

В настоящее время коронарография (КГ) является «золотым стандартом» диагностики ишемической болезни сердца (ИБС), а перкутанное коронарное вмешательство (ПКВ) эффективно применяется для лечения ряда острых и хронических форм этого заболевания. Согласно данным статистики в США в 2010 году было проведено 1 029 000 процедур КГ, а 492 000 пациентам выполнено ПКВ. При этом, около 67% ПКВ проведено пациентам мужского пола и около 51% лицам старше 65 лет. Стенты с лекарственным покрытием применялись в 75% случаев [1].

В Украине, согласно реестру перкутанных вмешательств, в 2014 году выполнено 24 820 процедур КГ, 9257 — ПКВ, в том числе 3618 ПКВ проведено пациентам с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST [2]. Очевидно, что на данный момент в Украине интенсивность применения КГ и ПКВ в десятки раз меньше, чем в США, однако интервенционная кардиология быстро развивается, и ее растущая популярность указывает на необходимость широкого освещения ряда проблем, связанных с этим направлением в медицине.

Несмотря на то, что абсолютных противопоказаний для проведения КГ не существует, процедура является инвазивной и несет в себе определенный риск осложнений, некоторые из которых могут непосредственно угрожать жизни пациента. Старческий возраст, наличие тяжелых сопутствующих заболеваний, например, почечной и сердечной недостаточности, декомпенсированного сахарного диабета, морбидного ожирения и др., способно увеличить риск осложнений. В то же время, проведение КГ опытными специалистами с использованием современного оборудования, позволяет минимизировать этот риск [3]. В данном обзоре освещены вопросы, касающиеся диагностики, лечения и профилактики возможных осложнений КГ и ПКВ.

### **Этапы коронарографии и перкутанного коронарного вмешательства и их связь с осложнениями.**

Для лучшего понимания механизмов возможных осложнений целесообразно вкратце рассмотреть технические аспекты КГ и ПКВ [4,5].

КГ – это инвазивная диагностическая процедура, при которой радиоконтрастное вещество вводится в коронарные артерии под контролем рентгеноскопии с целью изучения анатомии и возможных нарушений проходимости коронарных сосудов.

Впервые катетеризация сердца была выполнена Werner Forssmann в опыте на самом себе в 1928 году [6], а успешная селективная коронарография проведена Mason Sones Jr в 1958 году [7].

Процедура проводится в специально оборудованном помещении – катетеризационной лаборатории – во многом напоминающем операционный зал. Изображение регистрируется при помощи особого рентгенологического аппарата – цифрового кардиоангиографа. Катетеризационная лаборатория оснащена запасом катетеров, проводников, баллонов для ангиопластики, коронарных стентов и другим инструментарием, а также электрокардиографом, дефибриллятором, временным кардиостимулятором, аппаратом искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и прочим оборудованием для обеспечения мониторинга состояния пациента и сердечно-легочной реанимации.

КГ проводится пациентам натощак, за исключением urgentных ситуаций, например, при остром инфаркте миокарда. При этом нужно учитывать вероятность появления гипогликемии у пациентов с сахарным диабетом не принимавших пищу перед процедурой и измерять уровень глюкозы часто, желательно каждый час. Применение

препаратов для премедикации необязательно, но в некоторых учреждениях существует практика назначения 10 мг диазепама и 25 мг дифенгидрамина внутрь за 30-60 минут до процедуры.

Для КГ и ПКВ используются преимущественно доступы через общую бедренную артерию (феморальный) или через лучевую артерию (радиальный). Стандартной техникой артериальной пункции в настоящее время признан метод, предложенный и тщательно разработанный еще в 1953 году шведским интервенционным радиологом Sven-Ivar Seldinger [8]. Интересно, что со слов автора, идея данной методики возникла в результате «тяжелого приступа здравого смысла» [9].

Процедура осуществляется в стерильных условиях, поэтому кожа в месте доступа к артерии должна быть продезинфицирована, волосы сбриты, а зона пункции обложена стерильными салфетками. Пальпаторно определяется артерия для пункции. Применяется местная анестезия – обычно 10-15 мл 1% или 2% раствора лидокаина для инфильтрации кожи и подкожной жировой клетчатки. После пункции артерии иглой (на 2 см ниже паховой связки при феморальном доступе), атравматический проводник проводится через полость иглы и продвигается в просвет артерии. Игла убирается, а проводник остается в сосуде. По проводнику вводится интродьюсер, представляющий собой особую пластиковую трубку, через которую в дальнейшем вводятся диагностические катетеры (разные для правой и левой коронарной артерии) и другие инструменты. Катетер продвигают к устью коронарной артерии и через него вводят контрастное вещество для визуализации артерии на всем протяжении. Диагностическая коронарография на этом заканчивается, катетер и интродьюсер извлекаются из артерии, обеспечивается гемостаз, накладывается давящая повязка.

Перкутанное коронарное вмешательство – в настоящее время эффективный и, часто, незаменимый метод лечения – впервые было успешно выполнено Andreas Grüntzig в 1977 году [10]. При проведении ПКВ по поводу тромботической окклюзии или стеноза артерии, подлежащего устранению, дилатационный катетер проводится к месту стеноза, где происходит раздувание баллона и, тем самым, расширение суженного просвета сосуда. Обычно после восстановления нормального кровотока в области проведенной дилатации устанавливается стент – небольшая металлическая сетка цилиндрической формы, выполняющая функцию внутреннего каркаса для ранее суженного участка коронарной артерии. Заканчивается процедура удалением инструментов из артерии и наложением давящей повязки. Для обеспечения гемостаза в месте пункции при феморальном доступе производится механическая (мануальная или пневматическая) компрессия длительностью 20 минут (или до полной остановки кровотечения, но не дольше двух часов) и назначается постельный режим обычно на 6 часов. В случае использования радиального доступа – постельный режим до 2 часов.

В процедуре КГ и ПКВ можно выделить несколько потенциально слабых мест, таящих риск осложнений (табл. 1) [3].

Таблица 1. Осложнения, возникающие на разных этапах КГ и ПКВ.

<b>Этап процедуры</b>	<b>Возможные осложнения</b>
Седация и местная анестезия	Аллергические реакции.
Пункция артерии и введение в нее инструментов	Кровотечение из места пункции. Ретроперитонеальное кровотечение. Гематома. Псевдоаневризма. Артериовенозная фистула. Расслоение бедренной и подвздошной артерии. Тромбоэмболическая окклюзия. Феморальная нейропатия. Вазоспазм.

	Инфекция локальная и (крайне редко) генерализованная.
Введение контрастного вещества	Анафилактоидные реакции. Токсические эффекты. Нефропатия.
Введение гепарина	Кровотечение. Гепарин-индуцированная тромбоцитопения.
Проведение проводников и катетеров к коронарным артериям	Вазовагальные реакции. Нарушения ритма и проводимости. Холестериновая эмболия. Расслоение аорты и коронарных артерий. Инфаркт миокарда. Рестеноз внутри стента. Феномен “no reflow”. Церебральный инсульт.

Факторы риска, предрасполагающие к появлению осложнений можно разделить на модифицируемые и немодифицируемые [11,12,13,14,15]. На модифицируемые факторы риска (табл. 2) можно повлиять во время процедуры КГ, тем самым уменьшив вероятность осложнений.

Таблица 2. Основные модифицируемые факторы риска.

Применение медикаментов	Назначение антикоагулянтов и дезагрегантов обязательно при остром коронарном синдроме и препятствует появлению тромбоемболических осложнений. В то же время, данные препараты повышают риск геморрагических осложнений, поэтому их прием должен проводиться в условиях клинического и лабораторного мониторинга.
Артериальный доступ	Радиальный доступ по сравнению с феморальным ассоциируется с меньшим риском локальных васкулярных осложнений. При феморальном доступе высокое или низкое место пункции, неоднократные попытки пункции, а также большой размер применяемых катетеров повышают риск васкулярных осложнений.
Метод обеспечения гемостаза	При использовании феморального доступа эффективная компрессия места пункции снижает риск васкулярных осложнений. При этом, мануальная компрессия требует применения физической силы и навыка удерживать хороший уровень сдавления артерии на протяжении 20 минут. Пневматическая компрессия так же эффективна как и мануальная, а применение устройств для закрытия артериального доступа (сшивание, клипирование) может значительно уменьшить сроки пребывания пациента в постели.

