

Бессонов И.С.

**Стратификация риска летального исхода при
остром инфаркте миокарда с элевацией сегмента
ST при использовании современных
реперфузионных стратегий**

Учебное пособие

Тюмень
2025

УДК 616.127-005.8

ББК 54.101

Б 53

Рецензенты:

д-р мед. наук, доцент **Р.С. Тарасов**

(ФГБНУ «НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»)

канд. мед. наук **И.П. Зырянов**

(Тюменский кардиологический научный центр)

Б 53 Стратификация риска летального исхода при остром инфаркте миокарда с элевацией сегмента ST при использовании современных реперфузионных стратегий: Учебное пособие / И.С. Бессонов. – Тюмень, 2025. – 47с.

URL: https://www.infarkta.net/science/study-guides/files/BessonovIS_ISBN978-5-6050898-6-5.pdf

ISBN 978-5-6050898-6-5

Учебное пособие посвящено вопросам стратификации риска летального исхода у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. В работе систематизированы данные о наиболее значимых клинических, лабораторных и ангиографических параметрах, ассоциированных с госпитальной летальностью, а также приведены результаты разработки собственной бальной системы.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной подготовки к практическим занятиям врачей-кардиологов, врачей по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению, врачей смежных специальностей, клинических ординаторов, аспирантов, студентов медицинских вузов, слушателей циклов профессиональной переподготовки по специальностям «Кардиология», «Сердечно-сосудистая хирургия» и «Рентгенэндоваскулярные диагностика и лечение». Основные положения пособия представлены в рамках дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Чрескожные коронарные вмешательства у пациентов с острым инфарктом миокарда с элевацией сегмента ST».

Печатается по решению Ученого совета Тюменского кардиологического научного центра - филиала Томского НИМЦ, протокол №5 от 28.05.2025

УДК 616.127-005.8

ББК 54.101

© И.С. Бессонов, 2025

© Тюменский кардиологический научный центр - филиал Томского НИМЦ, 2025

ISBN 978-5-6050898-6-5

Оглавление

Список сокращений.....	4
Введение.....	5
Глава 1. Характеристика шкал для оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ.....	6
Вопросы для оценки знаний.....	14
Глава 2. Сравнительная характеристика прогностических шкал оценки риска.....	15
Вопросы для оценки знаний.....	17
Глава 3. Разработка шкалы оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ.....	18
Вопросы для оценки знаний.....	23
Заключение.....	24
Тестовые вопросы.....	25
Список литературы.....	31
Приложение 1. Ответы на вопросы для оценки знаний.....	36
Приложение 2. Ответы на тестовые вопросы.....	40

Список сокращений

АД – артериальное давление

ДААТ – двойная антитромбоцитарная терапия

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМпST – инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST

ОКС – острый коронарный синдром

ПКА – правая коронарная артерия

ФЖ – фибрилляция желудочков

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

ЭКГ – электрокардиограмма

ЭХОКГ – эхокардиография

ТІМІ – Thrombolysis In Myocardial Infarction (шкала оценки кровотока ТІМІ)

AUC – Area Under the Curve (площадь под кривой)

ROC – Receiver Operating Characteristic (кривая ROC)

CADILLAC – Controlled Abciximab and Device Investigation to Lower Late Angioplasty Complications

PAMI – Primary Angioplasty in Myocardial Infarction

GRACE – Global Registry of Acute Coronary Events

Введение

Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) остается одной из ведущих причин смертности во всем мире, несмотря на революционные изменения в подходах к реперфузионной терапии. Современная кардиология достигла значительных успехов в лечении данной патологии, однако риск летального исхода по-прежнему варьирует в широких пределах и зависит от множества зачастую взаимосвязанных факторов.

Своевременная и точная стратификация риска играет ключевую роль в определении оптимальной тактики ведения пациентов с ИМпST. Она позволяет выделить группы высокого риска, требующие более агрессивных подходов к лечению и тщательного мониторинга. В эпоху персонализированной медицины и ограниченных ресурсов здравоохранения такая дифференциация приобретает особую значимость.

За последние десятилетия было разработано множество прогностических моделей, учитывающих демографические показатели, клинические параметры, биомаркеры и данные инструментальных исследований. Традиционные шкалы GRACE и TIMI, зарекомендовавшие себя в клинической практике, дополняются новыми системами оценки, интегрирующими современные биомаркеры, генетические предикторы и результаты визуализирующих методик.

Особый интерес представляет переоценка прогностической ценности существующих шкал в контексте современных реперфузионных стратегий, включая первичное чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ), фармакоинвазивный подход и новые антитромботические режимы. Эволюция методов реваскуляризации существенно изменила течение ИМпST, что требует адаптации прогностических инструментов к новым реалиям.

В данном учебном пособии представлен комплексный анализ современных подходов к стратификации риска летального исхода при ИМпST в условиях применения различных реперфузионных стратегий. Мы рассмотрим как классические, так и инновационные прогностические модели, их валидность, ограничения и практическую применимость в различных клинических сценариях. Особое внимание уделено интеграции данных моделей в алгоритмы принятия клинических решений и их влиянию на исходы лечения.

Глава 1. Характеристика шкал для оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ

На сегодняшний день в доступной литературе представлено большое количество шкал для оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ. Ниже приведены наиболее распространенные из них. Следует отметить, что ряд из представленных шкал был разработан еще до широкого внедрения в клиническую практику инвазивной стратегии реперфузии. Тем не менее они были валидизированы и продемонстрировали свою дискриминационную способность в отношении прогнозирования летального исхода также после внедрения инвазивной стратегии реперфузии в клиническую практику.

Шкала GRACE.

В шкале GRACE (версии 1.0 и 2.0) используется два различных алгоритма для прогнозирования 1-летнего и 3-летнего риска летальности. Для создания шкалы использовались данные международного многоцентрового регистра, включающего 32 037 и 1 274 пациентов с ОКС соответственно [1]. С использованием шкалы GRACE у пациентов с острым ИМ возможно прогнозировать госпитальный, 6-месячный, 1-летний и 3-летний риск летального исхода. Эффективность использования шкалы GRACE у пациентов с острым ИМпСТ была подтверждена в многочисленных исследованиях [2,3,4,5]. В качестве предикторов летального исхода в шкале GRACE используются следующие показатели: возраст, ЧСС при поступлении, АД при поступлении, уровень креатинина, тяжесть острой сердечной недостаточности, остановка сердца на момент госпитализации пациента, отклонение сегмента ST, наличие диагностически значимого повышения уровня кардиоспецифических ферментов.

Шкала TIMI

Несмотря на то, что шкала TIMI была разработана по результатам исследования InTIME II (Intravenous nPA for Treatment of Infarcting Myocardium Early II), где использовалась тромболитическая терапия, возможности ее применения у пациентов при использовании инвазивной стратегии реперфузии, была подтверждена в многочисленных исследованиях [3,4,6,7,8,9,10,11,12,13]. В качестве предикторов используется 10 показателей, доступных для оценки при поступлении пациента в стационар: возраст, наличие сахарного диабета, гипертонии, либо стенокардии

напряжения до поступления, систолическое АД при поступлении, ЧСС при поступлении, вес, передняя локализация инфаркта миокарда, класс острой сердечной недостаточности (по Killip), полная блокада ЛНПГ, продолжительность болевого синдрома более 4 часов.

Шкала CADILLAC

Исходно шкала CADILLAC была разработана на основе полученных данных в одноименном рандомизированном исследовании, посвященном изучению абциксимаба и устройств для снижения поздних осложнений ЧКВ [7]. При этом в обучающую выборку было включено 2082 пациентов с острым ИМпСТ, в тестовую – 900 больных. Следует отметить, что при создании этой шкалы не учитывались данные пациентов высокого риска поскольку они имели критерии исключения исследования CADILLAC.

В шкале используется 7 предикторов летального исхода: возраст, класс по Killip, ФВЛЖ при поступлении, оцененная с помощью вентрикулографии перед ЧКВ, наличие поражения трех сосудов, окончательную степень кровотока по TIMI, анемию и почечную недостаточность. Таким образом, в этой шкале используется три категории предикторов: исходные клинические характеристики, результаты ЧКВ и данные инструментальных методов исследования. Хотя ФВ ЛЖ менее 40% была наиболее важным предиктором в модели (отношение шансов = 3,50, 95% доверительный интервал (ДИ): 2,07–5,75), в настоящее время вентрикулография редко выполняется до/во время первичного ЧКВ, что ограничивает практическую ценность этой шкалы. Тем не менее, ФВ ЛЖ также можно оценить с помощью эхокардиографии, как это было сделано в некоторых валидизирующих шкалу CADILLAC исследованиях [3,4,5,8] Несмотря на исключение пациентов с высоким риском при создании шкалы CADILLAC, она обладает хорошей дискриминационной способностью в прогнозировании летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ, включенных в клинические наблюдательные регистры [4,5,8,9,10,14].

Шкала PAMI

Шкала PAMI была создана с использованием данных 3252 пациентов, включенных в одноименное рандомизированное исследование PAMI, и вошедших в регистр PAMI-2 [15]. Следует отметить, что пациенты с кардиогенным шоком не включались в регистр, поэтому при создании шкалы их данные не учитывались.

Несмотря на это, ряд валидизирующих исследований подтвердил хорошую дискриминационную способность шкалы в прогнозировании летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ [4,6,7,8,9,10,14].

В шкале используется 5 параметров, доступных для оценки при поступлении пациентов: возраст, класс острой сердечной недостаточности, ЧСС, сахарный диабет, передняя локализация инфаркта миокарда, либо ПБЛНПГ.

