

Terapijas kompleksu izmaksu salīdzinājuma ieguve, pielietojot ekspertu novērtējuma metodes

Ivars Karpics, Riga Technical University

Kopsavilkums. Rakstā dota eksperimentāla metodika hipertensīvo medikamentu un to kombināciju izmaksu salīdzinošai ieguvei. Metodika balstās uz ekspertu aptaujas un novērtējuma metodēm. Lai iegūtu medikamentu grupu izmaksu salīdzinājumu un katras terapiju grupas izmaksu koeficientu, tiek izmantota pāru salīdzinājumu aptaujas procedūra. Ekspertu vienprātības pakāpes noteikšanai tiek lietots konkordācijas koeficients un datu ticamības pārbaudei tiek noteikta korelācija starp ieejas datiem, un tā tiek salīdzināta ar normālu sadalījumu. Aprēķinu un pētījuma mērķis ir iegūt vienu no terapijas kompleksu optimalitātes kritērijiem, optimālas terapijas ieguvei vairāku slimību gadījumā.

Atslēgas vārdi: arteriālā hipertensija, patoģenēzes topoloģiskais modelis, ekspertu sistēmas, konkordācijas koeficients, vienprātības pakāpe.

I. IEVADS

Šā raksta autori strādā pie intelektuālās medicīnas sistēmas izveides. Veidotā sistēma balstās uz vairāku patoģenēžu topoloģisko modeļošanu [1] un optimāla lēmuma sintēzi, kura iekļauj vairākus efektivitātes kritērijus [2]. Viens no galvenajiem uzdevumiem ir radīt lēmumu pieņemšanas metodiku, kas ļautu izvēlēties pacientam individuālu, tieši viņam pakārtotu terapiju. Dotais terapijas izvēles process ir komplekss un satur vairākas iterācijas. Iepriekšējos pētījumos [2] autori izvirza 5 efektivitātes kritērijus, kas turpmākajā lēmumu pieņemšanā tiek lietoti kā kritēriji daudzkritēriālās jeb vektoriālās optimizācijas uzdevuma risināšanai. Viens no negatīvajiem kritērijiem ir terapijas izmaksas. Dotais parametrs noteikti ir jāievēro pie terapijas izvēles, jo mūsdienās, kad ir pasliktinājušies sociāli ekonomiskie faktori, finansiālais aspekts nereti ir noteicošais, kas nosaka medicīnas aprūpes kvalitāti. Arteriālā hipertensija un citas kardiovaskulārās slimības ir izteikta vecākā gadagājuma cilvēkiem [3], [4] kuriem nereti ir sarežģīts finansiālais stāvoklis. Kā zināms, parasti visefektīvākie medikamenti ir arī visdārgākie, jo to atklāšana un izstrāde prasa lielus laika un cilvēka resursus. Šajā gadījumā ir jāatrod kompromiss starp medikamentu efektivitāti un cenu. Šo kompromisa jautājumu risina daudzkritēriālā optimizācija.

Rakstā apskatīta metodika terapijas un tās kombināciju izmaksu salīdzinošam aprēķinam, kas balstās uz ekspertu aptaujas un novērtējuma metodēm. Pirmajā paragrāfā veikta terapijas izmaksu aprēķins, balstoties uz statistikas datiem, savukārt turpmākajā raksta daļā dota ekspertu sistēmu metodika, kas iekļauj ekspertu kolektīva aptaujas metodiku un nosaka vienprātības pakāpi. Noslēguma daļā piedāvāta pieeja terapijas kompleksa izmaksu ranžējuma un terapijas

kompleksa izmaksu salīdzinošā koeficienta ieguvei. Secinājumos dotas iegūto rezultātu turpmākās pielietošanas iespējas.

II. HIPERTENSĪVO MEDIKAMENTU GRUPAS

Hipertensīvos medikamentus veido vairākas medikamentu grupas. Autoru kolektīvs intelektuālās medicīnas sistēmas izveidē apskata sešas medikamentu grupas (skat. 1.tabulu).

1. TABULA

APSKATĀMĀS HIPERTENSĪVO MEDIKAMENTU GRUPAS

Nr.	Nosaukums
1.	ACEI
2.	Betaadrenoblokatori
3.	Kalcija antagonisti
4.	Diurētiķi
5.	Centrālie simpatolītiķi
6.	Selektīvie alfablokatori

