

Яковенко Альона Вікторівна

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри біомедичної кібернетики
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Яковенко Алена Викторовна

*кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры биомедицинской кибернетики
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Yakovenko Alona Viktorovna

*Candidate of Technical Sciences,
Senior Lecturer of the Department of Biomedical Cybernetics
National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky»*

Касіянь Вероніка Вікторівна

*студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Касиян Вероника Викторовна

*студент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Kasiian Veronika Viktorovna

*student
National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky»*

**КЛАСИФІКАЦІЯ ХВОРИХ ІХС З СУПУТНІМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ
ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНИХ УСКЛАДНЕНЬ**

**КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛЬНЫХ ИБС С СОПУТСТВУЮЩИМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ
ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ**

**CLASSIFICATION OF PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE
WITH DIABETES AT DIAGNOSIS OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS**

Анотація. Методом дерев класифікації та за допомогою кореляційного аналізу і оцінки шансів виявлено фактори ризику розвитку аритмій у хворих ішемічною хворобою серця при супутньому діабеті в ранньому післяопераційному періоді. На основі отриманих результатів створено інформаційну систему класифікації хворих на ішемічну хворобу серця із супутнім діабетом для динамічної оцінки та корекції процесу лікування.

Ключові слова: Дерева класифікації, ІХС, діабет, аритмії, післяопераційні ускладнення.

Аннотация. Методом деревьев классификации и с помощью корреляционного анализа и оценки шансов выявлены факторы риска развития аритмий у больных ишемической болезнью сердца при одновременном диабете в раннем послеоперационном периоде. На основе указанного метода может быть создана информационная технология, используемая для динамической оценки и коррекции процесса лечения.

Ключевые слова: Деревья классификации, ИБС, сахарный диабет, аритмия, послеоперационное осложнение.

Summary. *The risk factors for the development of arrhythmias in patients with ischemic heart disease with simultaneous diabetes in the early postoperative period were found by the method of the tree classifications, for the addition of the correlative analysis and the scores of chances.*

Keywords: *tree classification, coronary heart disease, diabetes, arrhythmia, postoperative complications.*

Серцево-судинні захворювання, згідно досліджень, — особливо ішемічна хвороба серця (ІХС), — є головною причиною смертності хворих на цукровий діабет (ЦД) [1]. До того ж хірургічну операцію, як дієвий спосіб успішного лікування ІХС, хворі на ЦД переносять значно важче, ніж пацієнти без нього [2]. Згідно статті по дослідженню ранніх ускладнень після операції аорто-коронарного шунтування (АКШ) у пацієнтів з ІХС і супутнім ЦД [3, с. 55] частота ранніх післяопераційних ускладнень була у 1,5 рази більша ніж у хворих без цукрового діабету. Було проведено огляд найбільш розповсюджених алгоритмів інтелектуального аналізу даних наданих, наприклад, на сайті KDnuggets New, що вважається одним з найбільш авторитетних та визнаних ресурсів в сфері Data Mining [4]. За даними останнього опитування цього ресурсу [5] у рейтингу кращих та найбільш використовуваних алгоритмів обробки даних (Data Science), алгоритми Дерев рішень займають за використанням 3-тє місце, поступаючись лише кластерному та регресійному аналізу [5]. Для проведення класифікації за методом кластерного аналізу існують певні вимоги до вхідних даних: об'єкти повинні бути безрозмірними, не корелювати між собою, не мати впливу випадкових чинників [6], тому було вирішено використовувати саме метод дерев класифікації.

Метою роботи стало визначення найвпливовіших факторів ризику розвитку аритмій та класифікація хворих ІХС з супутнім цукровим діабетом для діагностування післяопераційних ускладнень в умовах конкретного хірургічного підрозділу.

Матеріали та методи дослідження

Для вирішення поставленої мети і завдань дослідження проведено аналіз результатів хірургічного лікування 977 пацієнтів з ішемічною хворобою серця (ІХС) та супутнім діабетом, яким було виконано аорто-коронарне шунтування (АКШ) у період 2008–2012 років. Середній вік хворих становив 63 ± 7 років: жінки — від 30 до 83 (62 ± 8) років, чоловіки — від 16 до 93 (59 ± 9) років. Всі втручання виконані в Державній установі «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова» НАМН України.