Несмотря на то, что на не модифицируемые факторы риска (табл. 3) непосредственно перед процедурой КГ повлиять невозможно, информация об их наличии может быть полезной в процессе динамического наблюдения за пациентом и помогает своевременно выявить осложнения.

Таблица 3. Основные не модифицируемые факторы риска.

Пол	Женщины, которым проводится ПКВ, обычно старше мужчин и имеют больше сопутствующих заболеваний (артериальная гипертензия, сахарный диабет, гиперхолестеринемия). Кроме того, у них чаще, чем у
-----	--

	мужчин ПКВ проводится по поводу острого коронарного синдрома в ургентной ситуации, что также способствует увеличению риска осложнений.
Возраст	Возраст пациентов старше 70 лет ассоциируется с повышенным риском осложнений (преимущественно геморрагических) из-за выраженного атеросклероза и большего числа сопутствующих заболеваний.
Масса тела	Несмотря на то, что пациенты с ожирением имеют больше сопутствующих заболеваний и кардиоваскулярных факторов риска, количество геморрагических осложнений у них ниже чем у пациентов с нормальной или сниженной массой тела. Это можно объяснить тем, что ПКВ у них проводится обычно в более молодом возрасте.
Отягощенный аллергический анамнез	Отягощенный анамнез повышает риск аллергических реакций на препараты для анестезии и контрастное вещество
Артериальная гипертензия	Повышенное АД предрасполагает к васкулярным осложнениям.
Выраженный атеросклероз	Атеросклеротическое поражение кардиоваскулярной системы предрасполагает к холестериновой эмболии и диссекциям артерий.
Почечная недостаточность	Снижение скорости клубочковой фильтрации <60 мл/мин повышает риск кровотечений и контраст-индуцированной нефропатии, часто наблюдается у пациентов старшего возраста, имеющих несколько сопутствующих заболеваний.
Сахарный диабет и сердечная недостаточность	Данные заболевания предрасполагают к аритмиям и нарушениям проводимости, гипотонии, инфаркту миокарда, церебральному инсульту.

### **Осложнения, связанные с анестезией при КГ и ПКВ.**

**Аллергические реакции** при проведении местной анестезии перед пункцией артерии встречаются очень редко. Клинически аллергия обычно проявляется в виде крапивницы, но возможно появление приступа удушья и, даже, анафилактического шока. Поэтому катетеризационная лаборатория оснащается медикаментами и оборудованием для проведения противошоковых мероприятий (адреналин, кортикостероиды, бронходилататоры, инфузионные растворы, кислород, ИВЛ). В целом, нужно отметить, что аллергические реакции на препараты для анестезии встречаются значительно реже, чем реакции на контрастное вещество. Более того, аллергию провоцируют не столько анестетики, сколько консерванты, входящие в состав препаратов. У пациентов с известным анамнезом аллергической реакции на местный анестетик необходимо проведение кожной пробы [16,17].

Общая анестезия не требуется при выполнении КГ и ПКВ. Тем не менее, кратковременная седация и анальгезия иногда применяются для купирования нервного возбуждения и повышения ощущения комфорта во время процедуры. В таких случаях нужно особенно внимательно мониторировать состояние пациента, чтобы избежать гиперседации и своевременно обнаружить побочные эффекты препаратов.

### **Осложнения, связанные с пункцией артерии.**

Пункция общей бедренной артерии является популярным доступом для проведения КГ и ПКВ из-за большого диаметра артерии, позволяющего провести процедуру проще и

быстрее. Кроме того, феморальный доступ остается основным при лечении пациентов с кардиогенным шоком, т.к. позволяет обеспечить проведение внутриаортальной баллонной контрпульсации. В то же время, опытные специалисты чаще отдают предпочтение доступу через лучевую артерию из-за низкого числа васкулярных осложнений и большего комфорта для пациентов. Действительно, компрессия лучевой артерии легко осуществима и не приводит к грубым нарушениям кровообращения, т.к. локтевая артерия в большинстве случаев обеспечивает коллатеральный кровоток [18,19,20]. Перед применением радиального доступа для уточнения эффективности кровотока по локтевой артерии нужно применять тест Allen. Последовательность выполнения теста: пациент сжимает руку в кулак, врач большими пальцами своих рук плотно прижимает лучевую и локтевую артерии к костям предплечья, пациент разжимает кулак – кожа кисти бледнеет из-за ишемии, врач убирает большой палец руки с локтевой артерии – если в течение 5-15 секунд кисть пациента розовеет, то тест положительный и кровоснабжение по локтевой артерии адекватно. Чувствительность метода 54.5%, специфичность - 97.1% [21].

**Кровотечение** (клинически значимое) выявляется у 1.7% пациентов после проведения КГ и ПКВ. Частота этого осложнения в последние годы существенно снизилась благодаря усовершенствованию технических аспектов процедуры.

В половине случаев наблюдается кровотечение из места пункции, а в остальных случаях кровотечение возникает в других местах, чаще всего в желудочно-кишечном тракте. Наличие кровотечения способно повысить риск смертности благодаря нескольким механизмам: 1) непосредственный эффект в случае интракраниального или ретроперитонеального кровотечения, 2) прокоагуляционный эффект гемотрансфузии, 3) вынужденная отмена рекомендованной терапии, например, дезагрегантов и антикоагулянтов, 4) ухудшение течения сопутствующих заболеваний, например, усугубление ишемии миокарда. Лучшей профилактикой кровотечения из места пункции является использование радиального доступа, или обеспечение надежного гемостаза путем механического сдавления или устройств для сшивания (клипирования) артерии в случае применения феморального доступа [12,13,22,23]. Клинические проявления кровотечения из места пункции очевидны – выделение алой крови, при других источниках кровотечения (результат избыточной антикоагуляции) будут встречаться иные специфические симптомы – гематемезис, мелена, гематурия, гемоптизис, эпистаксис. Появление гипотонии и тахикардии указывают на тяжелую кровопотерю. Принципы лечения описаны ниже на примере ретроперитонеального кровотечения.

**Ретроперитонеальное кровотечение** является редким, но жизнеугрожающим осложнением, встречающимся в 0,15-0,44% случаев. Данное кровотечение возникает если пункция артерии проведена выше паховой связки и перфорирована супраингвинальная артерия или задняя стенка бедренной артерии. Клинически ретроперитонеальная гематома проявляется болью в пояснице или в боковой области живота на стороне пункции, напряжением живота, тахикардией, гипотонией и появлением лабораторных признаков анемии. Диагноз подтверждается при помощи компьютерной томографии (КТ). Консервативное лечение включает в себя проведение компрессии в месте пункции, увеличение времени пребывания пациента в постели, гидратацию, отмену антикоагулянтов и дезагрегантов, гемотрасфузию. Хирургический подход заключается в тампонировании места пункции баллоном для ангиопластики из ипсилатеральной или контралатеральной бедренной артерии [3,11,24,25].