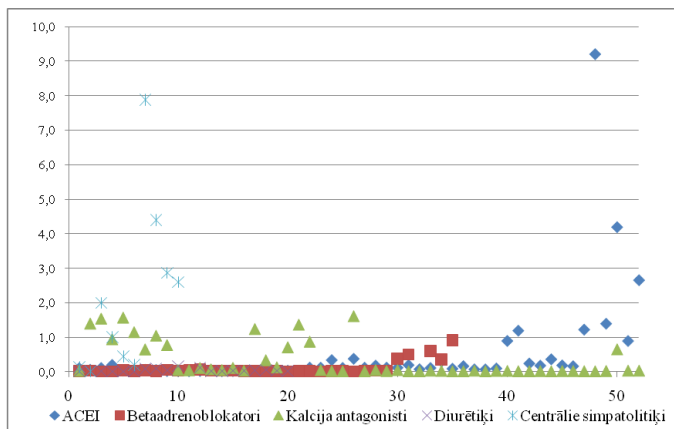
Katrā no grupām ietilpst noteikts medikamentu klāsts, tāpat katrai no grupai ir raksturīgs savs iedarbības spektrs. Iedarbības spektrs raksturo, kā dotie medikamenti iespaido organismu, tā apakšsistēmas, kāda ir to iedarbība pie arteriālās hipertensijas izpausmēm un kādi ir to radītie blakus efekti. Viens no intelektuālās medicīnas sistēmas uzdevumiem ir noteikt optimālo terapijas kompleksu katram pacientam individuāli. Izvēlētajam medikamentu kompleksam vajadzētu tieši iedarboties uz patoģenēzi un radīt pēc iespējas mazāk blakusefektu. Viens no terapijas izvēles vadmotīviem ir cena. Cena jeb terapijas izmaksas ir ļoti mainīgs faktors, ko tieši izvest pat nav iespējams. Viens no pētījuma un šī raksta galvenajiem uzdevumiem ir iegūt šo medikamentu grupu salīdzinājumu pēc to izmaksām. Veicot terapijas izvēli, mazāk svarīgi ir tieši precīzi noteikt katras medikamentu grupas izmaksas, svarīgāk ir iegūt medikamentu ranžējumu, uz kuru pamata varētu pieņemt lēmumu par to, kurš medikaments ir lētāks, bet kurš dārgāks, kas savukārt papildinātu šo optimālā lēmuma pieņemšanu.

III. TERAPIJAS IZMAKSU IEGUVE, PIELIETOJOT STATISTISKĀS METODES

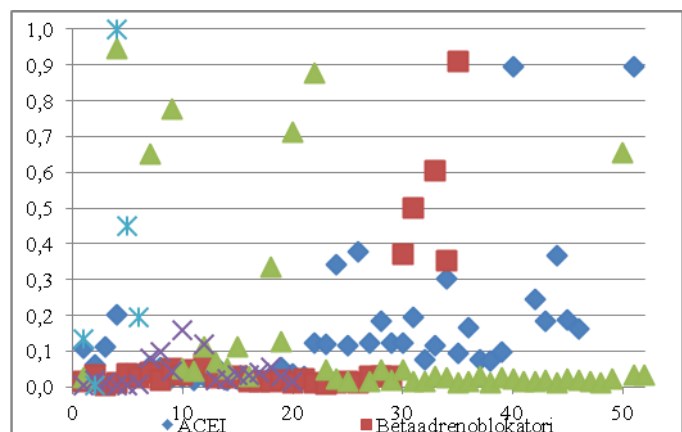
Viena no metodikām, kā iegūt doto medikamentu ranžējumu, ir pielietot statistiku un noteikt vidējo vienības izmaksu. Par pamatu tika ņemts kompānijas Tamro 2002. gada zāļu cenu katalogs [5], jo tam ir dots medikamentu sadalījums pa medikamentu grupām. Esošais zāļu katalogs ir novecojis un tajā ievietotās izmaksas neatspoguļo reālo situāciju, bet, tā kā pētījumā nav nepieciešams noteikt kvantitatīvu medikamentu

grupas salīdzinājumu, tad dotie rezultāti atbilst pētījuma mērķim.

Sākumā tika apkopoti visi medikamenti, tad noteikta vienības (1mg) izmaksas. No vienības izmaksām tika noteikts vidējais aritmētiskais. Iegūtie rezultāti ir redzami 1. un 2. attēlā, kur uz abscisas ir atlikti medikamenti un uz ordinātas tika attiecīgās izmaksas diapazonā no 0- 10 Ls un no 0- 1 Ls.



1. att. Hipertensīvo medikamentu grupu vienības cenu sadalījums skalā no 0 līdz 10 Ls.

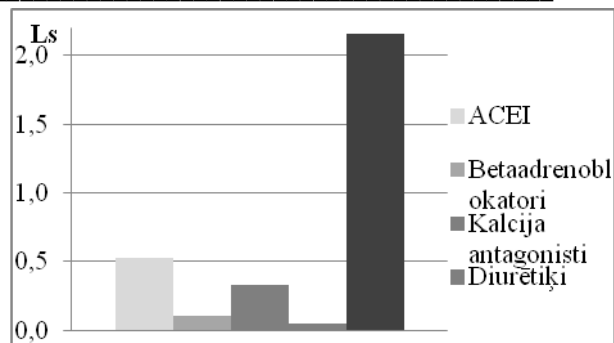


2. att. Hipertensīvo medikamentu grupu vienības cenu sadalījums skalā no 0 līdz 1 Ls.

Analizējot pirmo grafiku, var secināt, ka visu medikamentu cenas ir izteikti zemas un precīzi izdalīt to vidējās izmaksas nav iespējams. Samazinot ordinātu asi līdz 1 Ls, var novērot ACEI un centrālo simpatolītiķu medikamentu izmaksu pārkāpumu pār citu medikamentu grupām. 3. attēlā ir dots medikamentu grupu vidējo vienības izmaksu grafisks attēlojums, kur uz abscisas ir dotas medikamentu grupas, bet uz ordinātu ass ir atliktas izmaksas latos.

Pēc vidējās vienības izmaksas noteikšanas, var secināt, ka visdārgākā ir centrālo simpatolītiķu terapija, kurai seko ACEI medikamentu grupa. Vidējās izmaksas ir kalcija antagonistu terapijai. Savukārt viszemākās izmaksas ir betaadrenoblokatoru un diurētiķu terapijai.

