

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ



Ирназаров Акмал Абдуллаевич

Ташкентская медицинская академия, Республика Узбекистан, г. Ташкент

ЮРАК – ҚОН ТОМИР КАСАЛЛИКЛАРИ БИЛАН ОҒРИГАН БЕМОРЛАРНИ ДАВОЛАШДА ЭЛЕКТР ТОКИНИ ҚЎЛЛАШ

Ирназаров Акмал Абдуллаевич

Тошкент тиббиёт академияси, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

APPLICATION OF ELECTRIC CURRENT FOR THE TREATMENT OF PATIENTS WITH DISEASES OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Irnazarov Akmal Abdullaevich

Tashkent Medical Academy, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: info@tta.uz

Резюме. Ушбу адабиётлар шарҳида электронейростимуляция ҳақидаги маълумотлар келтирилган. Электронейростимуляция нафақат оғриқни даволашда, балки микроциркуляцияни яхшилаш, қон айланишини ошириш ва жароҳат битишини тезлаштиришда ҳам қўлланилади, айниқса оёқларнинг критик ишемиясига чалинган беморларга самарали таъсир этади. Ҳозирги вақтда электронейростимуляция усули ривожланишда давом этмоқда ва клиникаларда турли оғриқ синдромлари ва қон айланишининг бузилишига қарши даволашда қўлланилади. Унинг ўзининг афзалликлари ва камчиликлари мавжуд, шу жумладан мумкин бўлган асоратлар ва юқори нарх, аммо шунга қарамай, у операцияни амалга ошириш мумкин бўлмаган ҳолларда энг самарали усуллардан бири бўлиб қолмоқда.

Калит сўзлар: электронейростимуляция, спинал стимулятор, критик ишемия, микроциркуляция.

Abstract. This review article provides data on electronic neurostimulation. Electroneurostimulation began to be used not only to treat pain, but also to improve microcirculation, increase blood flow, and accelerate tissue healing, especially in patients with critical ischemia of the lower extremities. Currently, the method of electronic neurostimulation continues to develop, being used in clinics for the treatment of various pain syndromes and impaired blood circulation. It has its advantages and disadvantages, including possible complications and high cost, but it still remains one of the most effective methods when surgical intervention is impossible.

Key words: electronic neurostimulation, spinal stimulator, critical ischemia, microcirculation.

Впервые электричество в медицинских целях получено от рыбы–торпеды или электрического ската; Гиппократ дает первое описание применения этой рыбы в отварном виде каждое утро для лечения астмы. В 46г.н.э. римлянин Scriponius Largus дает первое описание применения рыбы: “головная боль, даже хроническая и невыносимая, проходит при помещении живого черного ската на болящий участок”. Медицинское применение этой рыбы продолжалось до XVII века. В 1672 году Отто фон Гюрк впервые генерировал электричество. С тех пор изобретено множества приборов для физиологического приложения электричества. В 1774 году Джон Висли дает первое описание использования электричества при стенокардии: “пациент жаловался на сильные боли в желудке, но проанализировав симптомы, я заключил, что это стенокардия. Я посоветовал ему больше не принимать лекарства, а пропустить электричества через грудь. Симптомы сразу же

исчезли, и он сладко заснул”. В 1831 году Фарадей изобрел способ производства электричества, и этот период был назван золотым веком медицинского электричества [1]. В 1860 годы учеными Людвигом и Ционом был обнаружен нерв, раздражение которого вызывало изменение артериального давления. Этот нерв получил название депрессорного. В начале XX века Hering обнаружил изменение артериального давления при раздражении каротидного синуса. Однако в дальнейшем электростимуляция синокаротидных нервов для лечения гипертонической болезни утратила свое значение, так как при данном методе происходит незначительное снижение артериального давления (в среднем на 16мм рт.ст.). В 1850-80 годах многие ученые развивали методы чрескожной электрической анальгезии и электроакупунктурную анальгезию.

