

# Zināšanu strukturizācijas un lēmumu pieņemšanas metodika terapijas izvēlei

Ieva Markoviča<sup>1</sup>, Zigurds Markovičs<sup>2</sup>, Elīza Prancāne<sup>2, 1,2,3</sup> *Rīga Technical University*

**Kopsavilkums.** Darbā aplūkots viens no ekspertu datorsistēmu pamatelementiem – zināšanu bāzes izveidošana, ievērojot lietojumfēras īpatnības. Nozarē eksistējošās zināšanas ir koncentrētas rekomendāciju krājumā, ko sauc par „Vadlīnijām” konkrētajā problēmvidē un kas paredzētas lēmumu pieņemšanas datorrealizācijai. Zināšanu transformāciju no apraksta formas uz lemšanas koku struktūru un tālāk uz daudzlīmeņu produkciju likumiem apgrūstina neviennozīmīgas rekomendācijas, to pārklājumi un noliegumi, kā arī lemšanas procesu ķēdes.

Darbā sniegta šo problēmu risināšanas metodika, par lietojumfēru izvēloties medicīnu un terapijas izvēles procesu. Aplūkota arī medikamentu kompleksu veidošana un medikamentu nesaderības novēršana u.c. Metodika demonstrēta uz terapijas izvēles piemēra arteriālās hipertensijas slimniekiem.

**Atslēgas vārdi:** ekspertsistēma, zināšanas, zināšanu bāze, lēmumu pieņemšana, lemšanas koks, produkciju likumi, medikamentu kompleksi, indikācijas, kontrindikācijas, arteriālā hipertensija.

## I. IEVADS

Rakstā aplūktas problēmas, kas skar zināšanu strukturizāciju, veidojot zināšanu bāzes lēmumu pieņemšanai, akcentējot īpatnības konkrētā lietojumfērā. Par pēdējo ir izvēlēta medicīna un terapijas izvēles uzdevumi konkrētiem pacientiem konkrētu slimību gadījumos.

Terapijas izvēle prasa plašas zināšanas gan par slimības attīstības mehānismu jeb patogēnēzi, gan par medikamentu iedarbības mehānismiem. No visām terapijas formalizētās izvēles metodēm autori strādā pie divām no tām. Viena balstās uz slimību patogēnēzes un medikamentu iedarbības matemātiskās modelēšanas paņēmieniem, kas noved pie vektorālās optimizācijas metožu pielietojuma [1, 2].

Otra metode balstās uz pēdējā laikā populāru zināšanu koncentrēšanas dokumentu izmantošanu. Pēdējie tiek izstrādāti multinacionālu programmu ietvaros un rezultējas rekomendāciju krājumos lēmumu pieņemšanai ar kopēju nosaukumu „Vadlīnijas”. Šāds dokuments ir izstrādāts arī arteriālās hipertensijas (AH) ārstēšanai [3, 4]. Līdz ar to izstrādes mērķis ir izveidot terapijas izvēles datorsistēmu uz Vadlīnijās apkopotās zināšanu bāzes. Šāda veida zināšanas var strukturizēt, izmantojot lemšanas kokus, kurus var aprakstīt, izmantojot kādu no zināšanu atspoguļošanas shēmām: produkciju likumus, freimu struktūras, semantiskos tīklus u.c. [5, 6].

Rakstā autori risina konkrētus uzdevumus šī mērķa sasniegšanai, tādus kā vadlīniju zināšanu strukturizācija un formalizācija zināšanu bāzē, lemšanas koku izveide, pāreja uz vairāklīmeņu produkciju likumiem u.c. [5,6]. Parādās jautājumi par medikamentu kompleksu izveidošanu un

medikamentu saderības pārbaudi. Darbā gaitā papildus rodas nepieciešamība veidot medikamentu kompleksus, pārbaudot to saderību.

## II. PROBLĒMAS NOSTĀDNE

Vadlīnijas kā zināšanu avots par slimību vai stāvokli, tajā skaitā arī par arteriālo hipertensiju, ir izveidotas, lai palīdzētu praktizējošam ārstam diagnosticēt slimību vai izvēlēties efektīvāko ārstēšanu katram konkrētam slimniekam. Hipertensijas novērtēšanas un ārstēšanas vadlīnijās [3] zināšanas par jaunākajām atziņām AH medikamentozā ārstēšanā ir koncentrētas tabulas veidā. Neliels fragments no tās parādīts 1. tabulā.

I.TABULA

MEDIKAMENTU GRUPU REKOMENDĀCIJU FRAGMENTS NO VADLĪNIJĀM

Medikamentu grupa	Indikācijas, kad ieteicams lietot	Kontrindikācijas	
		Absolūtās	Relatīvās
Diurētiķi (antialdosterona)	Pēc miokarda infarkta; Sirds sastrēguma mazspēja	Nieru mazspēja Hipokaliēmija	-
Diurētiķi (cilpas)	Nieru mazspēja; Sastrēguma sirds mazspēja	-	-
β-blokatori	Stenokardija pēc miokarda infarkta; Sastrēguma sirds mazspēja; Tahiaritmijas; Grūtniecība;	Astma; AV-bloks; Hroniska obstruktīva plaušu slimība	Perifērā vaskulārā slimība; Samazināta glikozes tolerance; Sportists
Kalcija antagonisti (dihidropiridīni)	Stenokardija; Vecāki pacienti; Izolēta sistoliska hipertensija; Perifērā vaskulārā slimība; Karotīdu ateroskleroze; Grūtniecība	-	Tahiaritmijas; Sastrēguma sirds mazspēja;
...	...	...	...

