

НОВОЕ В ДИАГНОСТИКЕ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА МЕТОДОМ МНОЖЕСТВЕННОГО ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Кузнецов Е.А., Негашева М.А., Анохин В.Н., Волов Н.А., Ли Е.Д., Бычкова О.П.

Медицинский центр Центрального банка РФ; МГУ им. М.В. Ломоносова; РГМУ

Резюме

С помощью метода многофакторного дискриминантного анализа создана математическая модель диагностики ишемической болезни сердца (ИБС) на основе анализа комплекса объективных биологических признаков (результаты лабораторного и неинвазивного инструментального обследования, антропометрические данные) и при условии исключения субъективных факторов (жалобы, анамнез, неформализованная интерпретация полученных данных врачом), традиционно используемых в процессе диагностики заболевания. Доказана высокая чувствительность и достоверность предложенной диагностической модели. Работоспособность модели и достоверность результатов проверены на группе пациентов с морфологически подтвержденным диагнозом ИБС методом коронарографии (КАГ).

Ключевые слова: коронарная болезнь сердца, компьютерное моделирование

Введение

Развитие современных исследований в области диагностики заболеваний, в том числе в области кардиологии, направлено на совершенствование методических подходов и базируется на возрастании роли объективной составляющей в объеме информации, на основании которой делается заключение [1, 2, 3]. Диагностическая ценность отдельных признаков различна [4, 5], и большинство диагностических моделей стремится к нахождению небольшого количества достоверно характерных или патогномоничных для определенного патологического процесса предикторов [5]. Однако с появлением мощной вычислительной техники и программного обеспечения, позволяющего одновременно обрабатывать большое количество признаков методом многофакторного дискриминантного анализа [6], появилась возможность учитывать небольшие, но достоверные различия между группами признаков, характеризующие определенный патологический процесс [5]. На этом принципе основывается построение математической модели [2, 3, 7] – т. е., установление количественных и логических зависимостей между различными элементами, входящими в изучаемый процесс. Для обеспечения точности и логичности выводов при решении диагностической задачи анализируется взаимодействие большого количества признаков.

На фоне такого развития диагностики заболеваний роль субъективной составляющей заметно снижается, однако, в ряде случаев и в силу определенных обстоятельств, эта роль по-прежнему высока. Поскольку наличие субъективных факторов, используемых в процессе анализа общего количества данных, предполагает методическую ошибку, поэтому попытка отказаться от использования субъективных факторов в диагностическом процессе оправдана. Такой подход более прогрессивен с точки зрения методологии и позволяет избежать субъективных ошибок, что, в конечном счете, должно вести к получению более достоверного прогноза, к более точной диагностике.

Цель исследования: создание математической модели диагностики ишемической болезни сердца с использованием метода многофакторного дискриминантного анализа.

Материалы и методы

Обследовали 315 пациентов в возрасте 18-86 лет (средний возраст - 55 лет), находившихся на лечении в Медицинском центре Центрального банка РФ в период 01.02.97.-31.12.99. Статистическая обработка результатов проведена методом математического компьютерного многофакторного дискриминантного анализа с использованием ряда прикладных компьютерных программ, интегрированных в комплект программного обеспечения «Statistica».

Результаты анализа основываются на объективных данных обследования, полученных при помощи неинвазивных методов диагностики и включавших: возраст, фактор курения, данных клинических методов обследования, лабораторных исследований крови, мочи, рентгенологического исследования органов грудной клетки (Р-гр.), ультразвукового ангиосканирования в триплексном режиме брюшного отдела аорты (УЗИ), дуплексного сканирования брахиоцефальных артерий с цветным доплеровским картированием (УЗДГ), ЭКГ, суточного мониторирования ЭКГ (холтеровское мониторирование - ХМ), эхокардиографии сердца и его крупных сосудов (ЭхоКГ), исследования функции внешнего дыхания (ФВД), исследования глазного дна.

С целью повышения достоверности результатов в исследование включены 32 пациента, которым была проведена коронароангиография (КАГ) в Научном центре хирургии (НЦХ РАМН) - 32 пациента.

В предлагаемом исследовании сделана попытка выявления статистически достоверных различий набора объективных биологических признаков между 4 группами индивидов с наличием или отсутствием патологии сердечно-сосудистой системы методом многомерного изучения изменчивости признаков в выделенных группах при помощи математического многофакторного дискриминантного анализа, при условии не включения при этом в набор исследу-

емых признаков субъективных факторов в оценке заболевания, как со стороны пациента, так и с позиции врача. Это означает, что в исследованные признаки намеренно не включались жалобы, анамнез заболевания, субъективные оценки полученных данных обследования врачом.