Впервые стимулятор спинного мозга был имплантирован С. Shealy онкологическому больному для

купирования боли в 1967 году [38]. В дальнейшем электронейростимуляцию (ЭНС) стали применять при арахноидитах, каузалгиях, спондилезе, при раке, травмах позвоночника и спинного мозга, повреждениях периферических нервов, фантомных болях [4], послеоперационных болях [32], панкреатитах, коксартрозах [33], демиелинизирующих поражениях нервной системы, при невралгии [12]. В 1973 году А. Cook отметил увеличение кровотока в нижних конечностях у пациентов с метастазами применявших стимулятор из-за болей. К 1976 году он провел электростимуляцию спинного мозга 9 пациентам с выраженной ишемией нижних конечностей, у всех больных отмечалось выраженное уменьшение болей и у большинства - заживление трофических язв [11]. В 1977 году D. Long рекомендует применять ЭНС при хирургических заболеваниях, осложненных хроническими болями [21, 21]. В 1983 году R. Tallis и соавт. отметил у 6 больных из 10 получавших ЭНС значительное клиническое улучшение: увеличение дистанции перемежающейся хромоты и повышение толерантности к нагрузке на велоэргометре [41]. В 1985 году L. Augustinsson с соавт. [6, 8] опубликовали сообщение о 34 пациентах с тяжелой ишемией конечностей, которым проводилась ЭССМ (электростимуляция спинного мозга) ввиду безуспешности, либо невозможности реконструктивной операции. Единственной альтернативой в лечении всех больных являлась ампутация. В результате ЭССМ у 94% больных значительно уменьшились или исчезли боли, у 50% больных в течение года стимуляции произошло полное заживление трофических язв, а 38% больных данной группы подверглись в дальнейшем ампутации.

В 1980-х годах Гетеборгская группа в Швеции впервые начала использовать чрескожную электронейростимуляцию при стенокардии и в последующем имплантировать стимуляторы спинного мозга пациентам с ишемией миокарда [1]. S. Sandreck с соавт. (1984) [35]. показал улучшение динамики ЭКГ и симптомов стенокардии при имплантации нейростимулятора больным с ИБС. L. Augustinsson и соавт. (1985) [8] описали эффективность и возможность применения механизмов нейростимуляции при различных ишемических состояниях.

A. Chauhan и соавт. (1994) [9] считает, что повышение коронарного кровотока приводит к улучшению доставки кислорода миокарду, и этот эффект обусловлен вазодилатацией коронарных сосудов. Улучшения состояния больного с ИБС при использовании ЭНС объясняется таким образом: эффект ЭНС заключается в воздействии на уменьшение потребления кислорода (выражающееся в воздействии на частоту ритма и систолическое артериальное давление), увеличение поступления кислорода (коронарный кровоток, обусловленный вазомоторным тоном и диастолическим желудочковым давлением) или на оба фактора. При ЭССМ у больных с ИБС улучшается метаболизм лактатов, что свидетельствует об уменьшении ишемии путем уменьшения потребления кислорода миокардом [25]. Болеутоляющий эффект ЭНС вторично ведет к антиишемическому воздействию на миокард. При этом происходит ингибция адренергической активности, о чем свидетельствует уменьшение уровня катехоламинов плазмы [26]. Выделение серотонина и P-

субстанции в дорсальном роге у животных свидетельствует об анальгезирующем эффекте метода [19, 28]. S. Marchand с соавт. (1995) [27] полагают, что стимуляция влияет на содержание аденозина, который в свою очередь влияет на уровень боли.

ЭНС подавляет боль, однако устранение только самой боли не ведет к улучшению переносимости нагрузок [24]. Некоторые авторы полагают, что улучшение и эффективность метода связаны с подавлением гиперактивности симпатической нервной системы [34].

Предполагается, что нейростимуляция может вызывать эти изменения двумя механизмами (вместе либо по отдельности): прямым или непрямым симпатолитическим эффектом. Прямой эффект основывается на терапевтической анальгезии, которая вызывает вторичное снижение адренергического статуса. Согласно "теории воротного контроля" [30], высокочастотная стимуляция больших неноцицептивных миелиновых волокон типа А тормозит проведение импульса по малым немиелиновым волокнам типа С, что соответственно снижает активацию центральных болевых рецепторов. Экспериментальные данные J. Folkman и соавт. (1985) [13] показали, что стимуляция дорсальных трактов может понижать активность клеток спиноталамического тракта, что приводит к ингибции передачи импульса на сегментарном уровне. Прямой симпатолитический эффект электронейростимуляции обусловлен стимуляцией спинномозговых корешков и возникновение множеству сегментарных рефлексов, которые вызывают торможение тонической симпатической активности [16, 20, 23]. Снижение симпатической активности происходит также под действием рефлекторного снижения концентрации адреналина [9, 12].

