

МЕДИЦИНА ИЛИМДЕРИМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИMEDICAL SCIENCES

*Бейшенкулов М.Т., Токтосунова А.К.,  
Чазымова З.М., Калиев К.Р.*

**СИНХРОНДОШТУРУЛГАН ЭЛЕКТРДИК КАРДИОВЕРСИЯ**

*Бейшенкулов М.Т., Токтосунова А.К.,  
Чазымова З.М., Калиев К.Р.*

**СИНХРОНИЗИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КАРДИОВЕРСИЯ**

*M.T. Beishenkulov, A.K. Toktosunova,  
Z.M. Chazymova, K.R. Kaliev*

**SYNCHRONIZED ELECTRICAL CARDIOVERSION**

УДК: 616.125-616.12-008.318

Синхрондоштурулган электрдик кардиоверсиянын тарыхына, негизине, өткөрүү техникасына багытталган макала. Тахикардияны дарылоочу бул метод, фармакологиялык кардиоверсиясынын натыйжасыздыгына, же бейтаптын туруксуз абалына байланыштуу, реанимация бөлүмүнүн шартында өткөрүлөт. Жүрөккө ток берүү менен жүрөктүн ритмин калыбына келтирет. Синхрондоштурулган электрдик кардиоверсиясын өткөрүүдө негизги шарт, бул наркозго киргизүү, бул да болсо реанимация бөлүмүнүн шартында жүргүзүлөт. Жаши балдарга жана кош бойлуу аялдарга синхрондоштурулган электрдик кардиоверсиясын өткөрүүдө көрсөтмөсүнө, каршы көрсөтмөсүнө, жасоо техникасына өзгөчө маани берилет. Бул макалада сырткы эле эмес, ички дагы кардиоверсиясын өткөрүү техникасы көргөзүлгөн. Жаңы техникалык мүмкүнчүлүктөр пайда болгонуна байланыштуу ички синхрондоштурулган электрдик кардиоверсия процедурасы жөнүндө айтуу бүгүнкү күндө да актуалдуу.

**Негизги сөздөр:** жүрөк, синхрондоштурулган электрдик кардиоверсия, жүрөктүн ритминин бузулушу, беттаптар, реанимация бөлүмү, өткөрүү техникасы, наркозго киргизүү.

Статья “Синхронизированная электрическая кардиоверсия” посвящена истории, принципам, технике проведения синхронизированной электрической кардиоверсии. Данный метод лечения тахикардий применяется в условиях реанимации, при отсутствии эффекта от фармакологической кардиоверсии, либо при нестабильном состоянии пациента. Восстановление

ритма проводится воздействием тока на сердце. Обязательным условием для проведения синхронизированной электрической кардиоверсии является введение наркоза, что также требует реанимационных условий. Особое внимание уделено показаниям, противопоказаниям, технике проведения синхронизированной электрической кардиоверсии у детей и беременных женщин. В данной статье изображена техника проведения не только наружной, но и внутренней кардиоверсии. В связи с появлением новых технических возможностей, описание процедуры внутренней синхронизированной электрической кардиоверсии также является актуальным на сегодняшний день.

**Ключевые слова:** сердце, синхронизированная электрическая кардиоверсия, аритмия, пациенты, реанимационное отделение, техника проведения, введение наркоза.

The paper “Synchronized electrical cardioversion” is devoted to history, synchronized electrical cardioversion technique and principals. This type of tachyarrhythmia treating is using in emergency department, when pharmacological cardioversion is failed or patient is not stable. Rhythm restoring is doing by electrical shock. The required condition for electrical cardioversion is sedation with a short-acting agent. Especially attention is paid to indications, contraindications, technique of synchronized electrical cardioversion in pregnant and children. Not only external but internal cardioversion technique is written in this paper.

**Key words:** heart, synchronized electrical cardioversion, arrhythmia, patients, intensive care unit, technique, anesthesia.