Для этого на основании проведенного клинического обследования с использованием вышеуказанных методов пациенты были разделены на 4 группы.

1-я группа - **Пациенты с доказанным диагнозом ИБС** (больные с постинфарктным кардиосклерозом, с имеющимся стенозирующим поражением коронарного русла по данным КАГ)

2-я группа – **Пациенты с предполагаемым диагнозом ИБС** (все остальные формы ишемической болезни сердца, кроме группы 1)

3-я группа – **Пациенты с артериальной гипертонией без ИБС**

4-я группа - **Другие** пациенты без ИБС, артериальной гипертонии, сахарного диабета, тиреотоксикоза

У пациентов каждой из этих групп в дальнейшем в результате обработки данных методом многофакторного дискриминантного анализа получены достоверные статистические различия по ряду биологических признаков.

Суть метода, с помощью которого анализировались полученные в результате обследования данные, в нахождении для набора n исходных признаков $X_1, X_2, \dots, X_n$ небольшого количества новых переменных $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$ ($k < n$) в виде

$$Y_1 = a_{1,1}X_1 + a_{1,2}X_2 + \dots + a_{1,n}X_n + C_1$$

$$Y_2 = a_{2,1}X_1 + a_{2,2}X_2 + \dots + a_{2,n}X_n + C_2$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots \dots$$

$$Y_k = a_{k,1}X_1 + a_{k,2}X_2 + \dots + a_{k,n}X_n + C_k$$

где коэффициенты $a_{k,n}$ и константы C_k вычисляются так, чтобы по новым признакам Y выборки разделялись так хорошо, как только это возможно. Новые переменные $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$ называются дискриминантными функциями. Число дискриминантных функций равно числу выборок, и каждой группе пациентов соответствует своя дискриминантная функция.

Набор дискриминантных функций позволяет отнести любого пациента по значению его признаков к той или иной группе. Для этого его признаки $X_1, X_2, \dots, X_n$ подставляются в формулы с получением значений $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$. Пациент относится к той группе, для которой найдена наибольшая величина дискриминантной функции. Так, если из всех значений $Y_1, Y_2, \dots, Y_k$ наибольшая величина свойственна Y_k , то пациент относится к k -й группе, характеризующейся наличием некоторого заболевания.

На основании результатов проделанной работы можно сделать вывод об имеющейся закономерной изменчивости ряда признаков между выделенными группами и возможности на основании полученных дискриминантных функций и математических уравнений разделения этих групп, то есть - диагностики ишемической болезни сердца по выявленным признакам.

Полученные в результате анализа наборы коэффициентов дискриминантных функций представлены в табл. 1 и 3

для, соответственно, 59 и 44 проанализированных признаков. В табл. 1 представлены результаты множественного дискриминантного анализа для максимального количества признаков (59).

Для дискриминантных функций также рассчитывались значения так называемого критерия λ Уилкса (Лямбда Уилкса), показывающего неслучайность многомерных различий по комплексу признаков, использованных в дискриминантных функциях. Для каждого значения λ Уилкса в таблице 1 и 3 приведен F -критерий Фишера, по которому определяется вероятность ошибки суждения о достоверности различий признаков (P).

Использование критерия Лямбда Уилкса и, соответственно, критерия Фишера показало неслучайный характер различий для целого ряда рассмотренных показателей между сравниваемыми группами пациентов с достаточно малыми вероятностями ошибки, меньшими 0,1-1%.

Качество диагностики с применением дискриминантных функций оценивается так называемой классификационной таблицей (табл. 2). В ее строках помещено число пациентов, реально относящихся к той или иной их группе, в столбцах размещается предсказанная по дискриминантным функциям принадлежность к этим группам. В ячейках, расположенных на диагонали этой таблицы, размещено число пациентов, для которых диагноз оказался верным. В других ячейках помещено число пациентов с неверным диагнозом. Кроме этого, таблица содержит процент правильных диагнозов для каждой группы больных и общий средний процент таких диагнозов. Последний результат в нашем случае означает возможность определения того, как часто индивидуумы с патологическими отклонениями могут по комплексу признаков быть расценены как нормальные варианты с отсутствием патологии.