Lai palielinātu datu objektivitāti, tika analizēti citi Latvijā esošie zāļu vairumtirdzniecības katalogi. Tika apkopota jaunākā informācija par to interneta resursos pieejamo zāļu katalogu [6], [7], [8] cenām.



3. att. Hipertensīvo medikamentu grupu vienības vidējās izmaksas.

Tāpat tika apskatīts iepriekšminētā zāļu piegādātāja Tamro tiešsaistē pieejamais katalogs [9], kas atspoguļo pašlaik esošo medikamentu izmaksas. Visi šie katalogi tiek regulāri atjaunoti, un to atspoguļotā informācija ir aktuāla. Salīdzinošo aprēķinu iegūtie rezultāti un izdarītie secinājumi ir doti nākamajā paragrāfā.

A. Iegūto rezultātu novērtējums un to pielietojšanas iespējas

Veicot statistikas aprēķinus, tika izdarīti sekojoši secinājumi:

- Iegūtās medikamentu grupas vidējās vienības izmaksas ir neobjektīvas, jo visu zāļu piegādātāju katalogi nesatur vienlīdzīgu informāciju un nereti ir novērojama daudzu medikamentu neesamība konkrētajā piegādātāja katalogā;
- Dotais pētījums un statistiskie aprēķini parāda novecojušu informāciju, un medikamentu izmaksas ir mainīgs faktors;
- Izanalizējot 1. un 2. attēlā redzamos grafikus, var secināt, ka vairumā medikamentu vienību izmaksas ir zemas. Nosakot vidējo vērtību, tā pilnībā neatspoguļo patieso medikamentu izmaksu.

Turpmākajos pētījumos un optimālas terapijas izvēlē dotos statistikas aprēķinus nav iespējams pielietot, jo:

- Galīgās medikamentu izmaksas nesastāda tikai ražotāja dotās vairumtirdzniecības cenas. Galējo medikamentu cenu parasti nosaka aptiekas un medikamentu izplatītāji, kā rezultātā veiktie aprēķini neatbilst reālajai situācijai;
- Statistikas datus neviennozīmīgi tika izdalīta Selektīvo alfablokatoru medikamentu grupa, tādēļ ranžējums satur tikai piecas medikamentu grupas;
- Gala izmaksas, kuras tieši ietekmē pacientu, satur daudz citus izmaksas ietekmējošus faktorus. Eksistē valsts kompensētie medikamenti, medikamentu izmaksas ir atkarīgas no iesaiņojuma vienību skaita, izmaksas arī nosaka zāļu izcelsme (pirmatklājums vai sērijas ražojums) un zāļu ražotājs. Visus šos faktorus nav iespējams iekļaut statistiskos aprēķinos, jo tie ir ļoti mainīgi un faktiski nenosakāmi.

Viena no metodikām, kā izvairīties no iepriekš minētās nenoteiktības un noteikt medikamentu salīdzinošu ranžējumu, ir pielietot ekspertu aptaujas un apstrādes metodes [10], [11]. Turpmākajā raksta daļā ir dota hipertensīvo medikamentu ranžēšanas pieeja, kas iekļauj eksperta aptaujas un iegūto datu apstrādes metodikas.

IV. EKSPERTU APTAUJAS UN NOVĒRTĒJUMA METOŽU
LIETOJUMS

Galvenais ekspertu metodiku pielietojums ir iegūt hipertensīvo medikamentu ranžējumu, kas ļautu salīdzināt tos pēc to izmaksām. Lai iegūtu šo ranžējumu, statistiskie dati ir nepilnvērtīgi un neattēlo reālo situāciju, kas pastāv ārstu praksē. Lai risinātu šo jautājumu, autori izpildīja ekspertu kolektīva aptauju un iegūtos rezultātus apstrādāja to turpmākajam lietojumam.

A. Ekspertu kolektīva aptauja

Ekspertu kolektīva aptaujas uzdevums ir iegūt pirmatnējo informāciju par risināmo jautājumu. Tika aptaujāti 13 mediķi, kuru ilggadējā prakse ir saistīta ar kardiovaskulārām slimībām. Kā jau iepriekš tika minēts, tad pētījuma uzdevums bija iegūt hipertensīvo medikamentu grupu izmaksu salīdzinājumu un, aptaujājot mediķus, iegūt daudz ticamāku informāciju nekā no statistiskajiem aprēķiniem. Lai iegūtu informāciju no mediķiem, tika pielietots pāru salīdzinājumu aptaujas princips [12], [13], [14], kas nosaka to, ka mediķim ir jāsalīdzina katras divas medikamentu grupas un jānosaka, vai pirmais medikaments ir dārgāks, lētāks, vai arī abas medikamentu grupas pēc izmaksām ir līdzvērtīgas. Aizpildītas aptaujas anketas piemērs ir redzama 5. attēlā.

