

Чураков А. В.

158

Page 158 of 177

ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ЛЕЧЕБНОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (НПЭМП) В ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ (ИТ) НЕЙРОРЕАНИМАЦИОННЫХ ПАЦИЕНТОВ

УЗ «5-я городская клиническая больница», г. Минск, Республика Беларусь

Анализируя течение нейрореанимационного периода на основании ключевых представлениях современной нейрофизиологии выделяются достаточно много потенциально нерешенных клинических вопросов и факторов в современной ИТ нейрореанимационных пациентов. К ним добавляются следующие, обосновывающие возможность и необходимость применения экстракорпоральных методов: кроме применения стандартной фармакотерапии необходимо создание положительной экзогенной доминанты, воздействующей на патологические процессы в поврежденном мозге, рефлекторные зоны и внутренние среды организма пациента уже в нейрореанимационном периоде, как важнейшего компонента проводимой ИТ, так и фактора, непосредственно влияющего на фармакокинетические модели распределения. Центральная нервная система (ЦНС) наиболее чувствительна к воздействию внешних магнитных полей (МП), в отличие от других экзогенных воздействий, например ультрафиолетового, лазерного излучения. Наиболее чувствительна к МП глиальная ткань, выполняющая основную трофическую функцию ЦНС и являющаяся важным источником информации о ее осмотическом статусе передаваемой нейрональным элементам осморепторного комплекса в результате нейрон-глиальных взаимодействий. Поэтому на основании полученных результатов многолетних научных работ электромагнитной нейрофизиологии при выборе области исследований экстракорпоральных и эфферентных методов терапии, как важного компонента с возможно положительным эффектом для нейрореанимационных пациентов мое внимание привлекло использование МП. Часть разработанных методик и технологий ранее изложены в публикациях, монографиях и инструкциях. Анализируя данные проведенных лабораторно-клинических исследований применения эфферентных методов терапии в нейрореаниматологии ранее и полученные новые результаты воздействия НПЭМП следует отметить, что при включении экстракорпоральной аутогемоманнитотерапии (ЭАГМТ), как компонента ИТ, происходят именно системные сдвиги важнейших механизмов регуляции гомеостаза, в основе которых лежат биологические, физические и биохимические механизмы, закономерность которых в определенном диапазоне уже изучена и продолжает исследоваться. Именно пространственно-временная неоднородность МП формирует разнонаправленные механические моменты в течении первой и второй фазы колебания, что усиливает конвекционные процессы в клетках и движущихся средах, создавая условия для физико-химического взаимодействия клеток, активации их метаболизма, локального образования биологически активных субстанций и регуляции межклеточных взаимоотношений, а также активирует центральные и периферические звенья нейроэндокринной регуляции функций [6, 9]. Таким образом, на основании известных и полученных результатов можно отме-

тить и предположить следующие основные физиологические и физико-химические механизмы действия НПЭМП, обуславливающие положительные лечебные эффекты в зависимости от локализации зоны и среды воздействия. Применяя ЭАГМТ в комплексной ИТ нейрореанимационного периода пациентов с ТЧМТ, САК аневризматического генеза, ОНМК при локальном воздействии НПЭМП индуктором «ИАМВ-7» была выбрана проекция наружной сонной артерии в области сонного треугольника (*trigonum caroticum*) по следующим анатомическим соображениям: угол отхождения правой общей сонной артерии от плечеголового ствола, по данным В. В. Кованова (1966), колеблется от 25° до 75°, а левой общей сонной артерии от дуги аорты — от 85° до 110°, наиболее часто величина углов для правых сосудов составляла 45–50°, для левых — 100–110°. В общей сонной артерии, как в правой, так и в левой, принято различать три отдела: от грудинно-ключичного сочленения до нижнего края верхнего брюшка лопаточно-подъязычной мышцы, от нижнего края лопаточно-подъязычной мышцы до места деления общей сонной артерии на наружную сонную артерию и внутреннюю сонную артерии, собственно место бифуркации общей сонной артерии. Длина ствола общей сонной артерии колеблется в зависимости от расположения дуги аорты и плечеголового ствола. Диаметр общей сонной артерии по данным И. В. Голубева и В. В. Кованова (1966) у детей разного возраста колеблется от 3 до 6 мм, у взрослых — от 9 до 14 мм. Б. В. Петровский (1974) представил собственные данные, согласно которым диаметр общей сонной артерии в месте бифуркации составляет от 1 до 1,5 см. Г. В. Барбачук (1984) установил, что диаметр сонных артерий с возрастом увеличивается. Внутренняя сонная артерия — основная артерия, несущая кровь в интракраниальные отделы черепа и кровоснабжающая головной мозг. Она начинается с бифуркации общей сонной артерии и до входа в череп не имеет ветвей [2, 19].