Работоспособность полученных дискриминантных функций (см. табл. 1), как видно из классификационной табл. 2, оказалась весьма высокой. Их применение с включением в анализ 59 биологических признаков позволило разделить пациентов из разных групп со 100-процентной надежностью, т. е. позволило отнести испытуемых к одной из четырех рассмотренных групп без ошибки, что качественно отличает предлагаемую математическую модель диагностики от разработанных ранее и имеющих меньшую чувствительность и специфичность [5].

Разумеется, столь высокая точность диагностики по дискриминантным функциям достигается только для рассмотренной, численно относительно небольшой, выборки пациентов. Для других групп обследованных она может быть меньшей.

В дальнейшем была проведена попытка уменьшить количество анализируемых признаков, что позволило увеличить число наблюдений, включенных в анализ, и уменьшить громоздкость диагностической системы.

Уменьшение количества исходных переменных осуществлялось методом отбора признаков, основываясь на вероятности его включения в дискриминантные функции из таблицы результатов включения разных показателей для 59 признаков. Признак считался ценным, если в предыду-

Таблица 1

Результаты множественного дискриминантного анализа по 59 признакам.
Число пациентов с полным набором признаков n = 74

Признаки	Коэффициенты дискриминантных функций				F- критерий
	группа	группа	группа	группа	
1. Пол	-439,9	-421,0	-474,0	-360,4	2,0
2. Возраст	-16	-14,0	-15,9	-10,0	2,7
3. Длина тела	167,6	168,1	167,1	172,8	0,4
4. Масса тела	-155,1	-155,4	-151,5	-162,2	1,1
5. ИМТ (индекс массы тела)	462,1	461,3	450,4	475,9	0,83
6. Курение	-89,5	-103,5	-120,8	-110,1	1,6
7. САД (систолическое АД)	0,3	0,3	-1,2	1,4	2,72
8. ДАД (диастолическое АД)	-1,3	-0,9	-0,1	-1,5	0,93
9. Пульс	14,4	13,7	14,9	12,2	5,76*
10. Глюкоза крови	47,6	41,6	45,3	29,5	2,78
11. Общий холестерин	93,1	100,6	124,0	90,0	0,55
12. ЛПВП	851,1	817,9	898,7	681,6	8,49**
13. ЛПНП	-115,2	-113,3	-142,4	-83,8	0,65
14. Альбумин	45,8	42,8	47,4	33,3	6,47**
15. Креатинин	-0,5	-0,7	-0,4	-1,4	0,58
16. Мочевина	-11,4	-11,9	-14,4	-9,0	0,24
17. Калий	119	98,9	103,8	53,0	1,65
18. Натрий	66,7	66,8	70,4	63,8	1,33
19. Хлор	45,4	43,1	44,3	38,0	1,35
20. АЧТВ	-10,6	-9,2	-11,1	-4,3	3,1
21. Эритроциты	153,6	141,9	160,4	100,5	0,91
22. Гемоглобин	48,6	43,6	51,0	28,1	1,27
23. Гематокрит	-5,8	-2,2	-4,9	7,6	1,54
24. Лейкоциты сегментоядерные	12,6	11,9	14,4	8,4	6,55**
25. Изменения форм. элементов крови	-36,5	-19,1	-43,2	34,9	1,51
26. Глюкоза мочи	14,7	18,0	19,9	20,5	0,74
27. Кетоновые тела мочи	-634,5	-619,0	-758,2	-468,2	4,59*
28. Пневмосклероз R-грк	360,9	336,1	324,2	313,7	1,29
29. Эмфизема R-грк	-134,7	-143,9	-118,2	-170,3	0,64
30. НК R-грк	-363,2	-326,9	-338,6	-296,6	1,64
31. Гидроторакс R-грк	-19,5	6,1	-74,1	135,7	3,92*