1. tabulā uzskaitītas medikamentu grupas, kas lietojamas AH ārstēšanā. Tālāk seko rekomendācijas, kādos gadījumos katra no šīm grupām lietojama, t.i., indikācijas, kad ieteicams lietot, un kontrindikācijas, kad preparātu lietot nedrīkst.

2.TABULA

FRAGMENTS NO KONTRINDIKĀCIJU TABULAS AR AIZLIEGTAJIEM MEDIKAMENTIEM

Medikamentu grupas Kontr-indikācijas	Diurētiķi			Blokatori	Kalcija antagonisti		AKE inhibitori	AT1 blokatori	α blokatori
	Tiazīdu	Cilpas	Antialdosterona		Dihidropiridīni	Verapamils			
Hipokaliēmija									
Hiperkaliēmija									
Nieru artēriju stenoze									
Nieru mazspēja									
Grūtniecība									
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Par indikācijām<sup>1</sup> (Ind) un kontrindikācijām<sup>2</sup> (K) var būt:

- simptomi (proteīnūrija, tahiaritmija, A-V bloks u.c.),
- sindromi (nieru mazspēja u.c.),
- stāvokļi (pēc miokarda infarkta, grūtniecība, sportists u.c.),
- slimības (perifērā vaskulārā slimība (PVS), hroniskā plaušu slimība u.c.).

Vadlīnijās pēc noklusējuma ietvertās atziņas un loģiku, kas saprotamas cilvēkam, kurš pielieto vadlīnijas, var izteikt ar sekojošiem nosacījumiem.

**1. nosacījums** - visas uzskaitītās medikamentu grupas ir piemērotas AH ārstēšanai. Tas nozīmē, ka drīkst nozīmēt jebkuru medikamentu no šīm grupām, nenodarot pacientam kaitējumu, ja vien nav kontrindikāciju, kas liedz to darīt. Cits jautājums, cik efektīvs ir medikaments konkrētajā situācijā. Vadlīniju galvenais mērķis ir konkrētāk norādīt, kad kurš no medikamentiem ir efektīvāks tās vai citas indikācijas gadījumā, paturot prātā, ka terapijai jābūt virzītai uz pamatslimību, t.i., uz spiediena samazināšanu.

**2. nosacījums** - kontrindikācijai kā noliegumam ir prioritāte attiecībā pret indikāciju kā rekomendāciju. Lai cik efektīvs būtu medikaments konkrētajā situācijā, to nedrīkst lietot, ja pacientam ir kontrindikācija. Šī nosacījuma ignorānce var novest pie kaitējuma pacienta veselībai. Lai strikti ievērotu 2. Nosacījumu, projektējamā datorsistēma jāveido tā, ka neatļautie medikamenti tiek izņemti no analīzes procesa jau pašā sākumā, tiklīdz sistēmā ievada pacienta kontrindikācijas. Šim nolūkam var izmantot tabulu ar kontrindikācijām atbilstošajiem un aizliegtajiem medikamentiem, kuras fragments parādīts 2. tabulā.

**3. nosacījums** - ja konkrētajā situācijā piemērotākais medikaments pēc indikācijām ir aizliegts kontrindikāciju dēļ un nav cita rekomendēta medikamenta, ir jāizvēlas no palikušajiem medikamentiem kāds cits, vēlams no ranžētās rindas augšgala (šī problēma tiks aplūkota tālāk). Šādā situācijā ārstēšanas efektivitāte var būt zemāka, nekā iespējamā piemērotākā medikamenta gadījumā, bet

terapeitiskā iedarbība tik un tā būs un tā tiks vērsta uz asinsspiediena samazināšanu.

**4. nosacījums** – situācijā, kad pacientam ir ne tikai AH, bet arī vienā vai vairākās no vadlīnijās norādītajām indikācijām, jāveido medikamentu salikums (kombinācija) atbilstoši indikācijām. Medikamentu salikumā var ietilpt kā virzīti rekomendētie medikamenti, tā izvēlētie no ranžētās rindas augšgala.

**5. nosacījums** - ja analīzes un lēmuma pieņemšanas procedūra noslēdzas ar medikamentu salikuma rekomendāciju, salikumā ietilpstošie medikamenti jāpārbauda uz savietojamību. Šim nolūkam Vadlīnijās ir atbilstoša informācija [3].

Atgriežoties pie Vadlīniju rekomendāciju tabulas (1. tabula), var secināt, ka tā slēpj sevī sarežģītumu, sava veida „zemūdens akmeni”. Lieta tāda, ka indikāciju un kontrindikāciju kopas nav izolētas, bet pārklājas. Tas nozīmē, ka dažiem simptomiem, sindromiem vai stāvokļiem ir divējāda daba – tie var būt gan kā indikācijas vienai, gan kā kontrindikācijas citai medikamentu grupai. Piemēram, „Tahiaritmijas” var būt indikācija, lai nozīmētu β-blokatorus, bet var būt kā kontrindikācija, lai aizliegtu kalcija antagonistus. Vēl vairāk, nieru mazspējas gadījumā rekomendē cilpas diurētiķus, bet aizliedz antialdosterona diurētiķus. Šāda tipa stāvokļi turpmāk tiks saukti par duālām indikācijām/kontrindikācijām jeb I/K.

