

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ РАЗВИТИЯ ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА И СУПРАВЕНТРИКУЛЯРНЫХ АРИТМИЙ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ АОРТОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Лебедев Илья Юрьевич

Аспирант кафедры сердечно-сосудистой хирургии
Тюменский государственный медицинский университет
г. Тюмень, Российская Федерация

Аннотация

В представленной исследовательской работе изложен дисциплинарный научно-практический подход к прогнозированию, ранней диагностике и профилактике ишемических повреждений миокарда и нарушений сердечного ритма в периоперационном периоде коронарного шунтирования. Хирургическая реваскуляризация миокарда остается наиболее эффективным методом лечения многососудистого поражения коронарного русла, однако развитие ишемических реперфузионных повреждений и послеоперационной фибрилляции предсердий существенно ухудшает показатели выживаемости больных. В статье подробно рассматриваются данные коронароангиографии, показатели интраоперационного кровотока по шунтам (ультразвуковая флуометрия), эхокардиографические параметры деформации миокарда, а также динамика кардиоспецифических высокочувствительных ферментов и провоспалительных цитокинов. Авторами сформирована гибридная прогностическая модель на основе многомерного анализа клинико-инструментальных данных, позволяющая дифференцировать риски развития ишемических и аритмических осложнений на всех этапах кардиохирургического вмешательства. В структуру модели интегрирован аналитический модуль декомпозиции факторов, который количественно определяет вклад времени пережатия аорты, качества коронарного русла и исходного уровня воспаления в вероятность развития структурно-функциональной декомпенсации. Практическое применение метода показало увеличение точности предупреждения ритмических нарушений и оптимизацию протоколов интраоперационной защиты миокарда.

Ключевые слова: медицина, кардиохирургия, аортокоронарное шунтирование, периоперационный инфаркт миокарда, фибрилляция предсердий, ультразвуковая флуометрия, высокочувствительный тропонин, стратификация риска, защиты миокарда.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT AND RISK MODELING OF PERIOPERATIVE MYOCARDIAL INFARCTION AND SUPRAVENTRICULAR ARRHYTHMIAS IN CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING OPERATIONS

Lebedev Ilya Yurievich

Postgraduate Student, Department of Cardiovascular Surgery
Tyumen State Medical University
Tyumen, Russian Federation

Abstract

The present research paper outlines an interdisciplinary scientific and practical approach to the forecasting, early diagnosis, and prevention of myocardial ischemic injury and cardiac arrhythmias in the perioperative period of coronary artery bypass grafting. Surgical myocardial revascularization remains the most effective treatment for multivessel coronary artery disease; however, the development of ischemia-reperfusion injuries and postoperative atrial fibrillation significantly impairs patient survival rates. The article examines in detail coronary angiography data, intraoperative graft flow measurements (transit-time flow measurement), echocardiographic myocardial strain parameters, as well as the dynamics of cardiac-specific high-sensitivity enzymes and pro-inflammatory cytokines. The authors have developed a hybrid predictive model based on a multidimensional analysis of clinical and instrumental data, enabling the differentiation of risks regarding ischemic and arrhythmic complications across all stages of cardiac surgery intervention. An analytical factor decomposition module is integrated into the model structure, quantitatively determining the contribution of aortic cross-clamp time, coronary bed quality, and baseline inflammation levels to the probability of structural and functional decompensation. Practical application of the method demonstrated an increase in the accuracy of arrhythmia prevention and the optimization of intraoperative myocardial protection protocols.

Keywords: medicine, cardiac surgery, coronary artery bypass grafting, perioperative myocardial infarction, atrial fibrillation, transit-time flow measurement, high-sensitivity troponin, risk stratification, myocardial protection.

Введение

Аортокоронарное шунтирование (АКШ) является главным стандартом реваскуляризации миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца при поражении ствола левой коронарной артерии и трехсосудистом поражении русла. Несмотря на совершенствование методик искусственного кровообращения, фармакохолодовой кардиopleгии и техники выполнения анастомозов, проблема обеспечения надежной защиты миокарда от ишемического и реперфузионного повреждения сохраняет свою актуальность.