Следует отметить, что шкалы GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI на сегодняшний день являются самыми распространенными в прогнозировании риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ.

Шкала AR-G

Шкала AR-G была разработана с использованием регистра ACTION (Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network). В обучающую выборку было включającego 65668 пациентов, в тестовую 16336 больных с острым инфарктом миокарда [16]. По результатам анализа было определено 8 предикторов госпитальной летальности. При этом 6 предикторов было выделено на основе клинических данных: возраст, уровень артериального давления при поступлении, ЧСС при поступлении, выраженность острой сердечной недостаточности, характер изменений по ЭКГ, наличие мультифокального атеросклероза. На основе лабораторных данных было определено 3 предиктора: исходный уровень тропонина, исходный уровень креатинина. Прогностическая способность модели была одинаково хороша как в наборе данных для обучения, так и в тестовой выборке проверки (AUC 0,85 и 0,84 соответственно).

Шкала ZWOLLE

Шкала ZWOLLE была разработана с использованием данных 1791 пациентов, включенных в одноцентровой регистр [17]. В качестве предикторов 30-дневного летального исхода в шкале используются следующие показатели: возраст, передняя локализация инфаркта миокарда, класс острой сердечной недостаточности по Killip, длительность ишемии миокарда, кровотоков по TIMI после ЧКВ, многососудистое поражение коронарного русла. По результатам разработчиков шкала обладала отличной дискриминационной способностью в отношении прогнозирования летального исхода (AUC=0,907), что было подтверждено в ряде исследований [4,6,7,8]. Нужно отметить, что в шкале ZWOLLE наряду с клиническими данными,

одним из важных предикторов летального исхода является достижение адекватного кровотока (TIMI 3) по инфаркт-связанной артерии после реваскуляризации.

Шкала APEX-AMI

Шкала APEX-AMI была разработана с использованием данных 5745 пациентов с острым ИМпСТ, включенных в одноименное рандомизированное исследование [18]. Шкала разработана с целью прогнозирования 90-дневного летального исхода. В качестве предикторов летальности в шкале используются 6 клинических параметров (возраст, ЧСС, систолическое АД, уровень отклонения сегмента ST, передняя локализация инфаркта миокарда, выраженность острой сердечной недостаточности по Killip) и один лабораторный параметр (уровень креатинина). По результатам разработчиков шкала характеризовалась хорошей дискриминационной способностью (AUC 0,82). Хотя шкала APEX-AMI прошла внутреннюю валидизацию, в доступной литературе имеется лишь одно внешнее валидирующее исследование, показывающее хорошую прогностическую способность данной шкалы [4].

Шкала NCDR CathPCI

При создании шкала NCDR CathPCI были использованы данные 181775 пациентов национального регистра США [19]. При этом было сформировано 2 валидирующие группы, включающие 121183 и 285440 пациентов соответственно. В первой группе валидизация происходила непосредственно после разработки шкалы, тогда как вторая группа была набрана проспективно. Следует отметить, что данная шкала создана для прогнозирования риска госпитальной летальности после проведения ЧКВ при различных формах ИБС. Однако разработчиками учтена возможность использования шкалы как у пациентов с острым коронарным синдромом, так и при стабильной ИБС. В шкале используются следующие показатели: возраст, кардиогенный шок, хроническая сердечная недостаточность, выраженность хронической сердечной недостаточности, периферический атеросклероз, хроническая обструктивная болезнь легких, скорость клубочковой фильтрации, экстренность ЧКВ (присваивается различный балл пациентам с острым ИМпСТ и без острого ИМпСТ). Помимо проспективной валидирующей проверки с использованием данных того же регистра, шкала NCDR CathPCI показала хорошую дискриминационную способность по результатам внешней валидизации [13].

Шкала EuroHeart STEMI PCI

При создании шкалы EuroHeart STEMI PCI были использованы данные европейского регистра ЧКВ, включающего как стабильных пациентов, так и больных с ОКС [20]. В шкале предусмотрена возможность рассчитывать риск госпитальной летальности для пациентов с острым ИМпСТ. Для создания и валидации шкалы из базы данных случайным образом были выделены 2 равные группы по 23032 пациента. В качестве предикторов госпитальной летальности было выделено 10 клинико-демографических (возраст, показания для проведения ЧКВ, гемодинамическая нестабильность, курение, сахарный диабет, женский пол, инсульт в анамнезе, отсутствие коронарного шунтирования в анамнезе, болезнь клапанов сердца, индекс массы тела) и 6 ангиографических показателей (кровоток по ТИМІ перед проведением ЧКВ, трехсосудистое поражение, стеноз ствола ЛКА, стеноз проксимального сегмента ПМЖВ, бифуркационное поражение, поражение типа С). В группах создания и валидации шкала продемонстрировала отличную дискриминационную способность в отношении прогнозирования госпитальной летальности в общей группе пациентов (AUC 0,91 и 0,90 соответственно). При этом в группе пациентов с острым ИМпСТ площадь под кривой (AUC) составила 0,89, что соответствует очень хорошему качеству модели.

Шкала ALPHA

Шкала ALPHA была создана для прогнозирования риска 30-дневной летальности у пациентов с острым ИМпСТ [4]. Особенностью шкалы является то, что в ней учитывается роль трансрадиального доступа при проведении ЧКВ. Шкала была создана с использованием данных одноцентрового регистра и включает результаты лечения 1255 пациентов с острым ИМпСТ (750- группа создания, 505 – группа валидации). Шкала ALPHA состоит из 5 простых предикторов: возраст, потребность в реанимации (при поступлении или на догоспитальном этапе), систолическое АД и ЧСС при поступлении, а также место сосудистого доступа. В нескольких рандомизированных исследованиях было определено, что трансрадиальное первичное ЧКВ ассоциируется со снижением риска летальности [21,22]. Авторы предлагают использовать шкалу ALPHA для принятия решения о выборе сосудистого доступа при первичных ЧКВ, анализируя разницу в снижении риска при использовании трансрадиального доступа. Шкала прошла внешнюю валидацию,

где была продемонстрирована ее высокая прогностическая значимость ($AUC=0,87$) [3]

Шкала AMIS

Шкала AMIS (Acute Myocardial Infarction in Switzerland) была разработана с использованием данных 7520 пациентов с острым инфарктом миокарда, включенных в национальный регистр в Швейцарии [23]. Валидизация шкалы проводилась на независимой выборке пациентов этого же регистра, а также на региональном регистре ОКС Краковской области (Польша) [24,25]. По результатам исследования шкала продемонстрировала хорошую дискриминационную способность в отношении прогнозирования летального исхода как на госпитальном этапе, так и по результатам 12-месячного наблюдения. Также хорошая прогностическая способность шкалы была подтверждена у пожилых пациентов [25]. В качестве предикторов летального исхода в шкале были выделены следующие показатели: возраст, класс острой сердечной недостаточности по Killip, систолическое АД, ЧСС, реанимация на догоспитальном этапе, ХСН в анамнезе, цереброваскулярные болезни в анамнезе.

Шкала KAMIR

Шкала оценки риска летального исхода по данным 12-месячного наблюдения KAMIR (Korea Acute Myocardial Infarction Registry) была создана на основе данных одноименного корейского национального регистра острого инфаркта миокарда. Для создания шкалы были использованы данные 3997 пациентов. Тестирование шкалы проводили, основываясь на данных проспективного наблюдения 1461 пациента [26]. В шкале используется 5 предикторов летального исхода: возраст, класс острой сердечной недостаточности, уровень креатинина, уровень гликемии, фракция выброса левого желудочка, не проведение ЧКВ во время госпитализации. В независимом исследовании была продемонстрирована хорошая дискриминационная способность шкалы KAMIR в прогнозировании 1-летнего летального исхода ($AUC=0,84$) [27].

Шкала РЕКОРД-6

Следует отметить, что клинические исследования и регистры, результаты которых послужили основой для разработки вышеприведенных шкал, не охватывали российскую популяцию больных острым инфарктом миокарда. Теоретически, их

использование на российской популяции пациентов может приводить к некорректным результатам оценки [28].

Шкала оценки риска 6-месячного летального исхода ОКС РЕКОРД-6 разработана с использованием российской популяции больных, вошедших в регистр ОКС РЕКОРД-3. По результатам анализа данных 1433 пациентов, были выявлены факторы, оказывающие влияние на летальный исход в течение 6 месяцев после выписки из стационара острого коронарного синдрома (ОКС). Среди этих факторов выделяются: отсутствие назначения аспирина (ОШ 5,8; 95% ДИ 2,3-15,0; $p < 0,0001$), вновь диагностированная сердечная недостаточность, отёк лёгких, либо шок в стационаре (ОШ 5,7; 95% ДИ 2,6-12,7; $p < 0,0001$), возраст ≥ 75 лет (ОШ 5,3; 95% ДИ 2,7-10,6; $p < 0,0001$), отсутствие назначения бета-блокатора при выписке (ОШ 5,0; 95% ДИ 2,3-10,8; $p < 0,0001$), невыполнение чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) в стационаре (первичное ЧКВ при ОКС с подъёмом ST или ЧКВ в первые 72 ч при ОКС без подъёма ST) (ОШ 3,9; 95% ДИ 1,6-9,8; $p = 0,004$), исходный уровень креатинина в сыворотке ≥ 100 мкмоль/л (ОШ 3,1; 95% ДИ 1,6-6,1; $p = 0,001$) и индекс массы тела < 30 кг/м² (ОШ 2,8; 1,2-6,3; $p = 0,0014$) [29]. Валидизации шкалы РЕКОРД на независимых когортах пациентов с ОКС не проводилось.

