

УДК 519.216.3:616.12

Сравнительный анализ эффективности применения информационно-энтропийного и статистических методов для оценки риска развития острой сердечной недостаточности

Г. В. Кнышов¹, А. В. Руденко¹, Е. А. Настенко², А. В. Яковенко²
В. А. Павлов², Н. Н. Руденко¹, В. В. Шаповалова¹

¹Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии
им. Н. Н. Амосова НАМН Украины

²Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

Резюме

Методами логистической регрессии и MultifactorDimensionalityReduction выявлены факторы риска развития острой сердечной недостаточности у больных с ишемической болезнью сердца в раннем послеоперационном периоде после аорто-коронарного шунтирования. Проведен сопоставительный анализ эффективности этих методов. Показано, что их совместное применение позволяет выявлять структуру факторов, приводящих к осложнениям и прогнозировать риск развития осложнений у конкретного пациента. На основе указанных методов может быть создана информационная технология, которая может использоваться для динамической оценки и коррекции лечебного процесса.

Ключевые слова: бинарная логистическая регрессия, MultifactorDimensionalityReduction, острая сердечная недостаточность.

Клин. информат. и Телемед.
2012. Т.8. Вып.9. с.73–79

Введение

Лечение ишемической болезни сердца (ИБС) — одна из самых актуальных медицинских проблем современности [1, 2, 3], поскольку она занимает ведущие позиции в структуре заболеваемости населения. Зачастую в клинику кардиохирургии больные поступают уже в крайне тяжелом состоянии, имея ряд сопутствующих осложнений, патологий и хронических заболеваний. У большинства пациентов медикаментозная терапия оказывается неэффективной, что и обуславливает применение хирургического лечения, которое иногда может повлечь за собой развитие осложнений в раннем послеоперационном периоде.

На сегодняшний день в кардиохирургии существует большое количество систем оценки риска послеоперационного исхода или развития осложнений, которые достаточно успешно применяются во многих центрах мира. Так, одной из них является система EuroScore [4]. Однако, она основана на усреднении данных разных кардиохирургических центров, что сопряжено с погрешностями прогнозирования при оценке больных высокого риска

конкретной клиники со своими индивидуальными особенностями.

Так как в условиях кардиохирургического стационара лечебный процесс непрерывно совершенствуется, представляется целесообразным создание специализированных моделей оценки риска развития послеоперационных осложнений на основе интеллектуального анализа данных. Это является перспективным как для индивидуальной оценки риска развития осложнений с учетом особенностей конкретного медицинского учреждения, так и для выработки схем оптимального ведения пациентов, то есть для совершенствования лечебного процесса.

Большое значение также имеет систематизация факторов риска и связанных с ними признаков, характеризующих состояние больных. Для выявления самих факторов чаще используют метод бинарной логистической регрессии (БЛР), а для нахождения взаимосвязей между факторами признаков, представляется перспективным применение метода снижения факториальной размерности — MultifactorDimensionalityReduction (MDR) [5].

MDR был первоначально разработан для выявления межгенных взаимодействий. Базируясь на теории информации и оценке информационных

взаимодействий, он позволяет рассчитать вклад каждого из источников информации и оценить отрицательное или положительное влияние любого из них на другие источники информации. MDR дает возможность уменьшить размерность пространства признаков, т.е. выделить небольшую группу наиболее информативных показателей при анализе большого числа наблюдений с большим количеством переменных.

Целью работы был анализ эффективности применения методов БЛР и MDR для индивидуальной оценки риска развития в раннем послеоперационном периоде острой сердечной недостаточности (ОСН) при хирургическом лечении ИБС в условиях конкретного кардиохирургического подразделения и изучение возможности создания информационных технологий, направленных на динамическую коррекцию лечебного процесса, то есть его непрерывное совершенствование.

Материал и методы исследования

В исследование были включены 710 пациентов с ИБС, которым было проведено аорто-коронарное шунтирование (АКШ) на работающем сердце в 2009 году. Все вмешательства выполнены в Национальном институте сердечно-сосудистой хирургии им. Н. М. Амосова НАМН.

Эффективность методов БЛР и MDR оценивали по выявленной структуре факторов риска, развития ОСН в раннем послеоперационном периоде у пациентов с ИБС после АКШ.