**Гематома** – наиболее частое местное васкулярное осложнение, встречается в 5-23% случаев, представляет собой скопление крови в мягких тканях из-за плохого гемостаза в месте пункции артерии. Клиническая картина гематомы характеризуется видимым отеком и уплотнением тканей под кожей в зоне пункции, а также болью в паховой области. При значительной кровопотере возможно учащение пульса, снижение артериального давления (АД) и развитие анемии. Большинство гематом имеют доброкачественное течение, однако большие по размерам гематомы могут способствовать

тромбозу глубоких вен (повышается риск тромбоэмболии легочной артерии), компрессии нервов, а в 2,8% случаев даже приводит к острой постгеморрагической анемии. Исчезновению гематомы способствует мануальная компрессия в месте пункции в течение 20-30 минут после обнаружения. Другие методы лечения включают увеличение времени пребывания в постели, гидратацию, при необходимости - отмену антикоагулянтов и дезагрегантов, и даже гемотрасфузию. При очень больших размерах гематомы возможно хирургическая эвакуация крови. Во многих случаях рассасывание гематомы может затянуться на несколько недель. Следует отметить, что в последние годы благодаря уменьшению диаметра современных инструментов удалось существенно снизить число постпункционных осложнений, и это – повод для дальнейшего усовершенствования технических аспектов катетеризационных процедур [3,11,26].

**Псевдоаневризма** возникает из-за того, что между гематомой и просветом артерии остается сообщение, в результате чего кровь попадает в гематому во время систолы и вытекает обратно во время диастолы. Частота встречаемости данного осложнения 0,5-9%. Предрасполагают к появлению аневризмы технические сложности во время пункции артерии (например, пункция поверхностной бедренной артерии вместо общей), а также неадекватная компрессия места пункции после извлечения проводника. Клинически псевдоаневризма характеризуется отеком в месте пункции, наличием болезненной пульсирующей гематомы и эхимоза. Возможно выявление дрожания и шума в паховой области. Псевдоаневризмы могут разрываться, вызывая появление резкой боли и сильной отечности. При больших размерах гематомы возможна компрессия нервов и появление слабости в конечности, иногда сохраняющейся в течении нескольких недель и даже месяцев. Диагноз подтверждается при ультразвуковом исследовании (УЗИ) с цветной доплерографией. Лечение начинается с отмены антикоагулянтов и пролонгирования постельного режима. Небольшие псевдоаневризмы подлежат динамическому наблюдению и могут тромбироваться спонтанно в течение 1 месяца. При крупных (>3 см) псевдоаневризмах помогает компрессия или инъекции тромбина под контролем УЗИ. В случае неэффективности этих методов проводится хирургическое лечение [3,11,27,28,29].

**Артериовенозная фистула** – это наличие прямого сообщения между артерией и веной, возникающее в результате пункции обоих сосудов. Частота – 0,2-2,1%. Предрасполагающие факторы: множественные попытки пункции артерии, низкая свертываемость крови, пункция ниже бифуркации бедренной артерии. Артериовенозная фистула может быть бессимптомной или проявляться наличием отека конечности, шума в месте пункции, признаков тромбоза глубоких вен, ишемии конечности и сердечной недостаточности. Диагноз подтверждается по данным КТ с контрастированием или УЗИ с цветной доплерографией. Подход к лечению преимущественно консервативный, т.к. около трети артериовенозных фистул закрываются спонтанно в течение года. При наличии симптомов проводится компрессионная терапия под УЗИ контролем или хирургическая коррекция [3,11,30].

**Расслоение** бедренной и подвздошной артерий встречается редко – в 0,42% случаев. К появлению этого осложнения предрасполагают выраженный атеросклероз сосудов и травматизация артерии в процессе установки проводника. Оклюзирующая диссекция (расслоение) может быть жизнеугрожающим осложнением, поэтому ангиография в области феморального доступа должна проводиться пациентам в случае если были сложности при установке проводника. При небольших дефектах возможно спонтанное заживление, достаточно извлечь проводник и провести внешнюю компрессию места пункции. При большом расслоении, вызывающим нарушение кровотока проводится ангиопластика и стентирование [3,11,31].

**Окклюзия артерии** тромбом или эмболом – редкое осложнение, встречающееся в <0,8% случаев, возникает обычно у пациентов с маленьким диаметром артерии, сахарным диабетом, облитерирующими заболеваниями нижних конечностей, наличием тромбов в полостях сердца, сосудистыми аневризмами. Кроме того, тромбоэмболической окклюзии

артерии способствует длительное пребывание катетера в сосуде (например, при проведении внутриаортальной баллонной контрпульсации). Клинически артериальная окклюзия проявляется болью в конечности, побледнением кожи, нарушением чувствительности и двигательной функции, отсутствием периферического пульса. УЗИ-доплерография и ангиография помогают точно определить место окклюзии. Профилактика тромбоэмболии бедренной артерии заключается в частом промывании катетера и применении антикоагулянтов во время длительных процедур, связанных с катетеризацией артерий. Небольшие тромбоэмболы могут лизироваться спонтанно, а крупные, сопровождающиеся выраженными клиническими проявлениями, требуют применения тромболитика или эмболэктомии [3,26].

**Феморальная нейропатия** – встречается у 0.21% пациентов после КГ и ПКВ и представляет собой повреждение бедренного нерва в результате проведения пункции или сдавления гематомой. Клиническая картина складывается из ощущений боли и покалывания в месте пункции, онемения, слабости и нарушения движений в конечности. Лечение преимущественно симптоматическое. Применяются также физиопроцедуры и мероприятия по ликвидации гематомы [11,32,33].

**Вазоспазм** – это самое частое (14,7%) осложнение КГ и ПКВ при использовании радиального доступа. Несмотря на то, что вазоспазм артерии в месте пункции не несет в себе непосредственной угрозы для пациента, он может вызвать сильную боль и сделать невозможным дальнейшее выполнение процедуры. Применение гидрофильных катетеров и внутриаортальное введение верапамила (1,25-5 мг) и нитроглицерина (100-200 мкг) снижает частоту вазоспазма до 1% [34].

**Инфекция** – в настоящее время является очень редким осложнением и встречается в 0.1% случаев. Причинами могут быть нарушение условий стерильности и длительное время пребывания катетера в артерии. Клинически инфекция в месте пункции проявляется классическими симптомами воспаления: болью, отеком, эритемой, повышением температуры тела, лейкоцитозом. Лечение заключается в применении антибиотиков, и, при необходимости, нестероидных противовоспалительных препаратов.

Несмотря на то, что непосредственно после катетеризации артерий иногда выявляется бактериемия, в литературе описаны лишь единичные случаи жизнеугрожающих септических осложнений, связанных с КГ и ПКВ [3,11,35,36].

### **Осложнения, связанные с введением контрастного вещества.**

Вредные реакции на введение контрастного вещества можно разделить на анафилактикоидные и токсические.

**Анафилактикоидная реакция** на контрастное вещество возникает при массивном высвобождении гистамина из базофилов и тучных клеток. Эта реакция отличается от анафилактической тем, что для ее возникновения не требуется предварительная сенсибилизация. Пациентам с высоким риском аллергических реакций перед процедурой КГ назначают кортикостероиды и антагонисты гистамина, например, преднизолон 50 мг за 13, 7 и 1 час до процедуры и 50 мг дифенгидрамина внутрь или, в ургентных случаях, 200 мг гидрокортизона и 50 мг дифенгидрамина внутривенно за 1 час до процедуры. Несмотря на проводимую профилактику аллергические реакции могут тем не менее возникать, что подчеркивает важность мониторинга состояния пациента в процессе КГ. При появлении признаков отека гортани (удушье) и шока (гипотония) немедленно вводятся адреналин, кортикостероиды, дифенгидрамин и большие объемы физиологических растворов внутривенно [3,37].

**Токсические эффекты** контрастных веществ основаны на их гиперосмолярности, вязкости, ионном составе и кальций-связывающих свойствах. Частота токсических реакций превышала 50% в некоторых исследованиях. Клинические проявления могут быть как легкими (чувство жара, боль и тяжесть в груди, тошнота, рвота), так и очень опасными (гипотония, брадиаритмия, отек легких). В настоящее время применение

неионного изоосмолярного контрастного вещества йодиксанол позволило снизить частоту токсических реакций до 0,7% [3,38,39].