Таким образом, предлагаемая технология позволяет воздействовать НПЭМП на гладкомышечные элементы экстра- и интракраниальных церебральных артерий, на сосудистые баро- и хеморецепторы, которые сосредоточены в артериальном тельце, расположенном в восходящей части аорты, в ее наружном слое — каротидном тельце, локализованном в разветвлении общей сонной артерии и чувствительность которых в условиях критического состояния организма естественно снижается. Также представляется возможность обработать НПЭМП наибольшее количество артериальной крови, которая непосредственно доставляется интракраниально и снабжает головной мозг на стороне поражения, минуя другие секторы кровеносной системы. Отмечаемые важнейшие эффекты, как увеличение и стабилизацию показателей центральной гемодинамики (ударный объем, сердечный выброс) при проводимой магнитотерапии, объясняются следующим образом. Это результат циклического воздействия на сосудистые баро- и хеморецепторы, которые сосредоточены в артериальном тельце, расположенном в восходящей части аорты, в ее наружном слое — каротидном тельце, расположенном в разветвлении общей сонной артерии.

Понижение общего артериального давления при экстракорпоральной магнитотерапии обусловлено тем, что растяжение стенки сонной артерии, происходящее под влиянием притока крови под давлением в течении воздействия

НПЭМП, вызывает возбуждение рецепторов каротидного синуса и рефлекторное понижение тонуса сосудосуживающего центра и повышение тонуса ядра блуждающих нервов.

Таков же механизм возбуждения рецепторов дуги аорты. При каждом пульсовом повышении давления крови в аорте или сонной артерии в результате систолы желудочков в аортальных и синокаротидных рецепторах возникает короткий залп импульсов, который достигает сосудодвигательного центра ЦНС.

Если же кровяное давление стойко повышается, то импульсация становится непрерывной и вызывает рефлекторное понижение тонуса сосудосуживающего центра, вследствие чего сосуды расширяются и артериальное давление снижается (депрессорный рефлекс). Воздействие на рефлексогенные зоны аорты и каротидного синуса имеют важное значение в регуляции постоянства центральной гемодинамики, а состояние активности рецепторов сосудистых рефлексогенных зон имеет значение и для восстановления гипотензии.

Понижение артериального давления вследствие, например, уменьшения количества крови в организме (при кровопотерях) или ослабления деятельности сердца, при оттоке крови в избыточно расширившиеся кровеносные сосуды крупного органа на этапе возникшей или допущенной реперфузии ведет к тому, что прессорецепторы дуги аорты и сонных артерий раздражаются менее интенсивно, чем при нормальном давлении крови.

