

Методика построения статистической модели для диагностики осложнений у пациентов с пролапсом митрального клапана при стресс-эхокардиографии

Д. П. Борсук, А. Н. Осипенко, Н. Б. Осипенко

В работе представлена методика поэтапного построения статистической модели для поддержки диагностики осложнений у пациентов, имеющих пролабирование створок митрального клапана. Основное внимание уделено проблеме повышения эффективности использования трудоемкого метода стресс-эхокардиографии. Исследование направлено на выявление с помощью экспертных оценок врача и методов прикладной статистики эмпирических закономерностей, позволяющих по небольшому количеству легко определяемых (на базе рутинных методов исследования) признаков, выделить группы пациентов с наиболее высоким риском развития возможных осложнений.

Введение

Пролапс митрального клапана (ПМК) обнаруживают у 6-10% здоровых молодых людей, преимущественно женщин [3]. Часто он встречается также у пациентов с синдромом Марфана, аномалиями строения грудной клетки и другими врожденными пороками развития сердца, в частности, – дефектом межпредсердной перегородки [3]. ПМК обычно представляет эхокардиографическую находку, только небольшой процент пациентов имеет выраженную клиническую симптоматику. В последнее десятилетие очень популярным среди кардиологов стал метод стресс-эхокардиографии (С-ЭхоКГ). По своим прогностическим возможностям он эффективнее методов ЭхоКГ в покое и холтеровского мониторирования для бессимптомных или малосимптомных пациентов [3]. В то же время, С-ЭхоКГ является более трудоемкой процедурой, как по времени обследования, так и по времени анализа состояния сердца под воздействием физической нагрузки (ФН) на велоэргометре. С-ЭхоКГ одного пациента занимает один час рабочего времени.

Цель С-ЭхоКГ у пациентов с ПМК – обнаружение динамической (вызванной стресс-агентом – ФН на велоэргометре) регургитации на МК, а также дисфункции ЛЖ, преимущественно у больных со слабо выраженной симптоматикой.

В таких условиях естественно возникает практическая задача оптимизировать состав претендентов на С-ЭхоКГ, научившись предварительно оценивать (по данным менее трудоемких методов диагностики) вероятную степень осложнений при патологии митрального клапана. Традиционно такая задача решается путем построения модели множественной регрессии признаков менее трудоемкого обследования на экспертную оценку степени осложнения в будущем по результатам С-ЭхоКГ. Для обеспечения корректности и достоверности такой модели потребуется выборка объемом около 300 проб С-ЭхоКГ, на формирование которой в условиях одного стационара может уйти несколько лет.

Учитывая возникающие при этом проблемы потери времени, предлагается строить статистическую модель и соответствующую базу данных поэтапно.

Общая схема исследования

Этап 1. Формирование структуры базы данных для статистической модели.

В нее вошли следующие блоки:

- параметры конституции человека (пол, возраст, вес и т.д.);

- жалобы в связи с нарушениями работы сердца;
- анамнестические данные (длительность болезненных ощущений, производственные или иные стрессовые вредности, перенесенные заболевания, заболевания сердца у родителей, вредные привычки);
- нарушения в опорно-двигательном аппарате;
- нарушения сердечно-сосудистой системы, кожи, нервной системы и органов чувств;
- нарушения вегетативной системы (согласно вопроснику А.М.Вейна [2]);
- результаты психологического теста для оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний;
- показатели электрокардиограммы;
- данные холтеровского мониторинга;
- результаты ЭхоКГ;
- показатели С-ЭхоКГ;
- экспертная оценка врача степени возможных осложнений в будущем с указанием степени уверенности в своем прогнозе (предполагается, что для определенной части пациентов врач такую оценку сделать не сможет).

Этап 2. Построение концептуальной схемы для статистической модели гемодинамики у пациентов с патологией митрального клапана.

За основу выбрана универсальная концептуальная схема и формальная терминология, описанная в [4,6]. Базовые термины этой схемы ниже выделены в кавычках. Основные факторы модели:

1) *«плод болезнетворной деятельности»* – качественное осложнение гемодинамики через МК в будущем. Здесь могут понадобиться признаки:

- начального состояния патологии МК (косвенно их могут характеризовать перенесенные болезни, болезни сердца у родителей, длительность болезненных ощущений в сердце и т.д.),
- текущего состояния (по результатам ЭКГ, холтеровского мониторинга и ЭхоКГ),
- будущего состояния пациента при условии сохранения сложившегося образа жизни (по результатам экспертного заключения по совокупности всех данных, включая, если имеются, результаты С-ЭхоКГ);

2) *«носитель плода деятельности»* – среда непосредственного развития *«плода болезнетворной деятельности»*. Его характеризуют показатели работы:

- левого предсердия,
- левого желудочка,
- митрального клапана;

3) *«средства вложения»* в процесс развития *«плода болезнетворной деятельности»*:

- отклонения от нормы в образе жизни,
- степень подверженности стрессовым нагрузкам,
- экспертный прогноз изменения параметров крови,
- экспертный прогноз изменения параметров иммунной системы;

4) *«агенты влияния»* на процесс развития *«плода»* – экспертный прогноз изменения функции генерации импульсов возбуждения сердца со стороны:

- проводящей системы сердца,
- ЦНС,
- вегетативной подсистемы,
- гормональной подсистемы;

5) *«носитель узла связи»* при формировании *«плода болезнетворной деятельности»* – общая среда развития *«плода»* (описывается показателями работы других подсистем сердца, а также в целом всей кровеносной системы);

6) *«фон болезнетворной деятельности»* – организменные и поведенческие условия (общие характеристики организма и его подсистем, интенсивности физической и психологической нагрузок, степень утомляемости и т.д.);

7) *«инструменты формирования плода»* – вредные психологические установки, выражающиеся, в частности:

- во вредных привычках,
- повышенной темпераментности и нервозности или замкнутости в проблемных ситуациях;

8) «управляющие воздействия» пациента на ослабление или усиление болезнетворной деятельности, например:

- длительность болезнетворных ощущений в сердце до первого обращения к врачу,
- дисциплинированность лечения,
- реальные позитивные изменения в образе жизни.