ACEI	>	Betaadrenoblokatori
ACEI	>	Kalcija antagonisti
ACEI	>	Diurētiķi
ACEI	=	Centrālie simpatolitiķi
ACEI	<	Selektīvie alfablokatori
Betaadrenoblokatori	=	Kalcija antagonisti
Betaadrenoblokatori	=	Diurētiķi
Betaadrenoblokatori	<	Centrālie simpatolitiķi
Betaadrenoblokatori	<	Selektīvie alfablokatori
Kalcija antagonisti	>	Diurētiķi
Kalcija antagonisti	<	Centrālie simpatolitiķi
Kalcija antagonisti	<	Selektīvie alfablokatori
Diurētiķi	=	Centrālie simpatolitiķi
Diurētiķi	=	Selektīvie alfablokatori
Centrālie simpatolitiķi	=	Selektīvie alfablokatori

Lūgums norādīt, kura no medikamentu grupām ir dārgāka (>), kura lētāka (<). Gadījumā, ja medikamentu grupu izmaksas ir vienādas, tad jāieraksta =.

5. att. Hipertensīvo medikamentu vienības vidējās izmaksas pēc Latvijā esošo zāļu piegādātāju sniegtās informācijas.

Visas mediķu iesniegtās anketas tika apkopotas pēc principa, ja viena medikamentu grupa ir dārgāka par otru, tad tā iegūst 2 punktus, ja izmaksas ir līdzvērtīgas, tad abi medikamenti iegūst atzīmi 1, savukārt, ja medikaments ir lētāks, tad tas iegūst atzīmi 0 (sporta sacensību jeb turnīru princips). Katrā anketā tika summēts katra medikamenta iegūto punktu skaits, un visi medikamenti tika saranžēti. Turpmākajos aprēķinos tiek pielietoti reducētie rangi, kas nosaka rangs sadali gadījumā, ja divi vai vairāki medikamenti saņem vienādu punktu skaitu jeb tiem ir vienāds rangs. Piemēram, ja trim medikamentiem ir vienāds rangs 3, to reducētajam rangam jābūt 4. Apkoptie dati redzami 2. tabulā.

B. Ekspertu vienprātības pakāpes noteikšana

Lai noteiktu datu pareizību, tiek noteikts ekspertu kolektīva vienprātības koeficients. Koeficients parāda, cik līdzvērtīgi eksperti ir novērtējuši konkrētos objektus un cik tuvi ir to sniegtie dati. Ja ir augsta vienprātības pakāpe, tad var uzskatīt, ka visi eksperti ir līdzvērtīgi novērtējuši medikamentus un ka to kopējais vērtējums ir tuvs patiesajam. No statistikas viedokļa ekspertu vienprātības pakāpes noteikšana ir metodika, lai noteiktu ekspertu sniegto vērtējumu savstarpēju korelāciju [15],[16],[17]. Korelācija nosaka likumsakarību jeb sadalījumu starp ieejas datiem, kā rezultātā ir iespējams noteikt saistību starp sniegtajiem vērtējumiem.

Ekspertu vienprātības jeb konkordācijas koeficients W (formula 1.) tiek noteikts, pielietojot Spirmena rangs korelācijas metodi [18], [19], [20] un Kendala konkordācijas koeficienta noteikšanas metodi visam ekspertu kolektīvam kopumā [15].

$$W = \frac{S}{S_{\max}} = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m r_{ji} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2}{12 m^2 (n^3 - n) - m \sum_j T_j} \quad (1)$$

, kur

m – vērtēto objektu skaits;

n – ekspertu skaits;

r_{ji} - j - tā eksperta piešķirtais rangs i - tajam objektam;

T_j nosaka pēc formulas 2.

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_{ij} (t_j^3 - t_j) \quad (2)$$

, kur

t_j - rangs atkārtoto skaits j - tā eksperta dotajā rindā

Aprēķini doti 2.tabulā.

2. TABULA

EKSPERTU VIENPRĀTĪBAS PAKĀPES NOTEIKŠANAS APRĒĶINI

Eksperti	ACEI	Bet	Kal	Diu	Cen	Sel
1	3	4,5	4,5	2	1	6
2	3	4,5	4,5	2	1	6
3	4	4	4	2	1	6
4	4	3	5,5	1,5	1,5	5,5
5	3	5	4	1	2	6
6	5	3	4	1	2	6
7	3	4	5	1,5	1,5	6
8	4,5	3	4,5	2	1	6
9	5	1	4	2,5	2,5	6
10	4	3	2	1	5	6
11	4	2	3	1	5,5	5,5
12	4	2,5	2,5	1	5,5	5,5
13	3,5	3,5	2	1	5	6
R_i	50	43	49,5	19,5	34,5	76,5
Δ	4,5	2,5	4,0	26,0	11,0	31,0
ΔK_v	20,3	6,3	16,0	676,0	121,0	961,0

Vienprātības pakāpes koeficients var būt robežās no -1 līdz 1, kur vērtība 1 parāda pilnīgu eksperta vienprātību, 0- vienprātība vispār nepastāv un -1 parāda, ka ekspertiem ir pretēji vērtējumi. Ja iegūtais koeficients ir robežās no 0.5 līdz 1, tad var uzskatīt, ka pastāv augsta vienprātība. Pēc aprēķinu izpildes tika iegūts, ka ekspertu vienprātības pakāpe ir 0,63,

kas ir novērtējama kā pietiekoša, lai dotos datus izmantotu turpmākajiem aprēķiniem.