**Обзор.** Кардиоверсия – это «синхронизированный разряд постоянного тока, термин не применяется к дефибриляции желудочков или к фармакологическому восстановлению аритмий». [1]. Электрический разряд постоянного тока синхронизируется с R или S-волной комплекса QRS. Синхронизация в ранней части комплекса QRS позволяет избежать доставки энергии вблизи вершины зубца T на ЭКГ, что совпадает с уязвимым периодом возникновения фибрилляции желудочков. Пик волны T представляет собой окончание рефрактерного периода, когда соседние волокна сердца находятся в различных стадиях реполяризации. Дефибриляция относится к не синхронизированному разряду энергии и рекомендуется только при фибрилляции желудочков (ФЖ).

Steinberg et al. проанализировали все неэкстренные ЭКВ при предсердных аритмиях в центре третичной помощи (с 2010 по 2013 год). Они разделили пациентов по результатам чрезпищеводного ЭхоКГ, проведенного до ЭКВ, сравнили данные популяции, анамнеза жизни и лабораторные данные. Результаты включали успех после процедуры, осложнения, повторные кардиоверсии, регоспитализации и смерть в течение 30 дней. В целом, 1017 пациентам проведена ЭКВ; 633 проведено чрезпищеводное ЭхоКГ до ЭКВ, и 384 – не проведено. В течение 30 дней 80 пациентам (7,9%) проведена повторная ЭКВ, 113 (11%) были повторно госпитализированы, а 14 (1,4%) умерли. ЭКВ была успешна у пациентов, прошедших чрезпищеводное ЭхоКГ до ЭКВ, но не было различий в 30-дневной смертности или повторной госпитализации. Многовариантный анализ показал, что более высокая частота сердечных сокращений перед ЭКВ была связана с увеличением повторной госпитализации или смерти, тогда как использование чрезпищеводного ЭхоКГ было связано с более низкой частотой. Неудачи, осложнения и повторная госпитализация после плановой ЭКВ были обычными и больше связаны с состоянием пациента, чем с процедурными характеристиками. Использование чрезпищеводного ЭхоКГ было связано с лучшими клиническими результатами [2].

De Vos и другие оценили взаимосвязь между длиной цикла фибрилляции предсердий (AFCL-

tvi), частотой фибрилляции предсердий (AFV-tvi) и успехом электрической кардиоверсии (ЭКВ) у пациентов с фибрилляцией предсердий. У 133 пациентов с персистирующей ФП проводилась ЭхоКГ до ЭКВ и измерялось AFCL-tvi и AFV-tvi в правом предсердии и левом предсердии. У 19 (14%) пациентов был отказ от ЭКВ, у 42 (32%) регистрировался синусовый ритм после наблюдения в течение 1 года, а у 72 (54%) регистрировался рецидив персистирующей ФП. По сравнению с пациентами с успешной ЭКВ, пациенты с немедленным срывом ритма имели более низкий средний AFV-tvi, измеренный в правом предсердии. По сравнению с пациентами с рецидивом фибрилляции предсердий, пациенты с сохраненным синусовым ритмом через 1 год имели более длинное AFCL-tvi, измеренное в левом предсердии, и имели более высокий AFV-tvi в обеих предсердиях. Многовариантный анализ показал, что все параметры предсердного TVI независимо были связаны с сохранением синусового ритма через 1 год. Более высокие частоты пульсаций фибрилляции предсердий и более длинные AFCL, определяемые эхокардиографией, связаны с ранним и долгосрочным успехом ЭКВ [3].

**Основные принципы.** Временная подача электрического тока вызывает мгновенную депolarизацию большинства сердечных клеток, позволяющих синусовому узлу возобновить нормальную работу кардиостимулятора. При наличии аритмии по типу реентри, такой, как пароксизмальная суправентрикулярная тахикардия (ПСВТ) и желудочковая тахикардия (ЖТ), электрическая кардиоверсия прерывает круг реентри и восстанавливает синусовый ритм. Электрическая кардиоверсия гораздо менее эффективна при лечении аритмии, вызванной повышением автоматизма (например, тахикардия, индуцированная цитокинами, индуцированная катехоламинами аритмия), так как механизм возникновения аритмии остается после прекращения аритмии и, следовательно, может повторяться [4].