Этап 3. Сбор первоначальной статистики и формирование базы данных.

Первоначально количество пациентов в выборке с полной характеристикой (включая С-ЭхоКГ) предполагается небольшим (20-30) и с неполной характеристикой (без С-ЭхоКГ) – 150-200, причем, не менее 100 из них должны иметь экспертную оценку степени осложнений в будущем.

Этап 4. Экспертно-корреляционный анализ признаков с целью выбора наиболее информативных их комбинаций для построения обобщенных фактор-признаков по каждой составляющей концептуальной схемы. Методика такого анализа описана в [1, 6].

Этап 5. Контролируемое пополнение выборки или ее фильтрация с целью обеспечения репрезентативности и полноты охвата основных признаков значений (без учета полноты статистики С-ЭхоКГ). Соответствующая методика такого анализа описана в [6].

Этап 6. Построение многомерной нелинейной регрессии объясняющих фактор-признаков (концептуальной схемы) на целевой фактор-признак «плода болезнетворной деятельности» – экспертной оценки степени осложнения гемодинамики митрального клапана в будущем.

При этом предполагается использовать механизм взвешивания признаков целевого фактор-признака в зависимости от степени уверенности эксперта в своей оценке. В частности, при использовании данных С-ЭхоКГ вес соответствующего фактор-признака по конкретному объекту (пациенту) в формуле уравнения регрессии будет в 2-3 раза выше, чем у объектов без С-ЭхоКГ. По результатам полученной регрессии будет дана оценка степени возможных осложнений для пациентов, у которых отсутствует соответствующая экспертная оценка врача. В последующих расчетах вес регрессионной оценки будет в 2-3 раза меньше, чем экспертной оценки врача без учета С-ЭхоКГ.

Этап 7. Контролируемое пополнение выборки с целью обеспечения полноты статистики С-ЭхоКГ. Для этих целей проводится многомерная классификация объектов выборки согласно методике, описанной в [5, 6]. По результатам этой классификации определяются классы и соответствующие области многомерного пространства признаков с недостаточным присутствием объектов с С-ЭхоКГ. В результате все обследованные на С-ЭхоКГ пациенты ранжируются по степени первоочередности такого обследования. При этом в формулу показателя первоочередности обследования включается среднее взвешенное внутриклассовое значение степени осложнения в будущем. Это позволит в последующем повысить разрешенность выборочного многомерного пространства фактор-признаков в более «проблемных» зонах.

Этап 8. Формирование подвыборки общей выборки пациентов для долгосрочного (3-5 лет) отслеживания реальных осложнений.

Этап 9. Периодическое отслеживание реальных осложнений, верификация модели многомерной регрессии и корректировка значений целевого фактор-признака.

Заключение

Представленный в работе вариант поэтапного формирования статистической модели формирования возможных осложнений у пациентов с пролапсом митрального клапана позволит наиболее эффективным образом использовать имеющиеся в распоряжении лечебного стационара информационные, инструментальные, интеллектуальные (в части диагностических возможностей опытного врача), а также временные ресурсы для решения задачи сохранения здоровья у этой категории населения. В частности, время выхода на оптимальный ре-

жим диагностики будет сокращено не менее чем в два раза по сравнению с вариантом обычного применения многомерного регрессионного моделирования. Другой особенностью предложенного подхода является сам принцип формирования математической модели, ориентированный на содержательную интерпретацию врачом универсальных формальных понятий на примере своей практической задачи. Это позволит повысить как качество модели, так и доверие к ее результатам.

Abstract. The paper deals with expert-statistical stage-by-stage modeling method for the diagnostics of complicated mitral valve prolepses with the use of Stress-Echocardiography. The method of using conceptual knowledge for making the nonlinear multidimensional regression model is described.

Литература

1. Большакова, Г.И. Построение модели факторов здоровья сельского населения по данным скринингового обследования / Г. И. Большакова, Л. И. Короткевич, В. А. Короткевич, А. Н. Осипенко, Н. Б. Осипенко, П. Н. Стрибук // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2006. – №4(37). – С. 113–115.
2. Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение / Под ред. А. М. Вейна. – Москва: ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 54 с.
3. Дупляков, Д.В. Возможности стресс-эхокардиографии в диагностике патологии аортального клапана / Д. В. Дупляков, В. М. Емельяненко // Кардиология, 2002. – 8. – С. 99–102.
4. Осипенко, А. Н. Метод и средства автоматизации моделирования активных систем / А. Н. Осипенко // Автореф. дис... канд.техн.наук: ГГУ, Гомель, 1997.
5. Осипенко, А. Н. Систематизация пострадавших в результате чернобыльской катастрофы сельскохозяйственных предприятий и выбор направлений их экономического развития / А. Н. Осипенко, П. Н. Стрибук // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь, 2001. – №2. – С.20–26.
6. Стрибук, П. Н. Выявление причинно-следственных связей в компьютерном моделировании социальных и природных систем / П. Н. Стрибук, А. Н. Осипенко, Н. Б. Осипенко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2002. – №6(15). – С.105–109.

Гомельский государственный
университет имени Ф. Скорины

Поступило 3.04.07