aptver vairākus ass cilindrus.

5.1. tabula

Nervu šķiedru morfoloģija, vadīšanas ātrums, šķiedras funkcijas [15]

	Diametrs (μm)	Morfoloģija	Vadīšanas ātrums (m/s)	Šķiedru funkcijas
Aα	8-20 (rupjās)	Mielinizētas	50-120	Motorās
Aβ	5-12 (rupjās)	Mielinizētas	30-70	Sensorās
Aγ	2-8 (smalkās)	Mazmielinizētas	10-50	Propriocepcija
Aδ	1-5 (smalkās)	Mazmielinizētas	3-30	Sensorās (asas sāpes, aukstums)
B	1-3 (smalkās)	Mazmielinizētas	3-15	Autonomās
C	<1 (smalkās)	Nemielinizētas	< 2	Sensorās (siltums, dedzināšana)

Šķiedras nervā sakopotas paralēlos kūlīšos, kurus aptver saistaudi. Šķiedras var pāriet uz blakus kūlīšiem un veidojas sarežģīta nerva uzbūve. Veidojas epineirijs, perineirijs, endoneirijs (*skat. 5.4. attēlu*). Nerva asinsapgādi nodrošina blakus esošās artērijas.



5.4.attēls. Nerva šķiedras uzbūve

Nerva šķiedras iedala: pēc funkcijas – jušanas, kustību, somatiskās, veģetatīvās; pēc uzbudinājuma pārvades virziena – aferentās (uz CNS), eferentās (no CNS); pēc mediatora, ko izdala šķiedra – adrenerģiskas, holīnerģiskas, u.c.; pēc morfoloģijas – mielinizētas, demielinizētas. Nervu šķiedrai piemīt uzbudināmība un vadāmība. Nervu šķiedras funkcija ir uzbudinājuma vadīšana. Uzbudinājumu vada tikai morfoloģiski un funkcionāli vesela nervu šķiedra. Nervu šķiedra vada uzbudinājumu divos virzienos no kairinājuma vietas. Uzbudinājums nervu šķiedrā tiek vadīts izolēti un nepāriet uz blakus esošām šķiedrām. Pateicoties tam ir iespējamās ļoti precīzas kustības. Fizioloģiski veselā šķiedrā uzbudinājums izplatās pa visu šķiedru ar vienādu stiprumu, tā darbības potenciāla amplitūda nemainās [5; 29; 89].

Uzbudinājuma vadīšanas ātrums nervu šķiedrā ir atkarīgs no nervu šķiedras resnuma un apvalka. Jo resnāka šķiedra un biezāks apvalks, jo lielāks uzbudinājuma vadīšanas ātrums (*skat. 5.1. tabulu*). Visātrāk uzbudinājumu vada somatiskās nervu sistēmas šķiedras, kas inervē skeleta muskuļus. Vislēnāk uzbudinājumu vada veģetatīvās nervu sistēmas šķiedras, kuras ir ļoti tievas un kurām apvalks ir plāns, vai nav vispār (simpatiskās postganglionārās šķiedras). Vislielākais vadīšanas ātrums ir 120 m/s, vismazākais – 0,5 m/s.

Uzbudinājuma izplatīšanās ir saistīta ar bioelektriskām norisēm šķiedras membrānā. Starp uzbudinātiem un neuzbudinātiem virsmas apvidiem veidojas elektrisko potenciālu starpība un rodas cirkulāras strāvas. Neuzbudinātajos apvidos šīs strāvas depolarizē membrānu, un, ja depolarizācija sasniedz kritisko līmeni, rodas darbības potenciāls (DP). DP

neizplatās pa nervu šķiedru, bet katrā nākošā membrānas apvidū rodas pilnīgi patstāvīgi kā atbilde uz kairinātāju, kura lomu pilda cirkulārās strāvas. Šādi uzbudinājums izplatās pa nemielinizētām šķiedrām. Pa mielinizētām šķiedrām uzbudinājums izplatās ātrāk. Cirkulārās strāvas var šķērsot membrānu tikai Ranvjē iežmaugu vietās. Tikai šajās vietās notiek membrānas kritiskā depolarizācija un veidojas DP. Notiek lēcienveidīga vai saltatora DP izplatīšanās. Jo resnāka ir nervu šķiedra, jo lielākā attālumā viena no otras atrodas Ranvjē iežmaugas un ātrāk izplatās uzbudinājums.

Rokas nervus inervē spinālie nervi (C4-Th1), kuri atiet no muguras smadzenēm. Pēc iznākšanas no mugurkaula kanāla spinālie nervi veido pleca pinumu (plexus brachialis), no kura savukārt atiet īsie zari uz plecu joslu un garie zari uz roku. Iznākot pa starpskriemeļu atverēm, priekšējie zari savienojas un veido trīs pleca pinuma stumbrus – augšējo, vidējo un apakšējo. Paduses līmenī veidojas kūlīši (fasciculus) – laterālais, mediālais un dorsālais. No laterālā kūlīša veidojas muskuļu un ādas nervs – *n.musculocutaneus* un vidusnerva *n.medianus* ārējā kājiņa (C7). No mediālā kūlīša veidojas elkoņa nervs – *n.ulnaris*, apakšdelma ādas nervs – *n.cutaneus antebrachii medialis et lateralis*, vidusnerva – *n.medianus* iekšējā kājiņa. No dorsālā kūlīša veidojas paduses nervs – *n.axiilaris*, spieķa nervs – *n.radialis*. Jostas pinums (*plexus lumbalis*) veidojas no L1-L3, daļēji arī no L4 un Th12 nerva priekšējiem zariem – atiet *n.femoralis*. Krustu pinums (plexus sacralis) veidojas no L2-S2, daļēji no L4 un S3 nervu priekšējiem zariem – atiet *n.ischiadicus*, kas tālāk sadalās par *n.tibialis*, *n.peroneus* [2; 5].

Skeleta muskuļi vīriešiem sastāda ap 42% no ķermeņa masas, bet sievietēm – 36%. Skeleta muskuļiem piemīt uzbudināmība, spēja vadīt uzbudinājumu un spēja sarauties jeb kontraktilitāte, kura ir visu kustību pamatā. Atkarībā no muskuļaudu veida visus organisma muskuļus iedala šķērsvītrotajos un gludajos muskuļos. Ar elektromiogrāfijas metodi tiek izmeklēti šķērsvītrotie muskuļi. Skeleta muskuļi darbojas tikai no centrālās nervu sistēmas pienākošo nervu impulsu ietekmē, tāpēc cilvēks tos var nodarbināt apzināti.

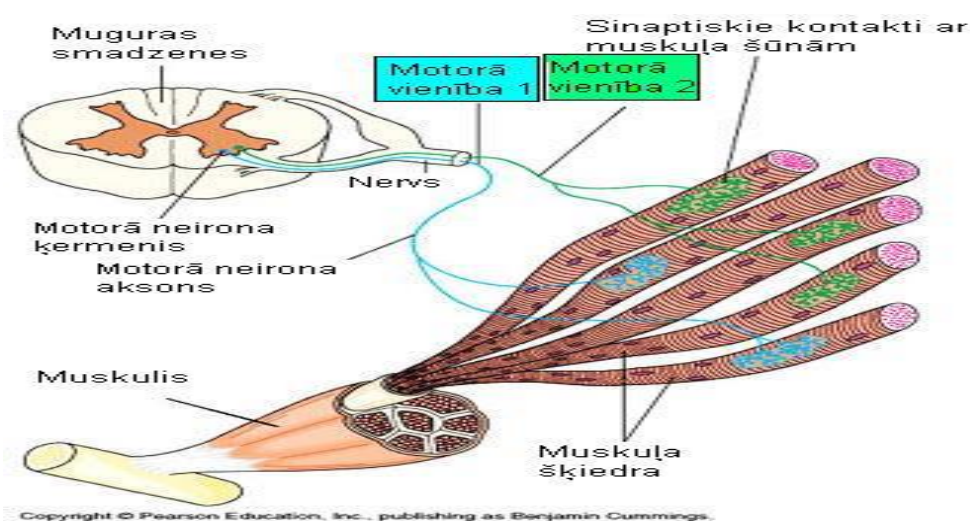
Skeleta muskuļi veic vairākas funkcijas, no kurām pati raksturīgākā ir kustību funkcija. Skeleta muskuļi veic arī jušanas funkciju, jo muskuļos ir daudz receptoru. No šiem receptoriem CNS saņem informāciju par to, kādā stāvoklī ir muskuļi un kā norit to kontrakcijas. Uz vienu atsevišķu elektriskās strāvas impulsu muskulis reaģē ar atsevišķu kontrakciju. Ja šo kontrakciju reģistrē līknes veidā, iegūst atsevišķas kontrakcijas līkni.

Skeleta muskuļu kontrakcijas amplitūda ir atkarīga no kairinātāja stipruma. Skeleta muskulis pakļaujas kairinātāja stipruma likumam. Dodot sliekšņa stipruma kairinātāju (minimālo kairinātāju, kas rada atbildes reakciju), muskuļa kontrakcijas amplitūda ir neliela, jo kontrakcijā piedalās nedaudzas muskuļu šķiedras – tikai tās, kurām ir visaugstākā

uzbudināmība, un tās, kuras ir vistuvāk elektrodiem. Palielinot kairinātāja stiprumu, kontrakcijas amplitūda palielinās. Vēl palielinot kairinātāja stiprumu, ja amplitūda vairs nepalielinās, tas nozīmē, ka kontrakcijā piedalās visas šķiedras [29; 72; 90].

Dažādu muskuļu izraisīto kustību precizitāte atšķiras un ir atkarīga no motorās vienības izmēriem. Par motoro vienību sauc motoro neironu un tā inervētās muskuļu šķiedras.

Izšķir mazo un lielo motoro vienību. Mazās motorās vienības veido sīki motorie neironi, kas inervē nedaudzas muskuļu šķiedras – līdz dažiem desmitiem šķiedru. Lielās motorās vienības motorie neironi ir lielāki, to aksoni ir resnāki, un tie inervē vairākus desmitus vai pat simtus un tūkstošus muskuļu šķiedru. Jo vairāk muskulī ir sīko motoro vienību, jo precīzākas kustības ir iespējamas (*skat. 5.5. attēlu*) [5; 29; 72; 90].



5.5. attēls. Motorā vienība

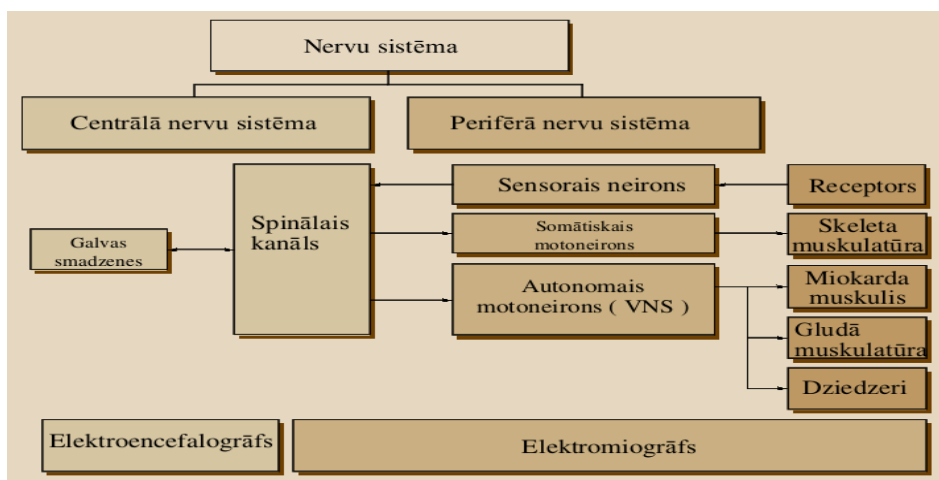
Skeleta muskuļu šķiedrā paralēli tās garenai asij izvietotas pavedienvēda struktūras – miofibrillas. Katra miofibrilla tiek sadalīta vēl sīkākos segmentos – sarkomēros. Katra miofibrilla ir vēl tievāku pavedienu – protofibrillu – kūlis. Protofibrillas ir polimerizētu kontraktīlo olbaltumvielu molekulu ķēdītes. Šīs olbaltumvielas ir miozīns, aktīns, troponīns un tropomiozīns. Šo olbaltumvielu mijiedarbības rezultātā notiek muskuļu kontrakcija. Darbības potenciālu, kurš rodas muskuļu kontrakcijas rezultātā, analizē ar elektromiogrāfijas metodi. Normālos apstākļos skeleta muskuļu kontrakcijas ierosina nervu impulsi, kuri tiem pienāk no CNS pa kustību nerva šķiedrām. Katru skeleta muskuļa šķiedru inervē tikai viens motorās nervu šķiedras gala zariņš, un mioneirālā sinapse parasti atrodas muskuļušķiedras vidusdaļā. Uzbudinājuma pārvade mioneirālajā sinapsē (no kustību nerva uz skeleta muskuli) notiek ar mediatora acetilholīna līdzdalību. Kad sinapsei pienāk uzbudinājuma impulss, acetilholīns atbrīvojas no saistības ar olbaltumvielu vezikulīnu un nonāk sinaptiskajā spraugā.

Acetilholīns saistās ar postsinaptiskās membrānas N-holinoreceptoriem un izraisa postsinaptiskās membrānas depolarizāciju. Nepilnības šajā procesā rada tādu saslimšanu kā miastēnija [2; 89].

Centrālo nervu sistēmu veido galvas smadzenes un spinālais kanāls. Tā ir visas nervu sistēmas centrālā daļa, kas kompleksi kontrolē informācijas pārvades un apstrādes procesu. Informācijas plūsmas ātrums no maņu orgāniem 9 bit/s pieaug līdz 100 bit/s, izejot caur uzbudinošo un inhibējošo sinapšu lokiem. Pēc informācijas apstrādes un analīzes tā tiek transformēta tādās reakcijās kā kustības, uzvedība un organisma aktivitāte. Smadzeņu funkcijas nebeidzas ar voluntāras kustības realizāciju, tās sevī ietver arī emocijas, uzvedību, spēju mācīties, kā arī atmiņas funkciju.

Vairākas centrālās nervu sistēmas daļas piedalās veģetatīvās nervu sistēmas kontrolē: limbiskā sistēma kontrolē emocijas, hipotalāms regulē homeostāzi, iegarenās smadzenes kontrolē simpātiskās reakcijas, muguras smadzenes atbild par spinālajiem refleksiem.

Perifēro nervu sistēmu veido visi nervi un gangliji, kas atrodas ārpus centrālās nervu sistēmas. Eferentie (motorie) ceļi inervē skeleta muskuļus. Pa aferentajiem (sensorajiem) ceļiem centrālajā nervu sistēmā nonāk visa informācija, kas sakopota no ķermeņa perifērijā esošajiem receptoriem, ādas un iekšējiem orgāniem. Veģetatīvā jeb autonomā nervu sistēma kontrolē orgānu funkcijas un adaptē tās organisma vajadzībām. Autonomās nervu sistēmas aktivitātes lielākoties nav saistītas ar apziņu (ir neapzinātas) un nav ietekmējamās ar gribas kontroli. Vitālā funkcija, ko neietekmē apziņa, ir sirds ritms, elpošana, asinsspiedies, gremošana un metabolisms. VNS var iedalīt 3 grupās: simpātiskā NS – ergotropiskā (pastiprina procesus), parasimpātiskā NS – pārsvarā realizē trofotropiskos procesus, enterālā NS – inervē gastrointestinālo traktu un ir no CNS visvairāk neatkarīgā perifērās nervu sistēmas daļa.



5.6. attēls. Nervu sistēmas uzbūve ar izmeklēšanas iespēju kompetencēm

5.2. Elektroencefalogrāfijas metode

Cilvēka galvas smadzenes veido baltā un pelēkā viela. Pelēkā viela kā mantija pārklāj galvas smadzeņu virsmu, tā sastāv no pelēkajām šūnām jeb piramidālajiem neironiem. Zem pelēkās vielas esošo balto vielu veido neironu izaugumi, kas savukārt veido neironālos tīklus un nodrošina dažādu smadzeņu daļu savstarpējās saistības, kā arī saistības ar muguras smadzenēm un perifēro nervu sistēmu. Katram piramidālajam neironam ir apikālais dendrīts un multipli bazālie dendrīti. Piramidālo šūnu novietojums attiecībā pret garozas virsmu ir strikti perpendikulārs. Tikai pateicoties šim fenomenam uz skalpa virsmas ir iespējams reģistrēt elektriskos signālus, ko veido uzbudinošie un inhibējošie potenciāli postsinaptiskajā membrānā. EEG pieraksts no skalpa virsmas veidojas, summējoties minētajiem piramidālo šūnu potenciāliem [74; 94].