Для обробки даних було використано програмне забезпечення IBM SPSS Statistics 21.0.0.0, що включає:

- Decision Trees — для класифікації у вигляді дерева рішень.

- Модуль Statistics Base — для описової статистики, обчислити таблиці пов'язаності, провести кореляційний аналіз.

Для оцінки впливу факторів ризику на розвиток аритмій в ранньому післяопераційному періоді була використана кореляція Спірмена та метод оцінки шансів. Після чого була відібрана група факторів ризику.

Наступним кроком була побудова самих класифікаційних моделей за допомогою Decision Trees, а саме алгоритму C&RT (Дерева класифікації і регресії) [7, 8]. Використаний алгоритм C&RT — повноцінний алгоритм двійкових дерев, що розділяє дані і створює правильні однорідні підмножини. Метод C&RT заснований на зменшенні неоднорідності в групах об'єктів, віднесених до кінцевих вершин дерева (класів). Для оцінки моделі та її поведінки на незалежних даних було використано крос-перевірку (cross validation test) на 5 підвбірках.

Далі було проведено аналіз побудованої моделі класифікації прогнозування появи аритмій як післяопераційного ускладнення.

Аналіз результатів

Оцінка впливу факторів ризику на розвиток аритмій за допомогою кореляції Спірмена та метода оцінки шансів представлена у таблиці 1.

За результатами таблиці 1 (стовпчик 7) бачимо, що найбільші шанси розвитку аритмій у ранньому післяопераційному періоді мають хворі, які зазнали екстреного переходу на штучний кровообіг, ті кому застосовували кардіоплегію, та ті кому до операції було діагностовано миготливу аритмію. Також шанс розвитку аритмій у ранньому післяопераційному періоді залежить від маніпуляцій в ході операції, а саме маніпуляційна аортальному та мітральному клапанам.

Використовуючи отримані фактори було побудовано модель класифікації — дерево класифікації.

На рисунку 1 представлена модель класифікації аритмій у хворих ІХС з супутнім діабетом.

Як видно з рисунку 1, дерево має 5 розгалужень та 6 кінцевих вершин — класів.

Розглянувши результати моделі класифікації, було виявлено, що найвпливовішим фактором стала наявність миготливої аритмії у хворих (9% мають ускладнення), а на цей фактор виявлено вплив застосування кардіоплегії. У 30% хворих на миготливу аритмію та

Таблиця 1

Фактори ризику, що ввійшли в модель класифікації хворих з аритмією як післяопераційним ускладненням (N=977)

№	Фактор	Коефіцієнт кореляції	p*	Число пацієнтів		Відношення шансів OR	Довірчий інтервал	
				Немає ускладнень	Є ускладнення			
1	Емболія судин головного мозку	0.072	0.024	44	3	3.895	1.094	13.865
				4.6%	15.8%			
2	Периферичні набряки	0.068	0.033	47	3	3.634	1.023	12.909
				4.9%	15.8%			
				56.2%	78.9%			
3	Рідина в плевральній порожнині	0.077	0.016	392	13	3.128	1.179	8.301
				40.9%	68.4%			
4	Миготлива аритмія	0.150	0.000	71	7	7.288	2.782	19.090
				7.4%	36.8%			
5	ШК*	0.109	0.001	135	8	4.434	1.752	11.223
				14.1%	42.1%			
6	Плановий ШК*	0.093	0.004	130	7	3.715	1.436	9.610
				13.6%	36.8%			
7	Екстремий ШК*	0.084	0.009	5	1	10.589	1.177	95.287
				0.5%	5.3%			
8	Кардіоплегія	0.146	0.000	56	6	7.434	2.723	20.295
				5.8%	31.6%			
9	Маніпуляції на АК*	0.106	0.001	26	3	6.721	1.844	24.496
				2.7%	15.8%			
10	Маніпуляції на МК*	0.091	0.004	16	2	6.926	1.476	32.511
				1.7%	10.5%			

*) – позначення: p – значимість, АК – артеріальний клапан, МК – мітральний клапан, ШК – штучний кровообіг

при застосуванні кардіоплегії виявлено ускладнення, а з них 100% тих кому проводили маніпуляції на артеріальному клапані мають ускладнення. Серед тих хто не хворий на миготливу аритмію, 25% тих кому робили екстремий штучний кровообіг мали ускладнення. Також фактором впливу стали маніпуляції на мітральному клапані – 12.5% мали ускладнення.