**Контраст-индуцированная нефропатия (КИН)** – это грозное осложнение, которое диагностируется на основании увеличения концентрации креатинина более чем на 25% (или на 44 мкмоль/л) от базального уровня в течение 24-72 часов от введения контрастного вещества и встречается с частотой 3.3-16.5%. Для данного вида почечной недостаточности олигурия не характерна. Факторами, предрасполагающими к КИН являются: возраст более 75 лет, заболевание почек в анамнезе, сахарный диабет, гиповолемия, дегидратация, шок, застойная сердечная недостаточность, острый период инфаркта миокарда, анемия, применение нефротоксических препаратов (нестероидные противовоспалительные средства, аминогликазиды и др.), острое повреждение почек, применение большого объема контрастного вещества, повторное введение контраста за короткий промежуток времени (менее 24 часов). В патогенезе данного осложнения играют роль вазоконстрикция, гипоксия, повышение свободных радикалов, которые приводят к острому некрозу канальцев почек. КИН представляет собой обычно обратимый процесс, при котором уровень креатинина возвращается к норме через 7-14 дней, но у трети пациентов, перенесших это осложнение, ренальная дисфункция сохраняется надолго [3,40,41].

Профилактика КИН заключается в приеме внутрь 500 мл воды перед КГ и 2500 мл на протяжении суток после процедуры. При наличии факторов риска КИН (скорость клубочковой фильтрации  $<40$  мл/мин/1.73м<sup>2</sup>) эффективным средством является также инфузия изотонического раствора натрия хлорида в дозе 1 мл/кг/час в течение 12 часов перед и 12 часов после КГ. В случае наличия у больного застойной сердечной недостаточности или систолической дисфункции левого желудочка скорость инфузии снижается до 0,5 мл/кг/час. Перспективными средствами профилактики КИН являются также статины (аторвастатин 80 мг перед и 40 мг после процедуры, розувастатин 40 мг перед и 20 мг после процедуры).

Кроме раствора натрия хлорида для профилактики КИН ранее использовался изотонический 0.84% раствор бикарбоната натрия, но результаты применения этого метода оказались противоречивы. Применение антиоксидантов ацетилцистеина (600 мг 2 раза в день перед и после процедуры) и аскорбиновой кислоты (3 г внутривенно перед и по 1 г внутрь в течение двух дней после процедуры) не продемонстрировало эффективность достаточную для включения этих препаратов в европейские рекомендации [42,43,44,45,46,47].

У пациентов с тяжелой почечной недостаточностью проведение гемофильтрации за 6 часов перед КГ оказалось более эффективным профилактическим средством, чем инфузия изотонического раствора. Гемодиализ, в свою очередь, применяется не для профилактики, а для лечения тяжелых форм КИН [43].

### **Осложнения, связанные с введением антикоагулянтов.**

**Кровотечение** из разных источников может провоцироваться применением антикоагулянтов и дезагрегантов у пациентов, которым проводятся КГ и ПКВ. Эффективный гемостаз в месте артериального доступа и лабораторный контроль показателей свертываемости крови в большинстве случаев позволяют избежать геморрагических осложнений [12,13,22].

Однако применение гепарина несет в себе опасность не только кровотечений, но и развития особой формы тромбоцитопении, сопровождающейся склонностью к тромбообразованию.

**Гепарин-индуцированная тромбоцитопения (ГИТ)** – это опасное иммунное осложнение, лабораторно проявляющееся резким снижением количества тромбоцитов, а клинически – разнообразными тромбоэмболическими осложнениями (тромбоз глубоких вен нижних конечностей, тромбоэмболия легочной артерии, инфаркт миокарда,



ишемический инсульт, тромбоз артерий конечностей). ГИТ возникает у 1% пациентов, получавших лечение нефракционированным гепарином в течение 5 суток. Низкомолекулярные гепарины вызывают ГИТ значительно реже. Патогенез данного заболевания характеризуется образованием антител к комплексу гепарин-тромбоцитарный фактор 4, что приводит к активации и повышенному использованию тромбоцитов с дальнейшим формированием тромбов. Количество тромбоцитов в крови снижается более чем на 50% (обычно  $<150 \times 10^9/\text{л}$ ) на 5-15 сутки от введения гепарина, а иногда и спустя всего 1 сутки в случае если в течение предыдущих 100 дней уже применялся гепарин и образовались антитела к комплексу гепарин-тромбоцитарный фактор 4.

При подозрении на ГИТ немедленно отменяется гепарин (нефракционированный и низкомолекулярный) и назначаются альтернативные антикоагулянты (аргатробан, лепирудин, бивалирудин, данапароид). Фондапаринукс и ривароксабан для лечения ГИТ в настоящее время официально не рекомендуются, однако, по данным обсервационных исследований, при их применении тромбоэмболические осложнения не наблюдались. Длительность лечения четко не определена, однако известно, что без применения альтернативных антикоагулянтов риск тромбозов и эмболий сохраняется на уровне 38-76% в течение месяца после отмены гепарина. Пациентам с ГИТ, нуждающимся в длительной антикоагулянтной терапии варфарин в поддерживающей дозе можно назначать только после нормализации уровня тромбоцитов ( $>150 \times 10^9/\text{л}$ ) и в течение 5 дней продолжать лечение альтернативным антикоагулянтом [3,48,49,50,51,52].

#### **Осложнения, связанные с травмой артерий при контакте с катетерами и баллоном.**

**Вазовагальные реакции** встречаются в 3,5% случаев и включают в себя брадикардию, гипотонию, потливость, тошноту и зевоту. Появление этого симптомокомплекса чаще всего провоцируется болью и дискомфортом из-за введения или извлечения интродьюсера из артерии. В большинстве случаев вазо-вагальные реакции кратковременны и не ухудшают прогноз для пациента. Лечение заключается во внутривенном введении 1 мг атропина, в случае стойкой гипотонии применяются вазоконстрикторы [3,53,54].

**Нарушения ритма и проводимости** при проведении КГ встречаются реже, чем вазовагальные реакции, но несут в себе более грозный потенциал. В катетеризационной лаборатории могут возникнуть желудочковые аритмии, фибрилляция предсердий, брадикардия и нарушения проводимости.

У пациентов с острым инфарктом миокарда появление жизнеугрожающих аритмий (желудочковой тахикардии и фибрилляции желудочков) встречается в 4,3% случаев и, в первую очередь, связано с реперфузией после ПКВ.

Кроме того, проведение катетера через аортальный клапан способно спровоцировать появление эктопического ритма, а травматический контакт катетера с межжелудочковой перегородкой при условии уже существующей у пациента блокады одной из ножек пучка Гиса может привести к развитию полной атриовентрикулярной блокады.

В большинстве случаев аритмии, возникающие во время процедуры, купируются спонтанно. В то же время, появление желудочковой или предсердной тахикардии, сопровождающейся гемодинамической нестабильностью (гипотонией), предусматривает применение электроимпульсной терапии. Пациентам с известным высоким риском возникновения тахикардии перед КГ и ПКВ целесообразно назначение бета-блокаторов. Применение лидокаина или амиодарона может быть эффективно если аритмия не сопровождается гемодинамической нестабильностью. В случае возникновения атриовентрикулярной блокады, резистентной к атропину, показано проведение временной кардиостимуляции [3,55,56].

**Холестериновая эмболия** – это осложнение, возникающее в результате повреждения атеросклеротических бляшек при проведении КГ, ПКВ или тромболизиса.

Образовавшиеся в результате травмы холестериновые эмболы попадают в дистальные отделы артерий малого калибра, вызывая их окклюзию. Частота встречаемости данного осложнения – 2%. Теоретически любой орган может поражаться при синдроме холестериновой эмболии. Однако наиболее частыми органами мишенями являются головной мозг, почки, желудочно-кишечный тракт и кожа нижних конечностей.