В настоящее время метод ЭССМ получил признание и начал применяться во многих клиниках. В сообщении M. Jacobs (1990) [14], который использовал для оценки микроциркуляции методику капилляроскопии, отмечается достоверное увеличение плотности капилляров, скорости движения эритроцитов после ЭНС. При этом ампутацию удалось избежать у 80 и 56% больных в течении одного года и двух лет соответственно.

По данным L. Claeys и соавт. (1995) [10] из 237 больных, которым была проведена ЭНС, у 86,5% больных отмечено уменьшение боли, а выраженное уменьшение наблюдалось у 75%, 68% пациентов сохранили ноги в течении 4 лет.

Итальянские ученые I. Petrakis и V. Sciacca (2000) [36] провели ЭССМ 60 больным с КИНК (критическая ишемия нижних конечностей) в сочетании сахарным диабетом. У всех больных хирургическое лечение было невозможно из-за поражения дистального артериального русла. Хорошие и удовлетворительные результаты получены у 78% больных, у 22% после стимуляции эффекта не наблюдалось. Авторы отмечают важность $TspO_2$ при тестовой стимуляции, как показателя успешности дальнейшей ЭНС.

Аналогичные данные приводят G.H. Spincemaille и соавт. (2001) [40] - из 20 пациентов которым была имплантирована электронейростимулирующая система в эпидуральное пространство спинного мозга 62% пациентов в течение 2 лет не отмечали боли.

По данным P. Mazzone и соавт. (2001) [29] только у 3 больных из 22 наблюдавшихся после ЭНС боли не уменьшились, смертность была высокой: приблизительно 33% умерли в течении 2 лет и 50% в течении 5 лет.

С 1994 по 2002 год в Российском НЦХ РАМН и в Покровской больнице наблюдались 4 больных с критической ишемией нижних конечностей и 1 больной с ИБС, со стенокардией напряжения, которым произведена электронейростимуляция спинного мозга. При этом у всех больных уменьшились боли [3]. L. Jivegard (1993) [15] сравнил две большие группы больных с КИНК: первая группа больных получала ЭНС, другая группа больных медикаментозную терапию в течении 18 месяцев. Длительность уменьшения болей отмечено в группе больных, получавших ЭССМ. Количество ампутаций в группах мало отличалось, несмотря на то что потеря ишемизированных тканей была значительно менее выражена в группе больных, получавших ЭССМ.

С 1999 по 2002г. в 17 европейских центрах проводилось перспективное контролируемое исследование [8] по изучению эффективности ЭССМ у 171 больного с нереконструктабельными заболеваниями артерий нижних конечностей в стадии критической ишемии. Все пациенты были разделены на три группы. Первая группа состояла из 32 пациентов, чьи показатели соответствовали критериям эффективности ЭССМ, во вторую группу включены 39 больных, получавших ЭССМ, результаты тестовой стимуляции которых не удовлетворяли критериям первой группы, в третью группу вошли 34 больных, которым проводилось стандартное консервативное лечение без использования ЭССМ. Через 12 месяцев кумулятивная выживаемость конечностей в первой группе была значительно выше, чем у больных с показателями, не соответствующими критериями эффективности, и в группе без ЭССМ, и составила соответственно 78, 55 и 45%. Исходя из этого делается вывод что ЭССМ не эффективна при отсутствии роста ТерO_2 при тестовой стимуляции.

На 21 Всемирном конгрессе Международного союза ангиологов S. Schuttle с соавт. (2004) [42] доложил об успешном применении ЭССМ у больных с КИНК при болезни Бюргера. Он доказал, что лечебная эффективность ЭССМ достигается за счет улучшения процессов микроциркуляции.

Иные результаты получены в исследовании, представленном G.H. Spincemaille (1999) [39], в котором сравнивались группа больных с КИНК, получавших только современную медикаментозную терапию, с группой больных, получавших лекарственную терапию с ССМ. Разницы между группами в уровне смертности не было. Отмечалось статистически незначимое уменьшение числа ампутаций в группе больных, получавших медикаментозную терапию с ЭССМ.

Н.М. Кюмп с соавт. (2006) [18] исследовал расходы при использовании ЭНС и стандартной медикаментозной терапии и пришел к выводу, что ЭНС дорогой метод лечения при КИНК чем консервативная терапия, а результаты лечения почти одинаковы. Напри-

мер, выживаемость больных получавших ЭНС 64%, больных получавшую медикаментозную терапию 63%; сохранили конечности в течение 2 лет 52% пациентов получавшие ЭНС и 46% пациентов, которым проводилась медикаментозная терапия.

