

Lemšanas algoritmi atveseļošanas taktikas izvēlei

Ieva Markovica, Riga Technical University, Zigurds Markovics, Riga Technical University

Kopsavilkums. Darbā aplūkota ekspertu datorsistēmas izveidošana, iekļaujot tajā mākslīgā intelekta elementus. Sistēma paredzēta lēmumu pieņemšanai medicīnā ārstēšanas procesā, izvēloties medikamentus, to kombinācijas un ārstēšanas taktiku. Galvenā vērība darbā ir pievērsta zināšanu bāzu izveidei no nozarē eksistējoša zināšanu klāsta un šo bāzu datorrealizācijai, lai nodrošinātu hierarhisku lemšanas procesu. Par zināšanu bāzes aprakstīšanas metodi izvēlēti produkciju likumi.

Atslēgas vārdi: ekspertsistēma, mākslīgais intelekts, lēmumu pieņemšana, zināšanu bāze, produkciju likumi.

I. IEVADS

Darbs veltīts medicīnisku problēmu datorrealizācijai. Konkrēti ir runa par intelektuālas datorsistēmas (ekspertu sistēmas) izveidi, kas būtu spējīga veikt terapijas izvēli un nodrošināt ārstnieciskā procesa taktikas vadību arteriālās hipertensijas (AH) slimniekiem. Sistēmai paredzēts padomdevēja statuss.

Tēmas aktualitāti nosaka vairāki faktori. Pirmkārt, sirds un asinsvadu slimības, t.sk. AH ir visbiežākie priekšlaicīgas nāves cēloņi. Otrkārt, lai kļūtu par kvalificētu kardiologu, ir jāmacās ne tikai augstskolā gadi desmit, bet iegūtās zināšanas jānostiprina ar praktisku darbu arī vairāku gadu garumā. Tādēļ joprojām jūtams kardiologu deficīts. Treškārt, pašreizējās medicīnisko iestāžu reformas rezultātā augsti kvalificēti kardiologi ir attālināti no pacienta, sevišķi lauku apvidū.

Tādēļ viens no risinājumiem var būt datorsistēmas, kurās iekļautas kvalificētu kardiologu zināšanas kā zināšanu bāzes. Darbojoties ar mākslīgā intelekta algoritmiem, šādas datorsistēmas var būt lietī noderīgas, tiražējot labākās atziņas un palīdzot ārstējošam ārstam pieņemt lēmumu konkrētā situācijā.

II. PROBLĒMAS NOSTĀDNE

Arteriālās hipertensijas terapijas stratēģijas un taktikas aktualitāti no vienas puses nosaka tās augstā izplatība populācijā, augstā mirstība un no otras puses – plašais hipotensīvo medikamentu klāsts. Efektīvas terapijas meklējumos tiek veikti plaši un multicentru pētījumi visā pasaulē. Pētījumu rezultāti tiek analizēti un apkopoti kā praktiskas vadlīnijas praktizējošo ārstu darbam. Viens no šādiem dokumentiem ir Eiropas hipertensijas un Eiropas kardioloģijas biedrības hipertensijas novērtēšanas un ārstēšanas vadlīnijas [1, 2].

Šajās vadlīnijās ir sniegtas zināšanas par AH attīstību, jaunākās atziņas par ārstēšanas stratēģijas izvēli, par medikamentu klasēm, indikācijām, pie kurām lietojams tas vai cits medikaments, par kontrindikācijām, kas izslēdz kāda medikamenta lietošanu. Ir apkopotas zināšanas par ārstēšanas taktikas izvēli un medikamentu savstarpējo saderību.

Autoru uzdevums ir vadlīnijās atrodamo zināšanu apjomu formalizēt un pārveidot par datorsistēmas zināšanu bāzi, kas ļautu radīt ekspertsistēmu, kur dators hierarhiskā struktūrā būtu spējīgs pieņemt lēmumu par rekomendējamiem medikamentiem konkrētam pacientam.

Šim nolūkam jāveic sekojošas darbības :

- jāveic zināšanu bāzes izveide pēc būtības, t.i. jāveic zināšanu strukturizēšana un formalizēšana;
- jāizstrādā zināšanu bāzes datorrealizācija;
- jāizveido datorsistēma zināšanu bāzes pielietošanai attiecīgo līmeņu lēmumu pieņemšanai ārstniecības procesā.

Kopumā projektējamā datorsistēma (ekspertsistēma) sastāv no vairākām apakšsistēmām:

1. Apakšsistēma ārstēšanas stratēģijas izvēlei.
2. Apakšsistēma medikamentu vai to kombināciju izvēlei.
3. Apakšsistēma ārstēšanas taktikas izvēlei.
4. Apakšsistēma medikamentu savstarpējās saderības kontrolei.

Pirmā sadaļa no uzskaitījuma ir principā atrisināta [3, 4].

Šajā darbā autori ir pievērsušies pārējām sadaļām, kur galvenā problēma ir zināšanu bāzes radīšana medikamentu un ārstēšanas taktikas izvēlei.

III. LEMŠANAS KOKI MEDIKAMENTU GRUPU IZVĒLEI

Vadlīnijās [2] ir apkopotas zināšanas par 9 hipotensīvu medikamentu grupu pielietojamību AH slimniekiem. Materiāls ir formēts mediķiem tradicionālā un viegli saprotamā veidā, piemēram, kā tabulas, kur norāda: *medikamentu grupu* (diurētiķi, β – blokatori, u.t.t.), *indikācijas* (stāvokļu vai slimību uzskaitījums, kad ieteicams lietot medikamentu), absolūtās un relatīvās *kontrindikācijas* medikamentu lietošanai.