Elektroencefalogrāfijas indikācijas, ierobežojumi un kontrindikācijas

Elektroencefalogrāfija ir neiroelektrofizioloģiska izmeklēšanas metode, kas reģistrē galvas smadzeņu šūnu ģenerētos spontānos elektriskos potenciālus un sniedz informāciju par galvas smadzeņu kopējo un atsevišķu tās daļu funkcionālo aktivitāti. Elektroencefalogramma (EEG) ir šo elektrisko potenciālu pieraksts [11; 16]. EEG metode ir pielietojama pacientiem visās vecuma grupās – sākot no zīdaiņu vecuma un beidzot ar senioriem [34; 35; 74].

Absolūtu kontrindikāciju metodes pielietošanai nav. Relatīvas kontrindikācijas ir plašs galvas ādas virsmas bojājums (piem., svaiga pēcooperācijas brūce), galvas ādas infekcijas. EEG izmeklējumu adekvāti nav iespējams veikt agresīvam pacientam, kam ir psihomotors uzbudinājums un kas nesadarbojas ar personālu.

EEG ir palīgmetode epilepsijas diagnostikā. To izmanto, lai apstiprinātu, noliegtu vai precizētu klīnisko epileptisko sindromu, kam ir būtiska nozīme terapijas izvēlē. EEG izmeklējumu lieto arī paroksizmālu stāvokļu diferenciāldiagnostikā ar epilepsiju. Atsevišķām neurodeģeneratīvām slimībām, piem., Kreicfelda – Jakoba slimībai, EEG atrod specifiskus, slimībai raksturīgus EEG grafoelementus. EEG pierakstu izmanto pilnas nakts polisomnogrāfijā, lai izvērtētu miega dziļumu. EEG metodi lieto arī komas stāvokļu monitorēšanai, kā arī – pēc speciāla protokola - smadzeņu nāves diagnostikā [48; 49].

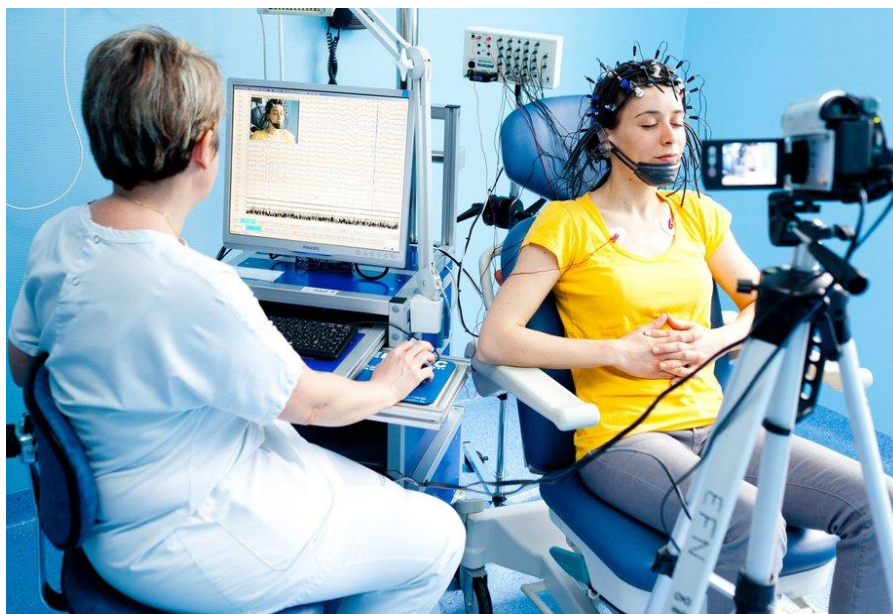
Elektroencefalogrāfijas aparatūra, kabineta iekārtojums un pacienta drošība

Elektriskās strāvas, kas veidojas smadzeņu garozā, ir ļoti vājas strāvas - mērāmas mikroV. Lai smadzeņu biostrāvas pierakstītu, nepieciešamas iekārtas, kas spēj signālu pastiprināt līdz 100 tūkstošu reižu, tajā pašā laikā nepastiprinot fona trokšņus, ko veido apkārtējās vides elektriskie un magnētiskie lauki. Mūsdienās elektroencefalogrāfijas iekārtas

smadzeņu signālus spēj reģistrēt, atfiltrēt no “trokšņiem” un pārveidot ciparu (digitālā) formātā. Iegūtie dati pēc tam tiek prezentēti kā EEG līkne, ko elektroencefalogrāfijas speciālists var izvērtēt vizuāli – kvalitatīvi un arī kvantitatīvi, izmantojot dažādas kartēšanas un līknes analīzes metodes, ko nodrošina EEG programmatūra [34; 46].

EEG izmeklējuma veikšanai vajadzīgs pats elektroencefalogrāfs, krēsls vai kušete pacientam, kā arī dators un darba vieta māsai, kas veic izmeklējumu. Pacienta krēslam jābūt “sazemētam”, obligāti – ar platiem roku balstiem, lai pacients lēkmes gadījumā neizkristu no krēsla vai funkcionālās kušetes. Krēsls novietojams tā, lai māsai būtu iespējams pieiet pacientam no abām pusēm. Šis nosacījums ir būtisks ne tikai ērtākai elektrodu aplikācijai, bet arī ērtākai pieejai, ja nepieciešams sniegt neatliekamo medicīnisko palīdzību. EEG kabinetā atrodas arī fotostimulācijas lampa, ko izmanto standarta aktivācijas testam, un video - kamera sinhronizētam video - pierakstam. Ārsta darba vieta ar datoru, uz kura tiek veikta EEG analīze, arī var atrasties EEG kabinetā, taču parasti tā atrodas attālināti.

Uz pacienta galvas tiek aplicēti elektrodi, kas savienoti ar elektrodu boksu (*jackbox*), kas savukārt savienoti ar vienu no svarīgākajām EEG mašīnas sastāvdaļām – pastiprinātāju (*amplifiers*). Tālāk saņemtie signāli tiek filtrēti un pārveidoti, līdz iespējams iegūt EEG līkni, ko neirofiziologs var manuāli un datorizēti apstrādāt [34; 35]. Standarta EEG metode nav invazīva, tas atvieglo EEG aksesuāru apstrādi un sterilizāciju. EEG elektrodu un pielietojamo EEG cepurīšu apstrāde tiek veikta atbilstoši konkrētās ārstniecības iestādes higiēnas plānam (*skat. 5.7. attēlu*).



5.7.attēls. Standarta elektroencefalogrāfijas izmeklējums

Elektroencefalogrāfijas veidi un tehniskās iespējas

Standarta elektroencefalogrāfija

Standarta EEG metode ir visplašāk pielietotā EEG metode, ko veic gan ambulatorajā, gan klīniskajā praksē. Izmeklējuma kopējais laiks var aizņemt līdz 2 stundām un lielāko daļu laika aizņem elektrodu aplikācija. Izmeklējumu veic māsa. Elektroencefalogrammu veic nomodā, pacientam atrodoties aptumšotā telpā, relaksētā stāvoklī, ar aizvērtām acīm. Standarta EEG laikā tiek veikti acu atvēršanas/aizvēršanas (Bergera), fotostimuācijas un hiperventilācijas testi. Pēc izmeklējuma beigām pacients bez ierobežojumiem var turpināt savas ikdienas aktivitātes [34; 48; 74].

Visbiežāk lietotie funkcionālie testi jeb aktivācijas proves

- Hiperventilācija (HV) – pacientam liek 3-5 minūtes padziļināti elpot, tādējādi izsauc zināmu skābekļa badu smadzenēs. Šis tests palīdz precīzāk diagnosticēt epilepsiju un citus smadzeņu bojājumus. Neveic pacientiem ar smadzeņu asinsizplūdumu, jo iespējamās asinsvadu spazmas, uzmanīgi to veic arī pēc aneirismas operācijas.
- Fotostimulācija (FoS) – var veikt nepārtraukto, ritmisko, ritmisko ar pieaugošu intensitāti. Vēlma telpa ar samazinātu apgaismojumu (nav nepieciešama absolūta tumsa), svarīgs arī gaismas lampas attālums no pacienta acīm, ko var mainīt izmeklējuma laikā. Vesela cilvēka smadzeņu reakcija uz šo kairinājumu beidzas tūlīt pēc tā fotostimulācijas pārtraukšanas, bojājuma gadījumā novēro vairāku veidu izmaiņas.
- Fonostimulācija – kairinājumu veic ar skaņu, praksē to izmanto ievērojami retāk.
- Miega prove – spontānā vai medikamentu inducētā miegā var reģistrēt specifiskas izmaiņas [11].

Miega elektroencefalogrāfija

Gadījumos, kad standarta EEG iegūtā informācija ir nepietiekama, vai arī gadījumos, kad pacienta slimība manifestējas miegā (piem, nakts epilepsijas lēkmes), ir indikācijas veikt miega EEG. Iespējams veikt pilnas nakts poligrāfisku pierakstu (EEG elektrodi + poligrāfiskie elektrodi + O₂ saturācijas mērīšana + sinhronizēts video-ieraksts + mikrofons), kad pacients visu nakti pavada, dabīgā miegā, Miega laboratorijā no vakara līdz rītam (7 – 8 stundas).

Šādu izmeklējumu sauc par **polisomnogrāfiju**, tā ir dārga un darbietilpīga metode, kas prasa palielinātu personāla noslogojumu. Pieejamāka un arī ambulatorajā praksē lietojama metode ir **EEG ar miega deprivāciju**. Šis izmeklējums prasa pacienta iepriekšēju sagatavošanos, taču pieraksts parasti ilgst vienu stundu dabīgā vai medikamentu inducētā miegā.

Ilgtermiņa video - EEG monitorēšana

Specializēta EEG izmeklēšanas metode, kas atkarībā no klīniskajām indikācijām, var tikt veikta, vairākas diennaktis pēc kārtas. Šajā laikā pacients atrodas specializētā Epilepsijas centrā. Ilgtermiņa EEG metodi izmanto gadījumos, kad pacientam plānota epilepsijas ķirurģija, vai arī sarežģītu epileptisko sindromu gadījumos, kad nav skaidra epileptiskā perēkļa lokalizācija, vai gadījumos, ja ir pretrunīgi attēldiagnostikas un neirofizioloģiskie dati.

Elektroencefalogrāfija ar invazīviem elektrodiem

Valstīs ar terciārā līmeņa Epilepsijas centriem, kur tiek plānota un veikta epilepsijas ķirurģija, pielieto EEG metodes ar iedzīvinātiem, invazīviem elektrodiem. Elektrodus var pozicionēt subdurāli, kā arī ievadīt dziļāk smadzeņu struktūrās. Invazīvas elektrodu aplikācijas metodes pielieto, lai lokalizētu epileptogēno zonu un precīzi plānotu smadzeņu ķirurģijas apjomu. EEG pierakstu no invazīvajiem elektrodiem parasti veic līdz 5 diennaktīm ilgstoši. Personālam nepieciešams ievērot visaugstākos infekciju profilakses standartus. No komplikāciju viedokļa bīstamāki ir subdurālie (*grid*) elektrodi, mazāk komplikāciju (tajā skaitā arī mazāk hemorāģisku komplikāciju) izraisa dziļie (*depth*) elektrodi.

Māsas funkcijas elektroencefalogrāfijā

EEG izmeklējums sākas ar pacienta demogrāfisko datu reģistrāciju atbilstoši datu aizsardzības likumam. Māsa, paralēli ārsta nosūtījumā norādītajai informācijai, izjautā pacientu par viņa sūdzībām, īsumā – par slimības vēsturi, kā arī lietojamajām zālēm. Informē pacientu par izmeklējuma būtību, iespējamām izjūtām izmeklējuma laikā un atbild uz pacienta jautājumiem, ja rodas neskaidrības.

Nākamais posms EEG izmeklējuma sagatavošanā ir elektrodu cepurītes un pašu elektrodu aplikācija. Elektrodus standarta EEG izmeklējumam aplicē pēc 10/20 elektrodu sistēmas, kā arī obligāti lieto 1 vai 2 EKG kanālus. Noregulē video - kameru. Pirms skalpa elektrodu uzlikšanas māsa apstrādā pacienta galvas ādu ar abrazīvo pastu, kā arī elektrodu gēlu vai pastu. Elektrodus uzliek noteiktās galvas virsmas vietās, mērot attālumus strap elektrodiem. Pēc elektrodu aplikācijas māsa EEG datorā pārbauda elektrodu pretestības. Nepieciešamības gadījumā elektrodi tiek laboti. Uzsāk testa pierakstu. Māsai EEG līknē jāatpazīst un jāizlabo artefakti, kas var būt gan fizioloģiskas, gan ar fizikāliem faktoriem saistītas izcelsmes.

EEG izmeklējuma laikā māsa seko pieraksta līknei no visiem elektrodiem, kā arī pacienta pašsajūtai un video - ierakstā redzamajam. Standarta EEG gadījumā tiek veikti aktivāciju testi, kuru laikā māsa fiksē pacienta fizisko un apziņas stāvokli. Pēc izmeklējuma beigām māsa pārliecinās par pacienta pašsajūtu, noņem elektrodu cepuri un elektrodus, notīra

galvas ādu un matus. Pēc pacienta aiziešanas tiek veikta elektrodu un citu EEG piederumu apstrāde [34; 74].

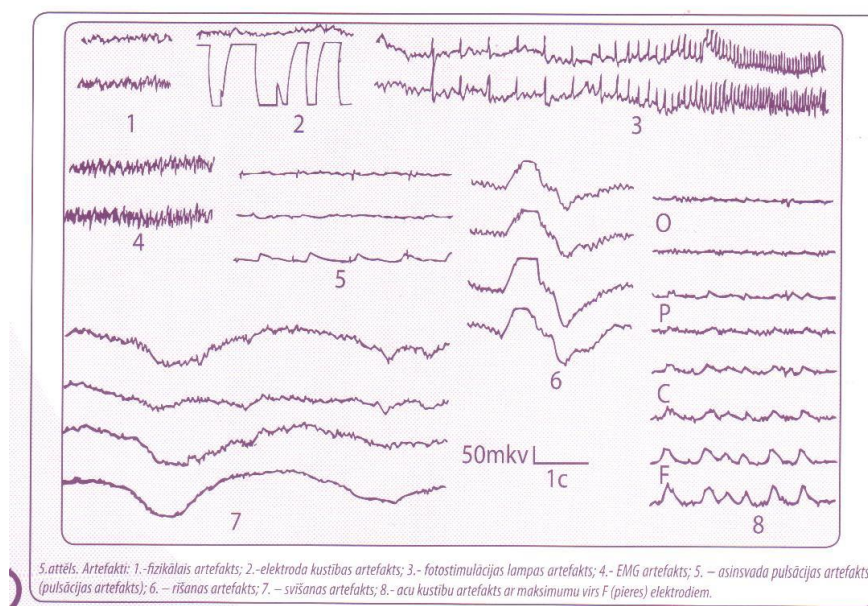
Traucējumi un problēmas EEG pieraksta laikā var radīt artefaktus – signālus pierakstā, kuri nav saistīti ar centrālās nervu sistēmas aktivitāti. Tie var būt šādi (*skat. 5.8. attēlu*):

Pacienta artefakti :

- plakstiņu un acu kustības – parasti traucējumi jeb nepareizi viļņi ir pierakstā no pieres elektrodiem;
- muskuļu artefakti – tos izsauc kakla muskuļu sasprindzinājums no neērtas pozas, pieres sakrokošana, zobu sakošana, mēles kustības, rīšana, trīce;
- galvas un ķermeņa kustības artefakti;
- EMG līknes iegūšana no elektroda piestiprināšanas vietas;
- EKG artefakts – biežāk pacientiem ar īsu kaklu, adipozitāti, ja spēcīgi pulsē virspusējie asinsvadi; redz kā asus viļņus virs kreisajiem deniņu elektrodiem, kas mainās elpojot;
- pulsa artefakts – ja elektrods uzlikts tuvu kraniālajām artērijām, izpaužas kā pulsa viļņi, parasti pieres vai deniņu apvidos;
- ādas potenciāli – svīšanas artefakti, rētas, zemādas hematomas.

Fizikālie artefakti:

- slikts kontakts elektrodu ķēdē, elektroda un galvas virsmas nepilnīgs kontakts;
- citu aparātu un elektromagnētisko lauku ietekmes;
- elektriskā tīkla traucējumi;
- nulles līnijas nestabilitāte („dreifējošā” nulle) [11].