Lai pārbaudītu iegūtā rezultāta statistisko ticamību, pielieto Pīrsona koeficientu χ^2 , ko lieto normālā sadalījuma un empīriskā sadalījuma (eksperimentālo rezultātu) atbilstības pārbaudei [20]. Doto metodi lieto, lai noteiktu korelāciju starp ekspertu dotajiem vērtējumiem. Lielumu χ^2 var izteikt kā minēto sadalījumu starpību kvadrātu summu. Eksperimentālajiem datiem izrēķina χ^2_{apr} (formula 3) un salīdzina ar kritiskām Pīrsona kritērija vērtībām, kas atrodamas tabulās [20].

$$\chi^2_{apr} = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m r_{ji} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2}{\frac{1}{12} mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m T_j} \quad (3)$$

, kur apzīmējumi doti pie 2. formulas.

χ^2_{apr} atrod Pīrsona koeficientu tabulā pie brīvības pakāpes $\nu = n-1$, un varbūtības : 0,95, 0,99 vai 0,999. Ja $\chi^2_{tab} < \chi^2_{apr}$, tad starp empīrisko un normālo sadalījumu nav būtiskas atšķirības, respektīvi, starpībai starp abiem sadalījumiem ir gadījuma raksturs. Veicot aprēķinus, tika iegūts $\chi^2_{apr} = 40,92$, χ^2_{tab} pie brīvības pakāpes $\nu = 12$ ($n-1$) un varbūtības 0,95 ir 2.449. Tātad var secināt, ka iegūtie dati ir statistiski ticami.

V. TERAPIJAS UN TO KOMPLEKSU IZMAKSU KOEFICIENTA IEGUVE

B. Terapijas izmaksu salīdzinājuma ieguve

Lai varētu veikt terapiju salīdzinājumu, tika apkopotas visas ekspertu dotās aptaujas anketas. Katra aptaujas anketa tika formalizēta tabulā, kur rindas un kolonnas satur medikamentu nosaukumu un tabulas elementi parāda pārākuma pakāpi. Ja medikaments ir dārgāks par otru medikamentu, tad tas iegūst 2 punktus, ja medikamentu izmaksas ir līdzvērtīgas, tad 1 punktu, bet, ja medikaments ir lētāks, tad tas neiegūst punktus. Anketas pārveidojuma piemērs tabulas formā ir redzams 3. tabulā.

3. TABULA

MEDIKAMENTU IZMAKSU SALĪDZINOŠAS TABULAS PIEMĒRS

	1	2	3	4	5	6	
1 ACEI		2	1	2	0	0	5
2 Betaadrenoblok.	0		1	2	0	0	3
3 Kalcija antag.	1	1		2	0	0	4
4 Diurētiķi	0	0	0		0	0	0
5 Centrālie simp.	2	2	2	2		1	9
6 Selektīvie alfabl.	2	2	2	2	1		9

Apkopojot informāciju par visiem 13 ekspertu sniegtajiem vērtējumiem, tika sastādīta summārā vērtējumu tabula (4.tabula).

4. TABULA

SUMMĀRĀ MEDIKAMENTU IZMAKSU SALĪDZINOŠĀ TABULA

	1	2	3	4	5	6	
1 ACEI		17	13	23	16	0	69
2 Betaadrenobl.	9		13	24	14	0	60
3 Kalcija antag.	13	13		24	16	0	66
4 Diurētiķi	3	2	2		12	2	21
5 Centrālie simp.	10	12	10	14		3	49
6 Selektīvie alfabl.	26	26	26	24	23		125

Ceturtās tabulas pēdējā kolonna raksturo summāro vērtējumu, kuru ir iespējams izmantot salīdzinošai analīzei. Daudzkriteriālās optimizācijas gadījumā visiem kritērijiem ir jābūt normētiem un jāatbilst vienotai skalai [23], [24], jo nereti katrs no kritērijiem ir iegūts, izmantojot dažāda veida datus un matemātiskos aprēķinus [25]. Šajā gadījumā ir jāievēro katra atsevišķa kritērija būtību. Piemēram, nav pieļaujamas dažādas kritēriju skalas, mērvienības un neadekvātas matemātiskas operācijas. Terapijas izvēles gadījumā katrs kritērijs ir iegūts, izmantojot salīdzinošo analīzi, un tas raksturo rangū skalas, kur augstāks vērtējums norāda tikai uz elementa pārākumu, bet nenorāda tā pārākuma pakāpi. Lai terapijas izmaksās pielietotu kritēriju, to ir nepieciešams normēt jeb pārvērst uz skalu 0..1. Metodes [10] sākumā nepieciešams norādīt diapazonu (y_s, \dots, y_0), kurā tiks sadalītas atzīmes. Šajā gadījumā diapazons būs no 0 līdz 1. 0 nozīmē, ka medikamentu grupas izmaksas ir vismazākās, bet 1 norāda, ka dotā grupa ir visdārgākā. Medikamentu grupai ar mazāko summāro rangū piešķir apzīmējumu R_0 , grupai ar vislielāko rangū summu piešķir R_s . Katra objekta vērtējumu nosaka pēc formulas 4.

$$y_i = y_0 + \frac{R_i - R_0}{R_s - R_0} (y_s - y_0) \quad (4)$$

, kur

- y_i – medikamentu grupas i izmaksu vērtējums;
- y_0 – zemākā vērtējuma atzīme (0);
- y_s – augstākā vērtējuma atzīme (1);
- R_0 – zemākais summārais rangs;
- R_s – augstākais summārais rangs;
- R_i – medikamentu grupas i summārais rangs;

Iegūtie galējie rezultāti ir redzami 2. tabulā, kur trešā kolonna satur katra medikamentu grupas izmaksu koeficientu diapazonā no 0 līdz 1.