Попадание многочисленных холестериновых эмболов в мелкие артерии вызывают диффузное поражение головного мозга, чаще сопровождающееся скорее нарушениями памяти и сознания, чем очаговым неврологическим дефицитом. Эмболизация артерий почек кристаллами холестерина способна приводить к развитию острой или хронической почечной недостаточности. Повреждение пищеварительной системы характеризуется в основном ишемией слизистой оболочки кишечника, приводящей к появлению эрозий и кишечных кровотечений, плохо поддающихся лечению. Клинические проявления со стороны кожи включают в себя прежде всего характерную красновато-синюю сыпь на коже нижних конечностей в виде сеточки (*livedo reticularis*), цианоз, гангрену, язвы, узлы и пурпуру. Лечение холестериновой эмболии симптоматическое. Тем не менее, есть данные о том, что длительное применение статинов снижает риск этого осложнения [3,57,58].

**Воздушная эмболия коронарных артерий** – редкое осложнение КГ и ПКВ, встречающееся у 0.

0,1-0,3% пациентов. Воздух может попадать в коронарное русло непреднамеренно из-за аспирации в катетеры, разрыва баллона или нарушения целостности других инструментов. Пузырьки воздуха визуально определяются при коронарографии. Воздушная эмболия может быть бессимптомной или проявляться в виде боли в груди, гипотонии, аритмий и даже остановки сердца. Профилактика заключается в четком соблюдении техники проведения процедуры. Специфическое лечение может быть в виде аспирации воздуха из коронарных артерий (катетером для аспирации тромбов) или, наоборот, фрагментации проводником и проталкивании в дистальном направлении при помощи мощного впрыскивания физиологического раствора. Неспецифическое лечение включает ингаляцию кислорода, анальгетики, антиаритмические препараты [59].

**Расслоение и перфорация крупных артерий** при КГ и ПКВ в настоящее время встречаются редко (расслоение восходящего отдела аорты – 0.04-0.06%, перфорация коронарной артерии – 0.3-0.6%). В литературе были описаны также единичные случаи расслоения подключичной артерии. Предрасполагающими факторами к расслоению аорты и коронарных артерий могут быть синдром Марфана, двустворчатый клапан аорты, выраженный атеросклероз, сахарный диабет, артериальная гипертензия, а также агрессивный способ введения катетера.

Клинические проявления расслоения аорты характеризуются выраженной болью в груди и/или спине, тошнотой, брадикардией и гипотонией. Диагноз подтверждается при urgentной аортографии. Лечение зависит от локализации расслоения. Если расслоение распространяется ретроградно от устья коронарной артерии на восходящую аорту менее, чем на 4 см – применяется стентирование устья артерии, если же распространенность диссекции превышает 4 см – рассматривается необходимость хирургического вмешательства (протезирование аорты, аорто-коронарное шунтирование) [3,60,61].

Перфорация коронарной артерии может возникать в результате агрессивного введения жесткого гидрофильного проводника или несоответствия баллона/стента диаметру артерии. Предрасполагающими факторами являются старческий возраст, женский пол, острый инфаркт миокарда, наличие хронической полной окклюзии артерии, извитость сосуда и большая распространенность атеросклеротического поражения. Перфорация диагностируется непосредственно во время проведения КГ и ПКВ и в 24-40% случаев может осложняться тампонадой сердца, особенно у пациентов, получающих антикоагулянты. Клинически тампонада проявляется тахикардией, одышкой, гипотонией, потливостью, наличием парадоксального пульса. Диагноз тампонады подтверждается при

помощи эхокардиографии. Лечение заключается в отмене антикоагулянтов, введении протамина, ургентном перикардиоцентезе и, параллельно, раздувании баллона проксимальнее места перфорации на 10 минут (или до появления признаков ишемии), а также установке покрытого стента [3,62].

**Инфаркт миокарда (ИМ)**, индуцированный ПКВ (инфаркт миокарда 4 типа по классификации Европейского общества кардиологов), может возникать вследствие разнообразных причин. В их число входят эмболизация тромбом, образовавшимся на верхушке катетера, дистальное смещение атеросклеротических масс, длительная обструкция катетером места стеноза, диссекция коронарной артерии, окклюзия боковой ветви коронарной артерии во время интервенции в области бифуркации, коронарospазм из-за манипуляций катетером (ИМ 4а типа). Отдельной формой инфаркта миокарда является тромбоз стента (ИМ 4б типа), который в зависимости от времени возникновения подразделяется на острый (до 24 часов), подострый (от 24 часов до 30 суток), поздний (от 31 суток до 360 дней) и очень поздний (после 360 дней от ПКВ).

Частота этого осложнения снизилась в последние годы благодаря модернизации инструментов для КГ и ПКВ, а также широкому использованию антикоагулянтов, дезагрегантов, бета-блокаторов, статинов и изо-осмолярных контрастных веществ. Классический Q-позитивный ИМ, индуцированный ПКВ, диагностируется в 1% случаев. Однако, на основании повышения тропонина и/или МВ-фракции креатинфосфокиназы (КФК-МВ), ИМ 4 типа диагностируется значительно чаще - в 3.6%-48.8% случаев. Значительный разброс данных о частоте встречаемости зависит от того проводилось ли ПКВ по поводу хронической ИБС или острого ИМ. Высокий процент выявления повреждения миокарда связан с тем, что с 2005 года рекомендуется рутинное исследование тропонина и МВ-фракции креатинфосфокиназы через 8-12 часов после проведения ПКВ. Критериями ИМ 4 типа является повышение тропонина более чем в 5 раз от верхней границы нормы (при исходно нормальном уровне) или более чем на 20% от предыдущего (при исходно повышенном уровне), а также повышение КФК-МВ более чем в 3 раза от верхней границы нормы.

Боль в груди после процедуры ПКВ встречается часто - у 23-41% пациентов, и скорее связана с вазоконстрикцией, чем с повреждением миокарда. ИМ 4 типа протекает преимущественно бессимптомно, и выявляется только на основании существенного повышения кардиальных маркеров и, иногда, на основании специфических изменений ЭКГ (элевация или депрессия сегмента ST, новая блокада левой ножки пучка Гиса, патологический зубец Q, инвертированные зубцы T). Диагноз тромбоза стента требует ангиографического подтверждения. Нужно отметить, что ИМ, выявленный спустя 24 часа после ПКВ, считается спонтанным. Лечение всех типов ИМ проводится по общим принципам (антикоагулянты, дезагреганты, статины, бета-блокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента) [3,63,64,65].

**Рестеноз внутри стента** – это осложнение ПКВ, отражающее несостоятельность процедуры. Имплантация стента приводит к более выраженному повреждению сосуда, чем баллонная ангиопластика и, соответственно, провоцирует более активный воспалительный и регенеративный ответ в виде гиперплазии интимы и формирования атеросклероза de novo. Ангиографически рестеноз характеризуется сужением сосуда в области стента >50%. К развитию рестеноза предрасполагают сахарный диабет, хроническая почечная недостаточность, применение металлических стентов без покрытия, стентирование коронарных артерий в области бифуркации и большая протяженность атеросклеротического поражения. Частота встречаемости данной проблемы по данным ангиографии 30% для металлических стентов без покрытия и 12% для стентов с лекарственным покрытием. При этом клинически значимый стеноз развивается за 12 месяцев у <5% пациентов. Клинически рестеноз проявляется симптомами стенокардии или инфаркта миокарда. Лечение большинства пациентов в настоящее время включает проведение повторного ПКВ с имплантацией стента с лекарственным покрытием [65].