Признаки	Коэффициенты дискриминантных функций				F- критерий
	группа	группа	группа	группа	
32. ТК индекс R-грк	185	158,9	164,7	120,7	2,30
33. АТ аорты R-грк	-306,4	-293,1	-316,2	-268,7	0,70
34. АТ аорты УЗИк	57,7	88,2	102,1	122,4	3,10
35. АТ сонных артерий УЗДГк	196,9	158,3	178,4	82,7	7,52**
36. Проводимость ЭКГк	-374,9	-320,2	-373,0	-206,3	6,33**
37. Очаговый кард-з ЭКГк	214,9	193,0	235,0	107,0	4,48*
38. Другие ЭКГк	387,5	364,1	402,7	290,3	6,80**
39. Ишемия ЭКГк	-231,7	-195,8	-234,9	-118,6	4,37*
40. Средняя ЧСС ХМ	16,5	16,9	17,3	18,3	0,93
41. Минимальная ЧСС ХМ	-4,2	-3,5	-3,2	-3,4	0,20
42. Аритмия ХМк	-285,8	-288,9	-325,9	-265,4	1,86
43. Интервал ST ХМк	561,7	522,1	556,1	452,9	5,79**
44. АТ аорты ЭхоКГк	23,3	8,4	46,2	-52,3	4,12*
45. АТ кольца аорт. кл. ЭхоКГк	-13,1	-12,5	-18,2	-8,8	0,19
46. АТ кольца митр. кл. ЭхоКГк	-56,3	-51,6	-79,7	-14,6	3,66*
47. Дефекты клапанов ЭхоКГк	-25,2	-70,7	-42,2	-111,9	1,19
48. Дилатация полостей сердца ЭхоКГк	-85,7	-62,2	-60,5	-40,7	1,07
49. МЖП ЭхоКГ	-33,9	-40,6	-44,1	-47,6	1,98
50. Гипертрофия МЖП ЭхоКГк	302,3	309,7	336,2	309,5	0,88
51. Нарушение диастолы ЭхоКГк	288,9	283,7	300,4	279,2	0,47
52. Легочная гипертензия ЭхоКГк	256,1	272,5	297,2	271,0	0,90
53. КДД ЛЖ ЭхоКГ	-3,3	0,3	0,8	8,1	2,15
54. ПР ЛП ЭхоКГ	-26,1	-28,5	-30,9	-28,4	0,87
55. Фракция выброса ЛЖ ЭхоКГ %	-21,6	-19,2	-23,6	-11,2	7,40**
56. Фракция выброса ЛЖ ЭхоКГк	-356,8	-334,0	-404,7	-231,5	4,39*
57. Очаговый кардиосклероз ЭхоКГк	31,9	9,8	-26,0	30,0	2,59
58. Обструкция ФВД	-55,7	-54,2	-44,7	-58,4	0,35
59. Ангиопатия сетчатки	116,9	93,3	138,6	11,3	7,13**
Константы общие	-23518,5	-23297,2	-23905,7	-23140,1	

Примечание: * - различия неслучайны при вероятности $p < 0,05$; ** - различия неслучайны при вероятности $p < 0,01$; *** - различия неслучайны при вероятности $p < 0,001$.

В таблицах и далее в тексте используются следующие сокращения: индекс массы тела (ИМТ), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), липопротеиды высокой плотности (ЛПВП), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), активированное частичное тромбиновое время (АЧТВ), рентгенография (R-гр), торакокардиальный индекс (ТК индекс), недостаточность кровообращения (НК), ультразвуковое исследование (УЗИ), атеросклероз (АТ), аортальный клапан (аорт. кл.), митральный клапан (митр. кл.), легочная гипертензия (ЛГ), частота сердечных сокращений (ЧСС), конечный диастолический диаметр левого желудочка (КДД ЛЖ), поперечный размер левого предсердия (ПР ЛП), межжелудочковая перегородка (МЖП), левый желудочек (ЛЖ), функция внешнего дыхания (ФВД). Все признаки разделены на две группы: качественные и количественные. Качественные признаки закодированы по принципу 0/1/2 и отмечены в таблицах буквой «к». Значения количественных признаков были использованы в системе единиц СИ.

щем анализе вероятность его исключения была менее использованного уровня вероятности $p = 0,46$, что позволило отобрать 44 признака.

Результаты множественного дискриминантного анали-

Таблица 2

Распределение между реальным числом пациентов и математически спрогнозированным числом по выделенным 4 группам по набору из 59 признаков

Группы	Процент верных диагнозов	Математически прогнозируемое число пациентов по группам				Реальное число пациентов, принадлежащих к каждой из выделенных групп
		1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	
1	100,00%	21	0	0	0	21
2	“-	0	28	0	0	28
3	“-	0	0	19	0	19
4	“-	0	0	0	6	6
ВСЕГО	“-	21	28	19	6	74

за по уменьшенному набору признаков (44) представлены в табл. 3.

Как показывает классификационная табл. 4, группы 1 и 4 классифицируются дискриминантными функциями по-прежнему без ошибок. В группах 2 и 3 регистрируется 91-95% правильных диагнозов. Таким образом, небольшое уменьшение количества признаков лишь незначительно ухудшило работоспособность дискриминантных функций.

Для уменьшенного числа признаков до 44 был проведен канонический дискриминантный анализ (табл. 5). Первые две канонические переменные из трех имеют статистически неслучайный характер.