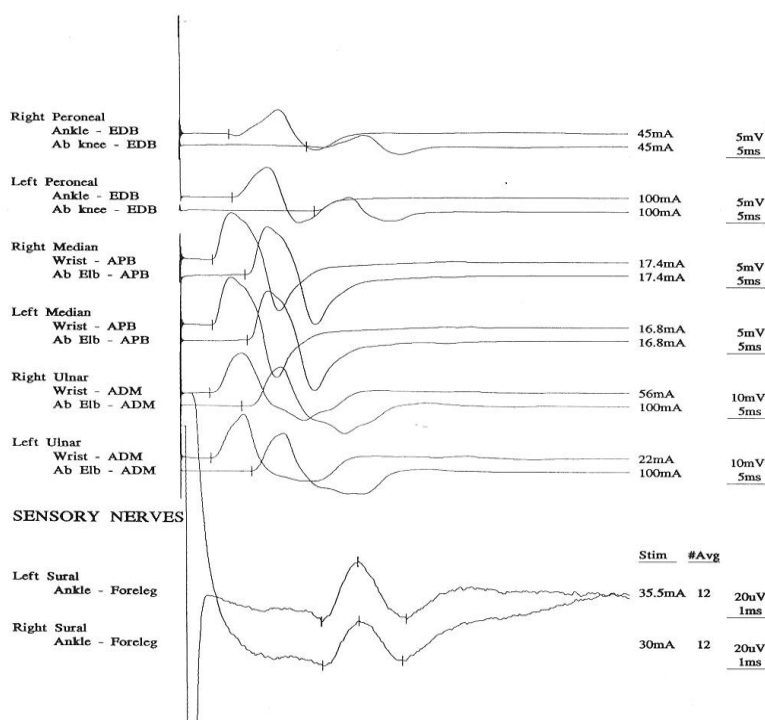


5.8.attēls. EEG pieraksta artefakti [11]

5.3. Neurogrāfija

Neurogrāfija ir neiroelektrofizioloģiska izmeklēšanas metode, kas nosaka impulsa pārvades ātrumu pa nerva motorām vai sensorām šķiedrām, izdarot bipolāru, perkutānu, supramaksimālu nerva stimulāciju. Šāds impulss aktivē visas lielās, ātri vadošās motorās šķiedras un liela diametra mielinizētās sensorās A β šķiedras (*skat. 5.9. attēlu*) [10; 50; 51; 72; 90].

Motorā pārvade. Tā tiek veikta, stimulējot nervu ar elektrisko impulsu un pierēģistrējot atbildi uz to no attiecīgā muskuļa, kuru inervē nervs. Tiek mērīts laiks, kas nepieciešams, lai elektriskais impulss pārvietotos no stimulēšanas uz reģistrēšanas vietu – rodas darbības potenciāls. Šo vērtību sauc par M-latenci un mēra milisekundēs (ms). Novērtē arī darbības potenciāla augstumu, ko sauc par amplitūdu. Motorā DP amplitūdu mēra milivoltos (mV). Stimulē divās vai vairākās dažādās vietās vienā un tajā pašā nervā. Aprēķini tiek veikti, izmantojot attālumu starp dažādiem stimulējošajiem elektrodiem. Piemēram, *n.medianus* stimulē plaukstas pamatnē un elkonī [10; 50; 51; 72; 73; 90].



5.9. attēls. Neurogrāfijas pieraksts pa motoriem un sensoriem nerviem

Sensorā pārvade. Arī tā tiek veikta, stimulējot nervu ar elektrisko impulsu, taču pieraksts tiek reģistrēts tikai no nerva sensorajām šķiedrām. Šajā gadījumā tiek pierakstīta S- latence, kas arī tiek mērīta milisekundēs (ms). Amplitūda ir ievērojami zemāka, nekā pie motoriem DP un tiek mērīta mikrovoltos (μ V). Sensoro nervu vadīšanas ātrumu aprēķina, izmantojot

attālumu starp stimulējošo un reģistrējošo elektrodu. Impulsa pārvades ātrumu pa sensorajām šķiedrām var noteikt divējādi: (1) veic nerva stimulāciju, reģistrāciju izdara proksimāli pa nerva gaitu - ortodroma metode; (2) ja stimulējošais elektrods atrodas proksimāli no reģistrējošā - antidroma metode [10].

F-vilņi ir motorie DP, ko iegūst supramaksimālas antidromas nerva stimulācijas laikā, aktivējoties attiecīgām priekšējo ragu šūnām. F - atbildes raksturo impulsa pārvadi visa perifērā aksona garumā, ieskaitot nerva proksimālo daļu, spinālo saknīti un attiecīgo segmentu priekšējo ragu šūnās. **H-reflekss** ir submaksimālas elektriskās nerva stimulācijas izraisīts monosinaptisks spināls reflekss. Tas ir ekvivalents cīpslu refleksiem. Pieaugušiem to reģistrē tikai no *n.tibialis* (no *m.soleus*). **A – vilņi** - ja submaksimāla nerva stimulācija uzbudina tikai vienu, bet ne pārejos aksonus, tad antidromais impulss izplatās uz augšu, līdz zarošanās vietai un tad apgriežas un iet distāli pa citu zaru.

Lai veiktu neirogrāfiju, ir nepieciešams elektromiogrāfijas aparāts ar attiecīgajām programmatūrām. Izmeklējumu veic ārsts neirologs, ar papildspecialitāti neurofizioloģijā EMG metodē. Izmeklējumā izmanto elektrodus – vadus, kas ir daudzkreiz lietojami un vienreiz lietojamus elektrodus. Elektrodi pēc katra pacienta tiek dezinficēti ar speciāliem līdzekļiem. Pacients izmeklējuma laikā atrodas uz modificējamās kušetes – krēsla, kas arī pēc katra pacienta tiek dezinficēta.

Māsas pienākumi neirogrāfijas laikā:

- paskaidrot un izstāstīt pacientam neirogrāfijas metodes norisi,
- pirms izmeklējuma dezinficēt ādu vietās, kur tiks piestiprināti virsmas elektrodi,
- izmeklējuma laikā nomierināt pacientu, lai pacients būtu relaksētā stāvoklī, īpaši nodrošināt atbilstošu komunikāciju ar bērniem, veciem cilvēkiem,
- pēc izmeklējuma veikt aparatūras, elektrodu dezinfekciju un pareizu to glabāšanu (speciāli āķi, galdiņi),
- izmeklēšanas telpā nodrošināt klusumu, mieru [51; 73].

Neirogrāfiju pielieto dažādu saslimšanu diagnosticēšanai. Nosaka PNS saslimšanas un veic to diferenciāldiagnostiku – polineiopātija, mononeiopātija, bojājuma līmeņa noteikšana (proksimāli, distāli), nosaka patoģenēzes veidu – demielinizējoša, aksonāla vai jaukta neiopātija. Tā ir neinvazīva izmeklēšana, taču var būt sāpīga, īpaši, ja ir zems sāpju sliekšnis. Izmeklējuma laikā tiek pielietoti zemi strāvas stiprumi, tāpēc tie nav bīstami. Ja pacientam ir kardiostimulators, par to jāinformē pirms izmeklējuma, taču tā nav absolūta kontrindikācija izmeklējuma veikšanai. Pastāv teorētisks risks, ka elektriskais impulss var radīt ierīces darbības pārtraukšanu vai aktivizēšanu, vai arī programmas pārplānošanu, taču praksē tas nav novērots. Nav zināmu kontrindikāciju neirogrāfijas veikšanai grūtniecēm [26; 51].

5.4. Elektromiogrāfija

Tā ir muskuļu biopotenciālu reģistrācijas metode. Izmeklēšanu izdara ar koncentriskiem vai monopolāriem adatu elektrodiem. Pieraksts tiek veikts pacientam miera stāvoklī, vieglas un maksimālas voluntāras kontrakcijas laikā. EMG laikā potenciālus reģistrē uz ekrāna, un tie ir arī dzirdami skaļrunī [10; 50; 51; 72; 73; 90].

Spontāna aktivitāte

Atslābinātā muskulī iespējami dažādi spontānas aktivitātes veidi. Adatas ievadīšanas aktivitāte – īslaicīga elektriska izlāde muskulī, kas rodas no mehāniska kairinājuma, ievadot muskulī adatu. Gala plates aktivitāte – aktivitāte, kas rodas, ja adata ievadīta muskulī tuvu gala plates zonai. Fascikulācija – spontāna visas vai daļas motorās vienības kontrakcija. Fibrillācija - elektriska aktivitāte, ko rada atsevišķas muskuļu šķiedras kontrakcija. Pozitīvi asie viļņi – pozitīvi monofāziski potenciāli, kas parādās spontāni denervētā muskulī vai kā kompleksi miotonijas gadījumā. Miotoniska izlāde – spontāna vai dažādi provocēta atsevišķas muskuļu šķiedras izlāde. Miokīmiska izlāde – atkārtota izlāde, kas ir klīniski redzamās, spontānās, lēnās viļņveida kustības izpausme. Krapmji – ilgstoša, nepatvaļīga muskuļu kontrakcija. Veselā muskulī reģistrē ievadīšanas aktivitāti un gala plates aktivitāti [10; 50; 51; 72; 90].

Voluntāra aktivitāte

Izdarot vieglu muskuļu kontrakciju, reģistrē un analizē atsevišķas kustību vienības DP (KVDP). Katram reģistrētajam DP nosaka amplitūdu (μV), laukumu ($\mu V/tms$), ilgumu (ms), fāžu skaitu. Par polifāziskiem uzskata KVDP, kuru fāžu skaits ir lielāks par 5. Normālā muskulī polifāzisko DP skaits ir 5 - 15%. Perifērā motoneirona bojājuma gadījumā pieaug KVDP amplitūda un ilgums. Tas liecina par reorganizāciju denervētajās muskuļu šķiedrās – neirāls bojājums. Par pilnīgu muskuļa denervāciju uzskata gadījumu, ja no izmeklējamā muskuļa neregistrē nekādu spontānu aktivitāti un neiegūst KVDP, mēģinot izdarīt kontrakciju. Ja KVDP amplitūda un ilgums samazinās, tas liecina par miogēnu bojājumu. Šādiem potenciāliem ir raksturīgs arī polifāziskums (*skat. 5.10. attēlu*).

Interfernces paterns

Tas ir maksimālas muskuļu kontrakcijas pieraksts. Pie neirāla bojājuma interferences paterns ir samazināts. Pie miogēna bojājuma ir tieši otrādi – ir palielināta aktivitāte un DP virziena maiņu skaits, bet prevelē īsi, samazinātas amplitūdas DP [10; 72; 90].



5.10. attēls. EMG pieraksts – miopātiski DP, normali DP, neirogēni DP

Lai veiktu EMG, ir nepieciešams elektromiogrāfijas aparāts ar atbilstošu programmatūru.

EMG veic ārsts neirologs, ar papildspecialitāti neirofizioloģijā EMG metodē. Izmeklējumā izmanto elektrodus - vadus, kas ir daudzkārt lietojami, un adatu elektrodus, kas ir vienreiz lietojami un katram pacientam savi. Elektrodi - vadi pēc katra pacienta tiek dezinficēti ar speciāliem līdzekļiem. Vienreizlietojamie adatu elektrodi tiek savākti speciālos konteineros un pēc tam utilizēti. Izmeklējuma laikā pacients atrodas uz modificējamās kušetes – krēsla, kas pēc katra pacienta tiek dezinficēta.

Veicot EMG, pacientam jābūt pie sāpīgas, jābūt labai sadarbībai un komunikācijai, labai sapratnei - veikt konkrēto uzdevumu. Izmeklējums ir invazīvs, nepatīkams un sāpīgs (adatu elektrodi). Vienā izmeklēšanas reizē izmeklē 3 - 4 muskuļus.

Indikācijas EMG veikšanai ir noteikt motorās vienības bojājumu – muskuļu saslimšanas (miopātija, miozīts, miotonija), motoneironu slimības, pie perifērām neiropātijām noteikt to reģenerācijas spēju.

Kontrindikācijas EMG veikšanai: paaugstināts asiņošanas risks, pacienta nespēja sadarboties (apziņas traucējumi, dzirdes traucējumi, personības īpatnības), brūces izmeklējamā rajonā.

Māsas veicamie pienākumi EMG laikā:

- paskaidrot un izstāstīt pacientam EMG metodes norisi,
- pirms izmeklēšanas dezinficēt ādu vietās, kur ievadāmi adatu elektrodi,
- izmeklēšanas laikā nomierināt pacientu lai pacients būtu relaksētā stāvoklī, īpaši, nodrošinot komunikāciju ar bērniem, izmeklēšanas telpā nodrošināt klusumu, mieru,
- pēc izmeklēšanas veikt aparatūras, elektrodu dezinfekciju un pareizu to glabāšanu (speciāli āķi, galdiņi) [51; 73].

5.5. Funkcionālie testi neiroloģijā

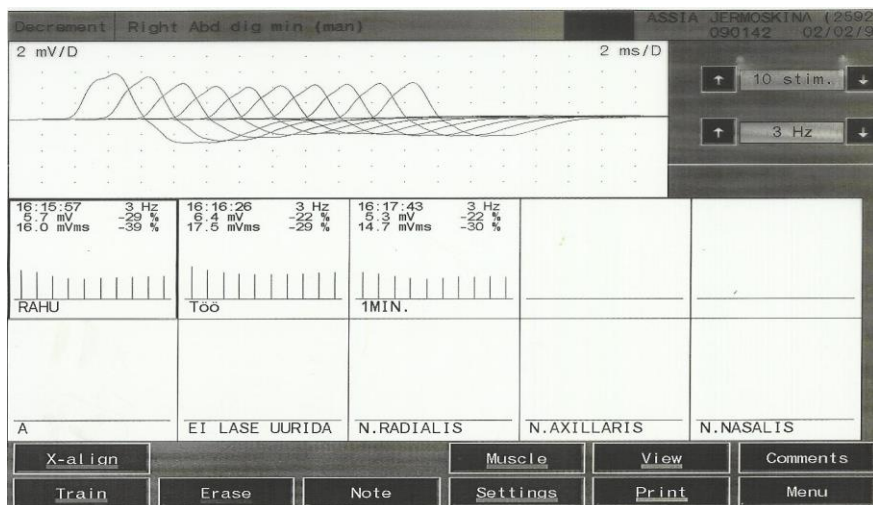
Simpātiskās ādas atbildes reakcijas noteikšana

Tās ir pārmaiņas ādas potenciālos, kas seko negaidītai stimulācijai. Stimulācija var būt elektriska, akustiska, pieskāriens. Tas ir polisinaptisks reflekss, ko aktivē dažādi aferenti impulsi, bet eferenta ceļš ietver preganglionārās un postganglionārās audomotorās šķiedras un tiek aktivēti sviedru dziedzeri.

Izmeklējumu veic ar virsmas elektrodiem, tos piestiprinot pie plaukstām un pēdām. Pēc negaidītas stimulācijas pierēģistrē simpātisko ādas atbildes reakciju. Izvērtē latenci, amplitūdu, pārvades ātrumu pa simpātiskajām nervu šķiedrām. Izmeklējumu veic ar EMG aparātu, kurā ir attiecīgā programma. Izmeklējumu veic ārsts neirologs ar papildspecialitāti neirofizioloģijā EMG metodē. Izmeklējuma laikā tiek izmantoti elektrodi - vadi, daudzkreiz lietojami, kurus dezinficē ar speciāliem līdzekļiem, kā arī vienreiz lietojami virsmas elektrodi. Izmeklējuma laikā pacients atrodas uz modificējamās kušetes – krēsla, kas pēc katra pacienta tiek dezinficēta. Šo izmeklējumu izmanto, lai noteiktu veģetatīvās nervu sistēmas iesaisti pacientiem ar dažādas ģenēzes polineuropātijām [10]. Māsas veicamie uzdevumi tādi kā pie neirogrāfijas.

Mistēniskā reakcija jeb atkārtota nerva stimulācija

Šo metodi izmanto, lai noteiktu neiromuskulārās transmisijas traucējumus. Izdara supramaksimālu nerva stimulāciju 3 Hz frekvencē. Veic desmit atkārtotas stimulācijas un pierēģistrē motoro DP amplitūdas pārmaiņas. Visbiežāk patoloģiskas pārmaiņas tiek reģistrētas proksimālajos muskuļos un sejas muskuļos. Izmeklējot veselu muskuli, amplitūdas dekrementu nenovēro, vai tas nepārsniedz 5 - 8% [10;72; 90].



5.11.attēls. Miastēnijas reakcijas noteikšana

Analizējot un salīdzinot pirmo un ceturto atbildi, miastēnijas pacientam novēro amplitūdas dekrementu, kas pārsniedz vismaz 10% (*skat. 5.11. attēlu*). Parasti, ja sākotnēji amplitūdas dekrementu neregistrē, tad pēc 30 - 60 sekunžu slodzes testa, tas parādās. Savukārt pacientam atpūšoties, tas mazinās vai pilnība izzūd.

Pacienti ar presinaptisku defektu jeb Lamberta - Ītona sindromu sākotnēji reģistrē zemas amplitūdas DP. Veicot slodzes testu un tūlīt pēc tam atkārtotu nerva stimulāciju, vēro DP amplitūdas pieaugumu jeb inkrementu. DP amplitūdas pieaugums var būt pat vairāk, kā 100% [72; 90]. Miastēniskās reakcijas noteikšanas galvenā indikācija ir aizdomas par mioneirālu sinapšu patoloģiju - miastēniju vai miastēnisku sindromu.