Indikācijas un kontrindikācijas ir stāvokļi, kas raksturo AH izteiktību, par ko liecina t.s. mērķa orgānu bojājumi (MOB). Tie ir sirds, dažādas lokalizācijas asinsvadu, nieru bojājumi, kuru cēlonis ir ilgstoši paaugstināts arteriālais asinsspiediens (AS). Medikamentu izvēli ietekmē arī pacienta pavadošās jeb blakus slimības, kuras nav saistītas ar AH, piemēram, podagra, astma, abpusēja nieru artēriju stenoze, diabēts, prostatas hiperplāzija.

Piemēram, pēc miokarda infarkta ieteicams lietot antialdosterona diurētiķus, bet pie nosacījuma, ja nav kāda no kontrindikācijām: nieru mazspēja vai hipokaliēmija.

Ja kāda no kontrindikācijām ir, tad pārmeklē pārējās medikamentu grupas, lai atrastu tādu, kuru arī ieteicams lietot pēc miokarda infarkta. Tāda ir AKE inhibitori, ja nav kāda kontrindikācija: grūtniecība, hiperkaliēmija vai abpusēja nieru artēriju stenoze. Ja konstatē arī šīs grupas kontrindikācijas, tad

jāmeklē vēl cits medikaments u.t.t., kas padara lemšanas procedūru ļoti sarežģītu un nepārredzamu.

Pēc šāda tipa informācijas zināšanu bāzes struktūru veido ar lemšanas kokiem, kurus var pierakstīt ar kādu no zināšanu bāzu aprakstīšanas instrumentiem: produkciju likumiem, freimu struktūrām, semantiskajiem tīkliem u.c. [5]. Mūsu gadījumā izvēlējamies produkciju likumus.

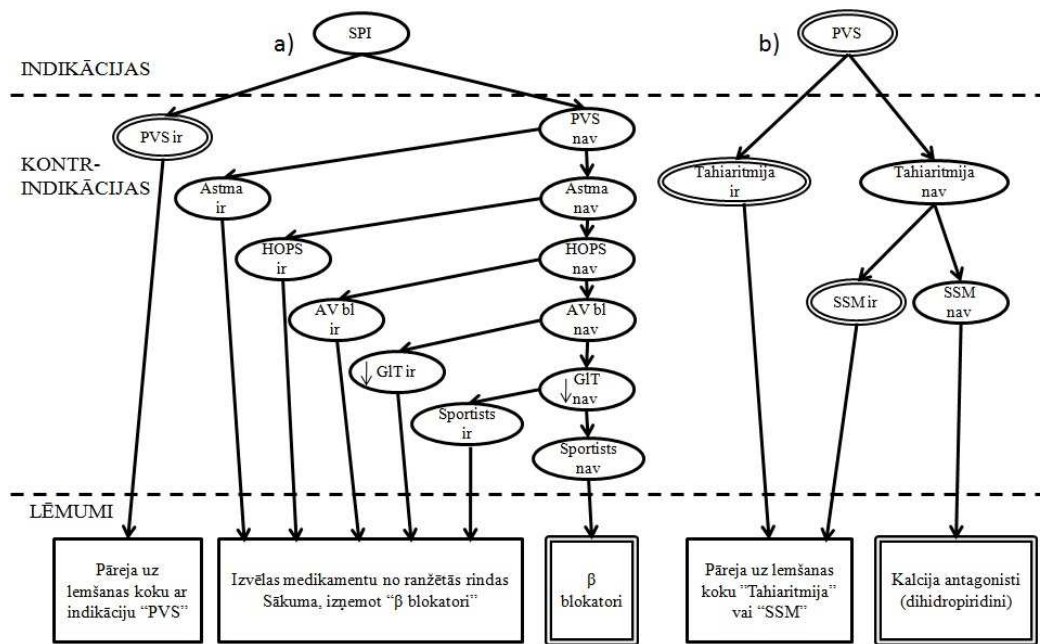
Risināmās problēmas īpatnība ir tā, ka ir grūta zināšanu formalizācija, jo lemšanas koki ir ar sarežģītu struktūru divos

aspektos, kas prasa atšķirīgu pieeju lemšanas koku veidošanā.

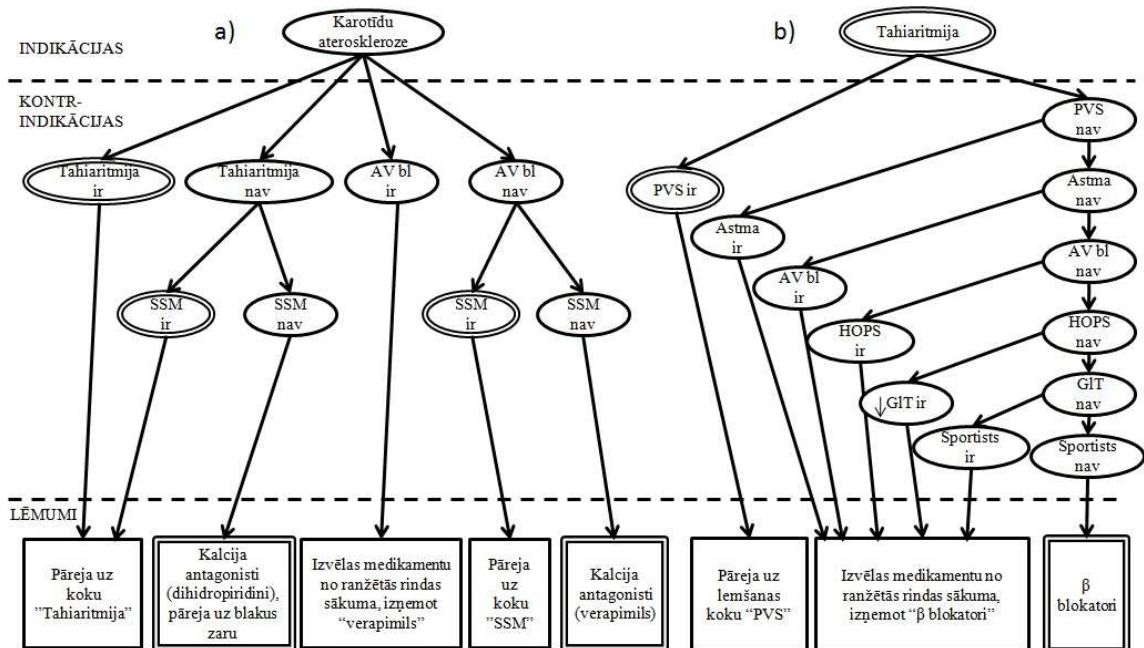
Pirmkārt, nosacījumu daļā ir jāatšķir indikācijas no kontraindikācijām. Pie kam viens un tas pats MOB var piederēt gan vienai, gan otrai kopai.