Сегодня используются два типа дефибрилляторов для наружной кардиоверсии и дефибриляции: первый тип – с монофазной формой синусоидальной волны (положительная синусоидальная волна), второй тип – с бифазной усеченной волной. Более современное использование

кардиоверсии бифазным дефибриллятором показало, что для преобразования аритмии в нормальный синусовый ритм требуется меньше энергии. В 1997 году для восстановления дана качественная оценка дефибриллятору с низкоэнергетической двухфазной формой волны с компенсацией импеданса предсердной и желудочковой аритмий. Этот дефибриллятор автоматически регулирует трансторакальный импеданс пациента.

**Показания. Наружная кардиоверсия.** На основе руководств по поддержке сердечной деятельности, любому пациенту с тахикардией с узким или широким комплексом QRS (частота желудочковых сокращений  $>150$ ) с нестабильным состоянием (например: боль в груди, отек легких, головокружение, гипотония) должна быть немедленно проведена синхронизированная электрическая кардиоверсия.[5] Синхронизация с зубцом R или S предотвращает передачу импульса в течение уязвимого периода реполяризации сердца, когда может индуцироваться фибрилляция желудочков.

Синхронизированная электрическая кардиоверсия также может быть применена для лечения стабильной желудочковой тахикардии, которая не поддается медикаментозной терапии. Она также рекомендована для лечения следующих аритмий:

- Наджелудочковая тахикардия по типу реентри.
- Фибрилляция предсердий.
- Трепетание предсердий.
- Предсердная тахикардия.
- Мономорфная желудочковая тахикардия с пульсом.

**Внутренняя кардиоверсия.** Внутренняя кардиоверсия при фибрилляции предсердий применяется у пациентов, резистентных к наружной кардиоверсии или при случайно возникшей фибрилляции предсердий во время электрофизиологического исследования. Кардиоверсия должна быть проведена до установки предсердного дефибриллятора.

**Противопоказания.** Противопоказания включают в себя тахикардию, ассоциированную с дигиталисной интоксикацией, синусовую тахикардию при разных клинических состояниях, мультифокальную предсердную тахикардию.

Вдобавок, в связи с тем, что при фибрилляции предсердий риск развития тромбов в левом предсердии предполагает риск развития инсульта, пациентам, не получающим антикоагулянты, не рекомендовано проведение кардиоверсии без чрезпищеводного ЭхоКГ, по которому можно определить наличие тромбов в левом предсердии.

Синхронизированная кардиоверсия также не должна применяться для лечения фибрилляции желудочков, так как кардиовертер не чувствует QRS волну и не сможет произвести разряд. Синхронизированная кардиоверсия также не уместна при лечении желудочковой тахикардии без пульса или полиморфной (нерегулярной) желудочковой тахикардии, поскольку для них требуются несинхронизированные разряды с большой энергией (т. е. дозы, используемые при дефибрилляции). Также кардиоверсия не эффективна для лечения узловой тахикардии. [9]

**Техника. Наружная кардиоверсия.** Ключевыми моментами в подготовке пациента являются: внутривенный доступ, оборудование для ИВЛ, седативные препараты, кардиовертер/ дефибриллятор.

Необходимо обратить внимание на следующее:

- Пациент должен быть адекватно седирован препаратами короткого действия, такими как мидазолам или пропофол. Дополнительно обычно применяется опиоидный анальгетик, например, фентанил. Необходимо также наличие антидотов, например, флумазенил и налоксон.
- На дефибрилляторе включается функция синхронизации, которая позволяет найти зубцы R и S. Выбирается необходимый уровень энергии. Большинство монофазных и бифазных дефибрилляторов набирают энергию до 360 Джоулей. Ручное нажатие кнопки оператором заставляет дефибриллятор разряжать электрический ток, который длится менее 4 миллисекунд, что позволяет избежать уязвимого периода реполяризации сердца, когда может быть вызвана фибрилляция желудочков. Оператор должен знать об этой короткой задержке, так как кардиовертер ищет наибольшее положительное или отрицательное отклонение. Если отклонение слишком мало для синхронизации дефибриллятора, врач

может поменять электроды или расположить их ближе к груди или сердцу пациента. Если у пациента развилась фибрилляция желудочков, всегда необходимо отключать синхронизацию, во избежание задержки доставки энергии.

Есть два варианта расположения электродов на грудной клетке. Первый вариант – передне-боковая позиция, в которой один электрод располагается слева по четвертому или пятому межреберью по средне-подмышечной линии, другой электрод располагается справа от грудины во втором или третьем межреберном промежутке.