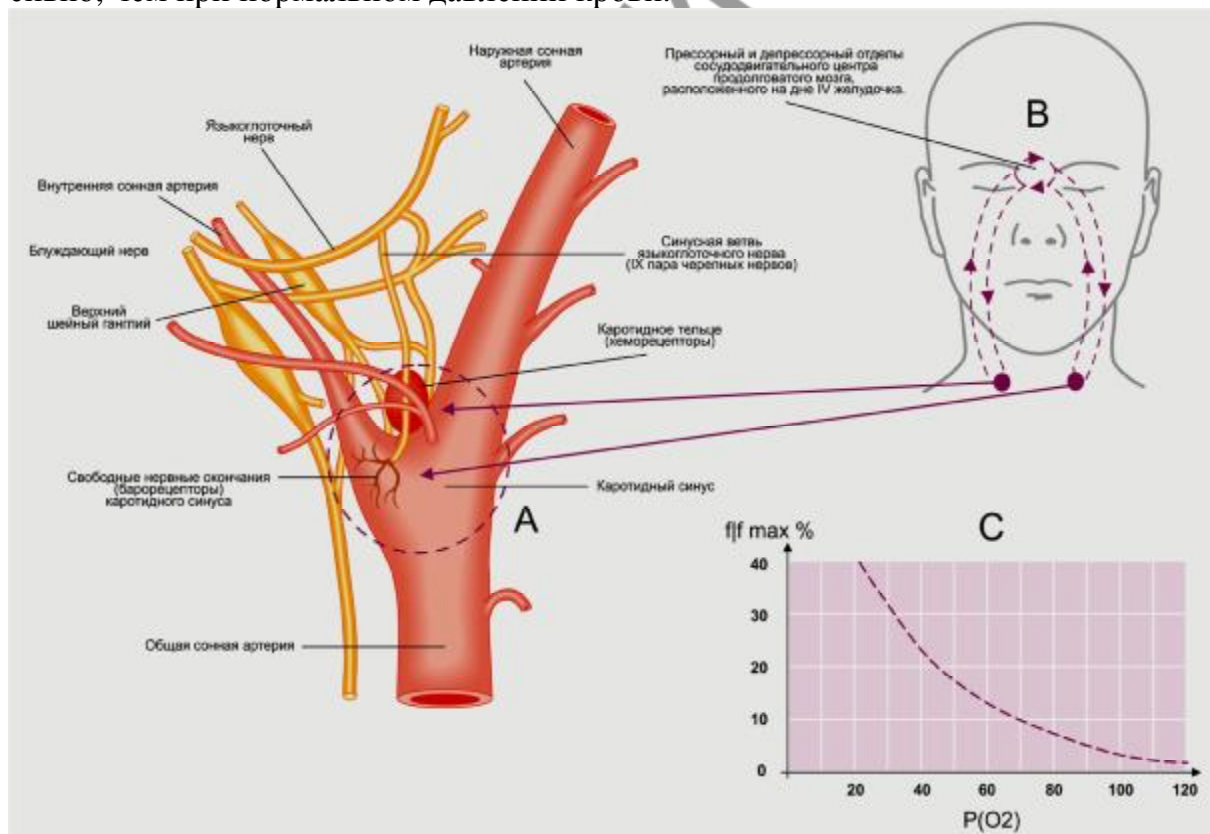


Рис. Каротидные тельца каротидного синуса (А), синокаротидная рефлексогенная зона, связанная с прессорным и депрессорным отделами сосудодвигательного центра продолговатого мозга (дно IV желудочка) (В) и зависимость частоты импульсов хеморецепторов синокаротидной зоны (fif max) от напряжения кислорода в крови при напряжении углекислого газа 33 мм рт. ст. и рН = 7,33 (С)

Под влиянием НПЭМП «обуздывающее» действие депрессорных и синусных нервов на регуляцию центральной и периферической гемодинамики слабеет, и в результате ангиоконстриктивного эффекта работа сердца усиливается, и показатели центральной и периферической гемодинамики несколько повышаются.

Таким образом, в результате применения экстракорпоральной магнитотерапии и контролируемому воздействию на сосудистые баро- и хеморецепторы достигается сложная регуляция нарушений центральной и периферической гемодинамики, и ее быстрое рефлекторное выравнивание по принципу обратной связи в тех случаях, когда оно по какой-нибудь причине повышается или понижается за пределы нормальных величин.

На данный момент в реаниматологии все исследования показателей рН КОС крови на фоне проводимой магнитотерапии были разнонаправлены и не достоверны, но при ацидемии отмечалась тенденция к увеличению рН и стандартного избытка оснований в артериальной и венозной крови, что говорит о направленности среды к ощелачиванию. Предположительно это объясняется тем, что под действием магнитного поля ускоряется транспорт электронов по цепи дыхательных ферментов (цитохромов) в митохондриях, что приводит к усилению процессов окислительного фосфорилирования и накоплению АТФ внутри клетки. За счет механизмов конкурентного ингибирования при этом происходит торможение гликолиза и ощелачивание тканей.