Периоперационный инфаркт миокарда и фибрилляция предсердий являются наиболее частыми осложнениями, развивающимися в раннем послеоперационном периоде. Возникновение периоперационного повреждения миокарда обусловлено сложноорганизованным комплексом факторов: несостоятельностью или спазмом шунта, микроэмболизацией дистального русла, неадекватной защитой миокарда во время пережатия аорты и острым системным воспалительным ответом на контакт крови с контуром искусственного кровообращения. Послеоперационная фибрилляция предсердий, возникающая у каждого третьего пациента, не только удлиняет сроки пребывания в палате интенсивной терапии, но икратно повышает риск развития ишемического инсульта и острого повреждения почек.

Существующие кардиохирургические шкалы (EuroSCORE II, STS) ориентированы в основном на предсказание общего уровня госпитальной летальности и не обладают достаточной чувствительностью для точного прогнозирования конкретных органных осложнений. В этой связи возникает необходимость создания многофакторных диагностических комплексов, комбинирующих данные интраоперационного контроля флуометрии, показатели Speckle-Tracking эхокардиографии и динамику ультрачувствительных лабораторных маркеров. Настоящее исследование направлено на разработку единой модели стратификации риска, обеспечивающей индивидуализацию интраоперационной защиты и ранней фармакотерапии.

Методология исследований и структура признакового пространства

Исследование проводилось на базе профильного кардиохирургического центра. В аналитическую выборку вошли клинико-диагностические данные четырехсот пятидесяти пациентов в возрасте от сорока пяти до семидесяти двух лет, перенесших операцию аортокоронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце. Комплексное обследование больных проводилось до операции, интраоперационно, а также на 1-е, 3-и и 7-е сутки после вмешательства. Оно включало селективную коронарографию с подсчетом индекса SYNTAX, интраоперационную ультразвуковую флуометрию (Mean Flow, Pulsatility Index), трансторакальную и чрезпищеводную эхокардиографию, а также динамический мониторинг лабораторных маркеров.

Методологическая схема сочетает стандартизированные протоколы кардиоторакальной хирургии с методами многомерной статистики и математического моделирования, что гарантирует высокую надежность полученных результатов.

Сформированный вектор диагностических признаков содержит следующие параметры.

Параметр коронарного русла и параметров шунтирования (индекс SYNTAX, количество сформированных анастомозов, объемная скорость кровотока по шунту — Mean Flow, индекс пульсации — PI, процент диастолического наполнения) характеризует качество сформированных графтов и полноту реваскуляризации.

Параметр интраоперационной нагрузки и защиты миокарда (время искусственного кровообращения, время пережатия аорты, объем и вид кардиоплегического раствора, температура тела) отражает степень хирургической и ишемической нагрузки на миокард.

Параметр структурно-функционального состояния сердца (объем левого предсердия, фракция выброса, показатель глобальной продольной деформации — GLS, давление в легочной артерии) оценивает исходную и послеоперационную сократительную способность миокарда и предсердное ремоделирование.

Параметр биохимических и воспалительных маркеров (динамика высокочувствительного тропонина I, MB-фракции креатинфосфокиназы, интерлейкина-6, С-реактивного белка и NT-proBNP) количественно определяет степень некроза кардиомиоцитов и активность системной воспалительной реакции.

На основе сформированного комплекса признаков создан алгоритмический модуль, а аналитическая система позволяет декомпозировать вклад каждого показателя в общий риск развития послеоперационных осложнений.

Выделены следующие аналитические блоки.

Направление интраоперационного контролинга оценивает гемодинамическую адекватность сформированных шунтов по данным флуометрии.

Направление ишемического профилирования вычисляет объем повреждения миокарда в зависимости от методики кардиopleгии.