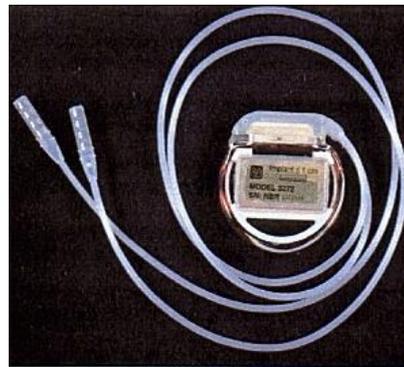
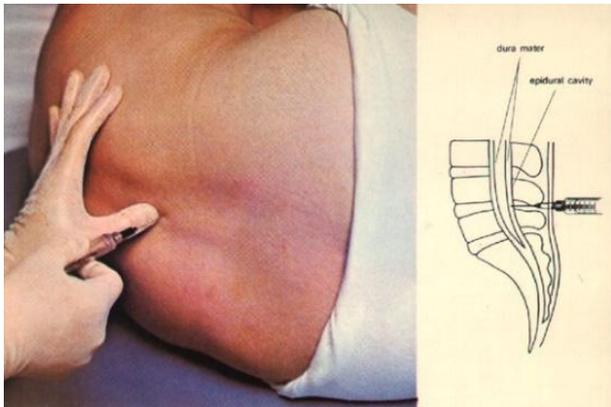
Основными критериями отбора больных для стимуляции спинного мозга по мнению Н. Кюмп (1995) [17], являются: критическая ишемия нижних конечностей; дистальное поражение артериального русла, не позволяющее выполнить реконструктивную операцию на сосудах; отсутствие лодыжечной пульсации у больных сахарным диабетом; неэффективность медикаментозного и хирургического лечения; предполагаемая продолжительность жизни больного, превышающая 6 месяцев.

Имплантируемая система для ЭССМ состоит из моно- или мультиполярного электрода, соединенного с генератором импульсов (в большинстве случаев используют установку Itrel, стоимость установки примерно 14000 долларов США). Существует чрескожный метод установки электрода в эпидуральное пространство под рентгеновским контролем и открытым, с гемиламинэктомией. Электрод должен располагается строго по средней линии. После соединения портативного стимулятора электродом осуществляется тестовая стимуляция, в случае адекватного уменьшения боли, вторым этапом вживляется импульсный генератор в подкожно-жировую клетчатку.

Появление парестезии и ощущение тепла в области боли говорит об оптимальной стимуляции. В послеоперационном периоде можно программировать параметры стимуляции с помощью компьютера (рис. 1).

Как и при любом оперативном вмешательстве, этот метод тоже имеет свои осложнения. М. Nehler (2003) [33] у 48% больных получавших ЭССМ провел повторную операцию, при этом 12% вмешательств пришлось на инфекционные осложнения, 28% - на смещение электродов, 4% - на повреждение проводов, 4% - на неисправность системы. По данным L.Claeys и соавт. (1995) [10], имеющих самый большой опыт ЭНС, из 237 больных которым была проведена ЭНС, технически осложнения, связанные с имплантацией системы, зарегистрированы в 23,5% случаев. Обычно возникают такие осложнения как дерматоз, поздний парализ, эпидуральная гематома, фиброзные изменения вокруг электродов, ликворея, серома вокруг импульсного генератора, локальная инфекция, миграции и переломы электродов.

После разработки "теории воротного контроля" [30], были созданы предпосылки для чрескожной электронейростимуляции и электростимуляции спинного мозга. При первом методе электроды располагаются на коже, при втором – эпидурально. F. Shoebel и соавт. (1997) [37] сопоставили эти два типа нейрофизиологического лечения. В клинической практике ЧЭНС (чрескожная электронейростимуляция) не вызывает серьезных осложнений кроме раздражения кожи [31].



Dual lead SCS that uses external power source

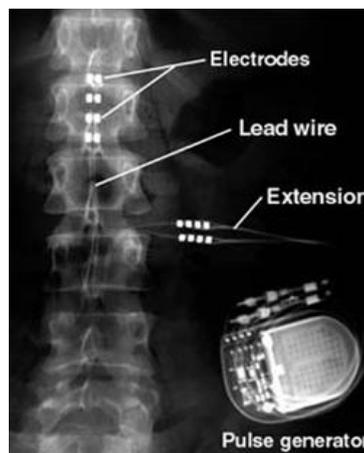
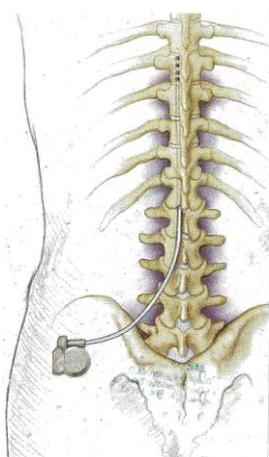


Рис. 1. Имплантируемая система для ЭССМ

ЭССМ имеет преимущество перед ЧЭС, хотя опасность инфекции в месте имплантации стимулятора остается потенциальным осложнением ЭССМ.