5. TABULA

APSKATĀMĀS HIPERTENSĪVO MEDIKAMENTU GRUPAS

Nr.	Nosaukums	Izmaksu koef.
1.	ACEI	0,8
2.	Betaadrenoblokatori	0,4
3.	Kalcija antagonistī	0,6
4.	Diurētiķi	0
5.	Centrālie simpatolītiķi	0,2
6.	Selektīvie alfablokatori	1

C. Terapijas kombināciju izmaksu salīdzinājums

Lai iegūtu vairāku terapijas kompleksu salīdzinājumu pēc izmaksām, nav pieļaujama atsevišķu terapiju koeficientu summēšana un salīdzināšana. Piemēram, ja ir nepieciešams salīdzināt terapiju kompleksus T1T2 ar T3T6, tad nav pieļaujama vienkārša salīdzināšana, saskaitot koeficientus, proti $T1_{izm} + T2_{izm} = 0,8 + 0,4 = 1,2$ un $T3_{izm} + T6_{izm} = 0,6 + 1 = 1,6$. Tad nedrīkst secināt, ka kombinācija T1T2 ir lētāka par T3T6. Šāda veida salīdzināšanu nedrīkst veikt, jo koeficienti tika iegūti no rangu skalas, kas pēc būtības ir vāja skala un nepieļauj galveno matemātisko operāciju (saskaitīšana, atņemšana, dalīšana un reizināšana) izpildi. Tā vietā ir iespējams veikt tikai salīdzināšanas operācijas. [21]

Dotais jautājums ir aktuāls, jo terapiju izvēlē tiek iekļautas arī terapiju kombinācijas, tādēļ raksta autori piedāvā iteratīvu terapiju kombināciju izmaksu salīdzinājuma procedūru, kas balstās uz turnīra izspēles principu [13]. Nereti novērojamas sporta spēles, kur dalībnieki vai komandas vispirms aizvada spēles apakšgrupās, tad labākie turpina cīņas nākamajās grupās, līdz tiek noteikts uzvarētājs. Nereti apakšgrupu spēlēs tiek pielietota vērtējuma sistēma 0,1,2, kur par uzvaru tiek piešķirti 2 punkti, par neizšķirtu 1 punkts, bet par zaudējumu 0 punktu. Tālāk tiek summēti iegūtie punkti un salīdzināti starp komandām, kā rezultātā turnīru nākamajā kārtā turpina augstāko punktu ieguvušās komandas. Balstoties uz šo turnīra principu un summārajiem vērtējumiem (4. tabulas pēdējā kolonna), raksta autori piedāvā iteratīvu algoritmu terapiju kombināciju salīdzinājumam (6. tabula).

6. TABULA

TERAPIJU KOMPLEKSU SALĪDZINOŠAS ANALĪZES ITERATĪVAIS ALGORITMS

Solis	Darbība
1.	Salīdzina abas kombinācijas pēc to iekļauto terapiju skaita: a. Ja terapiju skaits kādā no kombinācijām ir lielāks, tad tā ir dārgāka (iekļauj arī psiholoģisko faktoru, jo ne vienmēr mazāks terapiju skaits ir lētāks) par otru terapiju. Pāriet uz 5.soli; b. Ja terapiju skaits ir vienāds, tad pāriet uz 2. soli.
2.	Savstarpēji salīdzina kombinācijā iekļautās terapijas pēc to izmaksu summārā ranga, kas tika iegūts, balstoties uz pāra salīdzinājuma procedūru. Pāriet uz 3. soli.
3.	Katrai kombinācijai saskaita iegūto rangu summu un savstarpēji salīdzina iegūtās rangū summas. a. Ja summas atšķiras, tad dārgāka ir terapija, kurai ir augstāka rangū summa. Pāriet uz 5. soli; b. Ja summas ir vienādas, tad pāriet uz 4. soli.
4.	Izkata terapiju devas un zemāko izmaksu nosaka mazāku devu lietojums. Ja abas terapijas iekļauj vienādas devas, tad uzskata, ka terapiju izmaksas ir līdzvērtīgas. Pāriet uz 5.soli.
5.	Rezultāta izvide. Algoritma beigas

Algoritma risinājuma piemērs: Nepieciešams salīdzināt divas terapiju kombinācijas T1T4 un T3T6 pēc to relatīvajām izmaksām. Piemēra izvedums ir dots 7. tabulā.

7. TABULA

TERAPIJU KOMPLEKSU IZMAKSU SALĪDZINĀŠANAS ALGORITMA PIEMĒRS

Solis	Darbība
1.	b. terapiju skaits abās kombinācijās ir 2, pāriet uz 2. Soli.
2.	Salīdzina terapijas pa pāriem $T1 = T3 \rightarrow T1:= 1, T3:= 1;$ $T1 < T6 \rightarrow T1:= 0, T6:= 2;$ $T4 < T3 \rightarrow T4:= 0, T3:= 2;$ $T4 < T6 \rightarrow T4:= 0, T6:= 2;$ Pāriet uz 3. soli.
3.	a. Saskaita iegūtās rangū summas $T1T4= 1, T3T6:= 7;$ Pāriet uz 4. soli.
4.	Terapija T3T6 ir dārgāka par terapiju T1T4.