Шкала KemScore

Шкала KemScore была разработана с использованием российской популяции пациентов с острым ИМпСТ для стратификации риска госпитальной летальности на основе данных, полученных в течение первого часа после поступления пациентов в клинику [30]. В основе шкалы лежат следующие показатели: возраст 65 лет и более (2 балла), длительность от начала заболевания более 4 часов (1 балл), класс острой сердечной недостаточности II и выше по Killip (3 балла), систолическое АД менее 100 мм. рт. ст. (1 балл), уровень гликемии при поступлении более 9,6 ммоль/л (1 балл), ФВ ЛЖ менее 40% (2 балла). На основании этих данных были выделены 4 группы риска госпитальной летальности – низкий (0–1 балл), средний (2–4 балла), высокий (5–7 баллов), очень высокий (8 баллов), крайне высокий (9–10 баллов) – 54,5% (18 из 33). Разработанная модель характеризовалась очень хорошей дискриминационной способностью в отношении прогнозирования летального исхода на госпитальном этапе - площадь под кривой (ROC) составила 0,83. Основным ограничением разработанной шкалы является то, что она была создана на основе данных пациентов,

получавших лечение в период с 2008 по 2009 годы, когда современные реперфузионные стратегии не применялись достаточно широко. Так, в представленной выборке, ЧКВ проводились чуть более, чем у половины пациентов (54,9%). Также шкала не была валидизирована с использованием независимой когорты пациентов.

Следует отметить, что некоторые шкалы оценки риска летальности у пациентов с острым ИМпСТ базируются только на клинических данных, что позволяет оценить риск летального исхода непосредственно при поступлении пациента в стационар. Ряд прогностических шкал, наряду с клиническими показателями, включает данные лабораторных и инструментальных методов исследования, результаты ангиографии (рисунок 1). Более комплексные прогностические шкалы зачастую обладают лучшей диагностической точностью.

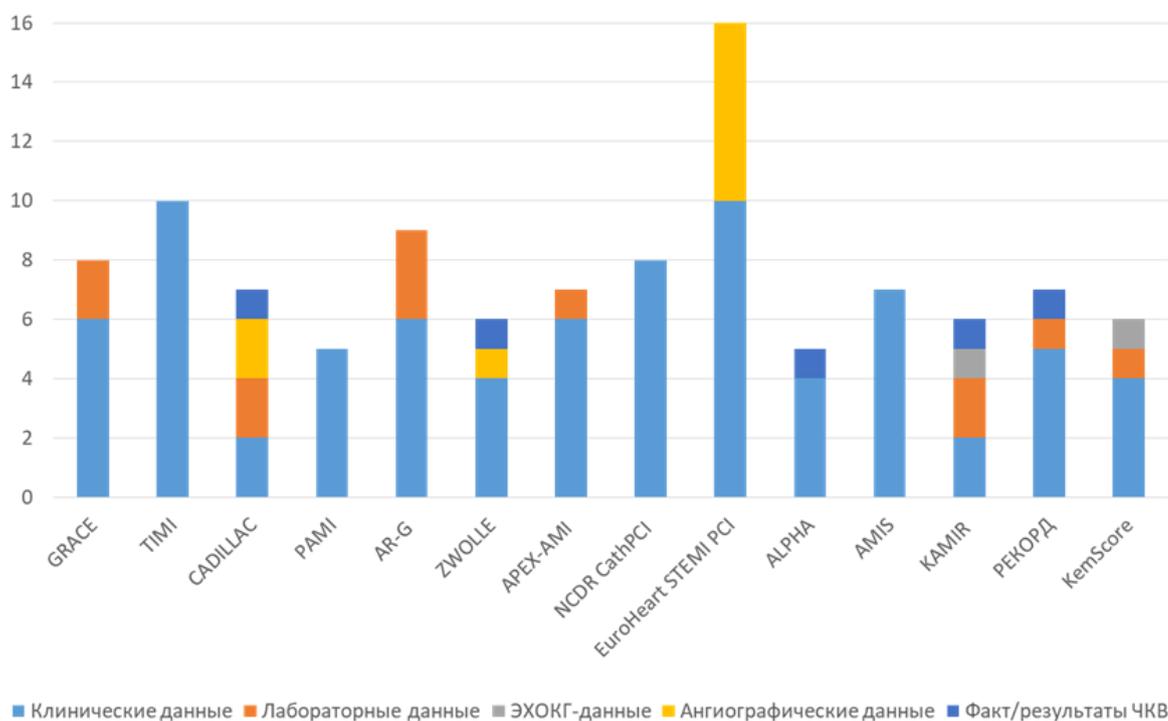


Рисунок 1. Характеристика шкал (бальных систем) оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ. Высота столбцов отражает количество предикторов, необходимых для расчета риска.

Вопросы для оценки знаний:

1. Какие шкалы наиболее часто используются для оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ?
2. Какие параметры входят в шкалу GRACE, и какой прогноз она позволяет дать?
3. В чем основное различие между шкалами CADILLAC и PAMI?
4. Какие особенности шкалы ZWOLLE отличают ее от других шкал?
5. Какие особенности имеет шкала РЕКОРД-6, и чем она отличается от других шкал?

Глава 2. Сравнительная характеристика прогностических шкал оценки риска

В данном разделе представлены результаты наиболее значимых исследований, проведенных с целью оценки прогностической точности шкал оценки риска летальности у пациентов с острым ИМпСТ.

При создании шкалы CADILLAC, ее дискриминационная способность в отношении прогнозирования летального исхода была сопоставлена со шкалами TIMI, PAMI и Zwolle. Было определено, что шкала CADILLAC была более точной в прогнозировании 30-дневной смертности ($p = 0,02$) и 1-летнего летального исхода ($p = 0,06$). Следует отметить, что результаты попарной оценки в данном исследовании не приводились [7].

Lev E.I. и соавт. проанализировали шкалы TIMI, PAMI, CADILLAC и GRACE у 855 пациентов, вошедших в одноцентровый регистр. По мнению авторов, шкалы риска CADILLAC, TIMI и PAMI имели относительно высокую прогностическую точность в отношении 30-дневного и 1-летнего летального исхода с небольшим превосходством шкалы CADILLAC. При этом дискриминационная способность шкалы GRACE оказалась статистически незначимой. Нужно отметить, что результаты попарных сравнений также не были опубликованы [9].

По данным одноцентрового регистра прогностическая значимость шкалы GRACE была сопоставима со шкалой AR-G [31].

Рядом авторов проводилось сравнительное исследование шкал TIMI, PAMI, CADILLAC и GRACE у пациентов с острым ИМпСТ, которым выполнялись первичные, либо спасительные ЧКВ [10]. Было определено, что шкалы TIMI, CADILLAC и GRACE в сравнении со шкалой PAMI имеют лучшую дискриминационную способность в отношении прогнозирования как 30-дневного, так и 1-летнего летального исхода.

С использованием данных 607 пациентов с острым ИМпСТ, включенных в одноцентровый регистр, проводилась сравнительная оценка прогностической значимости шкал TIMI и GRACE [13]. Было определено, что шкала GRACE обладает лучшей прогностической способностью в отношении госпитальной летальности, однако, по данным наблюдения за 30-дней статистической разницы получено не было.

В исследовании Abelin A.P. и соавт. были проанализированы шкалы TIMI, PAMI, Zwolle и GRACE у 501 пациента с острым ИМпСТ, включенных в одноцентровый регистр и подвергшихся первичному ЧКВ [6]. По результатам анализа не было получено статистически значимой разницы в прогностической точности шкал TIMI, GRACE и Zwolle в отношении 30-дневного летального исхода. При этом шкала GRACE статистически значимо лучше предсказывала летальный исход в сравнении со шкалой PAMI ($P < 0,01$).

Сравнение шкал TIMI, PAMI, Zwolle, CADILLAC и GRACE в отношении прогнозирования летального исхода при отдаленном наблюдении (от 6 месяцев до 3 лет) было изучено по данным 593 пациентов с острым ИМпСТ, подвергшихся первичным ЧКВ. Лучшие прогностические значения определялись при использовании шкалы GRACE, за которой следовали шкалы CADILLAC и Zwolle. При этом шкалы TIMI и PAMI были менее точны в прогнозировании долгосрочного летального исхода. Следует отметить, что все попарные сравнения проводились только со шкалой GRACE, выбранной в качестве эталона [8].

По результатам сравнения дискриминационной способности отечественной шкалы РЕКОРД-6 в сравнении со шкалой GRACE в отношении прогнозирования 6-месячного летального исхода у пациентов с ОКС не было получено статистически значимой разницы. Однако, номинально площадь под кривой (AUC) при использовании шкалы РЕКОРД-6 была выше [29].

Timóteo A.T. и соавт. сравнили шкалы GRACE и NCDR CathPCI с использованием данных одноцентрового регистра, включающего 2148 пациентов с ОКС, которым выполнялись [32]. Авторы обнаружили, что прогностическая сила шкалы GRACE для оценки риска госпитальной летальности была статистически выше, чем у шкалы NCDR CathPCI.

Hizoh I. и соавт. при разработке шкалы ALPHA провели ее сравнительный анализ со шкалами TIMI, PAMI, ZWOLLE, CADILLAC, APEX-AMI и GRACE 2.0 в отношении прогнозирования летального исхода по данным 30-дневного наблюдения у 505 пациентов с острым ИМпСТ, подвергшихся первичным ЧКВ [4]. Шкалы ALPHA, GRACE, APEX-AMI и CADILLAC характеризовались лучшей дискриминационной способностью в отношении прогнозирования 30-дневной

летальности в сравнении со шкалой PAMI. Остальные попарные сравнения не выявили значимых различий. Этой же группой авторов с использованием данных 5203 пациентов с острыми ИМпСТ, включенных в национальный регистр ОКС Венгрии, было показано, что шкалы GRACE и ALPHA обладали лучшей прогностической способностью в сравнении со шкалой TIMI ($p < 0,0001$). При этом прогностическая сила шкал GRACE и TIMI была сопоставима [3].