Otrkārt, pie vienas un tās pašas indikācijas var būt pielietojami divi vai vairāki medikamenti, t.i., lemšanas kokam var būt divi vai vairāki lemšanas zari bez kritērijiem, lai pamatoti izvēlētos labāko. Pie tam koku skaits ir liels.

Izstrādāto lemšanas koku fragmenti parādīti 1. un 2. attēlā.



1. att. Lemšanas koki medikamentu izvēlei : a) koks ar vienu lemšanas zaru, b) koks ar virsotni no I - K kopas (SPI – stenokardija pēc infarkta, HOPS – hroniskā plaušu slimība, AV bl – atrio-ventrikulārais bloks, GIT – samazināta glikozes tolerance, PVS – perifērā vaskulārā slimība, SSM – sastrēguma sirds mazspēja)



2. att. Lemšanas koki medikamentu izvēlei : a) koks ar diviem lemšanas zariem, b) koks ar virsotni no I - K kopas (SPI – stenokardija pēc infarkta, HOPS – hroniskā plaušu slimība, AV bl – atrio-ventrikulārais bloks, GIT – samazināta glikozes tolerance, PVS – perifērā vaskulārā slimība, SSM – sastrēguma sirds mazspēja)

Kokiem ir 3 līmeņi: indikācijas, kontrindikācijas un lēmumi. Katrs koks sākas ar indikāciju un beidzas ar lēmumu. Lēmumi dalās 2 grupās:

- gala lēmumi (attēloti ar dubultlīniju taisnstūriem);
- starplēmumi (attēloti ar vienlīniju taisnstūriem).

Gala lēmumi satur izvēlēto medikamentu grupu, bet starplēmumi norāda uz nepieciešamību pāriet uz cita zara vai koka analīzi un sniedz servisa ziņojumu, ka konkrētā medikamentu grupa nav lietojama tādas vai citādas kontrindikācijas dēļ.

Lēmšanas kokus pēc struktūras un satura var iedalīt sekojošās grupās:

1. Koki ar vienu lēmšanas zaru tādā nozīmē, ka ir tikai viens gala lēmums (sk. 1a attēlu).
2. Koki ar 2 vai vairākiem lēmšanas zariem, kur katrs zars beidzas ar gala lēmumu, tādējādi rekomendējot vairākus medikamentus vienā un tajā pašā situācijā (sk. 2a attēlu).
3. Koki, kuru sākuma virsotnes ir indikācijas, kas citos lēmšanas kokos var būt kā kontrindikācijas.

Konkrētajā uzdevumā ir piecas tādas indikācijas: sastrēguma sirds mazspēja (SSM), tahiaritmijas, grūtniecība, perifērā vaskulārā slimība (PVS) un nieru mazspēja (NM). Visās koku konstrukcijās šīs virsotnes ir apzīmētas ar dubulto ovālu (sk. 1b un 2b attēlus) un kodētas kā virsotnes no kopas „Indikācijas - kontrindikācijas (I – K)”.

Lēmumu pieņemšanas loģika katrā koku grupā ir atšķirīga. Pirmajā koku grupā veidojas 3 iespējamās situācijas:

1. Ir indikācija un nav kontrindikāciju. Tad tiek pieņemts gala lēmums par medikamentu, piemēram, „β - blokatori” (sk. 1a attēlu).
2. Ir indikācija un kontrindikācija no kopas I – K, piemēram, PVS. Tad gala lēmums par medikamentu netiek pieņemts un starplēmums norāda turpināt lēmšanas procedūru, pārejot uz koku, kurā PVS ir kā indikācija (sk. 1a, 1b attēlus).
3. Ir indikācija un kontrindikācija, kas neietilpst kopā I – K. Tad gala lēmums netiek pieņemts un medikamenta izvēli turpina no ranžētās rindas sākuma, izslēdzot noraidīto, šajā piemērā izslēdzot β – blokatorus (sk. 1a attēlu).

Produkciju likumi atbilstoši iepriekš aprakstītajām 3 situācijām ir sekojoši :

1. JA ir pēc infarkta stenokardija (SPI)
UN nav perifērās vaskulārās slimības (PVS)
UN nav astmas
UN nav hroniskās plaušu slimības (HOPS)
UN nav AV bloka
UN nav samazinātas glikozes tolerance (GIT)
UN nav sportists
TAD ieteicami β blokatori.
2. JA ir pēc infarkta stenokardija (SPI)
UN ir perifērā vaskulārā slimība (PVS)
TAD pāreja uz koku „perifērā vaskulārā slimība” (PVS).
3. JA ir pēc infarkta stenokardija (SPI)

UN ir astma
VAI ir hroniskā plaušu slimība (HOPS)
VAI ir AV blokāde
VAI ir samazināta glikozes tolerance (GIT)
VAI ir sportists

TAD izvēlas pirmo medikamentu no ranžētās rindas, izņemot noraidīto „β blokatori”.