Vadlīnijās iekļautas piecas šādas I/K.

- perifērā vaskulārā slimība,
- tahiaritmija,
- sastrēguma sirds mazspēja (SSM),
- grūtniecība,
- nieru mazspēja.

I/K duālā daba jāņem vērā, veidojot lemšanas kokus un produkciju likumus.

### III. LEMŠANAS KOKI UN PRODUKCIJU LIKUMI MEDIKAMENTU GRUPU IZVĒLEI

Terapijas izvēle pēc būtības ir lēmuma pieņemšanas process. Lai to uzticētu datoram, sistēmā jāiestrādā lemšanas formālais modelis.

Par pirmo soli zināšanu transformācijas procedūrā kalpo lemšanas koki, kam pakārto transformācijas otro soli – pāreju

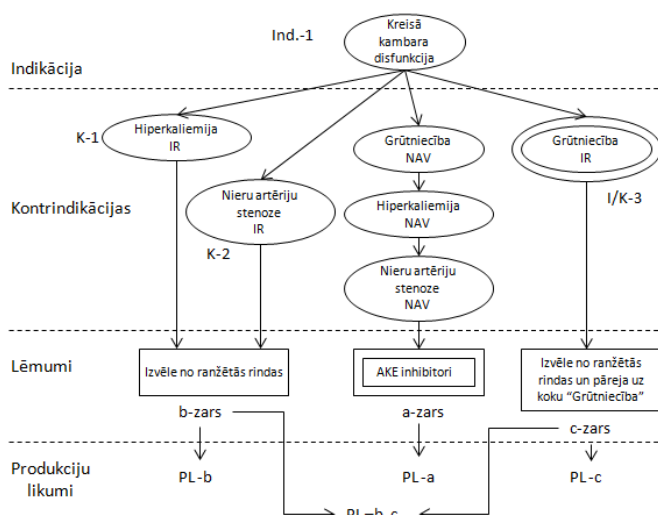
<sup>1</sup>Indikācija (lat. indicatio - radīšana), norādījums par to, kādos gadījumos ieteicams attiecīgais terapeitiskais paņēmieni vai medikaments.

<sup>2</sup> Kontrindikācija (lat. contra - pret + indicatio - radīšana) organisma vai slimības īpatnības, kuru dēļ nedrīkst izmantot kādu ārstēšanas veidu vai medikamentu.

uz produkciju likumiem. Šie formālie instrumenti zināšanu bāzes veidošanai ir izvēlēti tādēļ, lai būtu iespējami viegli saprotami sistēmas lietotājam – mediķim, un viegli pārveidojami, ja rodas jaunas atziņas lietojumsfērā.

Autori veido lemšanas kokus katrai Vadlīnijās apskatāmajai indikācijai „Ind” saistībā ar iespējamām kontrindikācijām „K”.

Lemšanas kokus iedala vairākās klasēs atkarībā no tā, cik medikamentu klases rekomendē un cik un kādas kontrindikācijas ir iesaistītas. Vienkāršākais attēls ir parādīts 1. attēlā.



1.att. Lemšanas koks vienai medicīniskai indikācijai un iespējamām trīs kontrindikācijām.

Koks sākas ar Ind. – 1, kas piemērā ir „Kreisā kambara disfunkcija”. Jāatzīmē, ka faktiski lemšanas kokam jāsākas ar pamata slimību AH, bet tā kā visi pacienti ir AH slimnieki, šo faktu var ievērot pēc noklusējuma. Koks sastāv no trīs veidu zariem. Centrālais zars (a-zars) demonstrē situāciju, kad nav nevienas kontrindikācijas, tādēļ iespējams lēmums ar rekomendējamo efektīvāko medikamentu, piemērā ar AKE inhibitoriem.

Otrais zaru paveids (b-zars) demonstrē situāciju, kad ir viena vai vairākas kontrindikācijas, kas noliedz efektīvākā medikamenta lietošanu. Atbilstoši 3. nosacījumam medikamentu izvēlas no to ranžētās rindas.