В дополнение к обычным дискриминантным функциям были найдены канонические дискриминантные переменные, которые позволяют наглядно графически представить взаимное расположение отдельных пациентов по ком-

Таблица 3

Результаты множественного дискриминантного анализа по уменьшенному набору признаков. Число пациентов с полным набором признаков $n = 98$

Признаки	Коэффициенты дискриминантных функций				F- критерий
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	
1. Пол	-2,63	-4,00	-1,68	0,24	0,91
2. Возраст	-0,56	-0,64	-0,89	-0,77	1,7
3. Масса тела	1,85	1,94	1,98	1,77	2,21
4. Курение	3,04	1,38	0,06	1,64	1,03
5. САД	1,16	1,16	1,14	1,22	0,18
6. ДАД	-0,62	-0,63	-0,56	-0,76	0,39
7. Пульс	1,01	1,04	1,13	1,08	0,9
8. Глюкоза крови	6,76	6,89	6,81	6,90	0,1
9. ЛПВП	150,96	150,77	157,03	137,47	5,47**
10. Альбумин	5,35	5,17	5,32	4,25	2,1
11. Калий	-8,05	-11,43	-16,04	-17,54	3,13*
12. Натрий	21,74	22,20	22,76	22,47	2,73
13. Хлор	10,61	10,64	10,59	10,23	0,46
14. АЧТВ	3,43	3,55	3,36	4,05	2,34
15. Эритроциты	41,23	34,79	31,17	20,20	4,96**
16. Гемоглобин	-10,48	-11,83	-10,82	-17,67	5,80**
17. Гематокрит	5,27	6,47	6,62	10,04	8,68***
18. Лейкоциты сегментоядерные	0,87	0,78	0,99	0,49	3,28*
19. Изменения форм. элементов крови	8,87	15,95	14,56	26,78	5,06**
20. Кетоновые тела мочи	-26,22	-20,65	-29,42	-11,95	3,16*
21. Пневмосклероз R-грк	-3,16	-4,60	-3,19	-8,86	1,18
22. НК R-грк	-48,69	-47,91	-48,15	-47,93	0,04
23. Гидроторакс R-грк	60,94	63,91	61,93	67,62	0,40
24. ТК индекс R-грк	31,16	31,23	30,18	33,31	0,38
25. АТ аорты УЗИк	20,81	21,97	25,60	23,05	1,66
26. АТ сонных артерий УЗИк	-16,28	-17,88	-18,41	-25,29	2,24
27. Проводимость ЭКГк	-22,87	-21,18	-20,50	-17,25	0,68
28. Очаговый кард-з ЭКГк	-9,25	-13,43	-13,69	-22,50	2,90*
29. Другие ЭКГк	63,05	61,21	63,99	55,83	2,19
30. Ишемия ЭКГк	39,99	43,36	40,83	47,64	1,07
31. Средняя ЧСС ХМ	3,92	4,07	4,24	4,31	2,80*
32. Аритмия ХМк	-11,31	-10,60	-15,59	-5,65	3,98*
33. Интервал ST ХМк	5,43	3,23	0,16	-2,79	3,20*
34. АТ аорты ЭхоКГк	0,87	0,19	-1,83	-3,05	1,13
35. АТ кольца митр. кл. ЭхоКГк	-32,21	-33,20	-33,58	-31,19	0,67
36. Дефекты клапанов ЭхоКГк	-46,48	-49,06	-52,06	-54,13	1,40
37. Дилатация полостей сердца ЭхоКГк	-21,58	-21,82	-18,85	-27,88	2,27
38. МЖП ЭхоКГ	-9,73	-10,95	-11,55	-12,16	4,57**
39. ЛГ ЭхоКГк	26,43	29,66	29,49	35,53	1,69
40. КДД ЛЖ ЭхоКГ	-1,71	-1,56	-1,79	-0,25	3,72*
41. Фракция выброса ЛЖ ЭхоКГ %	4,48	4,73	4,81	5,32	2,28
42. Фракция выброса ЛЖ ЭхоКГк	34,94	37,09	34,44	37,31	0,53
43. Очаговый кардиосклероз ЭхоКГк	-46,68	-54,11	-53,79	-57,18	4,02*
44. Ангипатия сетчатки	-8,20	-8,89	-6,41	-19,72	4,65**
Константы общие	-2810,65	-2865,65	-2944,35	-2851,18	

Таблица 4

Распределение между реальным числом пациентов и математически спрогнозированным числом по выделенным 4 группам по набору из 44 признаков