Второй вариант расположения электродов – передне-заднее расположение. Первый электрод располагается справа от грудины, как указано выше, другой электрод располагается между углом левой лопатки и позвоночником. Так как кожа может способствовать потере большей части энергии, обычно используются токопроводящий гель или предварительно смоченные салфетки для обеспечения хорошего контакта. В идеальных условиях только 10-30% общего тока достигает сердца.

Электроды должны располагаться плотно к грудной клетке, во избежание ожогов кожи. Хотя существует риск получить шок при прикосновении к пациенту, кровати или другому оборудованию, с которым пациент находится в контакте, появились новые данные о том, что постоянный контакт с пациентом является безопасным во время двухфазной дефибрилляции [6]. Кардиостимуляторы и ИКД-устройства должны находиться на расстоянии более 10 см от прямого контакта с электродами, и пройти проверку после кардиоверсии. Переднезаднее расположение предпочтительнее у пациентов с имплантированными устройствами чтобы избежать воздействия тока на имплантированное устройство и повреждения системы.

Энергия, необходимая при фибрилляции предсердий равна 100-200 Дж исходно и 360 Дж для последующих ударов. Исследования показали хороший ответ на высокие дозы энергии 720 Дж для лечения рефрактерной фибрилляции предсердий [7]. На бифазном дефибриляторе требуется уровень энергии 75 Дж для коррекции фибрилляции предсердий. Кардиоверсия вторич-

ной фибрилляции предсердий вследствие гипертиреоза в 90% успешна. Всего у 25% пациентов с фибрилляцией предсердий, обусловленной тяжелой митральной регургитацией, кардиоверсия успешна, и у половины из них отмечается рецидив в течение первых 6 месяцев. При трепетании предсердий и пароксизме наджелудочковой тахикардии требуется меньше энергии: 50 Дж исходно, затем 100 Дж при необходимости. Для кардиоверсии желудочковой тахикардии исходно 50-100 Дж, затем 200 Дж при неэффективности.

**Внутренняя кардиоверсия.** Успех внутренней кардиоверсии малыми дозами энергии для терапии фибрилляции желудочков и желудочковой тахикардии привел к дальнейшим исследованиям внутренней кардиоверсии при фибрилляции предсердий. Необходимо обратить внимание на следующее:

- Пациенту необходимо ввести антикоагулянты также как и при наружной кардиоверсии. Доступны различные техники проведения внутренней кардиоверсии.

- Три временных катетера устанавливаются внутривенно и располагаются под рентгеноконтролем. Два катетера с большой площадью поверхности используются для подачи разряда, и третий четырех-полярный катетер используется для синхронизации с зубцом R и временной стимуляции желудочков после разряда. Первый катетер для дефибрилляции располагается дистальнее коронарного синуса, второй располагается в ушке правого предсердия или латеральной стенке правого предсердия. Эти катетеры подсоединяются к наружному бифазному дефибрилятору. Четырехполярный катетер располагается в верхушке правого желудочка и также подсоединяется к наружному кардиостимулятору. Вектор, направленный от правого предсердия к коронарному синусу был успешно применен с энергией  $5,6 \pm 4,7$  Дж (0,4-35) в одном исследовании [8].

**Лечение специфических аритмий.** Стратегия лечения фибрилляции предсердий включает следующее:

1. Если пациент клинически нестабилен, рекомендовано проведение экстренной кардиоверсии. Стабильным пациентам проводится кон-

троль частоты желудочковых сокращений, вводятся антикоагулянты – гепарин внутривенно и назначается варфарин для профилактики инсульта в связи с наличием высокого риска тромбоза. Если есть большая уверенность в том, что фибрилляция предсердий началась в течение до 48 часов, пациенту может быть проведена кардиоверсия [9].

2. Если аритмия неизвестной давности или более 48 часов, тогда пациенту проводится чрезпищеводное ЭхоКГ для исключения тромбов в предсердии или ушке (наличие спонтанного эхо-контраста или замедление кровотока оценивается положительно некоторыми авторами). Если результаты чрезпищеводного ЭхоКГ отрицательные, пациенту проводится плановая кардиоверсия. При наличии тромбов пациенту назначается антикоагулянтная терапия в течение 3-х недель до кардиоверсии с повторным проведением чрезпищеводного ЭхоКГ.