Kvantitatīvā sensorā testēšana

Tā ir neirofizioloģiska izmeklēšanas metode, kas analizē jušanas sajūtas – sāpju uztveri atkarībā no izmērāmā ārējā stimula intensitātes. Izmeklējuma laika izmanto dažādus kairinājuma veidus: termotesti, mehānisks pieskāriens, adatas ar dažādu atsvaru sistēmu asu sāpju noteikšanai, elektroniski vibrometri. Ar šiem testiem var precizēt Aβ, Aδ, C šķiedru funkcijas un agrīnus to darbības traucējumus. Izmeklēšanai nepieciešama speciāla aparatūra.

Galvenā indikācija šai izmeklēšanas metodei ir neiropātisko sāpju novērtēšana un perifēro sensoro šķiedru agrīna bojājuma reģistrācija. Šo metodi diagnostikā izmanto, ja ir veikta neiropātiskā, bet tur reģistrētie dati ir normas robežās.

Ja ar pacientu ir apgrūtināts kontakts, viņš nespēj uztvert visu informāciju un pareizi reaģēt uz kairinājumu, izmeklējumu veikt nebūs iespējams [10; 21].

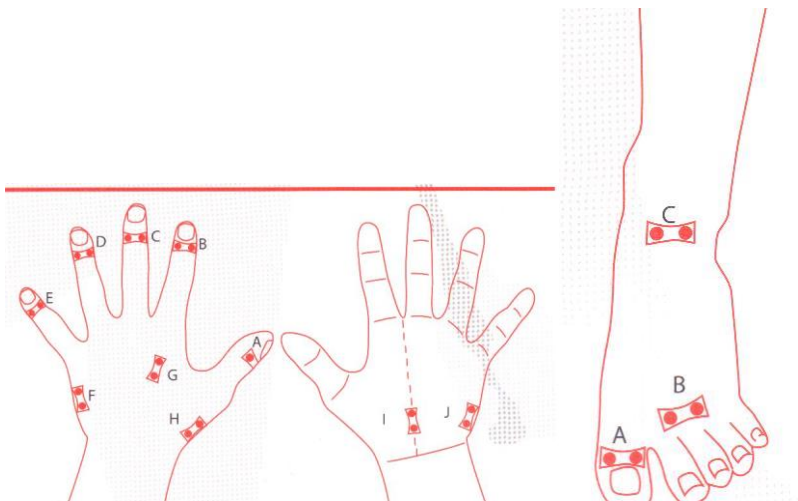
Neirometrija [10; 20]

Tā ir modificēta kvantitatīvās sensorās testēšanas metode, kur kā kairinājumu izmanto elektrisko strāvu. Ar šo metodi nosaka nesāpīgu strāvas uztveres sliekšni. Ar neirometriju izvērtē visu trīs galveno sensoro šķiedru funkcionalitāti – lielo mielinizēto Aβ, smalko mazmielinizēto Aδ un smalko nemielinizēto C šķiedru.

Jebkura tipa sensoro šķiedru patoloģija neirometrijas izmeklējumā var izpausties kā:

- hiperestēzija – patoloģiski zems strāvas uztveres sliekšnis; šīs izmaiņas var būt subklīniskas un pamata klīniskā izmeklēšana neatrod izmaiņas,
- hipestēzija – patoloģiski augsts strāvas uztveres sliekšnis, kas liecina par attiecīgo sensoro šķiedru funkciju traucējumu un zudumu,
- anestēzija – attiecīgo šķiedru sensorā funkcija zudusi pavisam [11].

Izmeklējumu veic ar speciālu aparatūru - neirometru, un tiek izmantoti virsmas elektrodi, kurus izvieto uz plaukstam un pēdām, pēc izstrādāta standarta tos liek uz rokas otrā vai piektā pirksta un kājas pirmā pirksta (*skat. 5.12. attēlu*).



5.12. attēls. Elektrodu izvietojs neirometriskās izmeklēšanas laikā [11]

Neirometrijas galvenā indikācija ir līdzīgi kā veicot KST – neiropātisko sāpju sindroma novērtēšana un agrīnu perifēro sensoro šķiedru bojājumu konstatēšana.

Tāpat kā pie KST, tāpat pie neirometrijas, ja ar pacientu ir apgrūtināts kontakts, viņš nespēj uztvert visu informāciju un pareizi reaģēt uz kairinājumu, izmeklējumu veikt nebūs iespējams.

Mirkšķināšanas jeb Blink reflekss

Izmeklē *n.trigeminus* – veic tā supraorbitālu stimulāciju, kas izraisa divas vai vairākas atsevišķas atbildes no *m.orbicularis oculi*.

Blink refleksu izmanto *n.trigeminus* neiropātijas diagnostikai. Kopš ir plaši pieejams magnētiskās rezonanses izmeklējums, Blink refleksa nozīme diagnostikā ir ievērojami mazinājusies.

Elektrodiagnostiskie izmeklējumi ir neatsverami perifēro nervu slimību un neiromuskulāro saslimšanu diagnostikā un diferenciacijā. Tiem ir būtiska nozīme, izvērtējot tos kopā ar klīnisko un laboratorisko atradni [10; 72; 90].

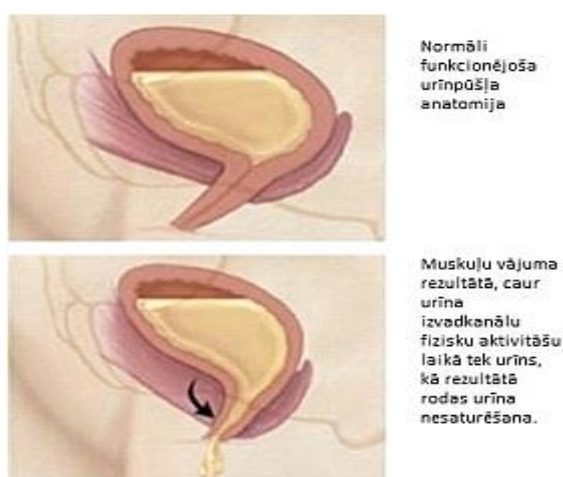
6. FUNKCIONĀLĀS DIAGNOSTIKAS METODES UROLOĢIJĀ UN GASTROENTEROLOĢIJĀ

6.1. Urīnpūšļa anatomija un fizioloģija

Urīnpūslis ir orgāns, kas uzkrāj urīnu, ko ražo nieres. Urīnpūslis atrodas mazajā iegurnī virs iegurņa pamatnes muskuļiem vēdera dobuma apakšdaļā aiz kaunuma kaula. Urīnpūslis, piepildoties ar urīnu, var uzpildīties vidēji līdz 300 - 600 ml lielumam.

Abi urīnvadi slīpi ieiet urīnpūšļa mugurējā sienā un, urīnpūslim piepildoties, tiek saspiesti. Slēdzēj mehānisms nodrošina urīna plūšanu tikai vienā virzienā, neļaujot tam aizplūst atpakaļ uz nierēm. Urīnvadu atveres atrodas netālu no urīnpūšļa izejas jeb pamatnes, veidojot trijstūri (*trigonum*) starp abām urīnvadu atverēm un urīnpūšļa izeju. Tas ir urīnizvadkanāla jeb uretras sākums [30; 79].

Parasti urīnpūšļa saturs ir sterils. Urīna plūsma tiek regulēta ar sfinkteru palīdzību. Urīnpūšļa sieniņā ir klāta ar muskuļu slāni (*m.detrusor*), kas saraujoties veido izvadāmā urīna strūklu. Urinēšana ir ar apziņu kontrolējams reflektors akts, kuru iniciē urīnpūšļa sieniņā izvietotie spriedzes receptori, kas sūta galvas smadzenēm signālu, ka urīnpūslis ir piepildīts. Urīnpūslim sākot iztukšoties, tā sfinkters atslābst, bet *m.detrusor* saraujas, radot urīna strūklu. Urinēšanas procesā piedalās arī starpenes un vēdera preses šķērsvītrotie muskuļi. Urinācija nosacīti ir gribai pakļauts process (*skat. 6.1. attēlu*).



6.1. attēls. Urīnpūšļa salīdzinājums – normāli funkcionējošs urīnpūslis un inkontinences gadījumā

Sienu inervē: simpātiskās nervu šķiedras, kas veido pinumu adventīcijā un inervē asinsvadus un parasimpātiskās šķiedras, kas nāk no S2-S4 segmentiem un beidzas ar intramurālajiem ganglijiem urīnpūšļa muskuļapvalkā un adventīcijā. Nervu impulss sekmē urīnpūšļa iztukšošanos. Jušanas nervgaļus veido spinālo gangliju dendrīti [30; 79].

Mikcijas cikls un neurofizioloģija

Urīnpūšļa funkciju raksturo mikcijas cikls, kas sastāv no divām fāzēm: urīna uzkrāšanas fāzes un urīna izvadīšanas fāzes (*skat. 6.2. attēlu*).

Uzkrāšanas fāze

Uzkrāšanas fāzes laikā palielinās urīnpūšļa tilpums, tajā pašā laikā līdz zināmam tilpumam (~300 ml) spiediens urīnpūslī būtiski nepieaug. No tā var secināt, ka urīna uzkrāšanas fāzē detrusora muskulim jābūt relaksētam un elastīgam, lai tādējādi izvairītos no nepārtrauktas subjektīvas vajadzības iztukšot urīnpūsli. Urīnpūšļa ietilpība ir atkarīga no detrusora muskuļa elasticitātes un parasimpātiskās nervu sistēmas inhibīcijas. Tātad būtībā urīnpūšļa pildīšanās ir pasīva darbība [30; 33; 79].

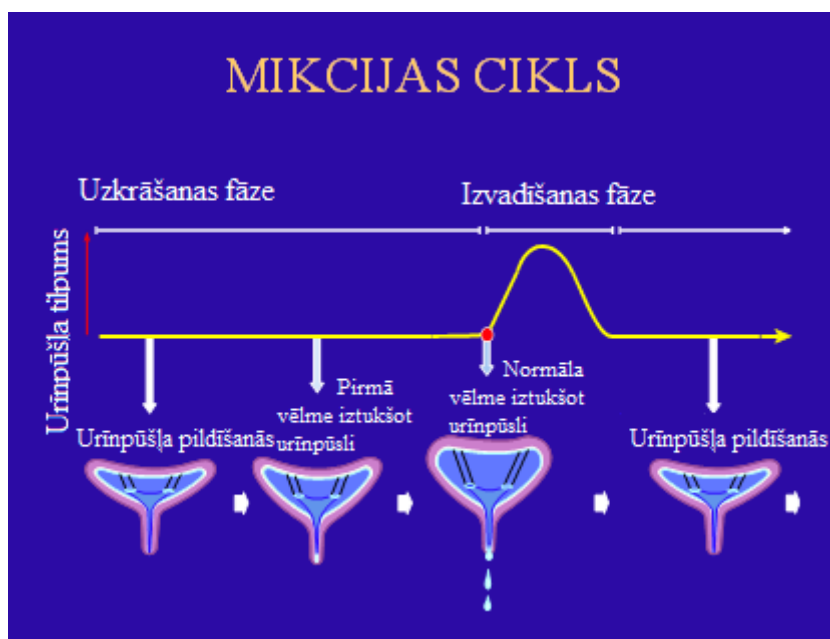
Lai nodrošinātu urīna saturēšanu urīna uzkrāšanās laikā, spiedienam urīnpūslī ir jābūt zemākam nekā urīnizvadkanāla spiedienam (infravezikālais spiediens jeb uretras rezistence). Pretējā gadījumā būs vērojama urīna nesaturēšana. Atsevišķu fizisku aktivitāšu laikā (klepojot, šķaudot, smeļoties) strauji pieaug spiediens vēdera dobumā (intraabdominālais spiediens). Šis spiediena pieaugums iedarbojas gan uz urīnpūsli (pieaug intravezikālais spiediens), gan uz urīnizvadkanālu (pieaug uretras rezistence). Ja anatomiski attiecības starp orgāniem mazajā iegurnī ir pareizas, tad šādu fizisku aktivitāšu laikā urīna nesaturēšana nebūs vērojama. Ja būs starpenes muskulatūras novājināšanās un orgānu noslīdējumi, pieaugošais spiediens pamatā darbosies uz urīnpūsli, bet ne uz urīnizvadkanāla slēdzējmehānismu. Šādos gadījumos sekas būs urīna nesaturēšana – šajā gadījumā slodzes urīna nesaturēšana [30; 33; 79].

Urīna izvadīšanas jeb mikcijas fāze

Uzkrāšanas fāze mikcijas fāzē var pāriet patvaļīgi (reflektori) vai gribas kontrolēti (apzināti). Patvaļīgi jeb neapzināti mikcijas fāzu maiņa notiek bērniem līdz vidēji trīs/cetru gadu vecumam. Veselam pieaugušam cilvēkam mikcija ir apzināts, ar gribu kontrolēts process. Urinācijas laikā detrusora muskulis kontrahējas, bet urīnizvadkanāls un tā slēdzējmuskuļi atslābst, līdz ar to urinācija notiek brīvi, bez infravezikālas pretestības (jebkāds šķērslis zemāk par urīnpūšļa līmeni, kas traucē brīvu urīna noplūdi, piemēram, urīnizvadkanāla sašaurinājumi, priekšdziedzera palielināšanās vīriešiem, mazā iegurņa orgānu noslīdējumi sievietēm, tumori). Tomēr cilvēkiem ar muguras smadzeņu bojājumu darbojas primitīvais mikcijas refleksa modelis, kad mikcijas fāze sākas reflektori, tiklīdz galvas

smadzenes saņem impulsu, ka urīnpūslis ir uzpildījies, jo šie pacienti nespēj aizturēt urināciju līdz nokļūšanai tualetē [33; 79].

Mikcijas ciklu regulē arī nervu sistēma: galvas un muguras smadzenes ar mikcijas centriem un perifērie nervi.



6.2. attēls. Mikcijas cikls

Galvas smadzenes. Galvas smadzenes ir galvenā funkcionējošā vienība koordinēta urīntrakta darbībā. Galvas smadzenēs mikcijas centri ir lokalizēti pieres daivās. Pirmā šo centru pamatfunkcija ir inhibēt signālus, kas tiek novadīti uz detrusora muskuli, lai novērstu urīnpūšļa sienas patvaļīgu kontrakciju, līdz indivīds neatrodas vietā, kur būtu pieļaujama urinācija. Vairāki galvas smadzeņu bojājumi vai saslimšanas (piemēram, akūti galvas smadzeņu asinsrites traucējumi, audzēji, demence) izraisa traucējumus normālā mikcijas refleksā un mikcijas cikla kontrolē [33; 79].

Signāliem, kas veidojas galvas smadzenēs, jāiziet divi "kontrolpunkti" (smadzeņu stumbrs un muguras smadzeņu sakrālie kodoli), līdz tie nonāk urīnpūslī. Smadzeņu stumbrā mikcijas centrs ir lokalizēts tilta (*pons*) rajonā. Tas ir galvenais koordinējošais centrs starp galvas smadzenēm un urīnpūsli. Šis centrs ir atbildīgs arī par to, lai detrusora un sfinktera darbība noritētu sinhroni. Šī centra stimulācija nodrošina, ka mikcijas laikā detrusors kontrahējas, bet urīnizvadkanāla sfinkters relaksējas. Šī centra darbību ietekmē arī emocijas, ar ko var izskaidrot, ka daļa cilvēku lielu baiļu vai emocionālu pārdzīvojumu laikā var piedzīvot urīna nesaturēšanu. Spēja kontrolēt šo centru ir daļa no sociālā treniņa, ko bērni iegūst augšanas un attīstības procesā. Parasti kontroli pār smadzeņu stumbru galvas

smadzenes nostiprina trīs/četrus gadu vecumā, tieši tāpēc šajā vecumā vairākums bērnu jau spēj kontrolēt sava urīnpūšļa darbību [30; 80].

Kad urīnpūslis ir uzpildījies, detrusora iestiepuma receptori sūta signālu uz smadzeņu tiltu, kas informāciju nodod galvas smadzenēm. Subjektīvi šo signālu par pilnu urīnpūsli sajūt kā pēkšņu vajadzību urinēt. Normālā situācijā galvas smadzenes sūta inhibējošus impulsus uz šo centru, lai uzreiz nenotiktu urīnpūšļa iztukšošanās, bet var paspēt nokļūt tualetē. Šajā starpposmā līdz nokļūšanai tualetē mikcijas vajadzība var izzust vai būt ļoti niecīga [23; 30; 80].