Trešais zaru paveids (c-zars) ietver duālas indikācijas/kontrindikācijas I/K. Vienā kokā var būt viens vai vairāki šādi zari. No vienas puses, I/K ir kontrindikācija, ko varētu pievienot b-zaram. No otras puses, I/K ir indikācija, kam ir savs lemšanas koks, ko arī vajag ievērot un analizēt. Tādēļ I/K tiek izdalīti kā patstāvīgi zari un lēmumus pēc šiem zariem veido no divām daļām: medikamenta izvēle no ranžētās rindas un pāreja uz I/K koka analīzi. Rezultātā rekomendācijas var ietvert vairākus medikamentus (4. un 5. nosacījums). 1. attēls demonstrē arī kokos izdalāmos līmeņus: indikācijas līmenis, kontrindikāciju līmenis un lēmumu līmenis. Attēla apakšā parādītās bultas norāda uz produkciju likumu (PL) paveidiem, ar kuriem apraksta lēmuma pieņemšanas kokus. Tiek piedāvāts veidot PL vispirms katram

lemšanas koka zaram autonomi (tie ir produkciju likumi PL-a, PL-b, PL-c). Tad nepieciešams veidot PL koka zaru kombinācijām (PL-b,c). Sīkāk par kombinācijām tiks runāts nākamajā piemērā. Produkciju likumi piemērā var būt sekojoši:

1) atsevišķiem zariem,

PL-a. JA ir Ind-1 UN nav kontrindikācijas K1(hiperkaliēmija)  
UN nav kontrindikācijas K2 (nieru artēriju stenoze)

UN nav kontrindikācijas I/K3 (grūtniecība)

TAD medikaments AKE inhibitori

PL-b. Ja ir Ind-1 UN ir kontrindikācijas K1(hiperkaliēmija)

VAI ir kontrindikācijas K2 (nieru artēriju stenoze)

UN nav kontrindikācijas I/K3 (grūtniecība)

TAD medikaments no ranžētās rindas (domāts ir neizslēdzošais VAI)

PL-c. Ja ir Ind-1 UN nav kontrindikācijas K1(hiperkaliēmija)

UN nav kontrindikācijas K2 (nieru artēriju stenoze)

UN ir kontrindikācijas I/K3 (grūtniecība)

TAD medikaments no ranžētās rindas UN pāreja uz koku indikācijai „Grūtniecība”.

2) zaru kombinācijām,

PL-bc. Ja ir Ind-1 UN ir kontrindikācijas K1(hiperkaliēmija)

UN ir kontrindikācijas K2 (nieru artēriju stenoze)

UN ir kontrindikācijas I/K3 (grūtniecība)

TAD medikaments no ranžētās rindas UN pāreja uz koku indikācijai „Grūtniecība”.

Produkciju likumu PL-c un PL-b,c slēdzienu daļa, kas satur saikli „UN” izsauc otrā līmeņa PL nepieciešamību, ko var izteikt kā 6. nosacījumu.

**6.nosacījums** - ja viens lemšanas zars vai koks rekomendē medikamentu no ranžētās rindas UN pāreju uz citu (citiem) kokiem, tad izvēlas medikamentu no ranžētās rindas un medikamentu no citu koku rekomendācijām. Tā kā šajā gadījumā sintezē medikamentu kompleksu no diviem vai vairāk medikamentiem, ir jāizpilda 5. nosacījums, t.i., pārbaude uz savietojamību.

2. attēlā parādīta sarežģītāka situācija, kad indikācijai var rekomendēt divas preparātu grupas, bez tam ir iespējams lielāks kontrindikāciju skaits, tajā skaitā arī vairākas duālas I/K. Iespējamie produkciju likumi (fragments) ir sekojoši:

1) atsevišķiem zariem,

PL-a. JA ir Ind UN nav I/K-5 (nieru mazspēja)

UN nav K-1 (hipokaliēmija)

TAD medikaments Diurētiķi (antialdosterona)

PL-b. JA ir Ind UN nav I/K-4 (grūtniecība)

UN nav K-2 (hiperkaliēmija)

UN nav K-3 (nieru artēriju stenoze)

TAD medikaments AKE inhibitori

PL-c. JA ir Ind UN ir K-1 (hipokaliēmija)

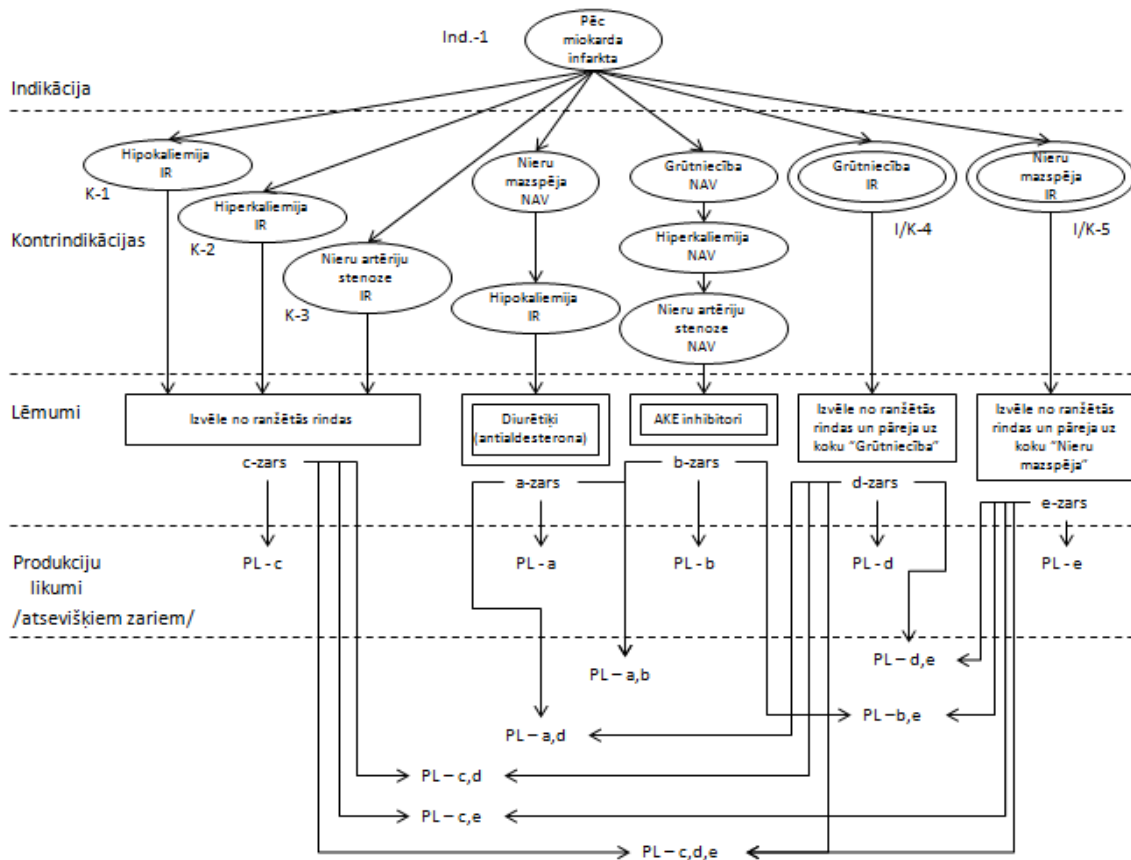
UN ir K-2 (hiperkaliēmija)