По данным исследования трех университетских центров Испании, включающего суммарно 4446 пациентов с острым ИМпСТ, дискриминационная способность шкалы Zwolle в прогнозировании госпитальной летальности была выше в сравнении со шкалой GRACE [33].

По результатам анализа шкала KAMIR превосходила шкалу GRACE в прогнозировании летального исхода по данным 12-месячного наблюдения (AUC 0,81 против 0,73, $p = 0,02$) [26]

В последние годы в литературе появилось достаточно публикаций, посвященных роли методов машинного обучения в прогнозировании исходов у пациентов с ОКС [34,35]. В частности, было показано, что использование алгоритмов прогнозирования летального исхода, разработанных с помощью методов машинного обучения превосходили в прогностической точности современные шкалы [27, 36,37].

Вопросы для оценки знаний:

6. Какие шкалы риска чаще всего сравнивались в исследованиях, посвященных прогнозированию летальности у пациентов с острым ИМпСТ?

7. Какая шкала, по результатам большинства исследований, показала лучшую дискриминационную способность при прогнозировании 30-дневной летальности у пациентов с острым ИМпСТ?

8. Какие результаты были получены при сравнении шкалы GRACE с отечественной шкалой РЕКОРД-6?

9. Какие ключевые выводы можно сделать при сравнении различных прогностических шкал в отношении долгосрочного прогноза (до 3 лет) у пациентов с острым ИМпСТ?

10. Что продемонстрировали исследования в сравнении традиционных шкал риска и алгоритмов машинного обучения?

Глава 3. Разработка шкалы оценки риска летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ

Для создания прогностической шкалы были использованы данные 1649 последовательных больных острым ИМпСТ, которые были включены в «Регистр чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с острым инфарктом миокарда с элевацией сегмента ST» на базе Тюменского кардиологического научного центра филиала Томского НИМЦ РАН [38]. При этом в обучающую выборку было включено 1150 (70%) больных, а в тестовую - 499 (30%) пациентов.

При анализе результатов было определено, что частота ангиографического успеха в обеих группах составила более 90%. Госпитальная летальность в обучающей выборке составила 5,0% (58 пациентов), в тестовой выборке – 5,2% (26 пациентов).

На первом этапе исследования с использованием унивариантного анализа было оценено 123 клинических, ангиографических и лабораторных показателя, потенциально связанных с госпитальной летальностью. Далее по результатам унивариантного анализа в мультивариантную модель бинарной логистической регрессии было включено 20 показателей. Результаты унивариантного и мультивариантного анализов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты унивариантного и мультивариантного анализов

Фактор	Унивариантный анализ		Мультивариантный анализ	
	Отношение шансов (95% доверительный интервал)	p	Отношение шансов (95% доверительный интервал)	p
Возраст ≥ 65 лет	5,32 (2,98-9,48)	<0,001	5,73 (2,76-11,9)	<0,001
Женский пол	3,17 (1,86-5,40)	<0,001		
Курение	0,23 (0,10-0,51)	<0,001		
ИБС в анамнезе	3,35 (1,95-5,76)	<0,001		
ХБП в анамнезе	2,53 (1,30-4,93)	0,006		
ИМ в анамнезе	1,71 (1,09-3,20)	0,040		

Передняя локализация инфаркта миокарда	1,66 (1,10-2,84)	0,046	2,32 (1,17-4,58)	0,015
Полная АВ-блокада	3,95 (1,58-9,88)	0,003		
Фибрилляция предсердий	2,49 (1,18-5,27)	0,017		
Фибрилляция желудочков	3,34 (1,56-7,13)	0,002		
Острая сердечная недостаточность III-IV класса по Killip	14,28 (7,95-25,67)	<0,001	9,32 (4,45-19,6)	<0,001
Общее время ишемии миокарда ≥ 180 минут	3,14 (1,57-6,28)	0,001	4,07 (1,48-11,2)	0,006
Прямая госпитализация в центр, где выполняются ЧКВ	2,89 (1,07-5,12)	0,025		
Количество баллов по шкале SYNTAX ≥ 16	4,05 (2,32-7,07)	<0,001	3,03 (1,55-5,93)	0,001
Неуспешное ЧКВ	8,58 (4,86-15,15)	<0,001	4,87 (2,27-10,5)	<0,001
Прямое стентирование инфаркт-связанной артерии	0,47 (0,26-0,85)	0,012		
Использованием стентов с антипролиферативным покрытием	0,45 (0,23-0,88)	0,018		
Гипергликемия при поступлении*	3,73 (2,09-6,65)	<0,001	2,31 (1,15-4,66)	0,019
Содержание нейтрофилов $\geq 8,18$ * 10^9 /л	1,11 (1,03-1,19)	0,005		

Уровень гемоглобина >140 г/л	0,61 (0,36-0,93)	0,045		
Примечания: * - гипергликемия определялась при уровне гликемии при поступлении $\geq 7,78$ ммоль/л у пациентов без сахарного диабета в анамнезе; $\geq 14,35$ ммоль/л у пациентов с сахарным диабетом в анамнезе.				

В результате мультивариантного анализа были выявлены семь предикторов госпитальной летальности. К ним относятся: возраст ≥ 65 лет, передняя локализация инфаркта миокарда, острая сердечная недостаточность по классификации Killip III-IV, общее время ишемии миокарда ≥ 180 минут, количество баллов по шкале SYNTAX ≥ 16 , неуспешное ЧКВ, уровень гликемии при поступлении $\geq 7,78$ ммоль/л для пациентов без сахарного диабета в анамнезе и $\geq 14,35$ ммоль/л для пациентов с сахарным диабетом в анамнезе.

Для создания бальной системы (шкалы) оценки риска летального исхода на госпитальном этапе у пациентов с острым ИМпСТ использовались все предикторы, определенные по результатам мультивариантного анализа. Полученные β -коэффициенты для каждого из предикторов и рассчитанные на их основе индивидуальные баллы представлены в таблице 2.

Таблица 2. β -коэффициенты предикторов и рассчитанные индивидуальные баллы

Предиктор	β -коэффициент	Индивидуальный балл
Возраст ≥ 65 лет	1,746	4
Острая сердечная недостаточность III-IV класса по Killip	2,233	5
Общее время ишемии миокарда ≥ 180 минут	1,403	3
Передняя локализация инфаркта миокарда	0,842	2
Неуспешное ЧКВ	1,584	4
Количество баллов по шкале SYNTAX ≥ 16	1,109	3

Гипергликемия при поступлении*	0,838	2
Примечания: * - гипергликемия определялась при уровне гликемии при поступлении $\geq 7,78$ ммоль/л у пациентов без сахарного диабета в анамнезе; $\geq 14,35$ ммоль/л у пациентов с сахарным диабетом в анамнезе.		

Бальная система ранжирована в диапазоне от 0 до 23 баллов. Для определения уровня риска госпитальной летальности был определен пороговый уровень равный 10 баллам. Таким образом, пациенты, набравшие менее 10 баллов, относятся к группе с низким риском госпитальной летальности, тогда как пациенты, набравшие 10 баллов и более, находятся в группе высокого риска госпитальной летальности.

По результатам анализа в обучающей выборке показатель чувствительности составил 81%, специфичности - 80,6%, площадь под кривой (AUC) - 0,902 (95% ДИ 0,87-0,94). Разработанная шкала была оценена на тестовой выборке. При этом показатель чувствительности составил 96,2%, специфичности - 83,3%, площадь под кривой (AUC) - 0,924 (95% ДИ 0,87-0,98) (рисунок 2).

Таким образом, разработанная бальной системы (шкалы) является эффективным инструментом прогнозирования летальности на госпитальном этапе.

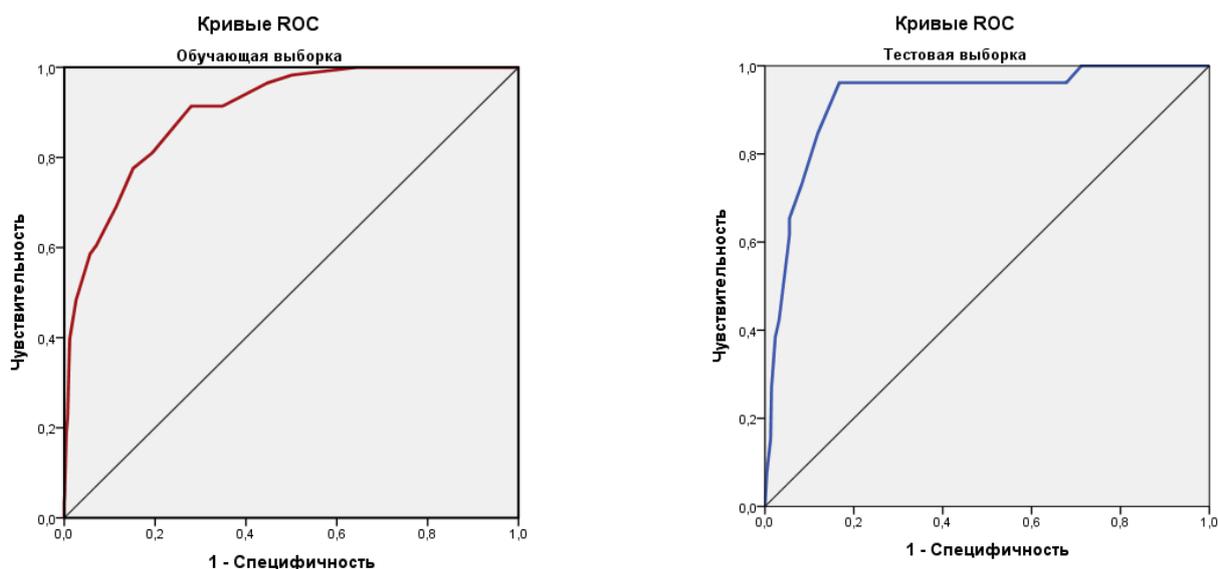


Рисунок 2. ROC-анализ в обучающей и тестовой выборках.