Muguras smadzenes. Muguras smadzenes mikcijas cikla regulācijā piedalās ar sakrālo segmentu mikcijas centriem, caur kuriem informācija no urīnpūšļa nonāk galvas smadzeņu mikcijas centrā un tālāk galvas smadzenēs. Nebojātas muguras smadzenes ir būtisks posms urīntrakta funkcijas nodrošināšanā. Ja notiek muguras smadzeņu bojājums, pacientam parādās tādas sūdzības kā bieža urinācija, urgenta mikcija (steidzama, neatliekama vajadzība urinēt), urgenta urīna nesaturēšana (pēkšņa nepieciešamība urinēt, kam seko urīna nesaturēšana), bet nereti ir traucēta pilnīga urīnpūšļa iztukšošanās (urīnpūsli paliek atlieku urīns), jo gan detrusors, gan sfinkters vienlaikus ir hiperaktīvi. Objektīvi to var pierādīt tikai specifisku funkcionālu izmeklējumu (urodinamiskie izmeklējumi) laikā, kur vērojama detrusora-sfinktera dissinergija ar detrusora hiperrefleksiju. [23; 30; 80]. Sakrālo refleksu centri atbild arī par urīnpūšļa kontrakciju. Ja ir ļoti plašs vai pilnīgs muguras smadzeņu bojājums, urīnpūslis nespēj funkcionēt, jo urīnpūslis nekontrahējas - ir detrusora arefleksija un šādā gadījumā attīstās pilna urīna retence [30; 80].

Perifērie nervi. Normālā situācijā urīnpūšļa un sfinktera sinhronu darbību koordinē simpātiskā nervu sistēma. Kad simpātiskā nervu sistēma ir aktivēta, urīnpūslis uzpildās, bet spiediens tajā būtiski nepalielinās un sfinkters atrodas kontrahētā stāvoklī. Simpātiskās nervu sistēmas impulsi vienlaikus bloķē arī parasimpātisko nervu sistēmu. Tātad, ja simpātiskā nervu sistēma ir aktivēta, mikcijas reflekss ir inhibēts. Parasimpātiskā nervu sistēma darbojas pretēji – stimulē detrusora kontrakcijas un atslābina sfinkteru, kā rezultātā notiek mikcija.

Vienlaikus mikcijas cikla regulācijā piedalās arī somatiskā nervu sistēma, kas regulē gribai pakļautās muskulatūras darbību. Urīntrakta vienotā funkcionēšanā piedalās ārējais urīnizvadkanāla sfinkteris un iegurņa diafragma, ko regulē somatiskās nervu sistēmas pudendālie nervi. Pudendālo nervu aktivācijas rezultātā kontrahējas starpenes pamatnes muskulatūra, nodrošinot urīna saturēšanu [30; 79].

Atliktā jeb gribai pakļautā mikcija

Pieaudzis cilvēks vidēji dienas laikā urinē četras līdz astoņas reizes. Lielāko dienas daļu urīnpūslis ir relaksētā stāvoklī – uzkrāj urīnu, tāpēc nenotiek nepārtraukta urinācija.

Veselam pieaugušam cilvēkam urīnpūšļa funkcija ir pilnībā automātiska, taču galvas smadzeņu kontrolēta, gribai pakļauta organisma darbība. Tas nozīmē, ka vesels indivīds spēj uzsākt urināciju vai aizturēt mikciju, kad pats to vēlas.

Veselam pieaugušajam galvas smadzeņu mikcijas centrs ieslēgts/izslēgts režīmā, ko aktivē urīnpūšļa sienas iestiepuma receptori. Kad urīnpūslis ir pilns, iestiepuma receptori tiek aktivēti un tas ieslēdz mikcijas centru, ko savukārt sajūt kā mikcijas vajadzību. Ja nav iespējams nekavējoties doties uz tualeti, galvas smadzenes sūta impulsus, kas inhibē mikcijas centru un aizkavē detrusora kontrakciju. Tajā pašā laikā indivīds var sasprindzināt urīnizvadkanāla ārējo slēdzējmuskuli un starpenes diafragmu, lai nodrošinātu urīna saturēšanu [33; 80].

6.2. Urinācijas traucējumi un urīna nesaturēšanas terapijas pamatprincipi

Slodzes tipa urīna nesaturēšana (SUI)

Tā ir anatomiska problēma, kuras pamatā ir urīnizvadkanāla slēdzējmuskuļa un tā vispārējs balsta funkcijas zudums. Tas visbiežāk notiek pēc atkārtotas grūtniecības, dzemdībām, tostarp traumatiskām, ar plašiem starpenes plīsumiem, pēc apjomīgām operācijām vēdera dobumā un iegurnī. Stāvokli sevišķi pasliktina staru terapija. Urīna nesaturēšanu veicina arī cukura diabēts un neiroloģiskās saslimšanas (izkaisītā skleroze, Parkinsona slimība, kā arī citas neiroloģiskās saslimšanas, kas izpaužas ar muskulatūras vājumu un impulsu pārvades traucējumiem). Urīna nesaturēšanu var provocēt ilgstoši paaugstināts spiediens vēdera dobumā, kas novājina starpenes muskulatūru. Tādu rada, piemēram, grūtniecība, dzemdības, liekais svars, hronisks klepus, nodarbošanās ar volejbolu, basketbolu un citiem sporta veidiem, kuros sparīgi jālec. Vecumdienās urīna nesaturēšana var būt sekas smagai fiziskai slodzei muskulatūras nobriešanas laikā bērnībā un jaunībā [30; 24; 79].

Stresa urīna nesaturēšana ir visbiežāk sastopamais urīna nesaturēšanas veids sievietēm. Šis nesaturēšanas veids ir sastopams arī aptuveni 10% vīriešu nesaturēšanas gadījumos. Smejoties vai klepojot, palielinās spiediens uz urīnpūsli. Iegurņa muskuļi nespēj pietiekami sasprindzināties, lai noturētu urīnpūslī visu urīnu, tāpēc daļa urīna noplūst. Parasti tā daudzums ir neliels, tomēr dažkārt urīna noplūde var būt arī lielāka [30; 79; 80].

Otrs biežāk izplatītais urīna nesaturēšanas veids ir pāraktīvs urīnpūslis, kas izraisa biežu, steidzamu un neatliekamu vajadzību urinēt, arī naktī. Pamatā ir nervu sistēmas radīti funkcionāli traucējumi. Ja ir vājš urīnpūšļa slēdzējmehānisms, līdz tualetei var pat nepaspēt.

Pāraktīva urīnpūšļa simptomi (PUS) ir simptomu kopa, kas ir saistīta ar urīna saturēšanu: pēkšņa nepieciešamība urinēt un grūtības ar urinēšanas atlikšanu; patvaļīga urīna noplūde; nepieciešamība urinēt biežāk nekā parasti; nepieciešamība mosties naktī, lai urinētu.

PUS simptomi ir bieži sastopami, tie var skart gan vīriešus, gan sievietes. Aptuveni 10 - 20% cilvēku kādā dzīves posmā ir izjutuši šos simptomus.

PUS simptomu cēloņi var būt dažādi: pēkšņas un spontānas urīnpūšļa muskuļa kontrakcijas; daži cilvēki izteiktāk sajūt urīnpūšļa piepildīšanos; dažos gadījumos nierēs izstrādā pārāk daudz urīna naktī, izraisot niktūriju, tas var būt saistīts ar novecošanās procesu, vai noteiktiem medicīniskiem stāvokļiem; dažiem cilvēkiem ir mazs urīnpūslis, kas piepildās ātrāk, tomēr tas ir sastopams reti [23; 30; 80].

Visizplatītākā ir jaukta tipa urīna nesaturēšana, kad abi iepriekš minētie veidi kombinējas. Tas nozīmē, ka pacientam vienlaikus ir gan slodzes, gan urgētā urīna nesaturēšana, kas parādās ne tikai pie fiziskas slodzes, bet vienlaikus ir bieža, nepārvarama vēlēšanās urinēt, kad pacients nespēj aiziet uz tualeti [23].

Funkcionāla urīna nesaturēšana

Funkcionāla inkontinence ir tad, kad ar pašiem urīnizvades orgāniem viss ir kārtībā, bet cilvēkam veidojas urīna nesaturēšana pēc paralīzes, kāju amputācijas, demences un citu faktoru ietekmē, kas liedz laikus apmeklēt tualeti [23].

Pārplūdes urīna nesturēšana

Šajā gadījumā raksturīga ir urīna nesaturēšana saistībā ar pilnu urīnpūsli, dažkārt bez apzinātas vēlmes urinēt. Šis stāvoklis raksturīgs pacientiem ar bloķētu urīnpūšļa un/vai urīnizvadkanāla izeju vai gadījumos, kad muskuļi, urīna izvadei, ir pārāk vāji, lai pietiekami iztukšotu urīnpūsli. Pārplūdes urīna nesaturēšana var parādīties kā blakne, lietojot atsevišķus medikamentus [30; 94].

Fistulas

Saskaņā ar etioloģijas faktoriem izšķir trīs veidu uroģenitālās fistulas:

- traumatiskas, kas rodas no dzemdību traumām vai ginekoloģiskām operācijām, vardarbīgām traumām,
- iekaisuma radītas, kas rodas spontāna mazā iegurņa abscesa perforācijas rezultātā,
- onkoloģiskas, kas rodas no audzēja cauraugšanas vai staru terapijas ietekmē [79].

Neirogēns urīnpūslis

Neirogēns urīnpūslis ir termins, kad normālu urīnpūšļa funkciju traucē kādas neiroloģiskas patoloģijas un disfunkcijas – trauma, insults, vispārējas neiroloģiskas saslimšanas vai bojājumi. Neirogēna urīnpūšļa simptomi izpaužas kā urīnpūšļa muskuļa (*m. detrusor*), urīnizvadkanāla slēdzējmuskuļa (*sfincter uretrae*) un abu šo vienību koordinētas

darbības funkcionāli traucējumi. Traucējumu veids būs atkarīgs no nervu sistēmas bojājuma lokalizācijas un var izpausties gan kā urīnpūšļa muskuļa hiperaktivitāte, gan kā hipoaktivitāte un pat pilnīga akontraktilitāte. Tajā pašā laikā var būt arī sfinktera darbības traucējumi, kas izpaužas kā hipoaktivitāte vai hiperaktivitāte [30; 80].

Ja vienam pacientam ir gan detrusora, gan sfinktera darbības traucējumi, tad rodas diskoordinācija detrusora un sfinktera darbībā, kas noved pie smagiem urīnpūšļa funkcijas traucējumiem ar tādām komplikācijām kā: pāraktīvs urīnpūslis, hroniska nieru mazspēja, urīna nesaturēšana, urīnceļu infekcijas [30; 80]. Terapija un sekmīgs tās iznākums viennozīmīgi būs atkarīgs no precīzas diagnostikas, kas balstīta uz anamnēzi, laboratoru izmeklēšanu, rentgenoloģiskiem un urodinamiskiem izmeklējumiem.

Urīna nesaturēšanas terapijas pamatprincipi

Bioatgriezeniskās saites metode

Biofeedback metode ir efektīva fizioterapijas, ergoterapijas un citu pazīstamu terapijas formu papildinājums. Ar šo metodi pacienti iemācās labāku patvaļīgi darbojošos muskuļu vadīšanu. Šādā veidā uzlabojas, piemēram, koordinācija, tiek samazināta spastika, muskuļi tiek efektīvāk trenēti un līdz ar to nostiprināti, kā rezultātā uzlabojas muskuļu funkcija. Uzlabojot nevadāmo motoriku, izdodas sasniegt dažādu attīstības traucējumu uzlabošanu – sēdēšanu, piecelšanos, iešanu. Tas nozīmē lielus panākumus dzīves kvalitātes uzlabošanā. Šāda sistēma pacientu rehabilitācijā līdz šim Latvijā nav plaši pielietota, jo šādu ierīču nav, taču pasaules prakse pierāda, ka tā ir ļoti efektīva un būtiski uzlabo dzīves kvalitāti cilvēkiem ar kustību traucējumiem.

Bioatgriezeniskās saites metode (bio-feedback) un elektrostimulācija ir speciāls apmācības kurss un treniņš urīnpūslim un starpenes muskulatūrai. To visbiežāk pielieto pacientiem ar urīna/fēču nesaturēšanu, kam pamatā ir starpenes muskulatūras novājināta funkcija. Tas ir terapijas veids, kura laikā pacients saņem skaņas vai vizuālu informāciju par kāda orgāna darbību un iemācās kontrolēt un uzlabot tā funkciju. Ja muskuļu kontrakciju spēks ir ļoti vājš, iespējams lietot arī elektrostimulāciju, kas uzlabo kontrakciju efektivitāti. Rekomendē 1 - 2 seansus nedēļā, 3 - 10 seansu kursu. [55; 80]. **Šī metode īpaši piemērota:** sievietēm ar slodzes urīna nesaturēšanu; sievietēm ar urīna nesaturēšanu pēc dzemdībām; vīriešiem ar urīna nesaturēšanu pēc priekšdziedzera operācijām; pacientiem ar urīna/fēču nesaturēšanu pēc mazā iegurņa operācijām.

Operatīva terapija. Mūsdienās tiek pielietotas šādas operāciju tehnikas:

- Bērča kolposuspensija (veic ginekologi),
- TVT operācija (*trans vaginal type*) (veic urologi),

- TOT operācija (*trans obturator type*) (veic urologi, pašlaik “zelta standarts” urīna inkontinences operatīvās terapijas jomā).

TOT un TVT operācijas ir minimāli invazīvas, var tikt veiktas gan dienas stacionārā, gan ambulatori, pēc operācijas tās pašas dienas vakarā vai nākamajā dienā pacients jau var doties mājās. Šīs operācijas ir efektīvas ne tikai slodzes urīna inkontinences gadījumā, bet arī jaukta tipa un sfinktera nepietiekamības gadījumos.

HAT (hormonu aizvietojošā terapija) un medikamentozā terapija

Runājot par urīna inkontinenci, jāmin estrogēns. Tas palīdz saglabāt urīnizvadkanāla un maksts audu spēku un elastību. Novēcojot sievietes, organisms izstrādā mazāku daudzumu estrogēna, kas izraisa maksts sausumu, kā arī var ietekmēt urīnpūsli un urīnizvadkanālu. Tas var negatīvi ietekmēt kontroli pār urīnpūšļa darbību.

Vietēja estrogēna terapija ir ieteicama sievietēm, kuras cieš no urīna nesaturēšanas un kurām jau ir iestājusies menopauze. Medikaments ir pieejams maksts krēma veidā, vai arī tas var tikt ievadīts organismā, izmantojot vaginālo riņķi vai pesāriju.

Ja tiek plānota urīna inkontinences operatīvā terapija, tad lokāla estrogēnterapija iesakāma pacientēm ar izteikti plānu gļotādas - zemgļotādas slāni, kā arī pacientēm ar salīdzinoši nelielas pakāpes inkontinenci (kombinējot ar citiem konservatīviem pasākumiem).

FemiLift procedūras indikācijas ir maksts audu elastības samazināšanās un urīna nesaturēšana. Procedūra ir efektīva tādos gadījumos, kad urīna nesaturēšana vēl nav tādā stadijā, lai ķirurģiski iejauktos, taču problēma ir pamanāma, piemēram, fiziskas slodzes laikā – skrienot, dejojot vai sportojot, vai arī smeļoties, šķaudot un klepojot. Šī procedūra ir piemērota gan sievietēm reproduktīvā vecumā, gan sievietēm agrīnajā menopauzes periodā, īpaši, ja pacientes saņem hormonu aizstājterapiju.

Galvenie medikamentu veidi urīna nesaturēšanas ārstēšanai ir muskarīna receptoru antagonisti, mirabegrons un estrogēns. Tiek lietots arī desmopresīns un duloksetīns [55; 80].

6.3. Urodinamiskie izmeklējumi

Mikcijas dienasgrāmata, pacienta izglītošana, aprūpe

Mikcijas dienasgrāmatu parasti aizpilda par trīs dienām, atzīmējot šķidruma uzņemšanu un izvadīšanu, kā arī urīna nesaturēšanas epizodes. Tādā veidā iespējams iegūt informāciju par urīnpūšļa ietilpību jeb kapacitāti, urinācijas biežumu, kā arī urīna nesaturēšanas epizožu skaitu un to izraisošiem faktoriem: iespējamu pārlietu šķidruma uzņemšanu vai tieši pretēji - ierobežošanu [56].

Mikcijas dienasgrāmatu vajadzētu aizpildīt tādā dienā, kad pacientam nav paredzēti īpaši pasākumi, kad viņš atrodas savā dabiskajā vidē un uzņem tik daudz šķidruma, kā ir pieradis. Nevajadzētu pildīt mikcijas dienasgrāmatu, ja ir paredzēts ceļojums, svinības, alkohola lietošana, urīndzenošo medikamentu lietošana, utt. Pacientam jāizskaidro, kā pildīt mikcijas dienasgrāmatu, jāiedod pamēģināt izpildīt un jāpārbauda, kā viņš ir izpratis uzdevumu [56; 99].

Nekāda īpaša aprūpe pacientam nav nepieciešama, izņemot, ja pacients lieto autiņbiksītes, tad vienīgais variants ir svērt pilnās autiņbiksītes un piefiksēt, kad tās tiek mainītas, lai gan šajā gadījumā var iegūt informāciju tikai par urīna daudzumu.