Otrajā lēmšanas koku grupā katrs lēmšanas zars tiek analizēts tāpat kā pirmajā grupā ar nosacījumu, ka obligāti jāanalizē visi iespējamie zari, neatkarīgi no lēmšanas rezultāta apskatītajā zarā.

Tā 2a attēlā pēc gala lēmuma pirmajā zarā „kalcija antagonistu (dihidropiridīni)” ir jāturpina blakus zara analīze, kuras gala lēmums ir „kalcija antagonistu (verapomils)” . Šādā situācijā rezultējošo gala lēmumu pieņem pēc tā, kurš no medikamentiem stāv augstāk ranžētā rindā pēc vairākiem kritērijiem. Tāpat kā iepriekš, ja ir kontrindikācija no I – K grupas, piemēram, tahiaritmijas, seko pāreja uz koku, kas sākas ar indikāciju „Tahiaritmija” (sk. 2b attēlu).

Trešā lēmšanas koku grupa atšķiras ar to, ka tos analizē secīgi pēc 1. vai 2. grupas lēmšanas koku analīzes.

Otrajā lēmšanas koku grupā produkciju likumu tipveida kopai, kādu lieto pieņemot lēmumu, pirmajā lēmšanas koku grupā, pievienojas atšķirīgi produkciju likumi. Piemēram,

1. JA ir karotīdu ateroskleroze
UN nav tahiaritmijas
UN nav sastrēguma sirds mazspējas (SSM)
TAD lēmums kalcija antagonistu (dehidropiridīni)
UN pāreja uz blakus zaru.
2. JA ir karotīdes ateroskleroze
UN nav AV bloka
UN nav sastrēguma sirds mazspēja (SSM)
TAD lēmums - kalcija antagonistu (verapomils).
3. JA vienam kokam katrā zarā ir izvēlēts cits medikaments
TAD gala lēmumam izvēlas to medikamentu, kas ir pārāks ranžētajā medikamentu rindā.

Medikamentu ranžētās rindas izmantošana lēmšanas procesā balstās uz to, ka norādītās kontrindikācijas virzīti izslēdz tikai kādu no medikamentiem. Pārējie visi ir iespējami. Tikai rodas problēma, kuru no atlikušajiem izvēlēties. Šim nolūkam var veidot medikamentu ranžētu rindu, kuras izveidošanai izmanto kritērijus:

- blakņu skaitu,
- iedarbības ātrumu,
- darbības ilgumu,
- cenu u.c.

IV. LĒMŠANAS KOKI ĀRSTĒŠANAS TAKTIKAS IZVĒLEI DINAMIKĀ

Augstāk aplūkotais lēmšanas process ilustrē pirmo līmeni kopējā lēmšanas uzdevuma hierarhiskajā struktūrā.

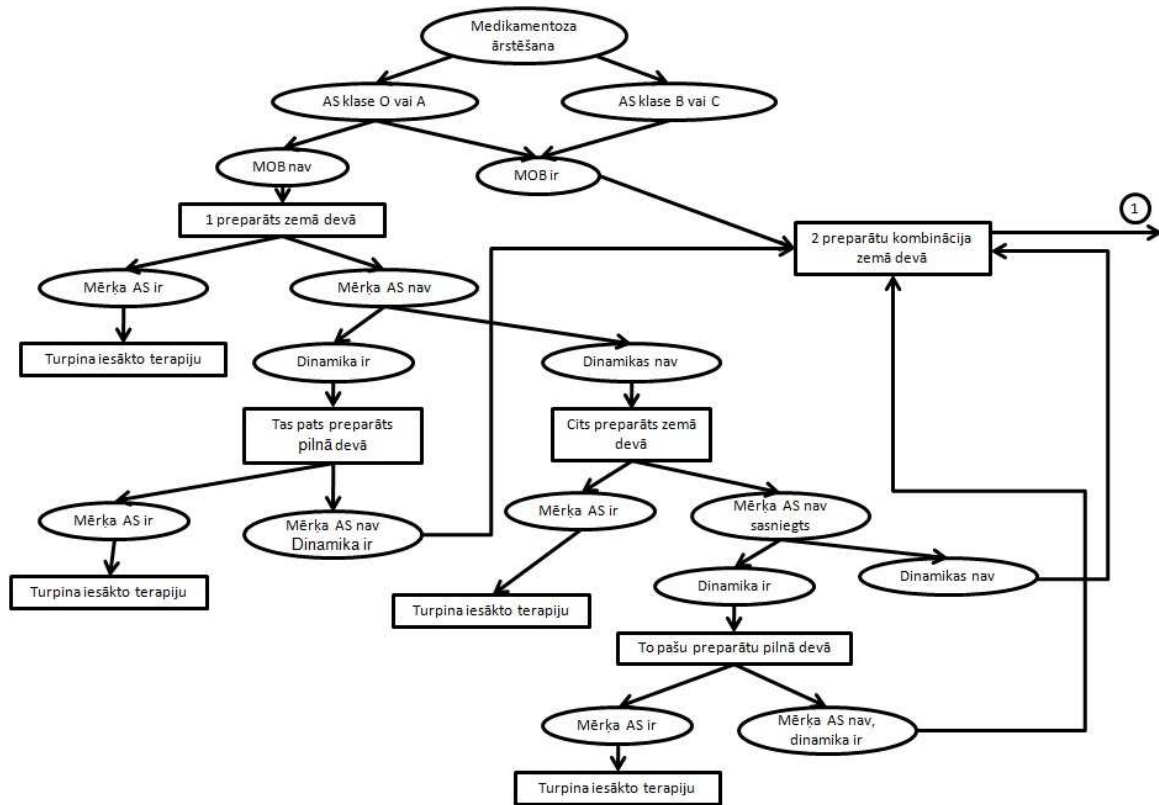
Otru līmeni veido lēmumi par ārstēšanas taktiku dinamikā, atkarībā no rezultātiem, kas iegūti 2 nedēļas lietojot iepriekš izvēlēto ārstēšanu.