Сравнение разработанной бальной системы (шкалы) проводили с наиболее распространенными на сегодняшний день прогностическими шкалами оценки

летального исхода у пациентов с острым ИМпСТ, такими как GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI. Для этого всем больным присваивались соответствующие баллы, после чего были построены ROC-кривые (рисунок 3).

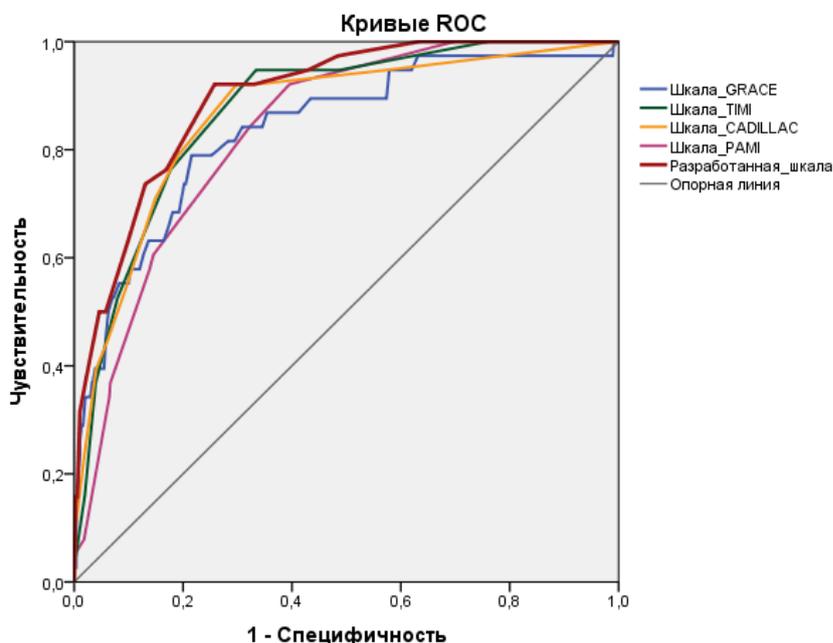


Рисунок 3. ROC-кривые разработанной шкалы и шкал GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI.

По результатам анализа для каждой из шкал была определена площадь под кривой (AUC):

для шкалы GRACE - 0,853 (95% ДИ 0,80-0,91);

для шкалы TIMI - 0,876 (95% ДИ 0,84-0,91);

для шкалы CADILLAC – 0,867 (95% ДИ 0,81- 0,93);

для шкалы PAMI – 0,827 (95% ДИ 0,78-0,87).

Таким образом, все проанализированные шкалы (GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI) характеризуются очень хорошей дискриминационной способностью (согласно экспертной шкале значений AUC) в отношении прогнозирования госпитальной летальности. При этом разработанная в рамках нашего исследования шкала (бальная система) соответствовала отличному качеству модели (площадь под кривой (AUC)

>0,9 в обучающей и тестовой выборках) и комплексно учитывала результаты проведенного ЧКВ.

Вопросы для оценки знаний:

11. Какие предикторы госпитальной летальности были выявлены в ходе мультивариантного анализа?

12. Какой пороговый уровень баллов в разработанной шкале определял высокий риск госпитальной летальности?

13. Какие показатели эффективности имела новая шкала в обучающей и тестовой выборках?

14. Какие существующие шкалы оценки риска госпитальной летальности сравнивались с новой шкалой, и каковы были их AUC?

15. Какие значения индивидуальных баллов были присвоены каждому предиктору в разработанной шкале?

Заключение

Таким образом, многофакторная рискометрия является важной составляющей современного подхода к лечению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъёмом сегмента ST (ИМпST). Она обеспечивает комплексную оценку прогноза, которая напрямую влияет на выбор тактики ведения пациента, включая решения о срочной реваскуляризации, выборе антиремоделирующей терапии, а также о необходимости более интенсивного мониторинга в стационаре. Кроме того, оценка прогноза служит значимым индикатором качества, объема и адекватности оказанной медицинской помощи, помогая клиницистам адаптировать лечебные стратегии к индивидуальным особенностям каждого пациента.

В современных условиях, когда подходы к лечению пациентов с ИМпST непрерывно совершенствуются, а доля пожилых пациентов с множественными сопутствующими заболеваниями возрастает, возрастает и необходимость в создании новых, более точных и удобных инструментов прогнозирования риска летального исхода. Современные методы анализа больших данных и машинного обучения открывают перед клиницистами новые горизонты, позволяя разрабатывать более надёжные, точные и персонализированные модели прогноза. Такие модели могут учитывать более широкий спектр клинических, лабораторных и инструментальных показателей, а также динамику состояния пациента, что важно для комплексной оценки риска.

Кроме того, разработка и внедрение локальных шкал риска, учитывающих региональные особенности популяции и системы оказания медицинской помощи, являются важным направлением в оптимизации клинической практики. Это позволит не только повысить точность прогнозирования в конкретных условиях, но и улучшить качество и доступность специализированной помощи для пациентов.

Несомненно, дальнейшие исследования в области многофакторной рискометрии, включая разработку и валидизацию новых шкал, а также интеграцию современных технологий анализа данных, будут способствовать улучшению исходов лечения пациентов с острым ИМпST и оптимизации всей системы кардиологической помощи.

Тестовые вопросы

1. Какие шкалы риска оценки летального исхода при ИМпСТ признаны наиболее распространёнными?
 - а) CHADS₂, HAS-BLED, CHA₂DS₂-VASc
 - б) GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI
 - в) APACHE II, SOFA, SAPS II
 - г) Wells, Geneva, HEAR
2. Какие параметры включает в себя шкала GRACE?
 - а) Только возраст и пол
 - б) Только лабораторные данные
 - в) Возраст, ЧСС, АД, креатинин, Killip, остановка сердца, ST-отклонение, ферменты
 - г) Секретин и гастрин
3. Какая шкала первично была разработана по данным исследования с использованием тромболитической терапией в качестве реперфузионной стратегии?
 - а) GRACE
 - б) TIMI
 - в) CADILLAC
 - г) Zwolle
4. Какой предиктор включён в шкалу CADILLAC, но не учитывался при её разработке?
 - а) Возраст
 - б) ФВ ЛЖ
 - в) Пол
 - г) Креатинин
5. Какую роль играет достижения TIMI 3 кровотока в шкале Zwolle?
 - а) Не учитывается

- б) Основной предиктор летальности
 - в) Учитывается, но незначительно
 - г) Только в долгосрочном прогнозе
6. В шкале APACHE-AMI для прогнозирования риска смертности используется АД?
- а) Нет
 - б) Да
 - в) Только в комбинации с ЧСС
 - г) Только динамика АД
7. Какой уникальный параметр используется в шкале ALPHA для прогноза риска летального исхода?
- а) Пол пациента
 - б) Трансрадиальный доступ при ЧКВ
 - в) Уровень холестерина
 - г) Наличие ожирения
8. Какая шкала была создана с использованием данных российской популяции пациентов?
- а) KAMIR
 - б) AMIS
 - в) РЕКОРД-6
 - г) NCDR CathPCI
9. Что учитывает шкала KemScore помимо стандартных клинических показателей?
- а) Уровень холестерина
 - б) ФВ ЛЖ менее 40%
 - в) Наследственность
 - г) Уровень кальция

10. Какой уникальный клинический параметр входит в шкалу AMIS?
- а) Наличие инсульта в анамнезе
 - б) Уровень гликемии
 - в) Длительность ишемии
 - г) Наличие ТХО
11. Какая шкала была признана точнее в прогнозировании 30-дневной смертности?
- а) TIMI
 - б) PAMI
 - в) CADILLAC
 - г) Zwolle
12. В исследовании Lev et al. дискриминационная способность какой шкалы оказалась статистически незначимой при прогнозировании 1-летнего летального исхода?
- а) TIMI
 - б) PAMI
 - в) GRACE
 - г) CADILLAC
13. При сравнении шкалы GRACE и AR-G было определено:
- а) GRACE была лучше
 - б) AR-G была лучше
 - в) Сопоставимую значимость
 - г) Ни одна не показала значимости
14. При проведении ЧКВ, шкалы TIMI, CADILLAC и GRACE в сравнении со шкалой PAMI показали:
- а) Меньшую точность
 - б) Лучшую точность

- в) То же самое
- г) Статистически незначимо

15. В сравнении шкалы TIMI и шкалы GRACE для прогнозирования летального исхода было определено:

- а) TIMI дает лучший 30-дневный прогноз
- б) GRACE лучше прогнозирует госпитальную летальность
- в) GRACE хуже прогнозирует госпитальную летальность
- г) Одинаковые результаты

16. В прогнозировании 30-дневного летального исхода шкала GRACE была статистически лучше, чем:

- а) TIMI
- б) Zurich
- в) PAMI
- г) Zwolle

17. В долгосрочном прогнозе (от 6 месяцев до 3 лет) GRACE превосходит:

- а) Только PAMI
- б) TIMI и PAMI
- в) Все остальные кроме Zwolle
- г) TIMI, PAMI; CADILLAC и Zwolle уступали

18. При сравнении GRACE и РЕКОРД-6 в прогнозировании летального исхода было определено:

- а) GRACE значимо лучше
- б) РЕКОРД-6 значимо лучше
- в) Нет статистически значимых различий
- г) РЕКОРД-6 значительно хуже

19. В сравнении GRACE vs NCDR CathPCI в прогнозировании госпитальной летальности было определено:

- а) GRACE была статистически хуже
- б) NCDR CathPCI статистически лучше
- в) GRACE была статистически лучше
- г) Нет статистически значимых различий

20. При сравнении шкалы ALPHA со шкалами TIMI, PAMI, Zwolle, CADILLAC, APEX-AMI, GRACE было определено:

- а) Шкала ALPHA была статистически хуже всех
- б) Шкалы ALPHA, GRACE, APEX-AMI, CADILLAC были лучшие в сравнении с PAMI
- в) GRACE была статистически лучше всех
- г) TIMI была статистически хуже всех

21. В национальном регистре Венгрии шкалы GRACE и ALPHA обладали лучшей прогностической способностью в сравнении со шкалой TIMI:

- а) Нет
- б) Да
- в) Только GRACE
- г) Только ALPHA

22. Шкала Zwolle в прогнозировании госпитальной летальности была точнее:

- а) GRACE
- б) TIMI
- в) GRACE
- г) ALPHA

23. При 12-месячном наблюдении шкалы KAMIR и GRACE характеризовались:

- а) Сопоставимыми результатами
- б) Шкала KAMIR превосходила GRACE
- в) Шкала GRACE превосходила KAMIR
- г) Исследование не достигло статистически значимых критериев

24. Согласно ряду проведенных исследований шкалы на основе алгоритмов машинного обучения:

- а) Обладают более низкой точностью в сравнении с традиционными шкалами
- б) Обладают более высокой точностью в сравнении с традиционными шкалами
- в) Обладают сопоставимой точностью в сравнении с традиционными шкалами
- г) Такие исследования не проводились

25. Сколько предикторов вошло в итоговую модель шкалы, разработанной в Тюменском кардиологическом научном центре - филиале Томского НИМЦ РАН?

- а) 5
- б) 7
- в) 10
- г) 12

Список литературы

1. Fox KA, Dabbous OH, Goldberg RJ, Pieper KS, Eagle KA, Van de Werf F, Avezum A, Goodman SG, Flather MD, Anderson FA Jr, Granger CB. Prediction of risk of death and myocardial infarction in the six months after presentation with acute coronary syndrome: prospective multinational observational study (GRACE). *The BMJ*. 2006;333:1091. DOI: 10.1136/bmj.38985.646481.55.
2. Fujii T, Suzuki T, Torii S, et al. Diagnostic Accuracy of Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE) Risk Score in ST-Elevation Myocardial Infarction for In-Hospital and 360-Day Mortality in Japanese Patients. *Circ J*. 2014;78:2950-2954. DOI: 10.1253/circj.cj-14-0808.
3. Hizoh I, Banhegyi G, Domokos D, et al. Comparative validation of the ALPHA score: a novel risk model including vascular access site for predicting 30-day mortality in patients treated with primary PCI. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72:33-39. DOI: 10.1016/J.JACC.2018.08.2039.
4. Hizoh I, Gulyas Z, Domokos D, et al. A novel risk model including vascular access site for predicting 30-day mortality after primary PCI: The ALPHA score. *Cardiovasc Revasc Med*. 2017;18:33-39. DOI: 10.1016/j.carrev.2016.10.002.
5. Yu T, Tian C, Song J, He D, Sun Z, Sun Z. ACTION (acute coronary treatment and intervention outcomes network) registry-GWTG (get with the guidelines) risk score predicts long-term mortality in acute myocardial infarction. *Oncotarget*. 2017;8(60):102559-102572. DOI: 10.18632/oncotarget.21741.
6. Abelin AP, David RB, Gottschall CA, Quadros AS. Accuracy of Dedicated Risk Scores in Patients Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention in Daily Clinical Practice. *Can J Cardiol*. 2014;30:125-131. DOI: 10.1016/j.cjca.2013.07.673.
7. Halkin A, Singh M, Nikolsky E, et al. Prediction of mortality after primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction: The CADILLAC risk score. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1397-1405. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.01.041.
8. Littnerova S, Kala P, Jarkovsky J, et al. GRACE Score among Six Risk Scoring Systems (CADILLAC, PAMI, TIMI, Dynamic TIMI, Zwolle) Demonstrated the Best Predictive Value for Prediction of Long-Term Mortality in Patients with ST-Elevation Myocardial Infarction. *PLoS One*. 2015;10. DOI: 10.1371/journal.pone.0123215.

9. Lev EI, Kornowski R, Vaknin-Assa H, et al. Comparison of the predictive value of four different risk scores for outcomes of patients with ST-Elevation acute myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol.* 2008;102:6-11. DOI: 10.1016/j.amjcard.2008.02.088.
10. Méndez-Eirín E, Flores-Ríos X, García-López F, et al. Comparison of the prognostic predictive value of the TIMI, PAMI, CADILLAC, and GRACE risk scores in STEACS undergoing primary or rescue PCI. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65(3):227-233. DOI: 10.1016/j.recesp.2011.10.019.
11. Morrow DA, Antman EM, Parsons L, et al. Application of the TIMI risk score for ST-elevation MI in the National Registry of Myocardial Infarction 3. *JAMA.* 2001;286:1356-1359. DOI: 10.1001/jama.286.11.1356.
12. Selvarajah S, Fong AYY, Selvaraj G, et al. An Asian validation of the TIMI risk score for ST-segment elevation myocardial infarction. *PLoS One.* 2012;7. DOI: 10.1371/journal.pone.0040249.
13. Timóteo AT, Papoila AL, Lopes JP, et al. Is it possible to simplify risk stratification scores for patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary angioplasty? *Rev Port Cardiol.* 2013;32:967-973. DOI: 10.1016/j.repc.2013.06.006.
14. Бессонов ИС, Кузнецов ВА, Сапожников СС, Горбатенко ЕА, Шадрин АА. Шкала оценки риска госпитальной летальности у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. *Кардиология.* 2021;61(9):11-19. DOI: 10.18087/cardio.2021.9.n1720.
15. Addala S, Grines CL, Dixon SR, Stone GW, Boura JA, Ochoa AB, et al. Predicting mortality in patients with ST-elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention (PAMI risk score). *Am J Cardiol.* 2004;93(5):629-632. DOI: 10.1016/j.amjcard.2003.11.036.
16. Chin CT, Chen AY, Wang TY, et al. Risk adjustment for in-hospital mortality of contemporary patients with acute myocardial infarction: the acute coronary treatment and intervention outcomes network (ACTION) registry-get with the guidelines (GWTG) acute myocardial infarction mortality model. *Am Heart J.* 2011;161:113-122. DOI: 10.1016/j.ahj.2010.10.004.

17. De Luca G, Suryapranata H, van 't Hof AW, et al. Prognostic assessment of patients with acute myocardial infarction treated with primary angioplasty: implications for early discharge. *Circulation*. 2004;109:2737-2743. DOI: 10.1161/01.CIR.0000131765.73959.87.
18. Stebbins A, Mehta RH, Armstrong PW, Lee KL, Hamm C, Werf FV, et al.; Assessment of Pexelizumab in Acute Myocardial Infarction (APEX AMI Investigators). A model for predicting mortality in acute ST-segment elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention: results from the Assessment of Pexelizumab in Acute Myocardial Infarction Trial. *Circ Cardiovasc Interv*. 2010;3:414-122. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.925180.
19. Peterson ED, Dai D, DeLong ER, Brennan JM, Singh M, Rao SV, et al.; NCDR Registry Participants. Contemporary mortality risk prediction for percutaneous coronary intervention: Results from 588,398 procedures in the National Cardiovascular Data Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:1923-1932. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.02.005.
20. De Mulder M, Gitt A, van Domburg R, et al. EuroHeart score for the evaluation of in-hospital mortality in patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Eur Heart J*. 2011;32:1398-1408. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr034.
21. Karrowni W, Vyas A, Giacomino B, et al. Radial versus femoral access for primary percutaneous interventions in ST-segment elevation myocardial infarction patients: A meta-analysis of randomized controlled trials. *JACC Cardiovasc Interv*. 2013;6:814-823. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.04.010.
22. Valgimigli M, Gagnor A, Calabró P, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: A randomised multicentre trial. *Lancet*. 2015;385:2465-2476. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60292-6.
23. Kurz DJ, Bernstein A, Hunt K, Radovanovic D, Erne P, Siudak Z, Bertel O. Simple point-of-care risk stratification in acute coronary syndromes: the AMIS model. *Heart*. 2009;95(8):662-668. DOI: 10.1136/hrt.2008.145904.
24. Radovanovic D, Erne P. AMIS Plus: Swiss registry of acute coronary syndrome. *Heart*. 2010;96(12):917-921. DOI: 10.1136/hrt.2009.192302.