Для сравнения результатов прогнозирования вся выборка случайным образом была разделена на две группы. Обучающая группа включила 353 пациента, а тестовая группа для проверки результатов расчета, состояла из 357 пациентов.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакетов программ IBM SPSS Statistics 17.0 и MultifactorDimensionalityReduction 2.0 Beta 8.4.

Для оценки влияния факторов риска на развитие ОСН были использованы критерий Пирсона и корреляция Спирмена.

Была отобрана группа признаков (вероятных факторов), которые, пред-

положительно, могли оказывать наиболее существенное влияние на развитие ОСН в раннем послеоперационном периоде после АКШ.

Для анализа работы методов по определению значимых признаков развития ОСН в раннем послеоперационном периоде, были использованы все вероятные факторы риска, которые входят в группы:

- анамнестические и антропометрические данные;
- предоперационные данные, включающих в себя данные лабораторных и инструментальных исследований;
- операционные данные, включающие вид операции, особенности анестезиологического обеспечения, параметры искусственного кровообращения и защиты миокарда.

На первом шаге статистического анализа и последующего моделирования был использован метод БЛР, позволяющий рассчитывать весовые коэффициенты для качественных и количественных показателей [6]. Были использованы два подхода:

- пошаговый регрессионный анализ с автоматическим исключением неинформативных показателей;
- принудительное включение признаков, которые статистически значимо коррелировали с развитием ОСН.

БЛР применяется в случае, когда зависимая переменная является бинарной (т.е. может принимать только два значения). Иными словами, с помощью логистической регрессии можно оценить вероятность того, будет ли развиваться ОСН у конкретного больного.

Кроме того, для анализа характера связи факторов (синергизм, антагонизм и суммирование действия), использован метод MDR – метод снижения факториальной размерности. В нем используется алгоритм всестороннего поиска (Exhaustivesearchalgorithm), который оценивает все возможные комбинации признаков в отношении выходного параметра [7].

Влияние каждой переменной (фактора риска) и/или их взаимодействие оценивается величиной энтропии H (removedentropy – снятая неопределенность), которая представлена для каждого узла и выражается в %, где 100% – ситуация, когда знание переменной однозначно определяет влияние, соответственно 0% – ситуация, когда переменная не играет никакой роли. На ребрах отображается значение межфакторной энтропии. Все это позволяет оказывать опосредованное влияние на выходную переменную.

Нами была предпринята попытка совместного применения этих методов для выявления факторов риска разви-

тия ОСН в раннем послеоперационном периоде после АКШ и отыскания вариантов опосредованного воздействия на ОСН отдельными факторами и их совокупностью.

Результаты и обсуждение

Для того чтобы оценить эффективность применения методов БЛР и MDR мы попытались выявить с их помощью структуру факторов наиболее весомых на развитие ОСН.

С помощью метода БЛР были созданы модели прогнозирования риска по статистически значимым факторам.

Модель, представленная уравнением БЛР, определяет структуру факторов, что обуславливают развитие ОСН в раннем послеоперационном периоде, имеет следующий вид:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (1)$$

где $z = a_m \cdot x_m + a_{m-1} \cdot x_{m-1} + \dots + a_0$; p – вероятность развития ОСН в раннем послеоперационном периоде; e – экспонента, основание натуральных логарифмов; z – показатель, определяющий степень влияния суммы прогностических факторов на развитие ОСН после АКШ; $a_{1...m}$ – весовые коэффициенты уравнения регрессии; $x_{1...m}$ – факторы, влияющие на развитие ОСН после АКШ.

Значения показателей $a_{1...m}$ и $x_{1...m}$, частоты распределения, их статистическая значимость и отношение шансов влияния на ОСН приведены в табл. 1.

Математическая модель прогнозирования вероятности развития ОСН в раннем послеоперационном периоде после АКШ на основе формулы (1), имеет следующий вид:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z_1}}, \quad (2)$$

где $z_1 = -x_1 \cdot 0,638 + x_2 \cdot 0,190 + x_3 \cdot 0,799 + x_4 \cdot 1,445 + x_5 \cdot 0,275 - x_6 \cdot 0,828 + x_7 \cdot 0,355 + x_8 \cdot 0,554 + x_9 \cdot 0,377 + x_{10} \cdot 1,744 + x_{11} \cdot 0,354 + x_{12} \cdot 0,082 + x_{13} \cdot 1,721 - x_{14} \cdot 41,048 + x_{15} \cdot 1,201 - x_{16} \cdot 17,616 + 3,989$.