Taktikas izvēles vadmotīvs ir sākt ārstēšanu ar mazāko intensitāti un tikai nepieciešamības gadījumā pāriet uz lielāku.

Piemēram, ja ir izvēlēta monoterapija (ārstēšana ar vienas grupas preparātiem), tad procesu sāk ar vienu preparātu zemā devā. Ja pēc 2 nedēļu lietošanas ir sasniegts mērķa asinsspiediens (AS), tad uzdevums ir atrisināts un tālāk turpina lietot šo preparātu zemā devā. Ja mērķa asinsspiediens nav sasniegts, bet ir pozitīva dinamika, var palielināt tā paša

preparāta devu līdz pilnai devai. Bet, ja nav pozitīvas dinamikas, tad jāņem cits preparāts vai arī preparātu kombinācija utt.

Lēmšanas koka fragments ārstēšanas taktikas izvēlei parādīts 3. attēlā.



3.att. Lēmšanas koks ārstēšanas taktikas izvēlei (fragments)

Tā kā šeit iet runa par dinamisku daudzsoļu procedūru, lēmšanas koks ir ar hierarhisku struktūru, ar daudziem daļējiem lēmumiem koka vidusdaļā.

Koka sākuma daļu veido elementi, kas paņemti no iepriekšējās sistēmas, kas izvēlējās ārstēšanas stratēģiju [3]. Pie šiem elementiem pieder asinsspiediena klase: O, A,B vai C un elementi MOB – mērķa orgānu bojājumi, kas raksturo slimības stadiju un nopietnību.

Pārejot uz produkciju likumu aprakstu, atšķirība no 1. un 2. attēla koki ir tā, ka produkciju likumi jāpiemēro grafa struktūras posmiem no viena daļēji lēmuma līdz otram.

Produkciju likumu piemērs ir šāds:

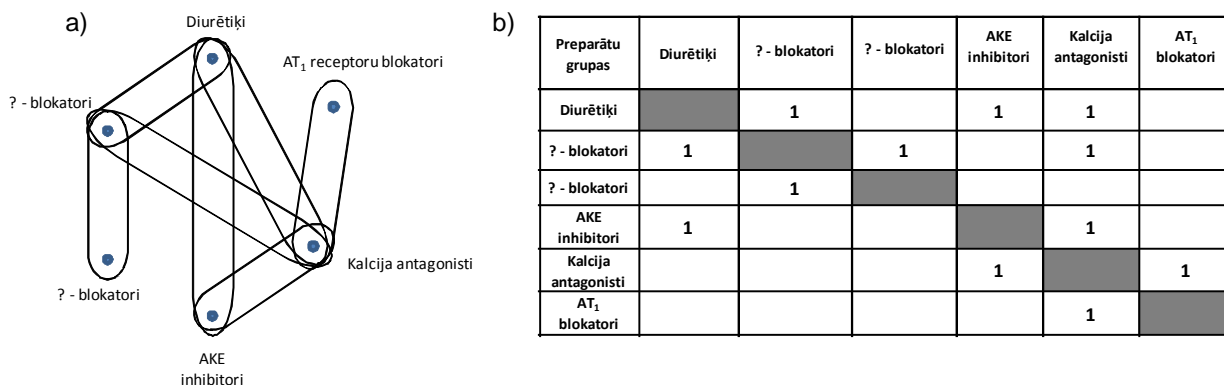
1. JA izvēlēta medikamentoza ārstēšana,
UN pacientam ir asinsspiediena A klase,
UN MOB nav,
TAD viens preparāts zemā devā.

2. JA viens preparāts zemā devā,
UN mērķa AS nav sasniegts,
UN pozitīva dinamika ir,
TAD tas pats preparāts pilnā devā.
3. JA viens preparāts zemā devā,
UN mērķa AS nav sasniegts,
UN pozitīvas dinamikas nav,
TAD cits preparāts zemā devā.

V. MEDIKAMENTU SAVSTARPĒJĀ SADERĪBA

Apskatāmajā sistēmā ir paredzēts, ka ne vienmēr varēs apmierināties ar monoterapiju, bet būs jālieto medikamentu kombinācijas. Diemžēl, ne visi preparāti ir savstarpēji saderīgi. Tādēļ kopējā lēmšanas procesa trešajā līmenī jāparedz lēmumi par preparātu saderību.

Informācija par preparātu saderību ir atrodama vadlīnijās un divos atšķirīgos veidos ir attēlota 4. attēlā. Atliek šo informāciju izteikt ar produkciju likumiem.