25. Vassalli G, d'Angeli I, Scherff F, Sürder D, Mantovani A, Pasotti E, et al. Comparison of clinical and angiographic prognostic risk scores in elderly patients presenting with acute coronary syndrome and referred for percutaneous coronary intervention. *Swiss Med Wkly.* 2015;145. DOI: 10.4414/smw.2015.14049.
26. Kim HK, Jeong MH, Ahn Y, Kim JH, Chae SC, Kim YJ, et al.; Other Korea Acute Myocardial Infarction Registry Investigators. Hospital discharge risk score system for the assessment of clinical outcomes in patients with acute myocardial infarction: (Korea Acute Myocardial Infarction Registry [KAMIR] score). *Am J Cardiol.* 2011;107(7):965–971. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.11.018.
27. Lee HC, Park JS, Choe JC, Ahn JH, Lee HW, Oh J, et al.; Korea Acute Myocardial Infarction Registry (KAMIR) Korea Working Group on Myocardial Infarction (KorMI) Investigators. Prediction of 1-year mortality from acute myocardial infarction using machine learning. *Am J Cardiol.* 2020;133:23-31. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.07.048.
28. Полтаранина ВА, Кашталап ВВ, Воробьев АС, Сулейманов РР, Коваленко ЛВ, Сатинов АВ, Урванцева ИА. Современные подходы к оценке риска у пациентов с острым коронарным синдромом. *Атеросклероз.* 2019;15(3):78-84. DOI: 10.15372/ATER20190307.
29. Эрлих АД. Новая шкала прогнозирования смертельных исходов через 6 месяцев после острого коронарного синдрома. *Российский кардиологический журнал.* 2020;25(2):19-25. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-2-3416.
30. Зыков МВ, Барбараш ОЛ, Зыкова ДС, Каретникова ВН, Тавлуева ЕВ, Кашталап ВВ. Сравнительная характеристика шкал прогнозирования госпитальной летальности у больных инфарктом миокарда. *Российский кардиологический журнал.* 2012;17(1):11-16.
31. Raposeiras-Roubín S, Abu-Assi E, Cabanas-Grandío P, et al. Walking beyond the GRACE (Global Registry of Acute Coronary Events) model in the death risk stratification during hospitalization in patients with acute coronary syndrome: what do the AR-G (ACTION [Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network] Registry and GWTG [Get With the Guidelines] Database), NCDR (National Cardiovascular Data Registry), and EuroHeart Risk Scores Provide? *JACC Cardiovasc Interv.* 2012;5:1117-1125. DOI: 10.1016/j.jcin.2012.06.023.

32. Timóteo AT, Monteiro AV, Portugal G, et al. Validation of two US risk scores for percutaneous coronary intervention in a single-center Portuguese population of patients with acute coronary syndrome. *Rev Port Cardiol.* 2016;35:73-78. DOI: 10.1016/j.repc.2015.09.018.
33. Cordero A, Cid-Alvarez B, Monteiro P, García-Acuña JM, Gonçalves F, Escribano D, González-Juanatey JR. Applicability of the Zwolle score for selection of very high-risk ST-elevation myocardial infarction patients treated with primary angioplasty. *Angiology.* 2022. DOI: 10.1177/00033197221139915.
34. Kwon J, Jeon K, Kim HM, Kim MJ, Lim S, Kim K, et al. Deep-learning-based risk stratification for mortality of patients with acute myocardial infarction. *PLoS One.* 2019;14(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0224502.
35. Xiao C, Guo Y, Zhao K, Liu S, He N, He Y, et al. Prognostic value of machine learning in patients with acute myocardial infarction. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2022;9:56. DOI: 10.3390/jcdd9020056.
36. Aziz F, Malek S, Ibrahim KS, Raja Shariff RE, Wan Ahmad WA, Ali RM, et al. Short- and long-term mortality prediction after an acute ST-elevation myocardial infarction (STEMI) in Asians: A machine learning approach. *PLoS One.* 2021;16(8):254-294. DOI: 10.1371/journal.pone.0254894.
37. Shetty MK, Kunal S, Girish MP, et al. Machine learning based model for risk prediction after ST-elevation myocardial infarction: Insights from the North India ST elevation myocardial infarction (NORIN-STEMI) registry. *Int J Cardiol.* 2022;362:6-13. DOI: 10.1016/j.ijcard.2022.05.023.
38. Бессонов ИС, Сапожников СС, Кузнецов ВА, Зырянов ИП, Дьякова АО, Мусихина НА, Такканд АГ, Потолинская ЮВ. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020621653. Российская Федерация. Регистр чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с острым инфарктом миокарда с элевацией сегмента ST. Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (Томский НИМЦ). №2020621535; заявлено 02.09.2020; опубликовано 11.09.2020.

Ответы на вопросы для оценки знаний

Ответ №1:

Наиболее распространенными шкалами для прогнозирования риска летального исхода у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) являются: GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI. Кроме этих шкал, используются и другие (AR-G, ZWOLLE, APEX-AMI, NCDR CathPCI, EuroHeart STEMI PCI, ALPHA, AMIS, KAMIR, РЕКОРД-6), но перечисленные выше считаются самыми популярными и широко применяемыми в клинической практике.

Ответ №2:

Шкала GRACE включает следующие показатели: возраст, ЧСС при поступлении, АД при поступлении, уровень креатинина, тяжесть острой сердечной недостаточности, остановка сердца на момент госпитализации, отклонение сегмента ST, наличие диагностически значимого повышения уровня кардиоспецифических ферментов. Шкала GRACE позволяет прогнозировать риск летального исхода на госпитальном этапе, через 6 месяцев, 1 год и 3 года после инфаркта.

Ответ №3:

Шкала CADILLAC учитывает не только исходные клинические данные (возраст, класс Killip, анемия, почечная недостаточность), но и результаты ЧКВ (степень кровотока по TIMI после ЧКВ, поражение трех сосудов, ФВ ЛЖ по вентрикулографии). Это делает ее особенно полезной при оценке риска у пациентов, которые уже прошли ЧКВ.

Шкала PAMI основывается только на клинических параметрах, доступных при поступлении: возраст, класс сердечной недостаточности, ЧСС, сахарный диабет, передняя локализация инфаркта/ПБЛНПГ. Она проще в применении и не требует данных инструментальных исследований.

Ответ №4:

Шкала ZWOLLE выделяется тем, что одним из ключевых предикторов летального исхода в ней является достижение адекватного кровотока (TIMI 3) после ЧКВ. Это значит, что успех проведения первичного ЧКВ (реперфузионной терапии) имеет особое значение для прогноза в этой шкале. В ней также используются такие

показатели, как: возраст, передняя локализация инфаркта, класс Killip, длительность ишемии миокарда и наличие многососудистого поражения.

Ответ №5:

Шкала РЕКОРД-6 была разработана с учетом данных именно российской популяции пациентов (в отличие от других шкал, которые строились на основе международных регистров). Она включает в себя факторы, значимые для 6-месячной смертности после ОКС: отсутствие аспирина и бета-блокаторов при выписке, возраст ≥ 75 лет, наличие сердечной недостаточности, отёк лёгких/шок в стационаре, отсутствие выполнения ЧКВ, а также повышенный уровень креатинина. Эта шкала учитывает практические моменты ведения пациента в российских условиях и может быть более релевантной для нашей популяции.

Ответ №6:

Чаще всего в исследованиях сравнивались следующие шкалы: TIMI, RAMI, Zwolle, CADILLAC и GRACE. Эти шкалы использовались для оценки риска летального исхода как в краткосрочной (30-дневной), так и в долгосрочной (6 месяцев – 3 года) перспективе. Кроме того, в некоторых исследованиях упоминались шкалы APEX-AMI, AR-G, РЕКОРД-6, ALPHA, KAMIR и NCDR CathPCI, а также алгоритмы машинного обучения.

Ответ №7:

В целом, шкала GRACE чаще всего демонстрировала лучшую дискриминационную способность в прогнозировании 30-дневной летальности. В частности, это подтверждено в исследованиях с использованием данных одноцентровых и многопрофильных регистров. Шкалы CADILLAC и ALPHA также показывали высокую точность, но GRACE обычно выбиралась в качестве эталона, и при попарных сравнениях чаще всего именно она демонстрировала превосходство над другими шкалами.

Ответ №8:

Сравнение шкалы GRACE с отечественной шкалой РЕКОРД-6 показало отсутствие статистически значимой разницы в прогнозировании 6-месячной летальности у пациентов с ОКС. Тем не менее, номинально площадь под кривой (AUC) была выше у шкалы РЕКОРД-6, что может указывать на её потенциально более высокую прогностическую точность.

Ответ №9:

При долгосрочном прогнозировании (6 месяцев – 3 года) шкала GRACE также показала лучшие результаты, за ней следовали шкалы CADILLAC и Zwolle. Шкалы TIMI и PAMI оказались менее точными в прогнозировании отдаленной (долгосрочной) летальности. Все попарные сравнения в этом случае проводились относительно шкалы GRACE, которая была выбрана в качестве эталона.

Ответ №10:

Исследования последних лет продемонстрировали, что алгоритмы прогнозирования, созданные с использованием методов машинного обучения, обладают более высокой прогностической точностью по сравнению с традиционными шкалами. Это открывает перспективы для улучшения индивидуального прогнозирования у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС), в том числе острым ИМпST, и может стать важным направлением в развитии клинической практики в будущем.

Ответ №11:

В ходе мультивариантного анализа были выявлены семь независимых предикторов госпитальной летальности: возраст ≥ 65 лет, острая сердечная недостаточность (III-IV класс по Killip), общее время ишемии миокарда ≥ 180 минут, передняя локализация инфаркта миокарда, неуспешное ЧКВ, количество баллов по шкале SYNTAX ≥ 16 , гипергликемия при поступлении ($\geq 7,78$ ммоль/л у пациентов без диабета и $\geq 14,35$ ммоль/л у пациентов с диабетом). Эти факторы были включены в финальную шкалу для прогнозирования госпитальной летальности.