Группы	Процент верных диагнозов	Математически прогнозируемое число пациентов по группам				Реальное число пациентов, принадлежащих к каждой из выделенных групп
		1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа	
1	100,00	26	0	0	0	26
2	91,30	2	42	2	0	46
3	95,00	0	1	19	0	20
4	100,00	0	0	0	6	6
ВСЕГО	94,89	28	43	21	6	98

Таблица 5

Достоверность полученных канонических переменных

№ канонической переменной	Критерий Лямбда	ХИ-квадрат	df	p
1	0,036	244,235	126	0,000000***
2	0,163	133,967	82	0,000264***
3	0,489	52,788	40	0,0849

плексу исходных диагностических признаков (рис.1).

Как показывает график индивидуальных значений (см. рис. 1), первая каноническая переменная достаточно отчетливо разделяет группу 1 с доказанным диагнозом ИБС (этим пациентам соответствуют большие значения K_1), группу 2 с предполагаемым диагнозом ИБС (им соответствуют средние значения K_1) и группу 3 с артериальной гипертензией без ИБС (с малыми значениями K_1). Вторая каноническая переменная отчетливо отделяет группу 4, в которую входят пациенты без ИБС, АГ, сахарного диабета и тиреотоксикоза, от остальных 3 групп пациентов.

Обсуждение и заключение

Таким образом, на основе метода дискриминантного анализа создана математическая модель диагностики ишемической болезни сердца.

Использование ее сводится к следующему (на примере пациента ИБ № 473).

Пациент обследован стандартными, неинвазивными, перечисленными в начале статьи методами. Значения 44 исследованных признаков заносятся в созданную в программе «Excel» таблицу (табл. 6), в которой они автоматически умножаются на частные коэффициенты дискриминантных функций для каждой из 4 групп. Полученные промежуточные результаты в каждой группе также автоматически суммируются с общей константой соответствующей группы. В итоге получаются 4 значения, каждое из которых соответствует своей группе. При сравнении этих 4 чисел находится наибольшее из них. В данном случае для пациента ИБ № 473 наибольшее число относится к 1-й группе с доказанным диагнозом ИБС. Это означает, что, по совокупности исследованных признаков, пациент дол-

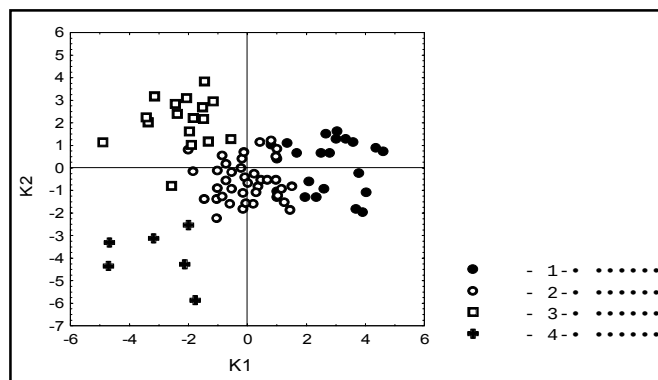


Рис. 1 График индивидуальных значений для пациентов по комплексу исходных диагностических признаков. (Иллюстрация результатов канонического анализа по 44 признакам).

Таблица 6

Диагностическая таблица в рамках программы «Excel» с применением дискриминантных функций по 44 признакам.