Отношение шансов (oddsratio) показывает соотношение вероятностей развития ОСН при положительном и отрица-

Табл. 1. Факторы риска, включенные в модель прогноза развития ОСН у пациентов после АКШ в раннем послеоперационном периоде для БЛР (обучающая выборка, N=353).

Группы по факторам риска		Число пациентов n		Отношение шансов OR (95%CI)	Коэффициент уравнения регрессии $a_{1...m}$	p*
Условное обозначение	Факторы риска	Не было ОСН	ОСН			
1	2	3	4	5	6	7
X ₁	ССП** ИБС**изолир.	251	11	1,0	-0,638	0,003
	ИБС**+ и/или АЛЖ**, и/или ИКМП**, и/или аортальный стеноз, и/или КАП**	79	12	3,5 (1,5-8,2)		
X ₂	Язвенная болезнь нет	281	15	1,0	0,190	0,012
	есть	49	8	3,1 (1,2-7,6)		
X ₃	Одышка нет	214	8	1,0	0,799	0,000
	есть при нагрузке	111	10	2,4 (0,9-6,3)		
	есть в покое	5	5	26,8 (6,4-111,3)		
X ₄	Аритмия нет	295	14	1,0	1,445	0,000
	да	35	9	5,4 (2,2-13,4)		
X ₅	ХНК** нет	71	3	1,0	0,275	0,045
	есть	259	20	1,8 (0,5-6,3)		
X ₆	Кардиосклероз нет	199	9	1,0	-0,828	0,046
	да	131	14	2,4 (1,0-5,6)		
X ₇	ХКН** нет	226	11	1,0	0,355	0,041
	да	104	12	2,4 (1,0-5,5)		
X ₈	Сократимость норма	226	12	1,0	0,554	0,000
	ИКМП	7	4	10,8 (2,8-41,9)		
	снижена	97	7	1,4 (0,5-3,6)		
X ₉	Гипертрофия ЛЖ** нет	22	5	1,0	0,377	0,009
	есть	308	18	0,3 (0,1-0,8)		
X ₁₀	АЛЖ** нет	290	16	1,0	1,744	0,012
	да	40	7	3,2 (1,2-8,2)		
X ₁₁	Тромбы нет	307	18	1,0	0,354	0,011
	да	23	5	3,7 (1,3-10,9)		
X ₁₂	Анемия нет	305	18	1,0	0,082	0,019
	да	25	5	3,4 (1,2-9,9)		
X ₁₃	ВОК** нет	309	19	1,0	1,721	0,046
	да	21	4	3,1 (1,0-9,9)		
X ₁₄	Применение ИК** нет	261	5	1,0	-41,048	0,000
	да	69	18	13,6 (4,9-38,0)		
X ₁₅	Кардиоплегия нет	297	15	1,0	1,201	0,000
	есть	33	8	4,8 (1,9-12,2)		
X ₁₆	Переливание препаратов крови нет	324	21	1,0	-17,616	0,032
	да	6	2	5,1 (1,0-27,0)		
$a_0 = 3,989$						

*) a_0 – свободный член уравнения БЛР.

**) обозначения: ССП – сопутствующая сердечная патология; ИБС – ишемическая болезнь сердца; АЛЖ – аневризма левого желудочка; ИКМП – ишемическая кардиомиопатия; ХНК – хроническая недостаточность кровообращения; ХКН – хроническая коронарная недостаточность; ЛЖ – левый желудочек; ВОК – ветвь острого края; ИК – искусственное кровообращение.

тельном значении изучаемого фактора. Под шансами (odds) понимается отношение вероятности того, что событие произойдет, к вероятности того, что событие не произойдет.

Из данных табл. 1 (столбец 5) следует, что наибольшие шансы развития послеоперационной ОСН в раннем послеоперационном периоде имеют больные у которых присутствует одышка в состоянии покоя и те, которые были подвергнуты экстремному переходу на искусственное кровообращение (ИК).

Отсутствие в модели таких значимых факторов, как инфаркт миокарда в анамнезе и (или) артериальной гипертензии высоких степеней может свидетельствовать о том, что в отделении с этими факторами успешно справляются и поддерживают необходимые показатели на должном уровне, то есть что влияние их успешно нивелируется в процессе предоперационной подготовки больного.