Ответ №12:

Пороговый уровень, отделяющий низкий и высокий риск госпитальной летальности, составил 10 баллов. Пациенты, набравшие менее 10 баллов, относились к группе низкого риска, а пациенты с 10 баллами и выше — к группе высокого риска. Это позволяет врачу быстро стратифицировать пациентов и выделить группу, требующую более интенсивного наблюдения и лечения.

Ответ №13:

В обучающей выборке: – чувствительность — 81%, – специфичность — 80,6%, – площадь под ROC-кривой (AUC) — 0,902 (95% ДИ 0,87–0,94). В тестовой выборке: – чувствительность — 96,2%, – специфичность — 83,3%, – AUC — 0,924 (95% ДИ

0,87–0,98). Эти значения указывают на высокую прогностическую точность и надежность разработанной шкалы.

Ответ №14:

Для сравнения были выбраны четыре шкалы: GRACE: AUC = 0,853 (95% ДИ 0,80–0,91), TIMI: AUC = 0,876 (95% ДИ 0,84–0,91), CADILLAC: AUC = 0,867 (95% ДИ 0,81–0,93), RAMI: AUC = 0,827 (95% ДИ 0,78–0,87). Все эти шкалы показали очень хорошую дискриминационную способность, однако новая шкала превзошла их, продемонстрировав AUC >0,9 в обеих выборках, что соответствует «отличному» качеству модели.

Ответ №15:

Каждому из семи предикторов были присвоены следующие индивидуальные баллы (в зависимости от их β -коэффициентов): возраст ≥ 65 лет — 4 балла, острая сердечная недостаточность (Killip III-IV) — 5 баллов, время ишемии миокарда ≥ 180 минут — 3 балла, передняя локализация инфаркта — 2 балла, неуспешное ЧКВ — 4 балла, SYNTAX ≥ 16 — 3 балла, гипергликемия при поступлении — 2 балла. Такая структура позволила получить итоговую шкалу с диапазоном баллов от 0 до 23.

Ответы на тестовые вопросы

1. Какие шкалы риска оценки летального исхода при ИМпСТ признаны наиболее распространёнными?

- а) CHADS₂, HAS-BLED, CHA₂DS₂-VASc
- б) GRACE, TIMI, CADILLAC, PAMI
- в) APACHE II, SOFA, SAPS II
- г) Wells, Geneva, HEAR

Верный ответ: б

2. Какие параметры включает в себя шкала GRACE?

- а) Только возраст и пол
- б) Только лабораторные данные
- в) Возраст, ЧСС, АД, креатинин, Killip, остановка сердца, ST-отклонение, ферменты
- г) Секретин и гастрин

Верный ответ: в

3. Какая шкала первично была разработана по данным исследования с использованием тромболитической терапией в качестве реперфузионной стратегии?

- а) GRACE
- б) TIMI
- в) CADILLAC
- г) Zwolle

Верный ответ: б

4. Какой предиктор включён в шкалу CADILLAC, но не учитывался при её разработке?

- а) Возраст
- б) ФВ ЛЖ
- в) Пол
- г) Креатинин

Верный ответ: б

5. Какую роль играют достижения ТІМІ 3 кровотока в шкале Zwolle?

- а) Не учитывается
- б) Основной предиктор летальности
- в) Учитывается, но незначительно
- г) Только в долгосрочном прогнозе

Верный ответ: б

6. В шкале АРЕХ-АМІ для прогнозирования риска смертности используется

АД?

- а) Нет
- б) Да
- в) Только в комбинации с ЧСС
- г) Только динамика АД

Верный ответ: б

7. Какой уникальный параметр используется в шкале ALPNA для прогноза риска летального исхода?

- а) Пол пациента
- б) Трансрадиальный доступ при ЧКВ
- в) Уровень холестерина
- г) Наличие ожирения

Верный ответ: б

8. Какая шкала была создана с использованием данных российской популяции пациентов?

- а) КАМІR
- б) АМІS
- в) РЕКОРД-6
- г) NCDR CathPCI

Верный ответ: в

9. Что учитывает шкала KemScore помимо стандартных клинических показателей?

- а) Уровень холестерина
- б) ФВ ЛЖ менее 40%
- в) Наследственность

г) Уровень кальция

Верный ответ: б

10. Какой уникальный клинический параметр входит в шкалу AMIS?

а) Наличие инсульта в анамнезе

б) Уровень гликемии

в) Длительность ишемии

г) Наличие ТХО

Верный ответ: а

11. Какая шкала была признана точнее в прогнозировании 30-дневной смертности?

а) TIMI

б) PAMI

в) CADILLAC

г) Zwolle

Верный ответ: в

12. В исследовании Lev et al. дискриминационная способность какой шкалы оказалась статистически незначимой при прогнозировании 1-летнего летального исхода?

а) TIMI

б) PAMI

в) GRACE

г) CADILLAC

Верный ответ: в

13. При сравнении шкалы GRACE и AR-G было определено:

а) GRACE была лучше

б) AR-G была лучше

в) Сопоставимую значимость

г) Ни одна не показала значимости

Верный ответ: в

14. При проведении ЧКВ, шкалы TIMI, CADILLAC и GRACE в сравнении со шкалой PAMI показали:

- а) Меньшую точность
- б) Лучшую точность
- в) То же самое
- г) Статистически незначимо

Верный ответ: б

15. В сравнении шкалы TIMI и шкалы GRACE для прогнозирования летального исхода было определено:

- а) TIMI дает лучший 30-дневный прогноз
- б) GRACE лучше прогнозирует госпитальную летальность
- в) GRACE хуже прогнозирует госпитальную летальность
- г) Одинаковые результаты

Верный ответ: б

16. В прогнозировании 30-дневного летального исхода шкала GRACE была статистически лучше, чем:

- а) TIMI
- б) Zurich
- в) PAMI
- г) Zwolle

Верный ответ: в

17. В долгосрочном прогнозе (от 6 месяцев до 3 лет) GRACE превосходит:

- а) Только PAMI
- б) TIMI и PAMI
- в) Все остальные кроме Zwolle
- г) TIMI, PAMI; CADILLAC и Zwolle уступали

Верный ответ: б

18. При сравнении GRACE и РЕКОРД-6 в прогнозировании летального исхода было определено:

- а) GRACE значимо лучше
- б) РЕКОРД-6 значимо лучше
- в) Нет статистически значимых различий
- г) РЕКОРД-6 значительно хуже

Верный ответ: в

19. В сравнении GRACE vs NCDR CathPCI в прогнозировании госпитальной летальности было определено:

- а) GRACE была статистически хуже
- б) NCDR CathPCI статистически лучше
- в) GRACE была статистически лучше
- г) Нет статистически значимых различий

Верный ответ: в

20. При сравнении шкалы ALPHA со шкалами TIMI, PAMI, Zwolle, CADILLAC, APEX-AMI, GRACE было определено:

- а) Шкала ALPHA была статистически хуже всех
- б) Шкалы ALPHA, GRACE, APEX-AMI, CADILLAC были лучшие в сравнении с PAMI
- в) GRACE была статистически лучше всех
- г) TIMI была статистически хуже всех

Верный ответ: б

21. В национальном регистре Венгрии шкалы GRACE и ALPHA обладали лучшей прогностической способностью в сравнении со шкалой TIMI:

- а) Нет
- б) Да
- в) Только GRACE
- г) Только ALPHA

Верный ответ: б

22. Шкала Zwolle в прогнозировании госпитальной летальности была точнее:

- а) GRACE
- б) TIMI
- в) GRACE
- г) ALPHA

Верный ответ: в

23. При 12-месячном наблюдении шкалы KAMIR и GRACE характеризовались:

- а) Сопоставимыми результатами
- б) Шкала KAMIR превосходила GRACE
- в) Шкала GRACE превосходила KAMIR

г) Исследование не достигло статистически значимых критериев

Верный ответ: б

24. Согласно ряду проведенных исследований шкалы на основе алгоритмов машинного обучения:

а) Обладают более низкой точностью в сравнении с традиционными шкалами

б) Обладают более высокой точностью в сравнении с традиционными шкалами

в) Обладают сопоставимой точностью в сравнении с традиционными шкалами

г) Такие исследования не проводились

Верный ответ: б

25. Сколько предикторов вошло в итоговую модель шкалы, разработанной в Тюменском кардиологическом научном центре - филиале Томского НИМЦ РАН?

а) 5

б) 7

в) 10

г) 12

Верный ответ: б

Автор:

Бессонов Иван Сергеевич – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения, доцент учебно-методического отдела, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Тюменского кардиологического научного центра - филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»

Рецензенты:

Тарасов Роман Сергеевич – доктор медицинских наук, доцент, заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов, профессор научно-образовательного отдела, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний; главный внештатный специалист по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Кузбасса;

Зырянов Игорь Павлович – кандидат медицинских наук, заслуженный врач РФ, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения №1 Тюменского кардиологического научного центра - филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; главный внештатный специалист Минздрава России в Уральском федеральном округе по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению.

Учебное издание

БЕССОНОВ Иван Сергеевич

**Стратификация риска летального исхода
при остром инфаркте миокарда
с элевацией сегмента ST при использовании
современных реперфузионных стратегий**

Учебное пособие

Подписано к использованию 28.05.2025

Размещено на сайте 18.06.2025

Объем издания 1 Мб

URL: https://www.infarkta.net/science/study-guides/files/BessonovIS_ISBN978-5-6050898-6-5.pdf

Тюменский кардиологический научный центр –
филиал Томского НИМЦ

Адрес: 625026, Тюмень, ул.Мельникайте, 111

Тел. +7 (3452) 68-14-14

E-mail: cardio-tmn@tnimc.ru,

Сайт: www.infarkta.net