Методики ЧЭС основаны, на способности нервного волокна отвечать на электрический импульс возникновением потенциала действия в случае, если частота стимуляции не превышает определенной величины. Для С-волокон, проводящих в основном болевую стимуляцию, этот предел не более 70 импульсов в секунду, то есть, если генератор импульсного тока аппарата для ЧЭС вырабатывает импульсы большой частоты, то в зоне иннервации стимулируемого нерва возникает анальгезия и гипостезия. Существуют и иные механизмы реализации анальгетического эффекта ЧЭС, которые в большей степени присущи другому виду анальгезии – электроакупунктурная анальгезия (рефлекторная). Одним из недостатков ЧЭС явля-

ется адаптация нервных структур к электровоздействию. Противопоказаниями к ЧЭС являются заболевания периферических нервов и спинного мозга, аритмии сердца. Электроакупунктурная стимуляция в большей степени ориентированна не на местный эффект, а на повышение порога боли. Акупунктурная анальгезия, разработана в Китае в конце 50-х годов. В 1971 году, в Европе акупунктура была использована для обезболивания при хирургическом лечении. В дальнейшем иглы стали выполнять роль игольчатых электродов, к которым присоединяли электрический ток. При раздражении нервного волокна с частотой 1-4 импульсов в секунду в нейронах головного мозга богатых опиатными рецепторами возникает возбуждение. При повышении частоты раздражения до 10-15 Гц возникает другой эффект: миелинизированное нервное волокно смешанного нерва, не проводящее болевую

импульсацию, проводит потенциал действия с большой скоростью, чем С-волокна, и деполяризует мембрану синапса раньше, чем его достигнет болевой импульс. Время деполяризации мембраны составляет около 125 мс, поэтому при частоте стимуляции 10-15 Гц вероятность прохождения болевого импульса уменьшается [2]. До сих пор нет четкого понимания механизмов воздействия электростимуляции на боль и периферический кровоток. Нейрофизиологическое объяснение базируется на теории “воротного контроля” боли, предложенной в 1965г. R. Melzack и P. Wall. Из теории следует, что поток импульсов в тонких ноцицептивных медленно проводящих волокнах группы С, несущих в мозг информацию о болевых воздействиях, можно заблокировать возбуждая более толстые неноцицептивные быстропроводящие афферентные волокна группы А. Уменьшение болевого синдрома при указанном методе лечения четко связано с улучшением микроциркуляции, что может быть обусловлено подавлением рефлекторной симпатической вазоконстрикции, возникающей, как известно, в ответ на боль. Болевые импульсы нервных волокон активируют симпатические нейроны, вследствие повышения симпатического тонуса, индуцированного болью, происходит вазоспазм. Нарушение циркуляции и накопление продуктов анаэробного обмена, которые активируют ноцирецепторы, приводят к возникновению боли. Возникает замкнутый круг, который прерывается ЭНС [10, 30]. Возможно, механизм воздействия ЭНС осуществляется также благодаря выделению эндорфинов или усиленному синтезу простагландинов [35]. Нейростимуляция имеет выраженный лечебный эффект у хронических больных. Точный механизм, через который нейростимуляция воздействует, не установлен. Тем не менее, клинический эффект, полученный в большинстве исследований очевиден.