UN ir K-3 (nieru artēriju stenoze)

UN nav I/K-4 (grūtniecība)

UN nav I/K-5 (nieru mazspēja)

TAD medikaments no ranžētās rindas



2.att. Lemšanas koks indikācijai ar iespējamiem diviem medikamentiem un vairākām kontraindikācijām.

PL-d. JA ir Ind UN ir I/K-4 (grūtniecība)

UN nav K-1 (hipokaliēmija)

VAI nav K-2 (hiperkaliēmija)

VAI nav K-3 (nieru artēriju stenoze)

UN nav I/K-5 (nieru mazspēja)

TAD medikaments no ranžētās rindas UN pāreja uz koku „Grūtniecība” (gala lēmums atbilstoši 6. nosacījumam).

PL-e. JA ir Ind UN ir I/K-5 (nieru mazspēja)

UN nav K-1 (hipokaliēmija)

VAI nav K-2 (hiperkaliēmija)

VAI nav K-3 (nieru artēriju stenoze)

UN nav I/K-4 (grūtniecība)

TAD medikaments no ranžētās rindas UN pāreja uz koku „Nieru mazspēja” (gala lēmums atbilstoši 6. nosacījumam)

2) zaru kombinācijām,

PL-a,b. JA ir Ind UN nav K-1(hipokaliēmija)

UN nav K-2(hiperkaliēmija)

UN nav K-3 (nieru artēriju stenoze)

UN nav I/K-4 (grūtniecība)

UN nav I/K-5 (nieru mazspēja)

TAD diurētiki antialdosterona un AKE inhibitori

Šajā gadījumā PL slēdzienu daļa satur 2 daļas, kurās katrā ir norādīta konkrēta medikamentu grupa.

**7. nosacījums** - ja lemšanas koka analīzes gaitā rekomendē divas vai vairāk konkrētas medikamentu grupas, gala lēmumā ietveramas visas rekomendētās grupas.

PL-c,d. JA ir Ind UN ir K-1(hipokaliēmija)

VAI ir K-2 (hiperkaliēmija)

VAI ir K-3 (nieru artēriju stenoze))

UN ir I/K-4 (grūtniecība)

UN nav I/K-5 (nieru mazspēja)

TAD medikaments no rindas UN pāreja uz koku „Grūtniecība” (gala lēmums atbilstoši 6. nosacījumam, t.i., abi rekomendētie medikamenti).

PL-c,e. JA ir Ind UN ir K-1(hipokaliēmija)

VAI ir K-2 (hiperkaliēmija)

VAI ir K-3 (nieru artēriju stenoze)

UN ir I/K-5 (nieru mazspēja)

UN nav I/K-4 (grūtniecība)

TAD medikaments no rindas UN pāreja uz koku „Nieru mazspēja” (gala lēmums atbilstoši 6. nosacījumam).

PL-c,d,e. JA ir Ind UN ir K-1(hipokaliēmija)

VAI ir K-2 (hiperkaliēmija)

VAI ir K-3 (nieru artēriju stenoze)

UN ir I/K-4 (grūtniecība)