VI. SECINĀJUMI UN TURPMĀKIE REZULTĀTU LIETOJUMI

Lai risinātu augstākas klases optimizācijas uzdevumu efektīvākā terapiju kompleksa izvēlei, ir nepieciešams atrisināt vairākus apakšuzdevumus. Šī raksta ietvaros tiek risināts viens no šādiem uzdevumiem, un tas ir saistīts ar terapiju un to kompleksu izmaksu salīdzinošu iegūvi. Lai noteiktu šādu salīdzinājumu, kas ir izteikts kā terapijas optimalitātes kritērijs - izmaksas koeficients, ir nepieciešams pielietot ekspertu metodikas.

Lai iegūtu katras terapijas izmaksu koeficientu, tika mēģināts to iegūt, pielietojot statistiskās metodes. Apskatot galvenos Latvijas zāļu piegādātāju katalogus un mēģinot noteikt vidējās vienības cenas, tika iegūti neobjektīvi dati, kurus turpmākai lietošanai nav iespējama izmantot, jo terapijas reālās izmaksas iekļauj daudz vairāk faktoru, kā tikai zāļu piegādātāja noteiktā cena. Šo iemeslu dēļ tika veikta medicīnas ekspertu aptauja un tika apjautāti vairāki mediķi, lietojot pāru salīdzinājumu pieeju. Tad, lai pārbaudītu iegūto vērtību ticamību, tika noteikta ekspertu vienprātības pakāpe un korelācija starp ieejas datiem. Salīdzinot empiriskos datus ar normālo sadalījumu, tika konstatēts, ka ekspertu sniegtie dati ir ticami un ka atsevišķi vērtējumi var tikt uzskatīti kā gadījuma lielumi. Balstoties uz to, ka sniegto medikamentu grupu ranžējumi ir ticami, tika iegūts galīgais terapiju ranžējums un to izmaksu koeficienti. Lai salīdzinātu vairāku terapiju kombinācijas savā starpā, tika piedāvāts iteratīvs terapiju kombināciju salīdzinošās analīzes algoritms un demonstrēts vienkāršots piemērs.

Turpmākie pētījumi iekļauj personalizētas terapijas izvēles metodikas izstrādi, kas balstās uz daudzkriteriālās optimizācijas lietojumiem.

ATSAUCES

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā «Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai».

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] Karpics I., Markovics Z., Markovica I. Arterial hypertension therapy selection by using topological modeling and production law logic: Advanced information and telemedicine technologies for health, October

- 1 – 3, 2008, Minsk, Belarus. Minsk: National Academy of Sciences of Belarus.
- [2] Karpics I., Markovics Z., Development and evaluation of normal performance recovery method of a functional system // Scientific proceedings of 9th IEEE International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII 2011), January 27-29, 2011, Smolenice, Slovakia.
- [3] Ērglis A., Kalvelis A., Lejnieks A., Dzērve V., Latkovskis G., Mintāle I., Zakke I., Rasa I. Kardiovaskulāro slimību (KVS) profilakses vadlīnijas, Rīga, 2007.
- [4] European society of cardiology, 2007 ESH-ESC Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: ESH-ESC Task Force on the Management of Arterial Hypertension in European Heart Journal, vol. 28, 2007, pp. 1462- 1536.
- [5] Tamro medikamentu katalogs 2002. Rīga, 191 lpp.
- [6] Recipe plus medicament online catalogue [Online]. Available: <http://www.recipe.lv/pricelist.php> [Accessed: Sept. 7, 2011].
- [7] Magnum medical medicament online catalogue [Online]. Available: <http://www.magnum.lv/> [Accessed: Sept. 7, 2011].
- [8] Briz medicament online catalogue. [Online]. Available: http://www.briz.lv/lv/price_list/ [Accessed: Sept. 7, 2011].
- [9] Tamro medicament online catalogue [Online]. Available: <http://www.tamro.lv/lv/catalog/> [Accessed: Sept. 7, 2011].
- [10] Markovičs Z. Ekspertu novērtējumu metodes: metodisks materiāls. Rīgas Tehniskā universitāte. Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte. Datorvadības, automātikas un datortehnikas institūts. RTU, 2009, 110 lpp.
- [11] Makarovs J. M., Ozernop V. M., Jastrebovs A.P. Sarežģītu automātiskās vadības sistēmu uzbūves principu izvēlē uz ekspertu novērtējuma pamata, Automātika un telemehānika, 1971, 128.- 137. lpp.
- [12] David, H.A.. The Method of Paired Comparisons. New York: Oxford University Press, 1988.
- [13] David H. A. Tournament and paired comparison. Biometrika , Vol. 46, No. 1/2, Jun., 1959, pp.139- 149.
- [14] R. C. Bose. Paired comparison designs for testing concordance between judges. Biometrika, Vol. 43, 1956, pp. 113-121.
- [15] M. G. Kendall, JD Gobbons Correlation methods (5th edition). London, Arnod 1990, pp.114- 121.
- [16] Thurstone, L.L. (1927). A law of comparative judgement. Psychological Review, 34, pp.278–286.
- [17] Myers, Jerome L.; Arnold D. Well (2003). Research Design and Statistical Analysis (second edition ed.). Lawrence Erlbaum. pp. 508;
- [18] C. Spearman, "The proof and measurement of association between two things" Amer. J. Psychol., 15 (1904) pp. 72–101;
- [19] N. J. Crichton / Information point: Spearman's rank correlation. Journal of clinical nursing, pp. 61- 66.;
- [20] Chi-square distribution table, Statsoft- electronic statistics textbook [Online]. Available: <http://www.statsoft.com/textbook/distribution-tables/> [Accessed: Sept. 7, 2011].
- [21] On the Theory of Scales of Measurement Stevens Science 7 June 1946: 677-680.
- [22] Thurstone, L.L. The Measurement of Values. Chicago: The University of Chicago Press. 1959.
- [23] Luce, R.D. Individual Choice Behaviours: A Theoretical Analysis. New York: J. Wiley. 1959.
- [24] Saaty, Thomas L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process. RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics) 102 (2), 2008, pp.251–318.
- [25] Pavel Brusilovskiy and Robert Hernandez. Rankings and multi- criteria evaluation of alternatives: usage of objective data, subjective measurements and expert judgment.