Urofloumetrija

Urofloumetrija ir urīna strūklas izmeklējums, kas analizē urīna plūsmu. Urofloumetrija sniedz informāciju ne tikai par infravezikālu obstrukciju (obstrukcija zem urīnpūšļa līmeņa), bet arī iespējamiem detrusora funkcijas traucējumiem [23].

Urinācija ir atkarīga ne tikai no urīnpūšļa funkcijas, bet arī no urīnizvadkanāla stāvokļa, starpenes muskulatūras, priekšdziedzera funkcijas, kā arī urīnpūšļa novietojuma un nervu sistēmas darbības. Šo orgānu darbību iespējams izvērtēt un objektīvi pierādīt vienīgi ar urodinamiskajiem izmeklējumiem kā arī noteikt disfunkcijas veidu [33; 56].

Urofloumetrija ir izmeklējuma veids, kura laikā tiek analizēta urīna strūkļa un mērīta urīna plūsma. Tā ļauj noteikt urīna plūsmas ātrumu, daudzumu un ilgumu. Urofloumetrija ir vienīgais neinvazīvais urodinamiskais izmeklējums, tādēļ ir obligāta visiem pacientiem ar traucētu urināciju, jo palīdz izvērtēt pacienta stāvokli, problēmas smagumu un tālākās diagnostikas un/vai ārstēšanas nepieciešamību [33; 94].

Uz izmeklējumu pacientam jāierodas ar pilnu pūsli. Pacientam jābūt normālai vēlmei urinēt, nevis sajūtai, ka urīnpūslis ir ļoti, ļoti pilns, jo šādā gadījumā urofloumetrijas atbilde tiks izvērtēta nepareizi, kas var būt par pamatu nekorektas diagnozes uzstādīšanai.

Urofloumetrija ir kļuvusi par universālu izmeklējumu, kas ļauj urologiem vienkāršā, drošā, nedārgā un neinvazīvā veidā izmērīt un dokumentēt urīna plūsmu.

Urofloumetrijas mērķis ir atdarināt pacienta dabisko pūšļa iztukšošanas šablonu. Tam jānotiek klusā, ērtā vidē, tāpēc Starptautiskā Kontinences biedrība atsevišķos gadījumos iestājas par floumetrijas veikšanu mājās apstākļos [33].

Urīna daudzums (V), kas nepieciešams, lai nodrošinātu precīzu, reproducējamu līkni, ir 125 - 150 ml. Rezultāti jāinterpretē kopā ar pacienta slimības vēsturi, pārbaudēm un citiem saistītiem izmeklējumiem (piemēram, atlieku urīna daudzumu pūslī), lai tie būtu precīzāki. Svarīgi ņemt vērā to, ka, veicot urofloumetriju pēc kateterizācijas, maksimālais urīna plūsmas ātrums (Q max.) būs mazāks. Nepastāv definēta "normāla" maksimālās urīna plūsmas

amplitūda, taču tā samazinās līdz ar vecumu un urīna daudzumu (bet ne tieši proporcionāli). Vīriešiem, kas jaunāki par 40 gadiem, maksimālā urīna plūsma parasti ir > 25 ml/s, bet sievietēm par 5 - 10 ml/s lielāka nekā vīriešiem pie noteikta urīnpūšļa izmēra. Jābūt uzmanīgiem, lai neuzskatītu par normālu plūsmu tādu plūsmu, kas patiesībā norāda uz urīnpūšļa iztukšošanas spiediena kompensāciju, ko izraisa *m.detrusor* urīnceļu nosprostojuma gadījumā [41].

Pavājināta urīna plūsma ir praksē visbiežāk sastopamais anormālais šablons, uz to norāda lejupslīdoša līkne ar pazeminātu maksimālo plūsmas ātrumu un paildzinātu plūsmas ilgumu. Būtiski pazemināts plūsmas ātrums (parasti < 15 ml/s) nav uzskatāms par viennozīmīgu urīnceļu nosprostojuma un/vai apgrūtinātas *m.detrusor* kontrakcijas rādītāju, tam nepieciešami vēl citi urodinamiskie izmeklējumi [33; 41].

Tomēr maksimālais plūsmas ātrums ir visobjektīvākais neinvazīvais urodinamikas tests, kas ļauj noteikt zemāko urīnceļu nosprostojumu. Tests ir lietderīgs arī klīniskajās situācijās, jo palīdz veikt turpmāko novērtējumu, ļauj prognozēt operācijas rezultātus un dod precīzākus ieteikumus pirms operācijas veikšanas, kā arī izvērtēt stāvokli pēc operācijas.

Vidējo plūsmas ātrumu rēķina: $v = V/t$, kur V - urīna daudzums jeb tilpums (mililitros), bet t - laiks (sekundēs), cik ilgi pacients urinē. Maksimālo plūsmas ātrumu apzīmē Q_{max} . [33; 41].

Urofloumetram jāatrodas vietā, kur pacientam tiek nodrošināta intimitāte, vēlams slēdzamā telpā, kur neviens cits nevar ienākt, lai nodrošinātu apstākļus maksimāli pietuvinātus dabīgajiem. Aparātam jābūt pieslēgtam elektrībai. Aparātam jāuzstāda iestatījumi atbilstoši lietošanas instrukcijai, kā arī atbilstoši ārsta norādījumiem (ko tieši izmeklēt). Pirms vest pacientu uz procedūru, aparāts jāpārbauda, ar krūzi lēnām lejot iekšā parastu ūdeni. Ja floumetrs nestrādā, vai izdotie dati ir neprecīzi, jāsazinās ar speciālistu, kurš aparātu apkalpo.

Cistometrija

Cistometrija ir izmeklējums, kura laikā tiek analizētas spiediena/tilpuma attiecības urīnpūslī pildīšanas un urinācijas fāzēs (*skat. 6.3.attēlu; 6.4.attēlu*). Attiecīgi šā izmeklējuma laikā var izvērtēt abas mikcijas cikla fāzes:

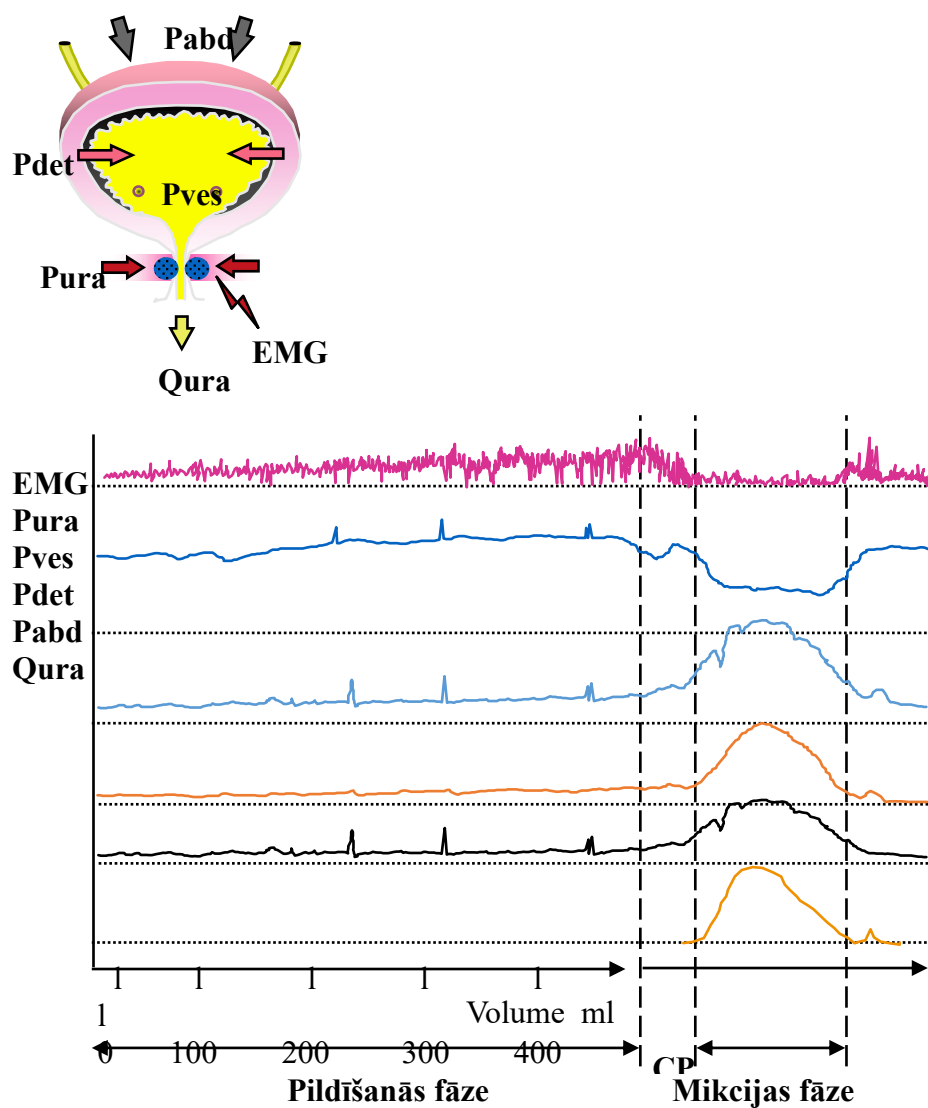
- vai *m. detrusor* ir pietiekami relaksēts pildīšanas fāzē,
- vai urīnizvadkanāls ir pietiekami kontrahēts pildīšanas fāzē,
- vai *m. detrusor* adekvāti kontrahējas mikcijas laikā,
- vai urīnizvadkanāls pietiekami relaksējas mikcijas laikā.

Izmeklējuma gaitā vienlaikus tiek mērīts spiediens urīnpūslī (intravezikālais spiediens) un spiediens vēdera dobumā (intraabdominālais spiediens). Tā kā galvenā funkcionālā vienība

urīnpūslī ir *m. detrusor*, tad tiek aprēķināts tā spiediens, lai analizētu urīnpūšļa funkciju urīna uzkrāšanas fāzē: $P_{det} = P_{ves} - P_{abd}$

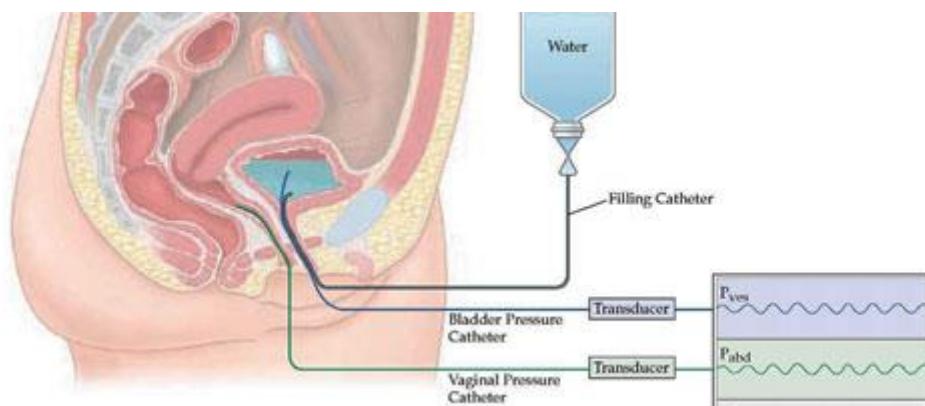


6.3.attēls. Pildīšanas cistometrija



6.4. attēls. Pildīšanas cistometrijas analīzes līkne

Pildīšanas cistometrijas laikā (*skat. 6.5. attēlu*) var iegūt informāciju arī par urīnizvadkanāla funkciju. Lai tiktu nodrošināta kontinence (urīna saturēšana), urīnpūšļa pildīšanas laikā spiedienam urīnizvadkanālā jābūt augstākam, nekā urīnpūslī un normāli šai starpībai jābūt $\sim 60 \text{ cm/H}_2\text{O}$ sievietēm un $80 \text{ cm/H}_2\text{O}$ vīriešiem [80; 95].



6.5. attēls. Pildīšanas cistometrija

Cistometrijas dati, to raksturlielumi, interpretācija

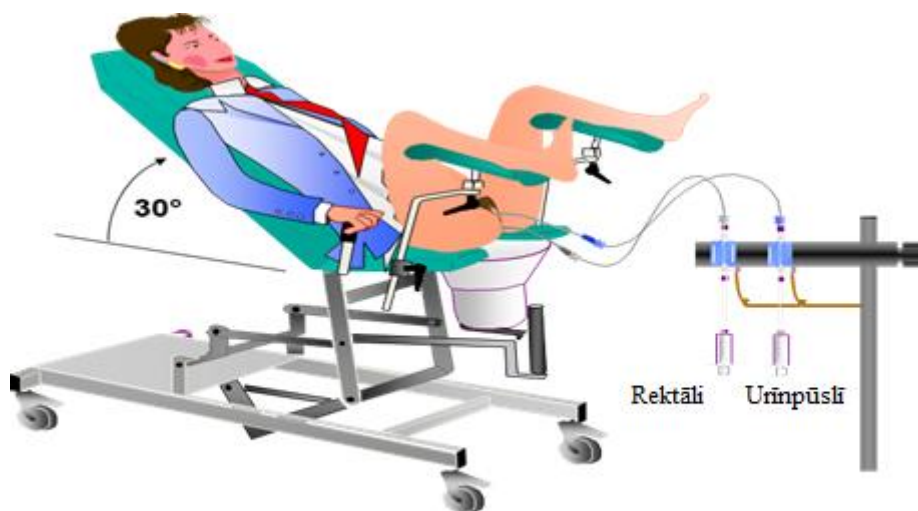
Izmeklējuma laikā urīnpūslis tiek uzpildīts ar ātrumu $10 - 100 \text{ ml/min.}$ un analizētas spiedienu sakarības atkarībā no urīnpūšļa pildījuma (*skat 6.6. attēlu*). Rezultātā tiek iegūta „tilpuma/spiediena līkne” jeb cistometrogramma. Analizējot cistometrogrammu, var iegūt informāciju par urīnpūšļa sensitivitāti jeb jutību, urīnpūšļa ietilpību, kā arī par detrusora funkciju. Piemēram, pāraktīva urīnpūšļa gadījumā tiks reģistrētas patvaļīgas detrusora kontrakcijas, kuras pacients izjutīs kā urgentu vēlmi urinēt. Šī izmeklējumā laikā var iegūt arī informāciju par urīnpūšļa elasticitāti, jo zināms, ka līdz noteiktam tilpumam urīnpūslim jāuzpildās bez ievērojama spiediena pieauguma tajā. Piemēram, pēc staru terapijas mazajā iegurnī urīnpūslis var būt rigids, un šādā gadījumā elasticitāte būs samazināta. Izvērtējot cistometrogrammu, jāatceras, ka spiedienu urīnpūslī ietekmē arī ķermeņa stāvoklis un atkarībā no pacienta stāvokļa tas var būt $8 - 40 \text{ cm/H}_2\text{O}$ [41; 79; 95].

Mikcijas cistometrija

Atšķirībā no pildīšanas cistometrijas, kuras laikā tiek analizēta tikai urīna uzkrāšanas fāze, mikcijas cistometrijas laikā iespējams iegūt informāciju arī par mikcijas cikla urīna izvadīšanas fāzi [95].

Uretras spiediena profilometrija

Izmeklējuma laikā tiek mērīts spiediens dažādos urīnizvadkanāla punktos, izvērtējot tā funkciju. Urīnizvadkanāla galvenā funkcija ir nodrošināt kontinenci urīna uzkrāšanas fāzē.



6.6. attēls. Pacienta poza urodinamikas izmeklējuma laikā

Mikcijas cistometrijas laikā iespējams diferencēt divas būtiskas lietas: vai AUCS (augšējo urīnceļu sindroms) ir sakarā ar infravezikālu obstrukciju vai vāju detrusora funkciju (hipokontraktilitāti). Iespējams izmērīt arī atlieku urīnu [103].

Ar uretras spiediena profilometrijas metodi var izvērtēt, vai sievietēm ar urīna nesaturēšanu cēlonis nav slēdzējmuskuļa vājums, tādā gadījumā uretras maksimālais slēgšanās spiediens būs samazināts. Iespējams diagnosticēt arī uretras striktūras [103].

Izmeklējuma norise

- Izmeklējumā laikā pacienta urīnpūslī un taisnajā zarnā (≈ 3 cm dziļi) ievada tievus katetrus.
- Urīnpūsli pilda ar sterilu fizioloģisko šķīdumu. Kad pacients jūt, ka urīnpūslis ir pilns, viņam lūdz to iztukšot.
- Izmeklējums aizņem aptuveni 45 minūtes un tā laikā pacients nejūt sāpes, atsevišķos gadījumos varētu būt neliels diskomforts.
- Izmeklējuma laikā tiek saglabāta pilnīga konfidencialitāte.