При низкочастотном коротко-импульсным высокоамплитудном неинвазивном раздражении экстерорецепторов кожи возникает местная реакция, поток импульсов передается по соматическим и вегетативным афферентам в сегменты спинного мозга и вышележащие отделы центральной нервной системы (ствол, лимбико-ретикулярные структуры, гипоталамус, кора мозга), и инициируется общая реакция. Благодаря принципу сомато- и висцеротопии в иннервации внутренних органов и поверхности тела стимуляция кожных зон, расположенных в пределах данного метамера или спино-мозгового сегмента, триггерных (пусковых) зон вызывает, в первую очередь, рефлекторные эффекты в иннервируемых органах, участках тела и системные реакции, запускаемые с данной зоны воздействия. Ответные реакции имеют в своей основе сложные нервные, нейрогормональные и нейрогуморальные, а также иммунные механизмы. Одним из элементов ликвидации боли является выработка в организме человека специальных веществ (эндорфинов). В результате ЧЭНС выработка их в организме увеличивается, и больные даже с неоперабельными злокачественными новообразованиями постепенно отказываются от приема наркотических анальгетиков. Аппараты ДЭНС-терапии (динамическая электронейростимуляция) восстанавливают регуляторную способность вегетативной нервной системы, что приводит к расширению спазмированных кровеносных сосудов: усиливаются артери-

альный приток, венозный отток и лимфообращение. В результате улучшается кровообращение, открываются запасные кровеносные сосуды для участков тела или органов с недостаточным кровообращением. Стабильное расширение просвета сосудов способствует росту новых мелких кровеносных сосудов [7].

В единичных исследованиях [5] отмечено, что среди больных ХОЗАНК (хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей), которым проводилась ЧЭНС, у 77% отмечалось уменьшение основных субъективных клинических проявлений заболевания в виде уменьшения зябкости, слабости мышц нижних конечностей, уменьшение интенсивности болевого синдрома, увеличения толерантности к физической нагрузке, улучшения общего самочувствия. По комплексной клинко-инструментальной оценке, 22% больных после лечения могли быть переведены из группы больных со IIб степенью ишемии в группу больных со IIа степенью ишемии.

Несмотря на очевидную эффективность ЭССМ, данный метод лечения не получил должного распространения в нашей стране и в странах СНГ в связи со сложностью его финансирования и возникновения возможных осложнений при имплантации электрода в эпидуральное пространство. Так, стоимость одной имплантируемой нейростимулирующей системы («Itrel-III») колеблется в пределах 11680-14150 долларов, а программатора, необходимого для управления техническими параметрами стимуляции, - 12920 долларов. Именно поэтому остро стоит вопрос о разработке и оценке эффективности неинвазивных нейростимулирующих систем, позволяющих выполнять электронейростимуляцию чрескожно, причем не только спинного мозга, но и нервов нижних конечностей.

Таким образом, на сегодняшний день остаются нерешенными ряд вопросов, а именно, не оценена возможность ЧЭНС спинного мозга и нижних конечностей в лечении больных с КИНК; не выяснено влияние ЧЭНС на реологические свойства крови и микроциркуляцию; конкретно не определены режимы их проведения, не определены показания и противопоказания к их применению; не оценена эффективность комплексного применения ЧЭНС с медикаментозной терапией и применение ЧЭНС в сочетании с длительной внутриартериальной катетерной терапией.

Литература:

1. Бокерия Л.А., Беришвили И.И. Эпидуральная высокочастотная электрическая стимуляция спинного мозга // Груд. и серд.-сосуд. хирург. – Москва, 1999. - №1. - С. 54-59.
2. Долина О.А. Анестезиология и реаниматология, издание второе, под редакцией О.А. Долиной, Москва, ГЭОТАР-МЕД, 2002г. 421 с.
3. Константинов Б.А., Нечаенко М.А., Малиновская Т.Н. и др. Электрическая стимуляция спинного мозга при сердечно-сосудистой патологии // Вестн. РАМН. – Москва, 2002. - №5. - С. 17-23.
4. Лившиц Л.Я., Меламуд Э.С., Нинель В.Г. Длительная эпидуральная электронейростимуляция спинного мозга при хронических болевых синдромах туловища и конечностей // методические рекомендации. – Саратов, 1988. - 123 с.