Ivars Karpics holds a Master Degree in „Computer control and computer networks” (year 2008) and now is a Doctoral student at Riga Technical University. The research subjects are the following: complex system topological modelling, development of methods for recovery tasks and foundation of intellectual computer systems. Work position includes scientific research (topological modelling and optimization) and lecture supervision (industrial control systems and robotic courses) at Riga Technical University. He is European Social Fund scholarship holder since 09.2009. Institute of computer control, automatics and computer technics Faculty of computer science and information technology Riga Technical University Address: Meža street 1/3 - 333, Riga, Latvia, LV-1048 E-mail: Ivars.Karpics@rtu.lv

Ivars Karpics. A comparison of Hypertensive Therapies' Estimated Costs by Using Expert Evaluation Methods

The article is focused on experimental methodology for hypertensive medicament costs comparison by using expert inquiry and evaluation methods. The main goal of this study is to find out comparison between hypertensive therapies by their overall costs. First of all comparison by statistical methods, was performed, but founded final results were not trustful, because the average medicament costs from medicament distributors are subjective. Final cost of therapy comprises even more factors (medicine manufacturer, batch quantity, some medicine is refunded by state and other factors) which are not possible to include in final average cost by using statistical methods. Subjectivity was the main reason why comparison was performed by expert methods, because expert decision about cost can include these additional factors. Based on the fact that the main goal of study is to find therapy cost comparison and not actual average costs, expert inquiry methodology is fully accepted and can be used to solve this task. To find each therapy group cost ratio, pair comparison inquiry procedure is performed. Pair comparison is based on each expert inquiry by giving to fill therapies' evaluation table. In this evaluation table all therapies are given in pairs and expert has to choose which therapy is more expensive (also equality is accepted). All evaluation tables are summarized and expert consensus level is estimated by using Kendall's coefficient of concordance, which shows how united is way of thinking of experts. Date statistical trust is verified by finding correlation between entry data and normal distribution. Correlation is founded by Spearman's rank correlation method which finds distribution between input data. Experimental results show that given information from experts is trustful and it can be comprehended as case related information. At the end therapy cost ratio is calculated and author proposes multiple therapy combination costs comparison algorithm. Further study is related to therapy cost ratio usage for personalized therapy selection for individual patient by using multi objective optimization.

Иварс Карпич. Получение сравнения стоимости терапевтических комплексов с помощью экспертных систем.

В статье изложена экспериментальная методика для получения сравнения стоимости терапий, применяя способы экспертных опросов и оценок. В начале статьи рассмотрено получение сравнения расходов с помощью статистических методов. Результаты данного подхода являются субъективными и не достоверными, ибо конечную стоимость медикаментов составляют не только цены на медикаменты у оптовых поставщиков. Конечная стоимость включает в себя гораздо больше составляющих (например – производитель медикамента, размер партии, упаковка, оплата государством некоторых медикаментов, и другие факторы), которые невозможно оценить с помощью статистических методов. Субъективность является главной причиной, по которой конечная цена медикаментов была получена с помощью применения экспертных методик. Ход мысли эксперта способен включить все эти факторы. Опираясь на факт, что главной целью, является получение сравнения стоимости, а не средней количественной стоимости, применение экспертных методик может быть полностью оправдано. Чтобы получить желаемое сравнение была выполнена процедура сравнения пар, которая основывается на опросе экспертов, давая им заполнить таблицу оценки терапий. В данной таблице даны все пары терапий и эксперт должен определить в каждой паре, какая из терапий более дорогая (пары с равнозначной стоимостью так же возможны). После обобщения всех сравнений определяется степень согласия экспертов, с помощью метода конкордации Кендалла, который показывает, насколько един ход мыслей у коллектива экспертов. Статистическая достоверность данных была определена, вычислив корреляцию между входными данными и сравнив её с нормальным распределением. Экспериментальные результаты показывают, что информация, которую дали эксперты статистически верна и может считаться случайной (информация не является хаотичной и не связанной). В результате получены коэффициенты стоимости терапий, и авторы предлагают алгоритм сравнения стоимостей нескольких комплексов терапий. Дальнейшие исследования включают использование показателя стоимости терапий для выбора персональной терапии для индивидуального пациента, применяя многокритериальные методы оптимизации.