Kā gatavoties izmeklējumam:

- pirms izmeklējuma drīkst ēst, dzert un lietot visus medikamentus, ko nozīmējis ārsts sakarā ar kādu citu saslimšanu,
- pirms izmeklējuma vēlams ievērot starpenes higiēnu,
- nākot uz izmeklējumu, līdzī jābūt ģimenes ārsta nosūtījumam un urīna analīzes rezultātiem, kas ir ne vecāki par 2 nedēļām.

Veicot procedūru, jāņem vērā, ka visi izmantojamie katetri ir sterili iepakoti un vienreizlietojami. Visam aprīkojumam jābūt sertificētam un validētam atbilstoši Latvijas

Republikas likumdošanai. Aparātiem jāveic regulāras apkopes. Ja aparāts vai kāda tā sastāvdaļa nedarbojas, kā arī, ja sistēmā ir konstatēti bojājumi, jāsazinās ar speciālistu, kurš apkalpo attiecīgo aparatūru, pašrocīgi veikt labojumus ir stingri aizliegts.

6.4. Barības vada anatomija un fizioloģija

Barības vads ir 18 - 26 cm gara doba muskuļota caurule, kas no iekšpuses klāta ar ādai līdzīgu daudzkārtainu zvīņainu, bet nepārragotu epitēliju. Barības vada siena veidota no četriem slāņiem - gļotādas, zemgļotādas slāņa, muskuļslāņa un ārējā slāņa - adventīcijas. Starp rijieniem barības vada lūmens ir saplācis, bet, lai labāk uztvertu norīto kumosu, tas izplešas līdz 2 cm priekšēji mugurējā virzienā un līdz 3 cm laterāli. Muskuļaudi nodrošina barības vada saraušanos atpakaļ sākotnējā stāvoklī [14].

Barības vada augšdaļa un lejasdaļa ir apņemta ar muskulāriem gredzeniem - augšējo un apakšējo sfinkteri. Šie sfinkteri ir aizvērti, ja netiek norīta barība. Atšķirībā no citiem sfinkteriem ķermenī, šie ir funkcionāli nevis anatomiski sfinkteri. No tā izriet, ka šajās vietās nav būtisks sieniņas sabiezējums, bet drīzāk noteikta sieniņas daļa darbojas līdzīgi kā sfinkteris. Lai gan augšējais sfinkteris veidots no šķērsvītrotās muskulatūras, tas nav pakļauts cilvēka gribai. Apakšējais sfinkteris atrodas savienojuma vietā starp barības vadu un kuņģi.

Barības vada peristaltikas vilni, kurš rodas pēc kumosa norīšanas, sauc par primāro peristaltikas vilni. Primārā peristaltikas viļņa laikā pilnvērtīga barības vada lūmena atbrīvošanās no satura reizēm nenotiek. Pārpalikušais saturs kairina barības vada gļotādas receptorus un izraisa otru peristaltikas vilni - sekundāru peristaltiku. Barības vada peristaltika dažreiz iestājas spontāni. Šādu motorisko aktivitāti sauc par terciālo peristaltiku. Ja barības vada peristaltika ir traucēta, skābais kuņģa saturs iekļūst barības vadā (gastroezofageālais reflukss). Kuņģa satura refluksa rezultātā var attīstīties t. s. refluksa ezofagīts, pat čūlas barības vada distālajā daļā [24].

Barības vada motoriskā un sensorā funkcija

Abas galvenās barības vada funkcijas - motoriskā jeb transporta funkcija un sensoriskā - ir vienlīdz svarīgas. Barības vada normāla funkcionēšana ir daudzu savstarpēji saistītu kontroles mehānismu saskaņotas darbības rezultāts. Šie procesi ne tikai nosaka patstāvīgu barības vada funkcionēšanu pārējā gremošanas orgānu sistēmā, bet arī barības vada sasaisti ar citām orgānu sistēmām un orgāniem, piemēram ar CNS, plaušām un sirdi. Barības vadu funkcionāli iedala 3 zonās: augšējais barības vada sfinkters, barības vada korpuss un apakšējais barības vada sfinkters. Rīšanas akta laikā vienlaikus darbojas gan gribai pakļauti, gan nepakļauti procesi. Rīšanas akts ir pirmais barības vada aktivitātes ierosinātājs. Rīšanas

fāzes laikā kumoss kontrolēti virzās uz rīkli. Tālāk rīšanas akts ar gribu un apziņu nav kontrolējams. Barības vadā ir savstarpēji cieši saistīta divu veidu muskuļu darbība. Barības vada korpusa augšējās daļas muskuļi un barības vada distālās daļas muskuļi, to vidū apakšējais sfinkters pieder pie šķērsvītrotās muskulatūras. Barības vada vidusdaļā ir jaukta tipa muskulatūras pārejas zona. Šādam muskulatūras sadalījumam ir liela nozīme, jo lielākā daļa barības vada motorikas traucējumu saistīta ar gludo muskulatūru.

Motoriskā un sensoriskā inervācija. Centrālā jeb ārējā barības vada motoriskās funkcijas kontrole notiek smadzeņu stumbrā, kur atrodas rīšanas centrs. Tam ir trīs funkcionāli komponenti: pienākošo impulsu uztveres sistēma un uz perifēriju impulsus novadošā sistēma [14].

6.5. Barības vada slimības

Gastroezofageāla refluksa (atvilņa) slimība

Gastroezofageāls atvilnis ir kuņģa satura iekļūšana barības vadā, tā ir normāla fizioloģiska parādība, ko pilnīgi veselam cilvēkam fizioloģiskos apstākļos novēro īslaicīgi, dažas sekundes, līdz 40 reizēm diennaktī gan stāvus, gan guļus. Apakšējais un augšējais sfinkters kalpo par ezofagofaringeālā un gastroezofageālā atvilņa barjeru. Gastroezofageālā atvilņa slimība (GEAS) ir simptomi, ko izraisa gastroezofageāls atvilnis. Tā mehānisms ir pārejoša apakšējā barības vada sfinktera atslābšana. GEAS gadījumā kuņģa vai zarnu saturs var nokļūt ne tikai barības vadā, bet arī elpceļos, otorinolaringeālajos orgānos vai mutē. Galvenie faktori, kas izraisa GEAS, ir kuņģa skābe, žults un pepsīns. Nozīme GEAS attīstībā ir arī barības vada motorikai un gļotādas aizsardzības spējai. Visraksturīgākā GEAS pazīme ir dedzinoša diskomforta sajūta pakrūtē vai krūškurvī ar skāba atvilņa sajūtu barības vadā, kaklā vai mutē vai bez tās, kuru sauc arī par grēmām. Biežāk sastopamie ekstraesofageālie GEAS simptomi ir hronisks klepus, kairinājuma sajūta un sāpes kaklā, aizsmakums, astma, sāpes krūškurvī.

Gastroezofageālā atvilņa dēļ vairumam pacientu sālsskābes un pepsīna daudzums barības vadā ir palielināts un gļotādu bojājošo substanču ietekme diennakts laikā ir ilgstošāka nekā veseliem. Kuņģa satura (skābes) iekļūšana barības vadā, it sevišķi, ja tas notiek ilgstoši, rada stipru barības vada gļotādas kairinājumu un barības vada iekaisumu – *ezofagītu*. Bojājumi rodas barības vada aizsargmehānismu mazspējas dēļ. Barības vada iekaisums ir viens no visbiežāk sastopamām barības vada slimībām. Tas parasti ir sekundārs stāvoklis, kas radies citu barības vada slimību rezultātā [4; 14].

Barības vada augšējā un apakšējā sfinktera funkcijas traucējumi

Barības vada motorikas traucējumu gadījumos novēro nekoordinētu barības vada gludo muskuļu darbību. Traucējumi var būt dažādas smaguma pakāpes.

Barības vada motorikas traucējumi

- Difūzas (neperistaltiskas) barības vada distālās daļas spazmas. Šos motorikas traucējumus visbiežāk provocē rīšanas akts.
- Riekstkoža barības vads – pārmērīgi spēcīgi (liela spiediena) peristaltikas viļņi, kuru amplitūda un ilgums pārsniedz veselam cilvēkam raksturīgos parametrus.
- Nespecifiski barības vada motoriskās funkcijas traucējumi.

Visbiežāk barības vada motorikas traucējumi rada sāpes barības vadā. Sāpes parasti ir aiz krūšu kaula, dažreiz izstaro uz muguru. Aptuveni 30% gadījumu barības vada motorikas traucējumi rada rīšanas grūtības. Barības vada motorikas traucējumi jādiferencē no sirds koronāro asinsvadu slimības. Dažreiz ievērojami palielinās spiediens barības vada apakšējā sfinktera zonā, kas var radīt sāpes aiz krūšu kaula. Novēro arī pretēja rakstura pārmaiņas, kad spiediens ir ļoti mazs, kas rada gastroezofageālu atvilni, ezofagītu, barības vada motorikas traucējumus. Smagus barības vada motorikas traucējumus rada barības vada ahalāzija (spastisks barības vads). Barības vada motorikas traucējumus visprecīzāk ļauj konstatēt 24 stundu pH metrijā un barības vada manometrija [24].

Spastisks barības vads (ahalāzija)

Ahalāzija ir slimība ar izpausmi tikai barības vadā, un tās cēlonis nav zināms. Visbiežāk tā ir pārmantojama slimība.

Ahalāzija ir visbiežāk sastopamais barības vada motorikas traucējums. Termins „ahalāzija” nozīmē nespēju atslābt. Traucējuma raksturīgākā iezīme - slikti atslābstošs apakšējais barības vada sfinkters. Neatslābis apakšējais sfinkters rada funkcionālu barības vada aizsprostojumu un tādus simptomus kā apgrūtināta rīšana, barības atgrūšana, sāpes krūšu kurvī. Ahalāzijas gadījumā kumosa virzība no barības vada uz kuņģi ir traucēta trūkstošas peristaltikas dēļ. Īpaši grūti pacientiem norīt cietas konsistences barību, bieži vien traucēta arī šķidrumu norīšana. Spastiska barības vada gadījumā nereti novēro nesagremotas barības regurgitāciju no barības vada mutes dobumā. Vēlīnā slimības stadijā notiek barības vada dilatācija, tāpēc vienmēr nepieciešama rūpīga ahalāzijas zonas vērtēšana endoskopijas laikā ar gļotādas biopsiju. Šaubīgos gadījumos izmeklēšana jāpapildina ar endoskopisko ultrasonogrāfiju un datortomogrāfiju. Barības vada motorikas traucējumus palīdz precizēt spiediena mērījumi (barības vada manometrija) barības vadā [4;14].

6.6. Barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa pH-metrija

Metodes mērķis: Barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa (t.sk. 24 stundu) pH-metrija ar vienu, divu vai trīs elektrodu pH zondi ir barības vada un/vai kuņģa zondēšanas procedūra ar mērķi noteikt pH-vērtību izmeklējamajos orgānos. Izmeklējums tiek veikts, lai noteiktu patoloģisku skābes ekspozīciju barības vadā un/vai kuņģī vai arī ārstēšanas efektu.

Indikācijas barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa (t.sk. 24 stundu) pH-metrijai:

- patoloģiska gastroezofageāla atvīļņa noteikšanai/izslēgšanai,
- kuņģa pH noteikšanai (kuņģa pH-metrijas gadījumā),
- terapijas efektivitātes izvērtēšanai,
- iespējamo simptomu saistības noteikšanai ar atvīļņa epizodēm.

Kontrindikācijas

Absolūtas kontrindikācijas barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa (t.sk. 24 stundu) pH-metrijai saistītas ar nespēju ievadīt zondi nazogastrāli: nazofaringeāla vai barības vada obstrukcija, nopietna, nekontrolējama koagulopātija, nopietna sejas/augšžokļa trauma un/vai galvaskausa pamatnes lūzums, bullozas izmaiņas barības vada gļotādā (ja zināmas), pacients ar nestabilu kardiālu stāvokli vai citu stāvokli, kad tiek slikti tolerēta vagāla stimulācija.

Par relatīvām kontrindikācijām barības vada un/vai kuņģa ilgtermiņa (t.sk. 24 stundu) pH-metrijas veikšanai uzskatāmas: nesena kuņģa ķirurģija, barības vada audzēji vai čūlas, varikozī barības vada vēnu paplašinājumi, slikta pacienta līdzestība.

Sagatavošanās periodā / pirms izmeklējuma:

Pirms izmeklējuma pacients nedrīkst ēst un dzert vismaz 6 stundas. Jāievēro ierobežojumus mediakmentu lietošanā:

- septiņas (optimāli 14) dienas pirms izmeklējuma pārtraukt protonu sūkņu inhibitoru (omeprazols, lanzoprazols, rabeprazols, pantoprazols, esomeprazols) terapiju, ja vien netiek vērtēts terapijas efekts,
- citus kuņģa sālsskābi bloķējošus medikamentus pārtraukt 48 stundas pirms izmeklējuma (piemēram, ranitidīns, famotidīns),
- antacīdus (almagels, Rennie, Maalox) pārtraukt 24 stundas pirms izmeklējuma.

Pirms izmeklējuma nepieciešams ievākt sekojošo informāciju par pacientu: anamnēzi, noskaidrot simptomus, medikamentu lietošanu, alerģijas. Pirms procedūras nepieciešams informēt pacientu par procedūras gaitu un saņemt rakstveida piekrišanas formu.

Ieteikumi pacientam izmeklējuma veikšanas laikā

Izmeklējuma laikā pacientam iespēju robežās jāturpina ierastās ikdienas aktivitātes.

Ķermeņa stāvokļus, ēšanas periodus, simptomus jāreģistrē atbilstoši norādījumiem (parasti - nospiežot atbilstošus taustiņus un reģistrējot tos speciālā lapā). Pacients nedrīkst iet dušā vai vannā, kamēr pievienots aprīkojums.

Manipulācijas norise / gaita:

Procedūras sākumā kalibrē aprīkojumu. Pacientam ievada zondi nazogastrāli. Ievada zondi kuņģī (pārliedzinās par zondes atrašanos kuņģī pēc pH vērtības, kas atbilst skābei videi). Lēni izvelk zondi barības vadā, nofiksējot tās distālo elektrodu 5 cm virs apakšējā barības vada vārsta augšējās malas. Kuņģa elektroda izmantošanas gadījumā tā optimālais novietojums ir 5 cm zem apakšējā barības vada vārsta apakšējās malas. Piestiprina zondi (leikoplasta tipa stiprinājums pie nāsīm). Ja izmantota tiek pH-zonde ar ārējo elektrodu, noziež tā kontaktvirsmu ar kontaktgēlu, piestiprina elektrodu pacientam. Savieno zondi ar aprīkojumu (nolasītāju). Uzsāk datu reģistrēšanu, pārliedzinās, ka reģistrējošais aprīkojums ir ieslēgts („ON”). Pacients tiek atlaists ambulatorai izmeklējuma veikšanai. Pacients laboratorijā atgriežas nākamajā dienā pēc 24-stundām (ja netiek noteikts īsāks kontrollaiks).

Pārtrauc izmeklējumu / ierakstu. Atvieno zondi no ierakstošā aprīkojuma. Evakuē zondi. Iesaka pacientam atsākt normālās ikdienas aktivitātes. Lejuplādē veiktos ieraksta datus datorā. Salīdzina ieraksta datus ar datiem, ko pacients reģistrējis lapā, nepieciešamības gadījumā veic korekcijas datorizētajā pierakstā. Veic datu analīzi un slēdziena sagatavošanu.