5. Митронин С.Е., Галанова С.К., Малахов В.В., и соав. Эффективность чрескожной динамической электронейростимулирующей терапии аппаратом ДЭНАС у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей // ДЭНС-терапия. Эволюция продолжается. – Челябинск, 2005. – С. 93-96.
6. Спиридонов А.А., Малинин А.А., Бриль А.Г., Азарян А.С. Электростимуляция спинного мозга в лечении хронической ишемии нижних конечностей // Матер. Симпозиума хирургического лечения и диагностики сосудистых заболеваний. – Москва, 2001. – С.127.
7. Чернышев В.В., Малахов В.В., Власов А.А. и др. Руководство по динамической электронейростимулирующей терапии аппаратом ДЭНАС, 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург, 2003.- С. 22-27.
8. Augustinsson L.E., Holm J., Carlsson C.A., Jivegard L. Epidural electrical stimulation in severe limb ischemia. Pain relief, increased blood flow, and a possible limb-saving effect. // *Ann.Surg.* – 1985. – Vol. 202(1). – P. 104-110.
9. Chauhan A., Mullins P.A., Thuraisingham S.I. et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on coronary blood flow // *Circulation.* – 1994. – Vol.89 – P. 694-702.
10. Claeys L., Horsch S. Электрическая стимуляция спинного мозга при распространенном окклюзирующем поражении периферических артерий // *Хирургия.* – Москва, 1995. - №5. – С. 57-61.
11. Cook A.W., Oygur A., Baggenstos P. Et al. Vascular disease of extremities. Electric stimulation of spinal cord and posterior roots. // *NY State J.Med.* – 1976. –Vol. 76(3). – P. 366-368.
12. Emanuelsson H., Mannheimer C., Waagstein F. et al. Wilhelmsson C. Catecholamine metabolism during pacing-induced angina pectoris and the effect of transcutaneous electrical nerve stimulation. // *Amer. Heart J.* -1987. – Vol. 114(6) – P. 1360-1366.
13. Folkman J. Angiogenesis and its inhibitors. In: Hellman S. Rosenberg S. Important Advances in Oncology // Philadelphia. JB Lippincott. - 1985. – P. 42-62.
14. Jacobs M.J., Jorning P.J., Joshi S.R. et al. Epidural spinal cord electrical stimulation improves microvascular blood flow in severe limb ischemia. // *Ann. Surg.*-1988.- Vol.207(2).-P.179-183.
15. Jivegard L., Augustinsson L., Holm J. et al. Spinal cord stimulation in patients with inoperable severe lower limb ischemia. // abstract: Satellite symposium on spinal cord stimulation, 7-th Annual Meeting of the ESVS. – Barselona, 1993.
16. Kaada B., Vik-Mo H., Rosland G. et al. Transcutaneous nerve stimulation in patients with coronary arterial disease: Haemodynamic and biochemical effects. // *Eur.Heart J.* – 1990. - Vol. 11(5). – P. 447-453.
17. Klomp H.M., Spincemaille G.H.J.J., Steierberg E.W. et al. Design issues of a randomised controlled clinical trial on spinal cord stimulation in critical limb ischaemia. // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*-1995. – Vol. 10. – P.478-485.
18. Klomp H.M., Steyerberg E.W., Van Urk H., Habbema J.D.F. Spinal cord Stimulation is non Cost-effective for Non-surgical Management of Critical Limb Ischaemia // *Eur. J. Vase. Endovase. Surg.* - 2006. - №31. - P. 500-508.
19. Laurila K., Lepäntalo M., Teittinen K. et al. Does an adjuvant AV-fistula improve the patency a femorocrural PTFE bypass with distal vein cuff in critical leg ischeamia? – A prospective radomised multicentre trial // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* – 2004. - №27(2). – P. 180-185.
20. Linderoth B., Fedorcak I., Meyerson B.A. Peripheral vasodilatation after spinal cord stimulation: animal studies of putative effector mechanisms. // *Neurosurgery.* – 1991. – Vol. 28. – P. 187-195.
21. Long D.M. Electrical stimulation for the control of pain. // *Arch. Surg.*- 1977.-Vol. 112, № 7. - P. 884-892.
22. Long D. M., Erickson D. Dorsal column stimulation in critical limb ischaemia // *Appl, Neurophysiol.* - 1981.- Vol.44, №4.-P. 207-217.
23. Lowe G.D.O., Pathophysiology of critical limb ischaemia // *Critical ieg ischaemia its pathophysiology and management* // Eds. J. Dormandy, G.Stak. - Berlin: 1990.- P. 17-38.
24. Mannheimer C., Augustinsson L.E., Carlsson C.A. et al. Epidural spinal electrical stimulation in severe angina pectoris. // *Brit. Heart. J.*-1988.-Vol.59(1).-P.56-61.
25. Mannheimer C., Eliasson T., Andersson B. et al. Effects of spinal cord stimulation in angina pectoris induced by pacing and possible mechanisms of action. // *Brit. Med. J.*-1993.-Vol.307.-P.477-480.
26. Mannheimer C., Emanuelsson H., Waagstein F. et al. Influence of naloxone on the effects of high frequency transcutaneous electrical nerve stimulation in angina pectoris induced by arterial pacing. // *Brit. Med. J.*-1989.- Vol.62(1).-P.36-42.
27. Marchand S., Li J., Charest J. Effects of Caffeine on Analgesia from Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. // *New Engl. J. Med.* – 1995. – Vol. 333. –P. 325-326.
28. Marchesi S., Pasqualini L., Lombardini R. et al. Prostaglandin E1 improves endothelial function in critical limb ischemia // *J. Cardiovasc. Pharmacol.* - 2003. - №41 (2). – P. 249-253.
29. Mazzone P. Cella F. Stubinski R. Dept. of Neurosurgery, CTO Roma; Depts. of Anesthesiology, Spinal cord stimulation (SCS) in the treatment of benign chronic pain: High threshold patients, University of Geneva, Italy. 2001.
30. Melzack R., Wall P.D. Gate Control Theory // *Science.* – 1965. – Vol. 150. – P. 971-979.
31. Milia et al. PAR-2: A therapeutic target for limb ischemia // *Circ. Res.* – 2002. - №23 (4). – P. 346-352.
32. Naylor A.R., Ah-See A.K., Endeset J. Aorto-iliac endarterectomy: a 11-year review // *Br. J. Surg.* – 1990. - №77. – P. 190-193.
33. Nehler M.R., Hiatt W.R., Taylor Jr L.M. Is revascularization and limb salvage always the best treatment for critical limb ischemia? // *J. Vasc. Surg.* 2003. №37(3). - P. 704-708.
34. Petrakis I.E., Sciacca V. Epidural spinal cord electrical stimulation in diabetic critical lower limb ischemia // *J. Diabetes Complications.* – 1999. - №13(5-6). – P. 293-299.
35. Petrakis I.E., Sciacca V. Prospective study of transcutaneous oxygen tension (TcPO2) measurement in the testing period of spinal cord stimulation in diabetic patients with critical lower limb ischemia // *Int. Angiol.* – 2000. - №19(1). – P. 18-25.
36. Petrakis I.E., Sciacca V. Spinal cord stimulation in diabetic lower limb critical ischaemia: transcutaneous oxygen measurement as predictor for treatment success // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* – 2000. - №19(6). – P. 587-592.
37. Schoebel F.C., Frazier O.H., Gilian A.J. et al. Refractory angina pectoris in end-stage coronary artery disease:

Evolving therapeutic concepts // Amer. Heart J. – 1997. – Vol. 134, №4. – P. 587-602.

38. Shealy C.N., Mortimer J.T., Reswick J.B. et al. Use of Electronanalgesia for Acute and Chronic Pain Management // Anesth. Analg. Curr.Res. – 1967. –Vol.46. – P. 489-491.

39. Spincemaille G.H., Stegerberg E.W., Hebbema J.D. et al. Spinal-cord stimulation in critical limb ischaemia: a randomized trial. // Lancet. - 1999.-Vol.353.- P. 1040-1044.

40. Spincemaille G.H.J.J., de Vet H.C.W., Ubbink T.D., Jacobs M.J.H.M. The Results of Spinal Cord Stimulation in Critical Limb Ischaemia // Eur. J. Vase. Endovase. Surg. 20. 2001. – P. 99-105.

41. Tateishi-Yuyama E., Matsubara H., Murohara T., et al. Therapeutic angiogenesis for patients with limb ischaemia by autologous transplantation of bonemarrow cells: a pilot study and a randomized controlled trial // Lancet 2002. - 360(9331). P. 427-435.

42. Vogt W., Ajaaj W., Hunold P., et al. Venous compression at high-spatial-resolution three-dimensional MR angiography of peripheral arteries. Radiology. – 2004. - №233(3). – P. 913-920.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Ирназаров А.А.

Резюме. В данной обзорной статье приведены данные о электронейростимуляции. Электронейростимуляция начала применяться не только для лечения боли, но и для улучшения микроциркуляции, повышения кровотока и ускорения заживления тканей, особенно у больных с критической ишемией нижних конечностей. В настоящее время метод электронейростимуляции продолжает развиваться, применяясь в клиниках для лечения различных болевых синдромов и нарушений кровообращения. Он имеет свои преимущества и недостатки, включая возможные осложнения и высокую стоимость, однако он все равно остается одним из наиболее эффективных методов при невозможности хирургического вмешательства.

Ключевые слова: электронейростимуляция, спинальный стимулятор, критическая ишемия, микроциркуляция.