– определенные диапазоны НПЭМП могут ориентировать атомные группы и молекулы, изменять процессы диффузии через клеточную мембрану. Также индуцируются дополнительные комбинационные переходы между электронными состояниями с разной спиновой мультиплетностью, что в конечном итоге проявляется в виде макроэффектов на клеточном и организменном уровнях [6, 14];

– физический принцип, известный как закон Фарадея, гласит, что магнитное поле (МП) воздействует на движущийся поток ионов. В соответствии с этим в зоне действия МП в жидких средах, под влиянием т. н. сил Лоренца, вызывающих боковое движение заряженных частиц, имеющих свое собственное МП (спин), создаются микровихри. Именно поэтому, клетки крови, элементы клеточных мембран, полимерные цепи и пр. в МП разворачиваются перпендикулярно силовым линиям МП, в результате чего происходит сепарация заряженных частиц по массе, скорости, знаку и величине заряда [6, 14];

– первичными физико-химическими эффектами магнитотерапии являются ориентационная перестройка обладающих собственным магнитным моментом (спином) химически свободных молекул — радикалов, жидкокристаллических структур макромолекул, металлопротеидов (гемоглобин, каталаза, витамины) и молекул воды с наличием клатратных структур. Напомню, что в 1959 г. Нобелевским лауреатом, известным биохимиком Л. Полингом была предложена так называемая клатратная модель структуры воды. Клатраты (на русском языке их ещё называют ассоциатами) — это объединения молекул воды в объёмные многогранники, внутренняя полость которых сравнима по величине как с молекулами воды, так и с молекулами некоторых газообразных веществ. И, как сообщили в конце 2005 г., некоторые российские исследователи провели расчет энергетических характеристик, необходимых для перехода свободных молекул воды из

несвязанного состояния в полость клатрата и обратно. С помощью этих расчетов они показали, что структурой воды — количеством свободных молекул воды в полостях клатратов и вне их — можно управлять с помощью давления, температуры, магнитного поля и т. д. Причем «заряженная» таким образом вода сохраняет свою структуру в течение длительного времени и может использоваться для медицинских целей, как самостоятельно, так и в качестве «упаковки» для молекул лекарственных веществ. Такой «упаковкой», способной донести лекарства до внутренних органов больного, не растратив их по пути, служат клатраты, в полостях которых могут быть размещены лекарственные молекулы при определенных режимах их приготовления [10];

- действие магнитного поля на ионы Ca^{++} [6, 14, 20];
- действие магнитного поля в инактивации кальций-зависимой протеиназы — кальпаина-1, приводящей к расстройству функций цитоскелета в регуляции поверхности нейронов через уменьшение количества специфических рецепторов постсинаптических мембран. Под влиянием магнитного поля с индукцией малой интенсивности снижается тонус церебральных сосудов, улучшается кровоснабжение мозга, происходит активация азотистого и углеводно-фосфорного обмена, что повышает устойчивость мозга к гипоксии [4, 6, 8, 11, 13, 14, 20];
- нормализация гемостазиологических показателей, стабилизация процессов перекисного окисления липидов, повышение антиоксидантной активности [6, 20];
- перфузия и трофика тканей за счет оптимизации тканевого дебита кислорода, деблокирования цикла Кребса, изменения динамики окисленных субстратов во внеклеточном секторе, дегрануляции тучных клеток и выброса свободного гепарина [6, 7, 14, 20];
- гемореокорректирующее действие [5, 6, 7, 9, 16, 17, 20];
- сосудорасширяющее действие [6, 8, 13, 18, 20];
- эритропоэтиноподобное действие [3, 4, 6, 14, 20].

Обобщение результатов применения эфферентных методов терапии в нейрореаниматологии, опубликованных к настоящему времени, позволяет сделать следующие выводы. Использование НПЭМП в отличие от ультрафиолетового и лазерного воздействия является наименее агрессивным, наиболее контролируемым и эффективным из современных эфферентных методов терапии при различных заболеваниях [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бараш, П.* Клиническая анестезиология / П. Бараш, Б. Куллен, Р. Стэлтинг ; под общ. ред. В. Я. Родионова, М. : Медицинская литература, 2006. С. 66–70.
2. *Гудимов, Б. С.* Практикум по топографической анатомии : учеб. пособие / Б. С. Гудимов, И. А. Искренко, Ф. А. Чеканович. 2-е изд. Минск : Выш. шк., 1991. 50 с.
3. *Технология* лечения тяжелой черепно-мозговой травмы с использованием комбинированной экстракорпоральной аутогемоманнитотерапии : инструкция по применению. Регистрационный № 011-0209, утверждена Министерством Здравоохранения Республики Беларусь 5.11.2006 г.
4. *Экстракорпоральная аутогемоманнитотерапия* в комплексном лечении анемий различного эффекта : инструкция по применению. Регистрационный № 060-0606, утверждена Министерством Здравоохранения Республики Беларусь 5.12.2010 г.