Название признака(X)	1-я группа			2-я группа			3-я группа			4-я группа		
	Частные коэф-фициенты (a)	данные	Промежуточные результаты	Частные коэф-фициенты	Вносимые данные	Промежуточные результаты	Частные коэф-фициенты	Вносимые данные	Промежуточные результаты	Частные коэф-фициенты	Вносимые данные	Промежуточные результаты
1. Пол	-2,6	1	-2,6	-4,0	1	-4,0	-1,7	1	-1,7	0,2	1	0,2
2. Возраст	-0,6	54	-30,2	-0,6	54	-34,6	-0,9	54	-48,1	-0,8	54	-41,6
3. Масса тела	1,9	80	148,0	1,9	80	155,2	2,0	80	158,4	1,8	80	141,6
4. Курение	3,0	2	6,1	1,4	2	2,8	0,1	2	0,1	1,6	2	3,3
5. САД	1,2	120	139,2	1,2	120	139,2	1,1	120	136,8	1,2	120	146,4
6. ДАД	-0,6	80	-49,6	-0,6	80	-50,4	-0,6	80	-44,8	-0,8	80	-60,8
7. Пульс	1,0	74	74,7	1,0	74	77,0	1,1	74	83,6	1,1	74	79,9
8. Глюкоза крови	6,8	5,4	36,5	6,9	5,4	37,2	6,8	5,4	36,8	6,9	5,4	37,3
9. ЛПВП	151,0	1,6	241,5	150,8	1,6	241,2	157,0	1,6	251,2	137,5	1,6	220,0
10. Альбумин	5,4	43	230,1	5,2	43	222,3	5,3	43	228,8	4,3	43	182,8
11. Калий	-8,1	4,6	-37,0	-11,4	4,6	-52,6	-16,0	4,6	-73,8	-17,5	4,6	-80,7
12. Натрий	21,7	141	3 065,3	22,2	141	3130,2	22,8	141	3209,2	22,5	141	3168,3
13. Хлор	10,6	102	1 082,2	10,6	102	1085,3	10,6	102	1080,2	10,2	102	1043,5
14. АЧТВ	3,4	36,7	125,9	3,6	36,7	130,3	3,4	36,7	123,3	4,1	36,7	148,6
15. Эритроциты	41,2	4,85	200,0	34,8	4,85	168,7	31,2	4,85	151,2	20,2	4,85	98,0
16. Гемоглобин	-10,5	13,8	-144,6	-11,8	13,8	-163,3	-10,8	13,8	-149,3	-17,7	13,8	-243,8
17. ...	5,3	42,2	222,4	6,5	42,2	273,0	6,6	42,2	279,4	10,0	42,2	423,7
18. ...	0,9	75	65,3	0,8	75	58,5	1,0	75	74,3	0,5	75	36,8
19. ...	8,9	1	8,9	16,0	1	16,0	14,6	1	14,6	26,8	1	26,8
20. ...	-26,2	0	0,0	-20,7	0	0,0	-29,4	0	0,0	-12,0	0	0,0
21. ...	-3,2	1	-3,2	-4,6	1	-4,6	-3,2	1	-3,2	-8,9	1	-8,9
22. ...	-48,7	1	-48,7	-47,9	1	-47,9	-48,2	1	-48,2	-47,9	1	-47,9
23. ...	60,9	0	0,0	63,9	0	0,0	61,9	0	0,0	67,6	0	0,0
24. ...	31,2	1	31,2	31,2	1	31,2	30,2	1	30,2	33,3	1	33,3
25. ...	20,8	1	20,8	22,0	1	22,0	25,6	1	25,6	23,1	1	23,1
26. ...	-16,3	2	-32,6	-17,9	2	-35,8	-18,4	2	-36,8	-25,3	2	-50,6
27. ...	-22,9	1	-22,9	-21,2	1	-21,2	-20,5	1	-20,5	-17,3	1	-17,3
28. ...	-9,3	2	-18,5	-13,4	2	-26,9	-13,7	2	-27,4	-22,5	2	-45,0
29. ...	63,1	2	126,1	61,2	2	122,4	64,0	2	128,0	55,8	2	111,7
30. ...	40,0		0,0	43,4	0	0,0	40,8	0	0,0	47,6	0	0,0
31. ...	3,9	75	294,0	4,1	75	305,3	4,2	75	318,0	4,3	75	323,3
32. ...	-11,3	1	-11,3	-10,6	1	-10,6	-15,6	1	-15,6	-5,7	1	-5,7
33. ...	5,4	1	5,4	3,2	1	3,2	0,2	1	0,2	-2,8	1	-2,8
34. ...	0,9	2	1,7	0,2	2	0,4	-1,8	2	-3,7	-3,1	2	-6,1
35. ...	-32,2	0	0,0	-33,2	0	0,0	-33,6	0	0,0	-31,2	0	0,0
36. ...	-46,5	0	0,0	-49,1	0	0,0	-52,1	0	0,0	-54,1	0	0,0
37. ...	-21,6	2	-43,2	-21,8	2	-43,6	-18,9	2	-37,7	-27,9	2	-55,8
38. ...	-9,7	13	-126,5	-11,0	13	-142,4	-11,6	13	-150,2	-12,2	13	-158,1
39. ...	26,4	0	0,0	29,7	0	0,0	29,5	0	0,0	35,5	0	0,0
40. ...	-1,7	70	-119,7	-1,6	70	-109,2	-1,8	70	-125,3	-0,3	70	-17,5
41. ...	4,5	25	112,0	4,7	25,0	118,3	4,8	25,0	120,3	5,3	25,0	133,0
42. ...	34,9	2	69,9	37,1	2,0	74,2	34,4	2,0	68,9	37,3	2,0	74,6
43. ...	-46,7	2	-93,4	-54,1	2,0	-108,2	-53,8	2,0	-107,6	-57,2	2,0	-114,4
44. Ангипатия сетчатки	-8,2	1	-8,2	-8,9	1,0	-8,9	-6,4	1,0	-6,4	-19,7	1,0	-19,7
Общие константы			-2810,7			-2865,7			-2944,4			-2851,2
Дискриминантные функции			2704,4			2684,1			2674,4			2628,2

Примечание: Названия признаков с 17 по 43 идентичны - см. табл. 3.