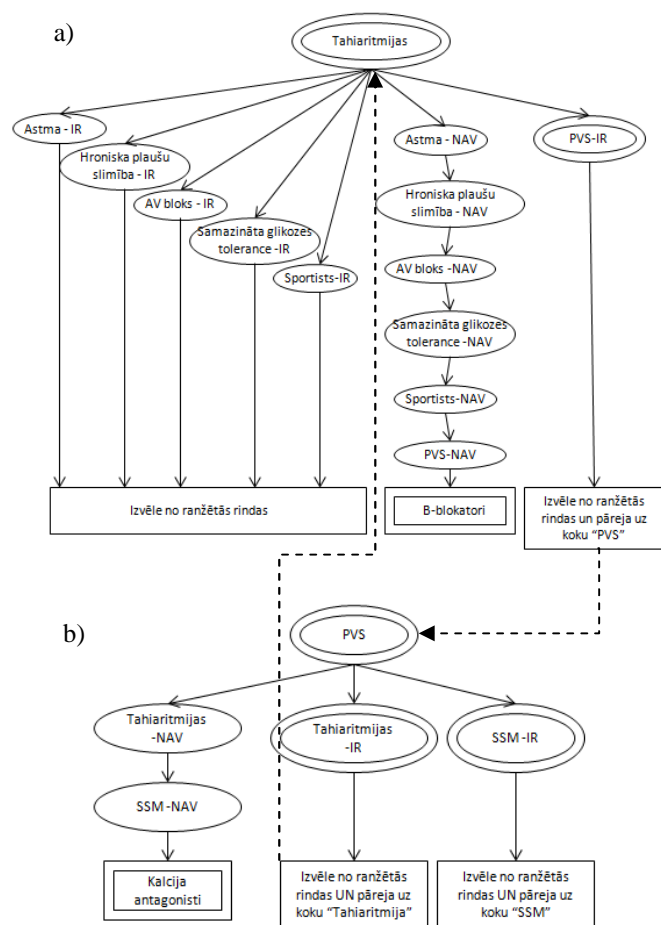
UN ir I/K-5 (nieru mazspēja)

TAD medikaments no rindas UN pāreja uz koku „Grūtniecība” UN pāreja uz koku „Nieru mazspēja”. (gala lēmums jāpieņem atbilstoši 6. nosacījumam).

Zaru kombinācijas atrod pēc matemātiskās kombinatorikas likumiem kā kombinācijām no  $m$  pa  $n$  elementiem, t.i.,  $C_m^n$ , kombinācijas no diviem zariem, no trim zariem utt. Jāatceras, ka visas formāli iespējamās kombinācijas nevar realizēties, piemēram, nevar vienlaicīgi būt situācija c-zaram un a-zaram, e-zaram un a-zaram. Var formulēt neiespējamus savienojumus, šajā piemērā tie ir ac, bc, ae, bd. Līdz ar to jāapraksta tikai iespējamās kombinācijas: ab, ad, be, cd, ce, de un cde un gala lēmumi jāformulē atbilstoši 6. nosacījumam.

#### IV. PRODUKCIJU LIKUMI NOSLĒGTU CIKLU GADĪJUMĀ

Vadlīnijas kā zināšanu avots pieļauj vēl sarežģītāku struktūru veidošanu. Viena tāda struktūra iespējama, ja par indikācijām tiek apskatītas duālās indikācijas/kontrindikācijas - I/K. Var būt situācija, kad viena I/K koka analīze rekomendē pāreju uz citu I/K koku, kura analīze rekomendē pāreju atpakaļ uz pirmo. Veidojas noslēgts cikls (cilpa), no kura var izklūt, tikai to pārraujot. Šāds piemērs parādīts 3.attēlā, kur tiek demonstrēts I/K koks “Tahiaritmijas” 3a. attēls un I/K koks “Perifērā vaskulārā slimība” 3b. attēls.



3.att. Lemšanas koki, kas veido noslēgtu ciklu:

a) lemšanas koks „Tahiaritmijai”

b) lemšanas koks „PVS”

Pirmajā kokā PVS ir kontrindikācija, otrajā kokā tā ir indikācija. Ja pirmajā kokā strādā zars ar PVS, tas noved pie medikamentu izvēles no ranžētās rindas un pārejas uz koku PVS. Šajā kokā ir zars ar I/K „Tahiaritmijas”, kas rekomendē pāreju atpakaļ uz koku ”Tahiaritmijas” un tā līdz bezgalībai. Izeja no noslēgtā cikla ir redzama 8. nosacījumā.

**8. nosacījums** - ja koku analīzes gaitā veidojas noslēgts cikls, katru tajā ietilpstošo koku analizē tikai vienu reizi un gala lēmumu veido, ievērojot 6. nosacījumu.

Aplūkotajā piemērā produkciju likumus veido pēc iepriekšējos paragrāfos izklāstītās metodes: pirmajam kokam vispirms veido likumus katram zaram atsevišķi, tad zaru kombinācijām. Ja strādā zars ar I/K PVS, tad gala lēmumā ieraksta „medikaments no ranžētās rindas” un realizē pāreju uz koku PVS, kam pielieto to pašu analīzes metodi.

Ja strādā zars ar I/K Tahiaritmijas, atkārtojas rekomendācija par ranžēto rindu, bet rekomendāciju pārejai atpakaļ uz koku „Tahiaritmijas” ignorē.

Jāatzīmē, ka noslēgtie cikli veidojas tikai tajos gadījumos, ja apskatāmajos kokos darbojas zari ar duālajām I/K. Bez šo zaru iesaistes situācija vienkāršojas uz pamata variantu, piemēram, pie Tahiaritmijas, ja nav PVS un citu kontrindikāciju, var rekomendēt  $\beta$ -blokatorus.