5. *Выбор* эффективных параметров воздействия низкочастотных магнитных полей на порог болевой чувствительности при лихорадке / С. В. Кульчиский [и др.] // Эфферентные и физико-химические методы терапии : материалы III бел. науч.-практ. конф. Могилев, 1998. С. 208–213.
6. *Никулин, М. А.* О механизмах биологического действия магнитных полей / М. А. Никулин // Биологическое и лечебное действие магнитных полей : материалы междунар. науч.-практ. конф. Витебск, 1999. С. 35–36.
7. *Экстракорпоральная* аутогемоманнитотерапия : метод эфферентной терапии / В. А. Остапенко [и др.] // Вестник интенсивной терапии. М., 1998. С. 21–218.
8. *Способ* лечения тяжелой черепно-мозговой травмы. Евразийский патент на изобретение № 007768 от 29.12.2006.
9. *Поиск* наиболее эффективных параметров воздействия на тромбоциты и биохимические константы крови / Д. Н. Чичкан [и др.] // Эфферентные и физико-химические методы терапии : материалы III бел. науч.-практ. конф. Могилев, 1998. С. 213–218.
10. *Опыт* и перспективы применения низкочастотных переменных электромагнитных полей в интенсивной терапии и реаниматологии в Белоруссии / А. В. Чураков [и др.] // Медицинская панорама. 2011. № 4. С. 25–27.
11. *Чураков, А. В.* Лечение тяжелой черепно-мозговой травмы с использованием комбинированной экстракорпоральной аутогемоманнитотерапии / А. В. Чураков // Доклады НАН Беларуси. 2006. Т. 50, № 1. С. 82–87.
12. *Чураков, А. В.* Лечение тяжелой черепно-мозговой травмы с использованием комбинированной экстракорпоральной аутогемоманнитотерапии : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.37, 14.00.28 / А. В. Чураков ; РННЦ неврологии и нейрохирургии МЗ РБ. Минск, 2009. 151 с.
13. *Низкочастотное* магнитное поле в комплексной терапии сосудистого спазма в раннем периоде субарахноидального кровоизлияния аневризматического генеза / А. В. Чураков [и др.] // Актуальные проблемы неврологии и нейрохирургии. 2007. № 9. С. 62–66.
14. *Эфферентная* терапия / под ред. А. Л. Костюченко. СПб : Фолиант, 2000. 432 с.
15. *Adey, W.* Ross Electromagnetic fields, the modulation of brain tissue functions — a possible paradigm shift in biology / W. Ross Adey ; ed. B. Smith, G. Adelman // International Encyclopedia of Neuroscience, Isevier. New York, 2003. P. 21.
16. *Effects* of Low-frequency magnetic fields on the blood level of sh — compounds during acute phase reaction / D. Chichkan [et al.] // XII International biophysics congress, 19–24 September 1999. P. 412.
17. *Effects* of Low-frequency magnetic fields of various characteristics in experimental endotoxemia / D. N. Chichkan [et al.] // J. Question of balneology, physiotherapy and curative physical culture. 1999. N 5. С. 26–29.
18. *Churakov, A.* Treatment of craniocerebral trauma with using combined autohemomagnetic therapy / A. Churakov, A. Smeyanovich, V. Spas // Abstracts Book of the 14th Euroacademia Multidisciplinaria Neurotraumatologica Congress. Kaunas, Lithuania, 4–6 June, 2009. P. 47.
19. *Hansen, J. T.* Atlas of Neuroanatomy and Neurophysiology / J. T. Hansen, B. M. Koeppen // Selections from the Netter Collection of Medical Illustrations Copyright ©2002 Icon Custom Communications. USA, 2002. P. 98.
20. *Porter, M.* // Equine Vet. Data. 1997. Vol. 17. N 5. P. 371.
21. *Measurement* of the tangential component of the magnetic field associated with rhythmic alpha activity of the human brain. Biomagnetism : Applications and Theory / V. L. Vvedensky [et al.]. New York : Pergamon Press, 1985. P. 57–61.
22. *Vvedensky, V. L.* Neural network description of the intracellular processes / V. L. Vvedensky // Neural Network World. 1997. Vol. 3. P. 353–357.