Як бачимо з таблиці 1 та з рисунка 1 в модель дерева увійшли лише найбільш значимі фактори, оцінка шансів яких була найвищою. Відсутність інших факторів у моделі говорить про те, що у відділенні успішно справляються з підготовкою пацієнта до операції та підтримкою показників у нормі, що нівелює вплив факторів на результат операції та післяопераційний період.

Значення показників, які ввійшли в класифікаційну модель та частоти розподілу у вибірці хворих

з аритмією в ранньому післяопераційному періоді наведено у таблиці 2.

При кросс-перевірці оцінка ризику хибної класифікації пацієнта становила 2+0.4%, що констатує позитивну значимість математичного прогнозування аритмій як післяопераційних ускладнень по вищеперерахованим показникам побудованим деревом класифікації.

Побудована модель дозволяє лікарю завчасно оцінити ризик появи аритмій у ранньому післяопераційному періоді та провести превентивні заходи для їх уникнення. Так як модель представлена в ієрархічній формі, це дає можливість впливу не лише на появу ускладнення, а й на самі фактори.

Висновок

Проведений аналіз дозволяє класифікувати хворих ІХС з супутнім діабетом для діагностування

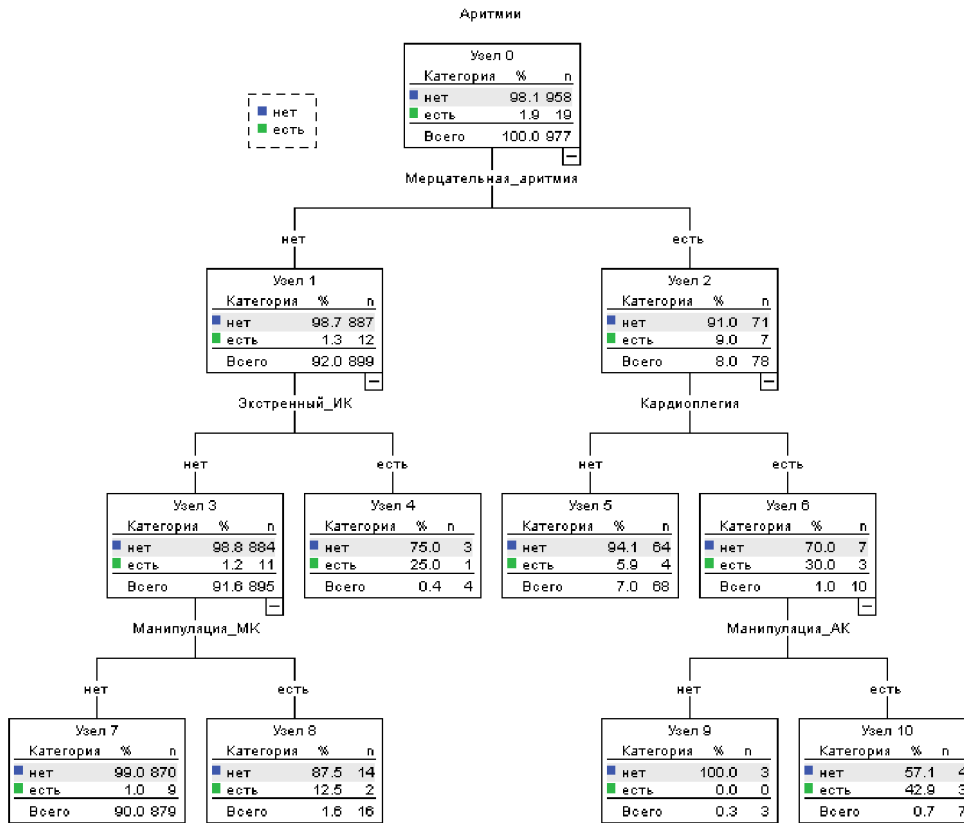


Рисунок 1. Модель класифікації аритмій у хворих ІХС з супутнім діабетом

Таблиця 2

Поділ хворих на вузли в дереві класифікації (N=977)