Такой анализ дает возможность выбирать значимые факторы для выходного признака — ОСН. Однако, анализ признаков, непосредственно связанных с факторами риска, приводит к необходимости перебора и анализа большого числа вариантов для построения большого числа моделей различного иерархического уровня. Этого недостатка лишен метод MDR, который помогает выявить иерархию взаимосвязей факторов риска и сами систематические связи.

Граф межфакторных взаимодействий в группах больных отражает силу влияния отдельных факторов риска на развитие ОСН с помощью показателя энтропии. Наибольшее влияние имеют факторы с максимальным процентом энтропии, представленные на рис. 1.

Анализ уровня энтропии (рис. 1), показал, что наиболее весомыми факторами риска развития ОСН являются жизненная емкость легких, одышка, сократимость, аритмии и экстремный переход на ИК. Кроме того, граф межфакторных взаимодействий показывает характер взаимосвязей внутри модели. Чем более снижено значение ЖЕЛ, тем больше вероятность возникновения аритмии, одышки и других факторов риска развития ОСН в раннем послеоперационном периоде. Переход на ИК является очевидным как отражение исходной тяжести пациентов. Также важным элементом предоперационной подготовки больного должна быть коррекция насосной функции сердца.

Кроме выявления основных факторов риска метод MDR позволил выявить структуру факторов более низкого уровня, которые оказывают

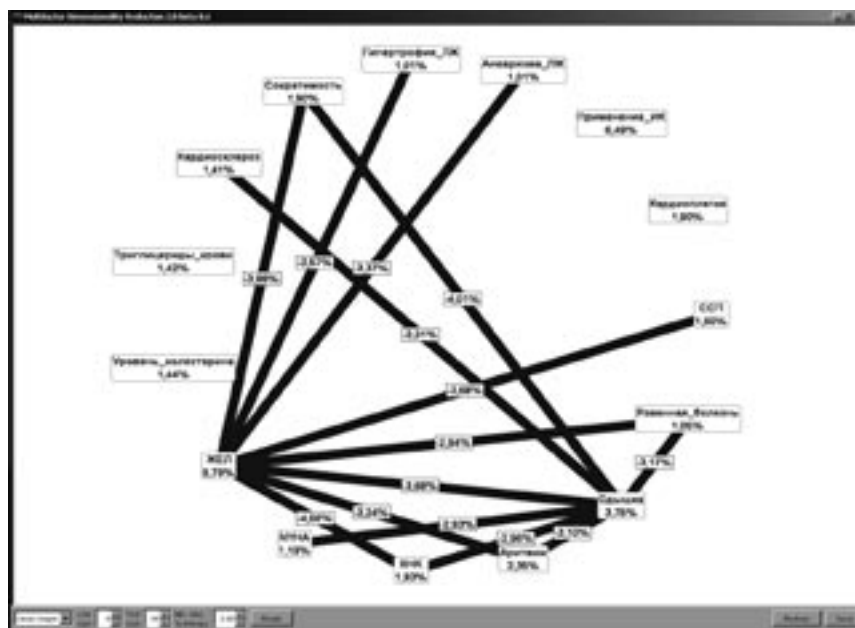


Рис. 1. Граф межфакторных взаимодействий влияющих на развитие ОСН. Обозначения: ХНК — хроническая недостаточность кровообращения; NYHA — функциональный класс сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов; ЖЕЛ — жизненная емкость легких; ЛЖ — левый желудочек; ИК — искусственное кровообращение.

Табл. 2. Процент правильных отнесений, чувствительность и специфичность общей модели прогнозирования развития ОСН в раннем послеоперационном периоде у больных после АКШ.

	Процент правильных отнесений (%)	Чувствительность (%)	Специфичность (%)
Обучающая выборка (N = 353)	96,3	91,7	96,5
Тестовая выборка (N = 357)	96,9	100,0	96,9

влияние на сами факторы риска. Это дает возможность управлять лечебным процессом, учитывая все звенья и подфакторы построенной модели, путем изменения структуры лечебных мероприятий.