4.att. Medikamentu grupu savstarpējā saderība: a) pirmavota [1] interpretācija b) formalizācija tabulas veidā

VI. DATORSISTĒMAS FUNKCIONĒŠANAS ALGORITMS

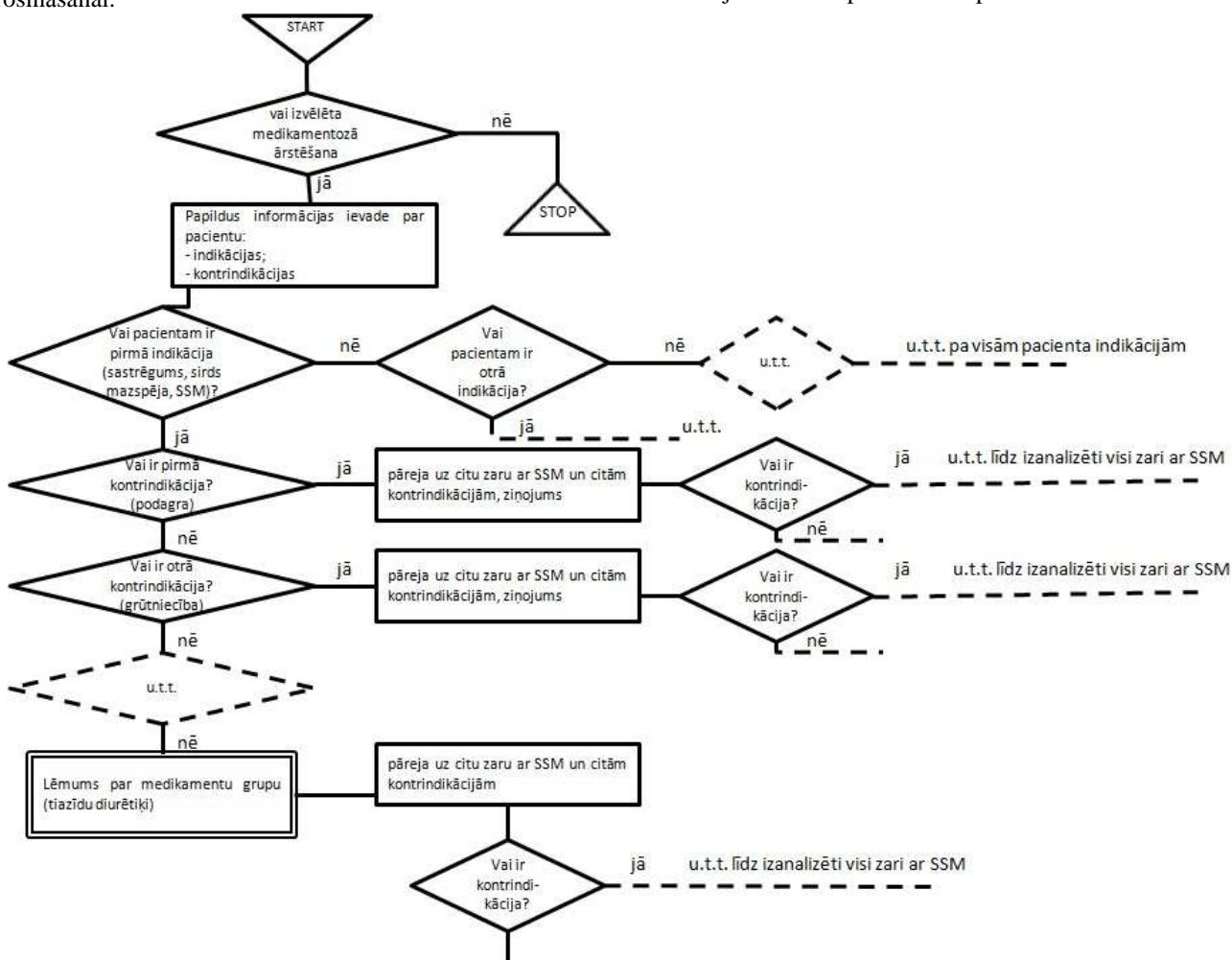
Vairāk līmeņu zināšanu bāze, kurā apkopotas, strukturizētas un formalizētas zināšanas no vadlīnijām, kalpo par pamatu datorsistēmai, lai realizētu lemšanas procesus visos līmeņos.

Līdzīgi kā zināšanu bāze, arī apkalpojošā datorsistēma veidojama kā vairāklīmeņu struktūra: medikamentu izvēlei, ārstēšanas taktikas izvēlei, medikamentu saderības nodrošināšanai.