**Феномен “no reflow”** представляет собой недостаточность перфузии миокарда несмотря на восстановление кровотока по эпикардиальной коронарной артерии при помощи ПКВ. Встречается в 10% случаев первичной ПКВ и ассоциируется с увеличением 30-дневной смертности. Возникновение данного феномена связывают с микроваскулярной обструкцией. Среди патогенетических механизмов основными считаются 1) дистальная атеротромботическая эмболизация, ишемическое повреждение, реперфузионное повреждение, предрасположенность коронарной микроциркуляции к повреждению. “No reflow” может протекать бессимптомно или может проявляться клинически в виде боли в груди и элевации сегмента ST. Коронарография позволяет диагностировать этот феномен при наличии признаков снижения коронарного кровотока (0-2 баллов по шкале TIMI – “Thrombolysis In Myocardial Infarction”) у >20% пациентов после ПКВ по поводу острого ИМ и <2% после elective ПКВ. Точнее определить гипоперфузию миокарда позволяют МРТ и КТ с контрастным усилением. Кроме того, внутрикоронарное УЗИ позволяет отличить “no reflow” от вазоспазма или диссекции. Профилактика заключается в использовании ингибиторов гликопротеиновых рецепторов П2Y<sub>12</sub>. Для лечения может применяться внутрикоронарное (иногда внутривенное) введение аденозина, верапамила, никорандила, абсиксимаба, натрия нитропрусида. [66,67]

**Церебральный инсульт** является редким (0,3-0,4%), но опасным осложнением КА и ПКВ, при котором госпитальная смертность достигает 20%. Факторами, провоцирующими развитие ишемического инсульта (90% всех случаев), могут быть эмболия тромбом, образовавшимся на верхушке катетера, холестериновая эмболия, расслоение аорты, гипотония, возникшая во время процедуры. Агрессивная антикоагуляция, в свою очередь, может привести к геморрагическому инсульту. Предрасполагающими факторами являются старческий возраст, женский пол, почечная недостаточность, а также перенесенные инсульты и транзиторные ишемические атаки. Клинические проявления характеризуются очаговыми (парезы и параличи) и/или общемозговыми симптомами (головная боль, головокружение, рвота, судороги, психические нарушения). Диагноз подтверждается визуализацией очага поражения при помощи компьютерной томографии или магнитно-резонансной томографии головного мозга. Лечение зависит от типа инсульта (ишемический или геморрагический) и подробно описано в соответствующих рекомендациях [3,68,69].

### **Смерть, связанная с процедурой КА и ПКВ.**

Со времени внедрения КА в 1960-х и ПКВ в 1970-х годах в широкую практику статистика смертности улучшилась, снизившись с 0,45% до 0,08%. При этом, по сравнению с КА вклад ПКВ в процент смертности выше, что объясняется большей инвазивностью и техническими особенностями вмешательства. Факторы, ассоциирующиеся с повышенным риском смерти, включают в себя кардиогенный шок, старческий возраст, ургентность ПКВ, снижение фракции выброса левого желудочка, острый инфаркт миокарда, сахарный диабет, многососудистое поражение, предшествующее аорто-коронарное шунтирование и хроническую окклюзию коронарной артерии. Следует отметить, что только в 42% случаев смерть, возникшая в течение 30 дней после ПКВ, имеет отношение к самой процедуре. При этом основными причинами смерти являются: тромбоз стента, кровотечение, диссекция коронарных артерий, почечная недостаточность.

Остальные 58% случаев смерти непосредственно с ПКВ не связаны и здесь основными причинами являются кардиоваскулярные и неврологические заболевания, а также инфекции [3,70].

### **Заключение.**

Интервенционная кардиология постепенно становится стандартом медицинской помощи для все большего числа пациентов и, поэтому, требует повышения

осведомленности об особенностях инвазивных внутрисосудистых вмешательств со стороны большего количества врачей разных специальностей. Риск перипроцедуральных осложнений может быть существенно снижен благодаря улучшению подготовки пациента к КГ и ПКВ, повышению опыта операторов катетеризационных лабораторий, применению модернизированного оборудования и изоосмолярных контрастных веществ, а также тщательному наблюдению за пациентом после окончания процедуры. Хорошее знание не только кардиологами и врачами других специальностей признаков возможных осложнений и способов их профилактики позволит еще больше повысить безопасность этих ценных методов диагностики и лечения ИБС. При наличии соответствующих показаний КГ и ПКВ могут быть эффективно проведены даже у тяжелых пациентов с факторами риска осложнений.

### Литература

1. Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S. et al. Heart disease and stroke statistics - 2016 update: a report from the American Heart Association. // *Circulation*. – 2016. - Vol. 133 (4). - P. 38-360.
2. Соколов М.Ю. и соавт. Реєстр перкутанних коронарних втручань: розширений порівняльний аналіз, реперфузійна терапія в Україні, Сервей ПКВ — 2015. // *Серце і судини*. - 2015. - №3. – С. 7-29.
3. Tavakol M., Ashraf S., Brenner S.J. Risks and complications of coronary angiography: a comprehensive review. // *Glob J Health Sci*. – 2012. - Vol. 4. – P. 65-93.
4. Čaluk J. Procedural Techniques of Coronary Angiography / *Advances in the Diagnosis of Coronary Atherosclerosis*, Prof. Suna Kirac (Ed.). – InTech. - 2011. Available from: <http://www.intechopen.com/books/advances-in-the-diagnosis-of-coronary-atherosclerosis/proceduraltechniques-of-coronary-angiography>.
5. Leopold J.A., Faxon D.P. Diagnostic Cardiac Catheterisation and Coronary Angiography / *Harrison's principles of internal medicine: 19th edition*. Edited by Kasper D.L. et al. - The McGraw-Hill Companies, Inc.. - 2015. – P. 1460-1465.
6. Mesquita E.T., Marchese L.D., Dias D.W. et al. Nobel Prizes: Contributions to Cardiology // *Arq Bras Cardiol*. – 2015. – Vol. 105(2). – P. 188–196.
7. Ryan, T.J. The coronary angiogram and its seminal contributions to cardiovascular medicine over five decades. // *Circulation*. – 2002. - Vol. 106, No. 6. - P. 752-756.
8. Seldinger, S.I. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. // *Acta radiol*. – 1953. – Vol. 39 (5). – P. 368-376.
9. Greitz T. Sven-Ivar Seldinger // *American Journal of Neuroradiology*. – 1999 – Vol. 20. – P. 1180-1181.
10. Grüntzig A. Transluminal dilatation of coronary artery stenosis. // *The Lancet*. – 1978. – Vol. 311. – P. 263.
11. Merriweather N., Sulzbach-Hoke L.M. Managing risk of complications at femoral vascular access sites in percutaneous coronary intervention. // *Crit Care Nurse*. – 2012. – Vol. 32. - P. 16–29.
12. Manoukian S.V. Predictors and impact of bleeding complications in percutaneous coronary intervention, acute coronary syndromes, and ST-segment elevation myocardial infarction. // *Am J Cardiol*. – 2009. – Vol. 104 (5 Suppl). – P. 9-15.
13. Kinnaird T.D., Stabile E., Mintz G.S. et al. Incidence, predictors, and prognostic implications of bleeding and blood transfusion following percutaneous coronary interventions. // *Am J Cardiol*. – 2003. – Vol. 92. – P. 930-935.
14. Mehta L., Devlin W., McCullough P. et al. Impact of body mass index on outcomes after percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction. // *Am J Cardiol*. – 2007. – Vol. 99. – P. 906-910.