.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS UN AVOTU SARAKSTS

1. Aberberga-Augškalne L., Koroļova O. (2007). *Fizioloģija ārstiem*. Rīga: Medicīnas apgāds.
2. Bērziņš J. red. (2007). *Neiromuskulārās slimības*. Rīga: Nacionālais apgāds.
3. Cistiskās fibrozes diagnostika. Sviedru prove. Pieejams: https://cistiskafibroze.lv/?page_id=421
4. Danilāns A. (2007). *Gastroenteroloģija. Pa gastroenteroloģijas džungļu takām*. Rīga: Nacionālais apgāds.
5. Eglīte K. (2016). *Anatomija*. 2. Daļa Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
6. Fizisko personu datu apstrādes likums. LR likums. Latvijas Vēstnesis: 132 (6218), 04.07.2018.
7. Gerds H. (2017). Iekšējās slimības. Kardioloģija. Rīga: SIA "Jāņa Rozes apgāds".
8. Kalvelis A. (2008). *Klīniskā elektrokardioloģija*. Rīga: Nacionālais apgāds.
9. Kalvelis A. (2005). *Neritmiskā elektrokardioloģija*. Rīga: Nacionālais apgāds.
10. Kravale I., Eniņa Ģ. (2007). *Nervu un muskuļu neirofizioloģiskie izmeklējumi. /Metodiskās rekomendācijas*. Latvijas Neirologu biedrība.
11. Kurcalte I., Orleāne I., Logina I., Zaiceva K., Rožkalne I., Strode I. (2010). *Funkcionālās diagnostikas metožu principi*. Rīga: Medicīnas apgāds.
12. Kurcalte I., Kalējs O., Lejnieks A. (2012). Ambulatorās (Holtera) EKG monitorēšanas pielietošana mirstības risku novērtēšanā pacientiem ar hronisko mirgošanas aritmiju. RSU Zinātniskās konferences rakstu krājums. (29.-30.03.2012.), 104. lpp. Rīga: RSU
13. Latvijas hipertensijas biedrība. (2013). Arteriālās hipertensijas vadlīnijas. Pieejams: https://www.evisit.eu/files/medinfo/file/230/Eiropas_%20AH%20vadlinijas.pdf
14. Lejnieka A. red. (2010). *Klīniskā medicīna*. Rīga: Medicīnas apgāds.
15. Logina I., Smeltere E. (2009). *Neiroloģija shēmās*. Rīga: Avots.
16. Logina I. red. (2013). *Sāpes*. Rīga: Medicīnas apgāds.
17. Mauriņa L. (2005). *Fiziskās aktivitātes kardioloģijā*. Rīga: Nacionālais apgāds.
18. Mintāle I. (2008). *Fiziskās slodzes testi*. Metodiskie norādījumi. Latvijas Kardiologu biedrība.
19. Mintāle I. (2011). *Slodzes testa nozīme un interpretācija pacientiem pēc miokarda revaskularizācijas*. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte Medicīnas fakultāte.
20. Nacionālais veselības dienests. (20.02.2008.). *Nervu sensoro šķiedru izmeklēšana: Neirometrija*. Medicīnas tehnoloģijas metodes apraksts. Pieejams: Nervu sensoro šķiedru izmeklēšana: Neirometrija.
21. Nacionālais veselības dienests. (20.02.2008.). *Nervu sensoro šķiedru izmeklēšana: Kvantitatīvā sensorā testēšana*. Medicīnas tehnoloģijas metodes apraksts. Pieejams: <http://www.vmnvd.gov.lv/lv/datu-bazes/rstniecib-izmantojamo-medicnisko-tehnoloiju-datu-bze/22-neirologijas-mediciniskie-pakalpojumi/336-pielikumi-izverstie-mediciniskas-tehnologijas-metodes-apraksti-un-citi-materiali/nervu-sensoro-skiedru-izmeklesana-kuantitativa-sensora-testesana>
22. Neironi. (2009). Pieejams: http://raksti.daba.lv/referaati/2009/ezole/Nervaudu_veidi.htm
23. Pilsētneiece Z., (2008). Urodinamiskie izmeklējumi un urīna nesaturēšanas diagnostika. *Doctus*, 11/2008
24. Skuja N., Danilāns A., Geldnere G. (1999). *Praktiskā gastroenteroloģija un hepatoloģija*. Rīga: Zvaigzne ABC.
25. Slimību profilakses un kontroles centrs. (2016). *Pacientu drošība un ārstniecības kvalitāte*. Pieejams: <https://www.spkc.gov.lv/lv/rightmenu/pacientu-drosiba-un-arstniecib>
26. Supe I. (2003). *Rokasgrāmata neiroloģijā*. Rīga: Nacionālais apgāds.
27. Stirna V. (2018). 24 stundu arteriālās hipertensijas kontrole. *Latvijas ārsts*. Nr.5, 16.-22.
28. Taivans I. (2016). Plaušu funkcionālā diagnostika. *Latvijas ārsts*. Nr.12, 21.-28.
29. Valtneris A. (1995). *Cilvēka fizioloģija*. Rīga: Zvaigzne ABC.
30. Abrams, P., et al. (2012). *5th International Consultation on Incontinence*. Paris, February.
31. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to

- Revise the Guidelines for Ambulatory Electrocardiography). (1999). *Journal of the American College of Cardiology*, 34:912-948
32. ACC/AHA Clinical Competence Statement on Electrocardiography and Ambulatory Electrocardiography. (2001). *Circulation*, 104:3169.
 33. Al Afraa, T., et. al. (2012). Normal lower urinary tract assessment in women: I. Uroflowmetry and post-void residual, pad tests, and bladder diaries. *International Urogynecology Journal*, 23: 681.
 34. American Clinical Neurophysiology Society. (2016) *Minimum technical requirments for performing clinical EEG*. Pieejams: https://www.acns.org/UserFiles/file/Guideline1-MinimumTechnicalRequirementsforPerofrmingClinicalEEG_v1.pdf
 35. Aminoff M.J. (2012) *Aminoff's electrodiagnosis in Clinical Neurology*. 6th ed. Elsevier Saunders.
 36. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. (2002). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, Vol 166. pp 111-117.
 37. Borowitz D., Parad R.B., et al. (2009). *Cystic Fibrosis Foundation, Cystic Fibrosis Foundation practice guidelines for the management of infants with cystic fibrosis transmembrane conductance regulator-related metabolic syndrome during the first two years of life and beyond*. *Journal of Pediatric*, 155: S106. Pieejams: (https://www.uptodate.com/contents/image/print?imageKey=PEDS%2F88515&topicKey=PEDS%2F6367&search=macroduct&rank=1~1&source=see_link)
 38. Brignole M. et al. (2018). ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope. *European Heart Journal* (2018) 00, doi:10.1093/eurheartj/ehy037
 39. Brignole M. (2011). When to use tilt table testing and findings regarding its sensitivity. *e-journal of the ESC Council for Cardiology Practice*. Vol. 9, N° 30 - 11.
 40. Brignole M. (2004). An Update on the Treatment of Vasovagal Syncope. *HJC*, 45,132-135. Accessed Dec 6, 2010.
 41. Brostrom, S., et al. (2002). Short-term reproducibility of cystometry and pressure-flow micturition studies in healthy women. *Neurourology Urodynamics Journal*, 21: 457.
 42. Chan, C.T., Brady W., Harrigan R., Ornato J., Rosen P. (2005). *ECG in Emergency Medicine and Acute Care*. Mosby.
 43. Chapman D.G., Irvin C.G., Kaminsky D.A., et al. (2014). Influence of distinct asthma phenotypes on lung function following weight loss in the obese. *Respirology*. 19:1170.
 44. Cockcroft D.W. (2008). Methacholine challenge methods. *Chest* 2008, 134:678.
 45. Cooper B.G. (2011). *An update on contraindications for lung function testing Thorax*. 66:714-723. Pieejams: <https://thorax.bmj.com/content/66/8/714>
 46. Daly D.D., Pedley T.A. (1997). *Current practice of Clinical Electroencephalography*, 2nd ed., Wolters Kluwer Co.
 47. Dykewicz M.S. (2009). Occupational asthma: current concepts in pathogenesis, diagnosis, and management. *Journal Allergy Clinical Immunology*, 123:519.
 48. Ebersole J.S. (2014). *Current practice of clinical encephalography*. 4th ed. Phyladelphia Wolters Kluwer Health.
 49. EEGpedia. *Knowledge of Electroencephalography*. Pieejams: http://www.eegpedia.org/index.php?title=Main_Page
 50. EMGpedia. *Knowledge of Electromyography*. Pieejams: http://www.emgpedia.org/index.php?title=Main_Page
 51. Electromyography and Nerve Conduction Studies. (2016). Pieejams: <https://www.webmd.com/brain/emg-and-nerve-conduction-study#1>
 52. Enright P.L, Sherrill D.L. (1998). Reference Eguitations for the Six-Minute Walk in Healthy Adults *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, Vol 158. pp 1384-1387.
 53. Faggiano P., Aloia A.D. et al. (2004). The 6 minute walking test in chronic heart failure: indications, interpretation, and limitations from a review of the literature *The European Journal of Heart Failure*, 6: 687-691.
 54. Farrell P.M., Rosenstein B.J., White T.B., et al. (2008). Guidelines for diagnosis of cystic fibrosis in newborns through older adults: Cystic Fibrosis Foundation consensus report. *Journal of Pediatric*, 153:S4.
 55. Farrell, S.A., et al. (2013). Women's ability to assess their urinary incontinence type using the QUID as an educational tool. *International Urogynecology Journal*, 24: 759.

56. Fitzgerald, M.P., et al. (2003). Variability of 24-hour voiding diary variables among asymptomatic women. *Journal Urology*, 169: 207.
57. Flachskampf F. et al. (2014). Recommendations for transoesophageal echocardiography: EACVI update 2014. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, 15, 353–365. doi:10.1093/ehjci/jeu015
58. Fletcher G.F. et al. (2013). Exercise standards for Testing and Training. *Circulation*, 128:873 – 934.
59. Fletcher G.F., Balady G. (1995). Froelicher Exercise Standards. *A Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association Circulation*, Vol 91, No 2 January 15.
60. Gibbons R.J. et al. (2002). ACC/AHA Guideline Update for Exercise Testing. *A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines*. Pieejams: <http://www.cardiology.org/recentpapers/exercisegl02.pdf>
61. Goldstein R.E. (1990). *Exercise Capacity Clinical Methods*, 3rd edition. Boston: Butterworths.
62. Goldstein M.F., Pacana S.M., Dvorin D.J., Dunsky E.H. (1994). Retrospective analyses of methacholine inhalation challenges. *Chest*, 105:1082
63. Grauer K.A. (1992). Systematic approach to Holter monitor interpretation. *American Family Physician*, 45(4):1641-1681. Pieejams: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1558040>
64. Hall J.B., Schmidt G.A., Lawrence Wood L.D.H. (2005). *Principles of critical care*. McGRAW-HIL: Medical Publishing Division.
65. Hampton J.R. (2003). *ECG Problems. Sixth edition*. Oxford: Churchill Livingstone, Elsevier.
66. Hahn R. et al. (2013). Guidelines for Performing a Comprehensive Transesophageal Echocardiographic Examination: Recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *Journal American Society Echocardiography*, 26:921-64. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2013.07.009>
67. Hargreave F.E., Ryan G., Thomson N.C., et al. (1981). Bronchial responsiveness to histamine or methacholine in asthma: measurement and clinical significance. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 68:347.
68. Insulander P., Juhlin-Dannfelt A., Freychuss U., et. al. (2003). Electrophysiologic effects of salbutamol, a Be – selective agonist. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 15: 316-322.
69. Irwin R.S., Curley F.J., French C.L. (1990). Chronic cough. The spectrum and frequency of causes, key components of the diagnostic evaluation, and outcome of specific therapy. *Am Rev Respir Dis*, 141:164. Pieejams: <https://www.uptodate.com/contents/bronchoprovocation-testing/abstract/13>
70. Jones R.S., Meade F.A (1961) Theoretical and experimental analysis of anomalies in the estimation of pulmonary diffusing capacity by the single breath method. *Q J Exp Physiol Cogn Med Sci*, 46:131.
71. Kanai T., Krum H. (2013). New treatment for old disease: management of resistant hypertension by percutaneous renal sympathetic denervation. *Rev Esp Cardiol*, 66(9):734–740.
72. Kimura J. (1984). *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: principles and practice*. F.A.Davis/Philadelphia.
73. Kothari M.J., Blakeslee M.A., Reichwein R., Simmons Z., Logigian E.L. (1998). Electrodiagnostic studies: are they useful in clinical practice *Arch Phys Med Rehabil*, 79(12):1510-1511
74. Kramme R. et al. (2011). *Springer Handbook of Medical Technology*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg.
75. Mancia G. et al. (2013). ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 34, 2159–2219. doi:10.1093/eurheartj/eh151
76. Martin R.J., Wanger J.S., Irvin C.G., et al. (1997). Methacholine challenge testing: safety of low starting FEV1. Asthma Clinical Research Network (ACRN). *Chest*, 112:53.
77. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., et al. (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, 26:319–338. Pieejams: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2714498/>
78. National Asthma Education and Prevention Program: Expert panel report III: Guidelines for the diagnosis and management of asthma. Bethesda, MD: National Heart, Lung, and Blood

- Institute, (2007). (NIH publication no. 08-4051) Pieejams: www.nhlbi.nih.gov/guidelines/asthma/asthgdln.htm.
79. Nambiar, A.K., et al. (2017). The Role of Urodynamics in the Evaluation of Urinary Incontinence: The European Association of Urology Recommendations in 2016. *European Urology*, 71: 501.
 80. Nambiar, A.K., et al. (2018). EAU Guidelines on Assessment and Nonsurgical Management of Urinary Incontinence. *European Urology*, 73(4):596-609
 81. O'Connor T., Manning P., (2005). *Consultant Spirometry: Performance and Interpretation A Guide for General Practitioners*. Pieejams: <http://www.irishthoracicsociety.com>
 82. Olshansky B. (2015). *Upright tilt-table testing in the evaluation of syncope*. Pieejams: <http://www.uptodate.com>
 83. Practical Guide to Using Spirometry in Primary Care. (2005). Pieejams: [https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice-a-practical-guide-\(2005\)](https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice-a-practical-guide-(2005))
 84. Pescatello L.S. (2014). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
 85. Pina I., Balady G., et al. (1995). Guidelines for Clinical Exercise Testing Laboratories. *Circulation*. 91:912-921.
 86. Picard. M. et al. (2018). Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. Pieejams: Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.06.004>
 87. Picard M. et al. (2011). American Society of Echocardiography Recommendations for Quality Echocardiography Laboratory Operations. *Journal of the American Society of Echocardiography*, doi:10.1016/j.echo.2010.11.006
 88. Popescu B. et al. (2014). Updated standards and processes for accreditation of echocardiographic laboratories from The European Association of Cardiovascular Imaging: an executive summary. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*, 15, 1188–1193. doi:10.1093/ehjci/jeu057
 89. Pocock G., Richards C.D., Richards D.A. (2006). *Human Physiology*. Oxford: University Press.
 90. Preston C.D., Shapiro E.B. (2013). *Electromyography and neuromuscular disorders clinical-electrophysiologic correlations*, Third edition, Elsevier.
 91. Pulmonary Rehabilitation toolkit Six-Minute Walk Test. (2016). Pieejams: <http://www.pulmonaryrehab.com>.
 92. Purves D., Augustine G.J., Fitzpatrick D. et al. (2001). *Neuroscience*. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates.
 93. Ranu H., Wilde M., Madden B. (2011). Pulmonary Function Tests. *The Ulster Medical Journal*, 80(2):84-90.
 94. Rosier, P., et al., (2013). *Committee 6: Urodynamic Testing*, in *5th International Consultation on Incontinence*. Paris February, 2012, P. Abrams, L. Cardozo, S. Khoury & A. Wein, Editors. Paris, France.
 95. Rosier, P., et al. (2017). International Continence Society Good Urodynamic Practices and Terms 2016: Urodynamics, uroflowmetry, cystometry, and pressure-flow study. *Neurourology and Urodynamics*, 36: 1243.
 96. Rubinfeld A.R., Pain M.C. (1976). Perception of asthma. *Lancet*, 1:882.
 97. Sinha S.R., Sullivan L.S. (2016). Minimum Technical Requirments for Performing Clinical Electroencephalography. *Journal of Clinical Neurophysiology*, volume 33, Number 4.
 98. Spallone V., Ziegler D., Freeman R., Bernardi L., Frontoni S., Pop-Busui R., Stevens M., Kempler P., Hilsted J., Tesfaye S., Low P., Valensi P. (2011). Cardiovascular autonomic neuropathy in diabetes: clinical impact, assessment, diagnosis, and management. *Diabetes Metab Res Rev*, 27: 639 – 653.
 99. Stav, K., et al. (2009). Women overestimate daytime urinary frequency: the importance of the bladder diary. *Journal of Urology*, 181: 2176.
 100. Steinberg J.S. et al. (2017). ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry. *Heart Rhythm*, Vol 14, No 7.

101. Talano J. *Tilt - Table Testing*. (2016). Medscape Pieejams: <http://emedicine.medscape.com/article/1839773-overview>
102. Tepper R.S., Wise R.S., Covar R., et al. (2012). Asthma outcomes: pulmonary physiology. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129: S65.
103. Wang A.C., et al. (2002). A comparison of urethral pressure profilometry using microtip and double-lumen perfusion catheters in women with genuine stress incontinence. *BJOG*, 109: 322.
104. Wanger J., Clausen J.L., Coates A., et al. (2005). Standardisation of the measurement of lung volumes. *The European Respiratory Journal*, 26:511.
105. Wasserman K., Hansen J., Sue D., Casaburi R., Whipp B. (1999). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger.
106. Williams B., Mancia G. et al. (2018). ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*. 1–98. Pieejams: doi:10.1093/eurheartj/ehy333<https://www.webmd.com/brain/emg-and-nerve-conduction-study#1>
107. Де Луна А.Б.М. (1993). *Руководство по клинической ЭКГ*. Медицина.
108. Иванов С.Ю., Кириенков И.С. (2006). *Комбинированное суточное мониторирование*. Санкт-Петербург: ИНКАРТ.
109. Макаров Л.М. (2000). *Холтеровское мониторирование (Руководство для врачей по использованию метода у детей и лиц молодого возраста)*. Москва: Медпрактика.
110. Михайлов В.М. (2008). *Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба*. Санкт-Петербург: ИНКАРТ.