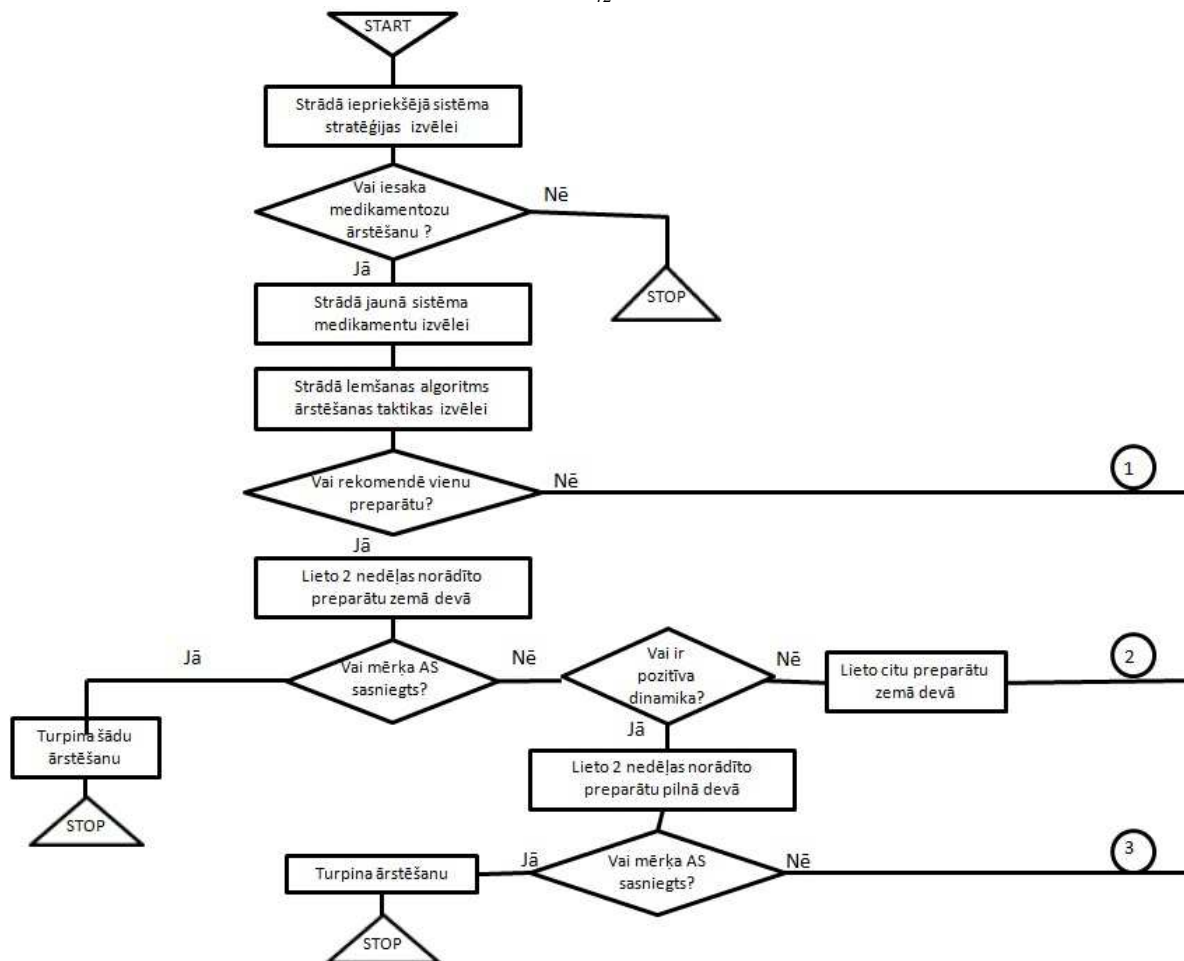
Jāatzīmē, ka datorsistēmai jābūt ar draudzīgu interfeisu sadarbībai ar lietotāju, jānodrošina ziņojumi un paskaidrojumi parciālo un gala lēmumu pieņemšanā.

Datorsistēmas funkcionēšanas algoritma fragments medikamentu izvēles realizācijai parādīts 5. attēlā, kur labi saskatāma lemšanas koka zaru skenēšanas un pārejas procedūra.

Datorsistēmas makroalgoritma fragments ārstēšanas procesa realizācijai kopumā parādīts 6. attēlā.



5.att. Datorsistēmas funkcionēšanas algoritms medikamentu izvēlei (fragments)



6.att. Datorsistēmas funkcionēšanas makroalgoritms ārstēšanas procesā (fragments)

Te redzam saite ar iepriekš izstrādāto sistēmu [3] un jaunās sistēmas atsevišķi līmeņi.

Nobeigumā pievērsīsim uzmanību 6. attēlā redzamā algoritma apgabalam labajā apakšējā stūrī, kur atrodas grafa nosacījuma virsotnes „Vai mērķa AS sasniegts?“, „Vai ir pozitīva dinamika?“.

Ja atbildes ir pozitīvas, process turpinās atbilstoši Vadlīniju rekomendācijām un datora pieņemtajiem lēmumiem.

Citāda situācija izveidojas, ja atbildes ir negatīvas. Tas nozīmē, ka neskatoties uz Vadlīnijās balstītiem lēmumiem un pēc visiem priekšrakstiem izvēlētiem medikamentiem (ko tāpat būtu izdarījis jebkurš ārsts, ja strādātu ar Vadlīnijām), prakse parāda neveiksmīgu rezultātu. Izskaidrojums te vienkāršs – konkrētais pacients nepieder pie vidējā statistiskās pacientu kopas un viņam nepieciešama ļoti individualizēta pieeja. Šādu īpatnēju pacientu procentuāli nav daudz, bet algoritmos tie ir jāievēro. Tādēļ algoritmā un lemšanas kokā (sk. 3.attēls) ir iestrādāti lēmumi:

- lieto citu preparātu;
- lieto 2 preparātu kombināciju;
- pievieno trešo preparātu utt.

Ja ārstēšanas procesu vada cilvēks bez datorsistēmas klātbūtnes, šādi lēmumi neizraisa nekādas domstarpības.

Ārstam ir skaidrs, ka darīšana ar ļoti īpatnēju pacientu un jāmeklē netradicionāls risinājums.

Diemžēl datorsistēma nevar pieņemt netradicionālus lēmumu, jo augstāk aprakstītajā zināšanu bāzē nav tādas informācijas.

Ir divas alternatīvas:

- 1) Izstrādāt šiem individuālajiem gadījumiem atbilstošas intelektuālas apakšsistēmas;
- 2) Pielietot interaktīvas metodes lēmumu pieņemšanai šādās situācijās.

Pirmajā gadījumā nepieciešama pavisam cita papildināta zināšanu bāze. Bet pašreizējā atbilstības stadijā tāda ir maz ticama. Tādēļ autori atbalsta otro variantu.

VII. SECINĀJUMI

Eiropas Hipertensijas un Eiropas kardioloģijas biedrības izstrādātās vadlīnijas hipertensijas novērtēšanai un ārstēšanai ir piemērots materiāls zināšanu bāzes veidošanai lēmumu pieņemšanas datorsistēmās.

Zināšanu bāze veidojama kā daudzlīmeņu hierarhiska struktūra.

Datorsistēma zināšanu bāzes izmantošanai lemšanas procesā veidojama kā daudzlīmeņu hierarhiska struktūra.

Zināšanu bāzes formalizētajam aprakstam un lēmumu pieņemšanai visos līmeņos var lietot produkciju likumu sistēmu.