15. Dumont C.J., Keeling A.W., Bourguignon C., Sarembock I.J., Turner M. Predictors of vascular complications post diagnostic cardiac catheterization and percutaneous coronary interventions. // *Dimens Crit Care Nurs.* – 2006. – Vol. 25. – P. 137-142.
16. Culp W.C. Jr, Culp W.C. Practical Application of Local Anesthetics // *Journal of Vascular and Interventional Radiology.* - 2011. – Vol. 22 (2). – P. 111-118.
17. Harper N.J.N., Dixon T., Dugué P. et al. Suspected Anaphylactic Reactions Associated with Anaesthesia // *Anaesthesia.* – 2009. – Vol. 64(2). – P. 199–211.
18. Vorobcsuk A., Konyi A., Aradi D. et al. Transradial versus transfemoral percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction: systematic overview and meta-analysis. // *Am Heart J.* – 2009. - Vol. 158(5). – P. 814-821.
19. Shoulders-Odom B. Management of patients after percutaneous coronary interventions. // *Crit Care Nurse.* – 2008. – Vol. 28. – P. 26-41.
20. Applegate R. Radial Access for Primary Percutaneous Coronary Intervention for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. // *J Am Coll Cardiol.* – 2014. – Vol. 63 (10). – P. 973-975.
21. Martin A. et al. Reliability of Allen’s test in selection of patients for radial artery harvest. The society of thoracic surgeons. // *Ann Thorac Surg.* – 2000. – Vol. 70. – Vol. 1362-1365.
22. Doyle B.J., Rihal C.S., Gastineau D.A. Bleeding, Blood Transfusion, and Increased Mortality After Percutaneous Coronary Intervention: Implications for Contemporary Practice // *Journal of the American College of Cardiology.* – 2009. - Vol. 53 (22). – P. 2019–2027.
23. Applegate R. J., Sacrinty M. T., Kutcher M. A. et al. Trends in vascular complications after diagnostic cardiac catheterization and percutaneous coronary intervention via the femoral artery, 1998 to 2007. // *JACC Cardiovasc Interv.* – 2008. - Vol. 1 (3). – P. 317-326.
24. Sajnani N., Bogart D.B. Retroperitoneal Hemorrhage as a Complication of Percutaneous Intervention: Report of 2 Cases and Review of the Literature // *Open Cardiovasc Med J.* – 2013. – Vol. 7. – Vol. 16–22.
25. Chan Y.C., Morales J.P., Reidy J.F., Taylor P.R. Management of spontaneous and iatrogenic retroperitoneal haemorrhage: conservative management, endovascular intervention or open surgery? // *Int J Clin Pract.* – 2008. – Vol. 62(10). – P. 1604-1613.
26. Samal A.K., White C.J. Percutaneous management of access site complications. // *Catheter Cardiovasc Interv.* – 2002. - Vol. 57 (1). – P. 12-23.
27. Webber G.W., Jang J., Gustavson S. et al. Contemporary management of postcatheterization pseudoaneurysms. // *Circulation.* – 2007. – Vol. 115 (20). – P. 2666-2674.
28. Huang T.-L., Liang H.-L., Huang J.-H. Ultrasound-guided compression repair of peripheral artery pseudoaneurysm: 8 years’ experience of a single institute. // *Journal of the Chinese Medical Association.* – 2012. – Vol.75. – P. 468-473.
29. Панфилов Д.С., Козлов Б.Н., Панфилов С.Д. и др. Проблема лечения постпункционных ложных аневризм: компрессионный, хирургический, пункционный подходы. // *Сибирский медицинский журнал.* - 2012. - Том 27, № 1. – С. 39-44.
30. Kelm M., Perings, S.M., Jax T., et al. Incidence and clinical outcome of iatrogenic femoral arteriovenous fistulas: implications for risk stratification and treatment. // *J Am Coll Cardiol.* – 2002. – Vol. 40 (2). – P. 291-297.
31. Prasad A., Compton, P.A., Roesle M. et al. Incidence and Treatment of Arterial Access Dissections Occurring during Cardiac Catheterization. // *J Interv Cardiol.* – 2008. - Vol. 21 (1). – P. 61-66.

32. Narouze S.N., Zakari A., Vydyanathan A. Ultrasound-guided placement of a permanent percutaneous femoral nerve stimulator leads for the treatment of intractable femoral neuropathy. // *Pain Physician*. – 2009. – Vol. 12. – P. 305-308.
33. Hsin H.T., Hwang J.J. Isolated femoral nerve neuropathy after intra-aortic balloon pump treatment. // *J Formos Med Assoc*. – 2007. – Vol. 106 (3). – P. 29-32.
34. Kristić I., Lukenda J. Radial artery spasm during transradial coronary procedures. // *J Invasive Cardiol*. – 2011. – Vol. 23 (12). – P. 527-531.
35. Ramsdale D.R., Aziz S., Newall N. et al. Bacteremia following complex percutaneous coronary intervention. // *J Invasive Cardiol*. – 2004. - Vol. 16 (11). – P. 632-634.
36. McCready R.A., Siderys H., Pittman J.N. et al. Septic complications after cardiac catheterization and percutaneous transluminal coronary angioplasty. // *J Vasc Surg*. – 1991. – Vol. 14 (2). – P. 170-174.
37. Hubbard C.R., Blankenship J.C., Scott T.D., Skelding K.A., Berger P.B. Emergency pretreatment for contrast allergy before direct percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. // *Am J Cardiol*. – 2008. – Vol. 102 (11). – P. 1469-1472.
38. Matthai W.H., Kussmaul W.G., Krol J. et al. A comparison of low- with high-osmolality contrast agents in cardiac angiography. Identification of criteria for selective use. // *Circulation*. – 1994. - Vol. 89 (1). – P. 291-301.
39. Bertrand M.E., Esplugas E., Piessens J. et al. Influence of a nonionic, iso-osmolar contrast medium (iodixanol) versus an ionic, low-osmolar contrast medium (ioxaglate) on major adverse cardiac events in patients undergoing percutaneous transluminal coronary angioplasty: A multicenter, randomized, double-blind study. Visipaque in Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty [VIP] Trial Investigators. // *Circulation*. – 2000. - Vol. 101 (2). – P. 131-136.
40. Wong P.C., Li Z., Guo J., Zhang A. Pathophysiology of contrast-induced nephropathy. // *Int J Cardiol*. – 2012. – Vol. 158(2). – P. 186-192.
41. Rear R., Bell R.M., Hausenloy D.J. Contrast-induced nephropathy following angiography and cardiac interventions // *Heart*. - 2016. – Vol. 102 (8). – P. 638-648.
42. Koc F., Ozdemir K., Altunkas F. et al. Sodium bicarbonate versus isotonic saline for the prevention of contrast-induced nephropathy in patients with diabetes mellitus undergoing coronary angiography and/or intervention: a multicenter prospective randomized study. *J Investig Med*. – 2013. - Vol. 61 (5). – P. 872-877.
43. Windecker S., Kolh P., Alfonso F. et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). // *Eur Heart J* – 2014. – Vol. 35. – P. 2541-2619.
44. ACT Investigators. Acetylcysteine for prevention of renal outcomes in patients undergoing coronary and peripheral vascular angiography: main results from the randomized Acetylcysteine for Contrastinduced nephropathy Trial (ACT). // *Circulation*. - 2011. – Vol. 124 (11). – P. 1250-1259.
45. Leoncini M., Toso A., Maioli M., Tropeano F., Villani S., Bellandi F. Early high dose rosuvastatin for contrast-induced nephropathy prevention in acute coronary syndrome: results from the PRATO-ACS study (protective effect of rosuvastatin and antiplatelet therapy on contrast-induced acute kidney injury and myocardial damage in patients with acute coronary syndrome) // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2014. – Vol. 63 (1). – P. 71–79.
46. Patti G., Ricottini E., Nusca A., Colonna G. et al. Short-term, high-dose atorvastatin pretreatment to prevent contrast-induced nephropathy in patients with acute coronary syndromes undergoing percutaneous coronary intervention (from the ARMYDACIN