#### V. MEDIKAMENTU RANŽĒTĀ RINDA

Jāatgādina, ka ar ranžētu rindu saprot objektu sakārtojumu rindā pēc kaut kāda kvalitātes rādītāja tā vērtību dilšanas secībā. Tas nozīmē, ka rindas pirmajās vietās būs objekti ar augstākiem kvalitātes rādītājiem. Savukārt rangs ir objekta vietas kārtas numurs, piemēram, rangs 2 nozīmē otro vietu rindā.

Medikamentu ranžētās rindas nepieciešamību nosaka divi aspekti. Pirmais no tiem ir ietverts 3. nosacījumā. Ja AH un konkrētai indikācijai visefektīvāko medikamentu izslēdz kontrindikācijas esamība, pacients nevar palikt bez terapijas un ir jāizvēlas labākais no atlikušajiem medikamentiem. Otrais aspekts saistīts ar to, ka pacientam vispār var nebūt papildus indikāciju un kontrindikāciju. Pacients nevar palikt bez terapijas, bet šāda situācija Vadlīnijās tiešā veidā nav aprakstīta un datorsistēma neizdos nekādu rekomendāciju. Bet loģika paredz, ka pacientam tomēr jānozīmē labākais medikaments.

Rodas jautājums, kurš no medikamentiem ir labākais AH gadījumā.

Medikamenta labumu var vērtēt pēc vairākiem kvalitātes kritērijiem, tādiem kā:

- specifiskā efektivitāte;
- iedarbības ātrums;
- iedarbības ilgums;
- radīto blakņu skaits;
- blakņu nozīmība (bīstamība dzīvībai), u.c.

Pirmie trīs kritēriji ņemami ar + zīmi, pēdējie 2 ar – zīmi. Tas nozīmē, ka kvalitātes kritēriji ir pretrunīgi. Šī ir pazīstamā vektorālās optimizācijas situācija (daudzkriteriālās optimizācijas situācija). Ir izveidota vesela metožu klase, kas risina šīs situācijas uzdevumus. Var nosaukt dažas no populārākajām vektorālās optimizācijas metodēm:

- svērto summu metode (*weighted sum method*),
- svērto mērķu metode (*weighted product method*),
- eksponenciālo svaru metode (*exponential weighted criteria*),
- absolūtās piekāpšanās metode (*absolute concession method*),
- relatīvās piekāpšanās metode (*relative concession method*),
- E-ierobežojumu metode (*E-constraint method*), u.c.

Visas apskatītās metodes [7, 8, 9, 10, 11] ļauj izvēlēties labākos aspektus un tos ranžēt. Savā starpā metodes atšķiras ar matemātiskā aparāta sarežģītību. AH ārstēšanas medikamentu ranžētās rindas veidošanai autori ir izvēlējušies pirmo no pieminētajām metodēm – svērto summu metodi, neskatoties uz to, ka literatūrā to sauc par „naivo pieeju” vai „pirmo, ko pamēģināt”. Tās būtību izsaka izteiksme [7]:

$$\text{opt } c = \max \sum_{r=1}^n w_r z_r(c_r) \quad (1)$$

kur  $c$  - alternatīvo lēmumu (objektu) kopa  $c = \{c_1, \dots, c_s, \dots, c_m\}$ ,  
 $r$  - kritēriji no līdz  $n$ ,  
 $z_r$  - lēmuma  $c_s$  vērtējums pēc  $r$ -tā kritērija,  
 $w_r$  -  $r$ -tā kritērija svarīguma koeficients, pie kam  $\sum_{r=1}^n w_r = 1$ .

Vērtējumu pēc pozitīvajām īpašībām ņem ar plus zīmi ar negatīvajām īpašībām – ar mīnus zīmi. Konkrētajā izstrādē par kritērijiem kalpo augstāk minētie. Metodes izvēle balstās uz diviem aspektiem:

- matemātiskā aparāta vienkāršība un piemērotība iespējamām izmaiņām,
- ieejas informācijas nenoteiktība.

Lieta tāda, ka no pieciem kritērijiem tikai viens – blakņu skaits ir skaitlisks. Pārējiem kritērijiem vērtējumi un svarīguma koeficienti rodami vienīgi ekspertu eksperimenta rezultātā. Savukārt ekspertu vērtējumu nenoteiktību rada nevienādā izpratne par mērķa funkciju, kam vērtējumi domāti: AH vai norādītajām indikācijām atsevišķi. Tādos apstākļos nav lietderīgi pielietot precīzāku, bet sarežģītāku matemātisko metodi.

## VI. SECINĀJUMI

Prezentētā zināšanu transformācija formalizētā zināšanu bāzē parāda, ka pēdējā laikā populārās Vadlīniju veidošanas paņēmiens konkrētās sfērās var kalpot par pamatu zināšanu bāzu izveidošanai. Vēl vairāk, Vadlīniju esamība var būtiski saīsināt izstrādes procesu, salīdzinājumā ar situāciju, kad zināšanas jāmeklē izklaidētos avotos. Tomēr Vadlīnijās apkopotās daudzu valstu speciālistu un pētnieku zināšanas ir samērā vāji piemērotas formalizācijai. To nosaka sprieduma neviennozīmība, secinājumu savstarpējie pārklājumi, kā arī spriešanas procedūras, kas var veidot noslēgtus ciklus. Teiktais ir atkarīgs no katras konkrētās situācijas un lietojuma sfēras.