Для верификации выявленных закономерностей был использован crossvalidation test, т.е. перекрестная проверка — метод оценки модели и её поведения на независимых данных. По принципу этого метода — исходный массив наблюдений был разбит случайным образом на обучающую группу и тестовую. На первой строилась прогностическая модель, а на тестовой — проводилась проверка на оценку эффективности, результат в табл. 2.

При прогнозировании развития ОСН у больных после АКШ методом БЛР чувствительность модели на обучающей выборке составляет 91,7% и специфичность 96,5% при суммарной точности 96,3%. А при проверке по тестовой выборке результаты оказались немного выше — точность прогнозирования составила 96,9%.

Информационная модель на выходе должна давать по всему множеству набора факторов риска высокий результирующий прогноз возникновения ОСН в раннем послеоперационном периоде. Для этого из полученных результатов методами БЛР и MDR было отобрано ядро факторов этих двух методов (табл. 3).

Табл. 3. Факторы риска, выявленные у пациентов после АКШ в раннем послеоперационном периоде для методов БЛР, MDR и их ядро (обучающая выборка, N = 353).

Факторы риска, выявленные методом БЛР	Факторы риска, выявленные методом MDR	Пересекающиеся факторы риска, выявленные методами БЛР и MDR	Условное обозначение переменных
1	2	3	4
ССП**	ССП**	ССП**	X ₁
Язвенная болезнь	Язвенная болезнь	Язвенная болезнь	X ₂
Одышка	Одышка	Одышка	X ₃
Аритмия	Аритмия	Аритмия	X ₄
ХНК**	ХНК**	ХНК**	X ₅
–	НУНА**	–	–
–	ЖЕЛ**	–	–
–	Уровень холестерина	–	–
–	Триглицериды крови	–	–
Кардиосклероз	Кардиосклероз	Кардиосклероз	X ₆
ХКН**	–	–	–
Сократимость	Сократимость	Сократимость	X ₇
Гипертрофия ЛЖ**	Гипертрофия ЛЖ**	Гипертрофия ЛЖ**	X ₈
АЛЖ**	АЛЖ**	АЛЖ**	X ₉
Тромбы	–	–	–
Анемия	–	–	–
ВОК**	–	–	–
Применение ИК**	Применение ИК**	Применение ИК**	X ₁₀
Кардиоплегия	Кардиоплегия	Кардиоплегия	X ₁₁
Переливание препаратов крови	–	–	–

**) обозначения: ССП – сопутствующая сердечная патология; ХНК – хроническая недостаточность кровообращения; НУНА – функциональный класс сердечной недостаточности по классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ХКН – хроническая коронарная недостаточность; ЛЖ – левый желудочек; АЛЖ – аневризма левого желудочка; ВОК – ветвь острого края; ИК – искусственное кровообращение.

Из этих факторов (табл. 3, кол. 3) методом БЛР, на основе формулы (1), была построена модель прогнозирования вероятности развития ОСН у больных после АКШ на работающем сердце в раннем послеоперационном периоде:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z_2}}, \quad (3)$$

где $z_2 = -x_1 \cdot 0,34 + x_2 \cdot 0,214 + x_3 \cdot 0,748 + x_4 \cdot 1,532 + x_5 \cdot 0,386 - x_6 \cdot 0,791 + x_7 \cdot 0,684 + x_8 \cdot 0,492 + x_9 \cdot 1,787 - x_{10} \cdot 25,384 + x_{12} \cdot 1,02 - 11,717$.

Данная прогностическая модель, совместно выявленных двумя методами, факторов риска, также подверглась кросс-проверке (табл. 4).

При прогнозировании развития ОСН комбинацией полученных результатов методами БЛР и MDR, чувствитель-

Табл. 4. Процент правильных отнесений, чувствительность и специфичность общей модели прогнозирования влияния факторов риска, выявленных совместным применением методов БЛР и MDR, на развитие ОСН в раннем послеоперационном периоде у больных после АКШ.

	Процент правильных отнесений (%)	Чувствительность (%)	Специфичность (%)
Обучающая выборка (N = 353)	96,6	100,0	96,5
Тестовая выборка (N = 357)	96,9	100,0	96,9

ность моделей на обучающей выборке составляет 100% и специфичность 96,5% и 96,9%, соответственно при суммарной точности 96,6%. Однако,

при проверке по тестовой выборке результаты оказались несколько выше, точность прогнозирования составила 96,9%.