Все пациенты должны получать варфарин в течение 4-х недель после кардиоверсии, так как восстановление механической функции предсердия замедляется в течение 7 дней после восстановления синусового ритма. Если ранее назначенное лечение не эффективно, то пациенты получают только медикаментозную терапию, кардиоверсия проводится повторно после антиаритмической (например, ибутилида) терапии, абляции или дефибрилляции предсердий.

Стратегия лечения для других наджелудочковых аритмий включает в себя:

1. В настоящее время рецидивирующее трепетание предсердий излечивается с помощью радиочастотной катетерной абляции. При нестабильном состоянии пациента необходима кардиоверсия.

2. Антикоагуляция рекомендована, если проводится наружная кардиоверсия для лечения трепетания предсердий в аналогичном подходе как к пациентам с фибрилляцией предсердий, которым требуется кардиоверсия. Несмотря на то, что трепетание предсердий было признано менее рискованным для тромба левого предсердия, чем фибрилляция предсердий, последние данные свидетельствуют о том, что риск образования сгустка эквивалентен.

3. Пациенты с другими наджелудочковыми аритмиями нуждаются в кардиоверсии только при нестабильной гемодинамике.

Стратегия лечения других желудочковых аритмий включает в себя:

1. Пациентам, у которых неэффективны внутривенные антиаритмики при лечении стабильных мономорфных желудочковых тахикардий, связанных с острым коронарным синдромом или острым инфарктом миокарда, сначала проводится синхронизированная кардиоверсия разрядами от 50 до 100 Дж. При отсутствии эффекта от разрядов низкой энергии, подается разряд 200 Дж, затем 300 и 360 Дж при необходимости.

2. При желудочковой тахикардии с нестабильной гемодинамикой проводится несинхронизированная кардиоверсия. Бифазный дефибриллятор не требует увеличения энергии, однако необходимы 3 последовательных разряда 150 Дж.

**Особые случаи.** У детей с наджелудочковой или желудочковой тахикардией и нестабильной гемодинамикой, рекомендованы разряды начиная с 0,5 Дж/кг. При последующих попытках сила энергии увеличивается. Во время беременности рекомендации такие же как и в случае с взрослыми пациентами.

#### Литература:

- Lown B. Defibrillation and cardioversion. *Cardiovasc Res.* 2002 Aug 1. 55(2):220-4.
- Steinberg BA, Schulte PJ, Hofmann P, et al. Outcomes after nonemergent electrical cardioversion for atrial arrhythmias. *Am J Cardiol.* 2015 May 15. 115(10):1407-14.
- De Vos CB, Limantoro I, Pisters R, et al. The mechanical fibrillation pattern of the atrial myocardium is associated with acute and long-term success of electrical cardioversion in patients with persistent atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2014 Sep. 11(9):1514-21.
- Smith G, Taylor DM, Morgans A, Cameron P. Prehospital synchronized electrical cardioversion of a poorly perfused SVT patient by paramedics. *Prehosp Disaster Med.* 2013 Jun. 28(3):301-4.
- [Guideline] Part 5: Electrical therapies - automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion, and pacing. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. American Heart Association. 2005 Dec 13; Accessed: February 10, 2006.

8. Lloyd MS, Heeke B, Walter PF, Langberg JJ. Hands-on defibrillation: an analysis of electrical current flow through rescuers in direct contact with patients during biphasic external defibrillation. *Circulation*. 2008 May 13. 117 (19):2510-4.
9. Saliba W, Juratli N, Chung MK, et al. Higher energy synchronized external direct current cardioversion for refractory atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 1999 Dec. 34(7):2031-4.
10. Levy S, Ricard P, Gueunoun M, et al. Low-energy cardioversion of spontaneous atrial fibrillation. Immediate and long-term results. *Circulation*. 1997 Jul 1. 96 (1) : 253-9.
11. Бокерия Л.А., Базаев В.А., Меликулов А.Х., и др. Электрическая кардиоверсия при фибрилляции предсердий: показания и выбор оптимального метода. *Анналы аритмологии* №3, 2005.

**Рецензент: к.м.н. Звенцова В.К.**

---