Вузол	Наслідвання від вузлів	Фактор поділу	Хворі з аритмією		Загальна вибірка	
			N	Відсоток	N	Відсоток
0		Всі хворі	19	1.9%	977	100.0%
1	0	Миготлива аритмія	12	1.3%	899	92.0%
2	0	Миготлива аритмія відсутня	7	9.0%	78	8.0%
3	1	Екстренний ШК	11	1.2%	895	91.6%

*) – позначення: МК – мітральний клапан, ШК – штучний кровообіг, АК – артеріальний клапан

аритмій як післяопераційних ускладнень. Було визначено найвпливовіші фактори ризику на розвиток аритмій в ранньому післяопераційному періоді у хворих ІХС.

Класифікаційна модель була успішно перевірена за допомогою кросс-перевірки, та визначено ризик хибної класифікації пацієнта, що становив 2+0.4%.

Модель дозволяє оцінити ризик виникнення аритмій у післяопераційному періоді та зображує в ієрархічній формі вплив факторів на виникнення ускладнення. Це дає можливість перед операцією виконати превентивні заходи для уникнення ускладнення і показує на які показники необхідно звернути увагу для подальшої корекції тактики лікування хворих.

Література

1. Козлов С. Г., Лякишев А. А. Лечение ишемической болезни сердца у больных сахарным диабетом 2 типа / Козлов С. Г., Лякишев А. А. // РМЖ. — 2003. — № 9. — С. 525 / [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.rmj.ru/articles/kardiologiya/Lechenie_ishemicheskoy_bolezni_serdca_u_bolnyh_saharnym_diabetom_2_tipa/?print_page=Y
2. Долженко М. М. Ишемична хвороба серця на тлі цукрового діабету 2 типу: своєрідність перебігу та обґрунтування терапії / Долженко М. М., Перепельченко Н. А., Базилевич А. Я. // Київ, 2010. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.webcardio.org/SiteMap.aspx>
3. Жарінов О. Й. Ранні ускладнення після операції аортокоронарного шунтування в пацієнтів з ішемічною хворобою серця і супутнім цукровим діабетом / Жарінов О. Й., Студнікова В. В., Надорак О. П., Міхалев К. О., Єпанчинцева О. А., Тодуров Б. М. // Український кардіологічний журнал. — 2014. — № 2. — С. 55–61/ [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://journal.ukrcardio.org/wp-content/uploads/2014/02/8_2_2014.pdf
4. Raymond Li. Top 10 Data Mining Algorithms, Explained/ Raymond Li. / News. Tutorials, Overviews, How-Tos. May, 2015 / [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.kdnuggets.com/2015/05/top-10-data-mining-algorithms-explained.html>
5. Piatetsky G. Top Algorithms and Methods Used by Data Scientists [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.kdnuggets.com/2016/09/poll-algorithms-used-data-scientists.html>
6. Орлов А. И., Луценко Е. В. Системная нечеткая интервальная математика / Монография (научное издание). — Краснодар, КубГАУ. 2014. — 600 с. // [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos14_OL/13.htm
7. Краткий курс лекцій по дисципліні «Маркетинговые исследования» / [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://studme.org/1421092310871/marketing/derevya_klassifikatsii_classification_tree
8. IBM SPSS Decision Trees [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www-03.ibm.com/software/products/ru/spss-decision-trees>
9. Лесна Н. С. Методи і моделі data mining в побудові оціночної моделі переваг користувача / Лесна Н. С., Дікарева К. К. / Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2013, вип. № 2(35). С. 102–105. // [Електронний ресурс] — Режим доступу: www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/3279/zhups_2013_2_27.pdf