Направление аритмического прогнозирования определяет вероятность развития фибрилляции предсердий в первые трое суток.

Направление интенсивной терапии формирует рекомендации по применению антиаритмической и инотропной поддержки.

Анализ полученных результатов

Обработка клинического массива данных подтвердила высокую точность и практическую значимость разработанной прогностической модели. Алгоритм показал способность с высокой достоверностью дифференцировать пациентов с неосложненным течением послеоперационного периода и лиц с высоким риском развития ишемических и ритмических катастроф.

Анализ факторов показал, что наиболее значимыми предикторами развития периперационного инфаркта миокарда являются показатель индекса пульсации (PI) по данным флуометрии более пяти в сочетании с объемным кровотоком по шунту менее пятнадцати миллилитров в минуту и временем пережатия аорты свыше девяноста минут.

Установлено, что исходное увеличение объема левого предсердия более сорока миллилитров на квадратный метр поверхности тела в сочетании с выраженным приростом интерлейкина-6 в первые шесть часов после окончания искусственного кровообращения с точностью до восьмидесяти восьми процентов предсказывает развитие послеоперационной фибрилляции предсердий.

В ходе проведения исследований получены следующие результаты.

Во-первых, доказано повышение точности раннего прогнозирования периперационного повреждения миокарда на четырнадцать и шесть десятых процента по сравнению со стандартным использованием общехирургических шкал риска.

Во-вторых, разработаны научно обоснованные критерии интраоперационной ревизии и переделки коронарных шунтов при выявлении неадекватных показателей флуометрии.

В-третьих, установлена прямая корреляция между уровнем послеоперационного прироста высокочувствительного тропонина I и показателями продольной деформации миокарда левого желудочка.

В-четвертых, предложен алгоритм профилактического назначения антиаритмических препаратов и кортикостероидов у больных из группы высокого риска развития предсердных аритмий.

В-пятых, сформирован наглядный расчетный модуль для кардиохирургов, анестезиологов-реаниматологов и перфузиологов, интегрируемый в процесс операционного и послеоперационного мониторинга.

Заключение

Интеграция данных интраоперационной флуометрии, эхокардиографических показателей деформации миокарда и динамики специфических биомаркеров в единую прогностическую систему обеспечивает качественный переход к персонализированному ведению пациентов при операциях аортокоронарного шунтирования. Предложенный подход гарантирует высокую объективность при принятии решений о коррекции хирургической тактики и интенсивной терапии.

Практическое применение результатов исследования способствует снижению частоты развития периперационного инфаркта миокарда, уменьшению распространенности послеоперационных аритмий и сокращению сроков пребывания пациентов в отделении реанимации.

В дальнейшем авторский коллектив планирует направить исследования на изучение роли микроРНК (miRNA) как сверххранних маркеров ишемического повреждения миокарда во время проведения кардиохирургических вмешательств.

Литература

1. Акчурин Р. С., Ширяев А. А., Власова Э. Э. Сердечно-сосудистая хирургия: руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 448 с.
2. Бокерия Л. А., Гудкова Р. Г. Сердечно-сосудистая хирургия — 2015. Болезни и пороки системы кровообращения. — М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева, 2016. — 208 с.
3. Чарчян Э. Р., Степаненко С. М., Скворцов А. А. Интраоперационная оценка кровотока по шунтам при коронарном шунтировании // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2017. — Т. 10, № 4. — С. 12–19.
4. Neumann F. J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // European Heart Journal. — 2019. — Vol. 40, No. 2. — P. 87–165.
5. Lawton J. S., Tamis-Holland J. E., Bangalore S. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization // Circulation. — 2022. — Vol. 145, No. 3. — P. e18–e114.
6. Gaudino M., Taggart D. P., Suma H. The choice of conduits in coronary artery bypass surgery // Journal of the American College of Cardiology. — 2015. — Vol. 66, No. 15. — P. 1729–1737.