Результаты проверки работы модели по обучающей выборке, которая содержит ядро факторов риска двух методов несколько выше показателей, которые рассчитаны лишь БЛР.

Проанализировав полученные результаты, было принято решение, для прогнозирования развития ОСН в раннем послеоперационном периоде после АКШ, рекомендовать к использованию модель, включающую факторы риска, которые были определены совместным применением методов БЛР и MDR.

После анализа полученных результатов была построена информационная модель (рис. 2) для совместного применения методов, рассмотренных выше.

Эта модель позволяет оценивать структуру наиболее информативных факторов риска развития ОСН среди больных после АКШ в раннем послеоперационном периоде, найти систематические взаимосвязи самих факторов и определять вероятность, т.е. прогнозировать развитие этого и других осложнений.

Так как мы хотели проверить результаты работы самих методов, то был задействован весь массив переменных, включающий и операционный и послеоперационный блок. В дальнейших исследованиях прогностические модели риска развития осложнений будут основаны на анамнестических и дооперационных факторах, для возможной предоперационной коррекции в лечебных мероприятиях и изменении тактики ведения операции.

Выводы

Проведенный анализ продемонстрировал эффективность совместного применения методов БЛР и MDR для выявления структуры информативных признаков, влияющих на развитие осложнений.

Модели, полученные при совместном применении БЛР и MDR, могут использоваться в качестве самостоятельного инструмента для оценки риска развития послеоперационных осложнений в условиях конкретного кардиохирургического подразделения.

Важной представляется возможность не только выявления очевидных взаимосвязей факторов риска развития осложнений, но и объективации признаков, которые недостаточно учтены в применяемых схемах лечения, а так-

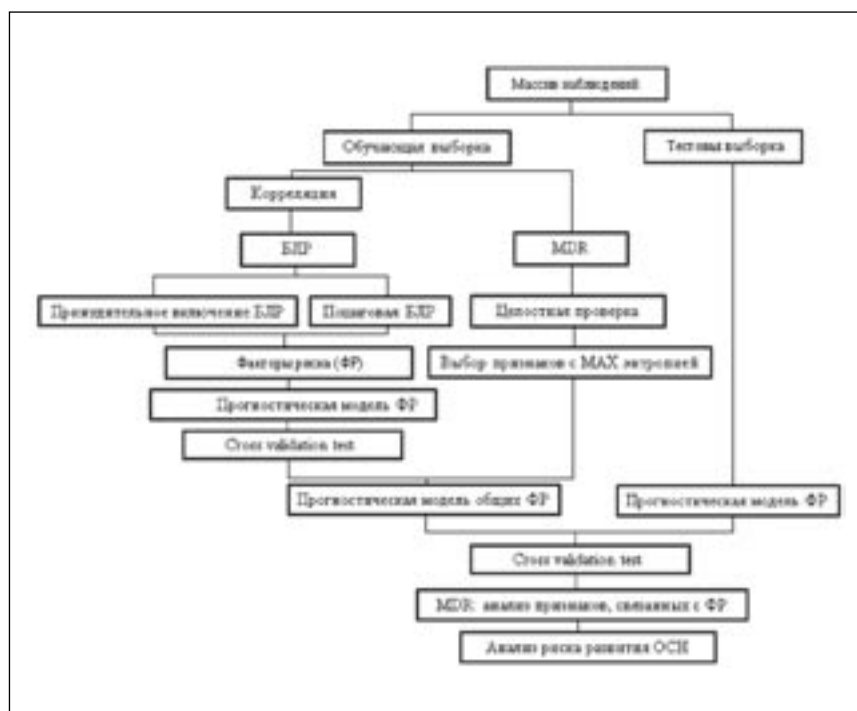


Рис. 2. Информационная модель применения БЛР и MDR. Обозначения: БЛР – бинарная логистическая регрессия; MDR – метод снижения факториальной размерности; ФР – факторы риска; Crossvalidationtest – кросс-проверочный тест.

же факторов риска, влияние которых может быть успешно нивелировано путем изменения схемы лечебных мероприятий конкретного кардиохирургического подразделения.

Описанная информационная модель интеллектуального анализа данных может быть полезным инструментом для нахождения и выбора наиболее рациональной тактики лечения, профилактики осложнений и построения эффективных схем лечения.