Rakstā prezentētās zināšanu bāzes veidošanas un lemšanas procedūras pielietojumam terapijas izvēles uzdevumos ir vēl viens trūkums, proti, Vadlīnijas satur informāciju tikai par

vienu pamatslimību. Vairāku slimību gadījumā process var vēl būtiskāk sarežģīties.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] Karpics I., Markovics Z., Markovica I. Composition of United Multiple Diseases Evolution Topological Model. Proceedings of Intelligent Systems and Informatics (SISY 2011): The 9th IEEE International Symposium, Subotica, Serbia, 2011, pp. 65-69
- [2] Karpics I., Markovics Z. Development and Evaluation of Normal Performance Recovery Method of a Functional System. Scientific Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, 2011, pp. 171-175
- [3] 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, 21p: 1011-1053.
- [4] 2007 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, 2007, 25:1105-1187
- [5] Cawsey A. The Essence of Artificial Intelligences. Pearson/Prentice Hall, Harlow, 1998.
- [6] Durkin J. Expert Systems: Design and Development, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994.
- [7] Zadeh L. A. Optimality and Non-Scalar-Valued Performance Criteria. IEEE Trans. Autom. Control AC-8, 1963, pp. 59-60
- [8] Collette Y., Siarr P. Multiobjective Optimization: Principles and Case Studies. 1st ed. Springer 2003. Corr 2nd printing, 2003, X, p. 293
- [9] Hwang C. L., Masud A.S., Paidy, S.R., Yoon, K. Multiple Objective Decision Making, Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey. In: Beckmann, M.; Kunzi, H.P. (eds.) Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, No. 164. Berlin: Springer-Verlag, 1979
- [10] Athan T. W., Papalambros P. Y. A Note on Weighted Criteria Methods for Compromise Solutions in Multi-Objective Optimization. Eng. Optim. 27, 1996, pp. 155-176
- [11] Miettinen K. Nonlinear Multiobjective Optimization, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, 1999, p. 298

**Zigurds Markovics**, Dr.hab.sc.ing., Professor (1993) at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology, the Institute of Computer Control, Automation and Computer Engineering.

He has 148 scientific publications.

Research interests: computer control systems, artificial intelligence systems, robotics.

He is a Member of the Latvian Association of Professors and the Latvian Association of Scientists.

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

E-mail: Zigurds.Markovics@rtu.lv

**Ieva Markovica**, Dr.sc.med., 1990.

She is an Assistant Professor at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology; a Researcher at the University of Latvia, the Research Institute of Cardiology.

Research interests include cardiovascular diseases: epidemiology, risk factors and prevention, structural modelling, expert systems for diagnostics and therapy selection.

She has 117 scientific publications: 2 monographs, papers published in the international journals.

She is a Member of the European and Latvian Society of Cardiology; Member of the Latvian Society of Hypertension.

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

E-mail: imarka@inbox.lv

**Eliza Prancane**, Mg. sc. ing., 2011.

She is a Researcher at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology, the Institute of Applied Computer Systems.

She has 3 scientific publications.

Research interests: artificial intelligence systems, expert systems, knowledge representation.

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

E-mail: eliza.prancane@gmail.com

**Ieva Markovica, Zigurds Markovics, Eliza Prancane. Knowledge Structuring and Decision Making Methodology for Therapy Selection**

This paper deals with the development of one of the basic elements of an expert computer system – the knowledge base – taking into consideration the particular applications. The situation is characterized by the fact that the knowledge of the given area is collected in the Guidelines for Management of Arterial Hypertension (2003), which summarizes the results of multiple and multinational studies on arterial hypertension. The formalization process of knowledge is time consuming and important in the creation of an expert system. At the first stage of formalization, all knowledge is gathered together from literature. Then decision trees are created. If the decision trees are correct, then they are transformed to the production rules.

This paper describes an approach, which allows forming decision tree structure and production rules. The established knowledge base allows performing therapy selection for patients having arterial hypertension. Also the approach takes into consideration the situation, when multiple treatments should be selected.

**Иева Марковича, Зигурдс Маркович, Элиза Пранцане. Методика структуризации знаний и принятие решений в задачах выбора терапии**

В работе рассматриваются вопросы создания одного из основных элементов экспертных систем – баз знаний, учитывая особенности конкретной сферы применения. Ситуация характеризуется тем, что знания конкретной области сконцентрированы в Руководстве по лечению артериальной гипертензии (Guidelines for Management of Arterial Hypertension, 2003), в котором обобщены результаты многочисленных и многонациональных исследований по лечению артериальной гипертонии.

В Руководстве сконцентрированы рекомендации, предназначенные для принятия решений человеком. Преобразование знаний в форму дерева решений с последующим преобразованием в форму продуктивных правил – цель данной работы, при этом учитывается специфика конкретной сферы применения. Методика учитывает неоднозначность и пересечение суждений цепочки принятия решений, образующей замкнутые циклы, создание комплексов медикаментов. Сфера применения – медицина, конкретно – выбор терапии на примере лечения артериальной гипертонии.