жен рассматриваться как больной с подтвержденным КАГ диагнозом ИБС.

В таком виде просто и быстро с помощью персонального компьютера проводится предлагаемая в настоящей работе диагностика ИБС.

На вышеизложенном материале доказываемость использования этого метода с целью более объективной диагностики ишемической болезни сердца, при условии максимального исключения субъективного фактора в процессе диагностики и на основе только неинвазивных методов обследования.

Данный метод диагностики с использованием представленных в публикации дискриминантных функций предпо-

лагает высокое качество диагностики ИБС, проведение дифференциальной диагностики между различными формами ИБС без использования инвазивных методов диагностики (КАГ), а также сложных неинвазивных методов - таких, как сцинтиграфия миокарда, стрессЭхоКГ, ВЭМ и др., и методологически исключает субъективную ошибку при этом.

Учитывая, что при уменьшении анализируемых признаков в первую очередь возникают ошибки в работе дискриминантных функций во 2-й группе (пациенты с ИБС, диагностированной с учетом наибольшего влияния субъективных факторов и неподтвержденной морфологически и патогномоничными признаками и/или данными КАГ),

а в группах 1, 3, 4 эти ошибки возникают позже и выражены значительно меньше, то можно предположить, что имеют место диагностические ошибки при формировании именно этой группы больных. То есть, весьма вероятно, что было проведено включение в эту группу пациентов без ИБС. Однако это может быть связано и с объективно большим сходством групп 1 и 2 при исключении ряда характеризующих эти группы признаков.

Включение новых признаков, а также данных, которые могут быть получены при применении более чувствительных и специфичных методов инструментальной неинвазивной диагностики ИБС (в частности, таких, как спирометрия, стрессэхокардиография, радионуклидные методы), должно, безусловно, уменьшить количество признаков, на основании которых можно было бы провести диагностику различных форм ИБС методом дискриминантного анализа. Это может быть перспективным направлением дальнейшего развития математической модели диагностики ИБС.

Литература

1. Высоцкая Ж.М., Терзов А.И. Математические модели неинвазивного определения поражения коронарных артерий у больных ишемической болезнью сердца. В сб. Новые приложения морфометрии и математическое моделирование в медико-биологических исследованиях. Харьков, 1990; 53.
2. Бала Ю.М., Подвальный С.Л., Стрелецкая Г.Н. и др. Математический подход к автоматической диагностике ишемической болезни сердца. В сб. Компьютеризация в медицине. Воронеж, 1990; 66-70.
3. Боровков Н.Н., Бубель М.С., Великовская Л.М. и др. Пути совершенствования математической дистанционной диагностики разных форм ИБС. В сб. Информатизация в деятельности медицинских служб. 1992;2: 83 - 89.
4. Moons K.G., Van Es G.A., Deckers J.W. et al. Limitations of sensitivity, specificity, likelihood ratio, and bayes' theorem in assessing diagnostic probabilities. Epidemiology - 1997; 8: 12 - 7.
5. Narang R., Ridout D., Nonis C. et al. Serum calcium, phosphorus and albumin levels in relation to the angiographic severity of coronary artery disease. Am.Int.J. Cardiol. 1997; 60: 73 -79.
6. Ким Дж.О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М., 1989.
7. Selker H.P., Griffith J.L., Patil S. et al. A comparison of performance of mathematical predictive methods for medical diagnosis: identifying acute cardiac ischemia among emergency department patients. J. Investig.Med. 1995; 43: 468 -476.

Abstract

We have created a mathematical model of diagnosing Coronary Heart Disease by means of multifactorial discriminate analysis of objective biological data (laboratory and non-invasive measurements, anthropometric data) if subjective data (complaints, history, non-formalized medical interpretation), traditionally used in diagnosing the disease, are present. We have proved the model to be highly sensitive and reliable, applying it to a group of patients with CHD morphologically verified by means of angiography.

Поступила 11/06-2001

* * *