Литература

1. Алекаян Б. Г., Закарян Н. В. Эндоваскулярная хирургия в лечении больных ишемической болезнью сердца с рестенозами ранее имплантированных стентов // Руководство по рентгеноэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов / Под ред. Л. А. Бокерия, Б. Г. Алекаяна. – М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2008. – Т. 3. – Глава 23. – С. 438–455.
2. Амосова Е. Н. Эффективность коррекции факторов риска и различных методов хирургического лечения больных хронической ИБС в отношении предотвращения смерти от инфаркта миокарда: мифы и реальность // Серце і судини. – 2009. – № 4. – С. 12–24.
3. Бокерия Л. А., Алекаян Б. Г., Бузидшвили Ю. И. Стентирование как метод лечения больных при возврате стенокардии после операции коронарного шунтирования // Руководство по рентгеноэндоваскулярной хирургии сердца и сосудов / Под ред. Л. А. Бокерия, Б. Г. Алекаяна. – М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2008. – Т. 3. – Глава 32. – С. 623–636.
4. Gogbashian A., Sedrakyan A., Treasure T. EuroSCORE: a systematic review of international performance // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2004. Vol. 25. № 5. P. 695–700.
5. A. Jakulin, I. Bratko. Quantifying and Visualizing Attribute Interactions: An Approach Based on Entropy. PKDD 2004, V. 3. P. 229–240.
6. Григорьев, С. Г. Логистическая регрессия. Многомерные методы статистического анализа категориальных данных медицинских исследований / С. Г. Григорьев, В. И. Юнкеров, Н. Б. Клименко // Уч. пособие. ВМедА. – СПб, 2001. – С. 10–21.
7. Ritchie, M. D., Hahn, L. W., Roodi, N., Bailey, L. R., Dupont, W. D., Parl, F. F., Moore, J. H. (2001). Multifactor-dimensionality reduction reveals high-order interactions among estrogen-metabolism genes in sporadic breast cancer. The American Journal of Human Genetics, 69, 138–147.

Comparative analysis of effective application of information entropy and statistical methods for risk assessment of acute heart failure progression

G. V. Knyshov¹, A. V. Rudenko¹
E. A. Nastenko², A. V. Yakovenko²
V. A. Pavlov², N. N. Rudenko¹
V. V. Shapovalova¹

¹Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery NAMS of Ukraine

²National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract

Risk factors for acute heart failure in patients with coronary heart disease in the early postoperative period after aorto-coronary bypass grafting were identified by logistic regression and Multifactor Dimensionality Reduction. The comparative analysis of the efficiency of these methods was carried out. It was shown that their joint application allows you to identify the structure of the factors that lead to complications, and to predict the risk of development of complications in a concrete patient. On the basis of the above methods the information technology can be created, which can be used for the dynamic assessment and correction of the direct care.

Key words: binary logistic regression, Multifactor Dimensionality Reduction, acute heart failure, information model, risk assessment.

Порівняльний аналіз ефективності застосування інформаційно-ентропійного і статистичних методів для оцінки ризику розвитку гострої серцевої недостатності

Г. В. Книшов¹, А. В. Руденко¹
Є. А. Настенко², А. В. Яковенко²
В. А. Павлов², Н. М. Руденко¹
В. В. Шаповалова¹

¹Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Резюме

Методами логістичної регресії та Multifactor Dimensionality Reduction виявлені фактори ризику розвитку гострої серцевої недостатності у хворих з ішемічною хворобою серця в ранньому післяопераційному періоді після аорто-коронарного шунтування. Проведено порівняльний аналіз ефективності цих методів. Показано, що їх спільне застосування дозволяє виявляти структуру факторів, що призводять до ускладнень і прогнозувати ризик розвитку ускладнень у конкретного пацієнта. На основі зазначених методів може бути створена інформаційна технологія, яка може використовуватися для динамічної оцінки і корекції лікувального процесу.

Ключові слова: бінарна логістична регресія, Multifactor Dimensionality Reduction, гостра серцева недостатність, інформаційна модель, оцінка ризику.

Переписка

А. В. Яковенко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
ул. Маршала Якубовського, 4, кв. 185
Київ, 03191, Україна
тел. +38 (067) 276 30 96
ел. пошта: Vidmachenko@mail.ru