Sistēmas ekspluatācijas laikā iespējamās situācijas, kad sistēmas lēmumi atsevišķiem pacientiem viņu īpatnību dēļ nedod gaidītos rezultātus. Individuālo lēmumu ģenerēšanai var lietot interaktīvas lēmšanas metodes.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] 2003 Guidelines for Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Journal of Hypertension*, 2003, 21, p. 1011-1053.
- [2] Eiropas Hipertensijas biedrības Eiropas kardioloģijas biedrība, *Hipertensijas novērtēšanas un ārstēšanas vadlīnijas 2003*. Rīga, Latvija, 2003. 85 lpp
- [3] Milaseviča, S., Prancāne, E., Markoviča, I., u.c. Zināšanu bāzu izveide no nozarē eksistējoša zināšanu apjoma. *RTU zinātniskie raksti, Datorzinātne*, 2009, 5. sērija, 39. sējums, 34. – 42.lpp
- [4] Prancāne, E. *Formalizētas zināšanu bāzes izveide no nozarē eksistējošā zināšanu apjoma, pielietojot produkciju likumus*: bakalaura darbs. Rīgas Tehniskā universitāte. Rīga, 2009. 89 lpp.

- [5] Durkin, J. *Expert Systems: Design and Development*. NY: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994. pp 800

Ieva Markovica, Holds Dr.sc.med (year 1990). Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technology, Docent. University of Latvia, Research Institute of Cardiology, Researcher.

Cardiovascular diseases: epidemiology, risk factors, prevention, structural modeling, expert systems for diagnostic and therapy selection.

117 publications: 2 monograph, papers in international journals, conferences.

Member of European and Latvian Society of Cardiology, Member of Latvian Society of Hypertension

Address: Meza str.1/4, LV 1007, Riga, Latvia

E-mail: imarka@inbox.lv

Zigurds Markovics holds Dr. Hab. sc. ing., Professor, (year 1993). Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technologies, Institute of Computer Control, Engineering and Technology, 148 publications.

Research interests: Computer Control System, Artificial Intelligent System, Robotics.

Member of Latvian Society of Professors and Latvian Scientists Society.

Address: Meza str. 1/4, LV – 1007, Riga, Latvia.

E-mail: Zigurds.Markovics@rtu.lv

Ieva Markovica, Zigurds Markovics. Decision making algorithms for choosing treatment strategy

This work focuses on the development of expert computer system which includes elements of artificial intelligence. The system is intended for decision making in the process of medical treatment by choosing medications or combination of medications and treatment tactics. Emphasis of the work is on the creation of knowledge base from existing knowledge in this domain and its computer implementation to provide a hierarchical decision-making process. Knowledge to be included in the knowledge base is taken from guidelines for management of arterial hypertension published by the European Society of Hypertension (ESH) and by the European Society of Cardiology (ESC) where the newest knowledge about specific medical problems is summarized. Decision making process in the system has a hierarchical structure where following parts can be distinguished: choice of treatment strategy, selection of nine hypotensive medications group or combination of medications, choice of treatment tactics and determination of mutual compatibility of combinations of medications. The decision-making procedure is realized in agreement with structure of decision trees that are constructed using the production rules. The every tree have three levels: level of indications, level of contraindications and level of decisions. The trees start with indication that motivate to choose any of the nine hypotensive medications group and end with two kinds of decisions. The terminal decision affirms the usefulness of selected medications group. The intermediate decision indicates that medications group is useless because of contraindications. Decision-making procedure must be continuing according to other tree branch. Corresponding to the hierarchical structure of knowledge base and decision-making process also expert computer system is designed with a hierarchical structure.

Иева Марковича, Зигурд Маркович. Алгоритмы принятия решений в задачах выбора тактики лечения

В работе рассматриваются вопросы создания экспертной системы с включением в неё элементов искусственного интеллекта. Система предназначена для принятия решений в медицине, в процессе лечения. Решения относятся к выбору медикаментов или их комбинаций и к выбору тактики лечения в динамике. Основное внимание уделяется созданию баз знаний и их компьютерной реализации для обеспечения иерархического процесса принятия решений. Источником знаний подлежащих включению в базы знаний является руководство по тактике лечения артериальной гипертензии (Guidelines for management of arterial hypertension published by the European Society of Hypertension and by the European Society of Cardiology). В этом документе обобщены новейшие знания и результаты международных исследований в данной области медицины. Основанием для структуризации и формализации знаний из первоисточников и создания базы выбран метод продукционных правил (если...то).

Принятия решений в системе имеет иерархическую структуру. В нём можно выделить уровень выбора стратегии лечения, уровень выбора 9 групп медикаментов и их комбинаций, уровень выбора тактики лечения в зависимости от тяжести и динамики артериального давления и уровень проверки совместимости медикаментов в комбинации.

Основанием для принятия решений на каждом из уровней выбрано дерево решений. Последнее имеет весьма сложную и не однородную структуру из-за чего процесс принятия решения является многошаговым с последовательным просмотром нескольких ветвей дерева или нескольких деревьев в целом. Это предопределено наличием множества показаний (индикаций) для применения того или другого медикамента и множества противопоказаний (контраиндикаций), исключающих применение этого медикамента. В некоторых случаях индикации и контраиндикации меняются местами.

Процесс выбора тактики лечения является динамическим в зависимости от результатов применения выбранного медикамента (медикаментов) в течении 2 недель. На каждом шаге применения возможны 3 промежуточных исхода: достигнуто целевое состояние, не достигнуто целевое состояние, но имеется положительная динамика и не достигнуто целевое состояние и не имеется положительная динамика. Эти исходы определяют направления последующих действий.

Согласно иерархической структуре принятия решений и базы знаний, обслуживающая их компьютерная система также имеет иерархическую структуру.