- [atorvastatin for reduction of myocardial damage during angioplasty-contrast-induced nephropathy] trial. // *The American Journal of Cardiology*. - 2011. - Vol.108 (1). - P. 1-7.
47. Sadat U., Usman A., Gillard J.H., Boyle J.R. Does ascorbic acid protect against contrast-induced acute kidney injury in patients undergoing coronary angiography: a systematic review with meta-analysis of randomized, controlled trials. // *J Am Coll Cardiol*. - 2013. - Vol. 62 (23). - P. 2167-2175.
  48. Jang I. K., Hursting M. J. When heparins promote thrombosis: review of heparin-induced thrombocytopenia. // *Circulation*. - 2005. - Vol. 111 (20). - P. 2671-2683.
  49. Warkentin T.E., Kelton J.G. Temporal aspects of heparin-induced thrombocytopenia. // *N Engl J Med*. - 2001. - Vol. 344. - P. 1286-1292.
  50. Savi P., Chong B.H., Greinacher A. Effect of fondaparinux on platelet activation in the presence of heparin-dependent antibodies: a blinded comparative multicenter study with unfractionated heparin. // *Blood*. - 2005. - Vol. 105. - P. 139-144.
  51. Walenga J.M., Prechel M., Jeske W.P. et al. Rivaroxaban - an oral, direct Factor Xa inhibitor - has potential for the management of patients with heparin-induced thrombocytopenia. // *Br J Haematol*. - 2008. - Vol. 143 (1). - P. 92-99.
  52. Hirsh J., Heddle N., Kelton J.G. Treatment of heparin-induced thrombocytopenia: a critical review. // *Arch Intern Med*. - 2004. - Vol. 164. - P. 361-369.
  53. Juergens C.P., Lo S., French J.K., Leung D.Y.C. Vaso-vagal reactions during femoral arterial sheath removal after percutaneous coronary intervention and impact on cardiac events // *International Journal of Cardiology*. - 2008. - Vol. 127 (2). - P. 252-254.
  54. Bernelli C. Pharmacotherapy in the Cardiac Catheterization Laboratory. // *Cardiol Pharmacol*. - 2015. - Vol. 4:146 - P. 1-13.
  55. Mehta R.H., Harjai K.J., Grines L. et al. Sustained ventricular tachycardia or fibrillation in the cardiac catheterization laboratory among patients receiving primary percutaneous coronary intervention: incidence, predictors, and outcomes. // *J Am Coll Cardiol*. - 2004. - Vol. 43(10). - P. 1765-1772.
  56. Gorenek B. Arrhythmias in cardiac catheterization laboratories. // *Acta Cardiol*. - 2008. - Vol. 63 (2). - P. 259-263.
  57. Bashore T.M., Gehrig T. . Cholesterol emboli after invasive cardiac procedures. // *J Am Coll Cardiol*. - 2003. - Vol. 42 (2). - P. 217-218.
  58. Kronson I., Saric M. Cholesterol Embolization Syndrome. // *Circulation*. - 2010. - Vol. 122. - P. 631-641.
  59. Suastika L.O.S., Oktaviono Y.H. Multiple Air Embolism During Coronary Angiography: How Do We Deal With It? // *Clin Med Insights Cardiol*. - 2016. - Vol. 10. - P. 67-70.
  60. Gomez-Moreno S., Sabate M., Jimenez-Quevedo P. et al. Iatrogenic dissection of the ascending aorta following heart catheterisation: incidence, management and outcome. // *EuroIntervention*. - 2006 - Vol. 2 (2). - P. 197-202.
  61. Nunez-Gil I.J., Bautista D., Cerrato E. et al. Incidence, Management, and Immediate- and Long-Term Outcomes After Iatrogenic Aortic Dissection During Diagnostic or Interventional Coronary Procedures. // *Circulation*. - 2015. - Vol. 131(24). - P. 2114-2119.
  62. Gruberg L., Pinnow E., Flood R. et al. Incidence, management, and outcome of coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention. // *Am J Cardiol*. - 2000. - Vol. 86 (6). - P. 680-682.
  63. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S. et al. Third universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J*. - 2012 - Vol. 33. - P. 2551-2567.
  64. Hanna E.B., Hennebry T.A. Periprocedural myocardial infarction: review and classification. // *Clin Cardiol*. - 2010. - Vol. 33. - P. 476-483.



65. Byrne R.A., Joner M., Kastrati A. Stent thrombosis and restenosis: what have we learned and where are we going? The Andreas Gruntzig Lecture ESC 2014. // *Eur Heart J.* – 2015. – Vol. 36. – P. 3320–3331.
66. Berg R., Buhari C. Treating and Preventing No Reflow in the Cardiac Catheterization Laboratory // *Curr Cardiol Rev.* – 2012. – Vol. 8(3). – P. 209–214.
67. Jaffe R., Charron T., Puley G., Dick A., Strauss B.H. Microvascular Obstruction and the No-Reflow Phenomenon After Percutaneous Coronary Intervention. // *Circulation.* – 2008. – Vol. 117. – P. 3152-3156.
68. Hoffman S.J., Routledge H.C., Lennon R.J. et al. Procedural Factors Associated With Percutaneous Coronary Intervention-Related Ischemic Stroke // *J Am Coll Cardiol Cardiol Intv.* – 2012. – Vol. 5 (2). – P. 200-206.
69. Jauch E.C., Saver J.L., Adams H.P. et al. on behalf of AHA/ASA. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke. // *Stroke* – 2013. – Vol. 44. – P. 870–947.
70. Aggarwal B., Ellis S.G., Lincoff A.M., M.D. et al. Cause of Death Within 30 Days of Percutaneous Coronary Intervention in an Era of Mandatory Outcome Reporting. // *Journal of the American College of Cardiology.* – 2013. - Vol. 62 (5). – P. 409–415.

### **Abstract.**

#### **COMPLICATIONS OF CORONAROGRAPHY AND PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION.**

Yankevich A.A.

Kharkiv national medical university.

Interventional cardiology becomes a powerful tool of medical care for patients with ischemic heart disease in the recent days. The growing number of coronarography and percutaneous coronary intervention procedures requires better understanding of possible complications. There are some predisposing factors, like use of some medications, arterial access site or method of hemostasis achievement, which can be effectively modified by medical care providers to decrease related risk. Moreover, good awareness about specific peculiarities of complications allows prompt recognizing and managing of them. In this review, the wide spectrum of periprocedural complications is discussed: from that causing little discomfort to life-threatening events.

**Key words:** complications, coronarography, percutaneous coronary intervention.

### **Резюме.**

#### **УСКЛАДНЕННЯ КОРОНАРОГРАФІЇ ТА ПЕРКУТАННОГО КОРОНАРНОГО ВТРУЧАННЯ.**

Янкевич О.О.

Харківський державний медичний університет.

Інтервенційна кардіологія на теперішній час є потужним інструментом медичної допомоги хворим на ішемічну хворобу серця. Частота застосування коронарографії і перкутанного коронарного втручання зростає, і це потребує поліпшення знань про можливі ускладнення. Існує низка факторів, зокрема, застосування певних ліків, вибір артеріального доступу або метод досягнення гемостазу, які можуть бути ефективно модифіковані лікарями з метою зниження відповідного ризику. Крім того, добра обізнаність щодо специфічних особливостей ускладнень дозволяє їх вчасно виявляти та лікувати. В даному огляді обговорюється широкий спектр перипроцедуральних ускладнень: від тих, що призводять до незначного дискомфорту, до тих, що загрожують життю.

**Ключові слова:** ускладнення, коронарографія, перкутанне коронарне втручання.

### **Резюме.**

## ОСЛОЖНЕНИЯ КОРОНАРОГРАФИИ И ПЕРКУТАННОГО КОРОНАРНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА.

Янкевич А.А.

Харьковский национальный медицинский университет.

Интервенционная кардиология в настоящее время является мощным инструментом медицинской помощи больным ишемической болезнью сердца. Частота применения коронарографии и перкутанного коронарного вмешательства растет, и это требует улучшения знаний о возможных осложнениях. Существует ряд факторов, в частности, применение определенных лекарств, выбор артериального доступа или метод достижения гемостаза, которые могут быть успешно модифицированы врачами с целью снижения соответствующего риска. Кроме того, хорошая осведомленность о специфических особенностях осложнений позволяет их своевременно выявлять и лечить. В данном обзоре обсуждается широкий спектр перипроцедуральных осложнений: от тех, которые приводят к небольшому дискомфорту, до тех, которые угрожают жизни.

**Ключевые слова:** осложнения, коронарография, перкутанное коронарное вмешательство.