

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРОВ ПРИ НАЛИЧИИ ТРАВМ

© Ю. П. Литвин¹, Д. П. Яковенко¹, А. С. Шугуров², С. И. Балакирева²

¹Дніпропетровська державна медична академія

²Державне конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля

Обговорюється можливість використання фізичних інформаційних сигналів для корекції стану оператора у критичній ситуації. Пропонується оригінальна методика та прилади для діагностики і активізації організму при перевантаженні власних систем адаптації. Дія приладів базується на принципах класичної голкорексфлексотерапії та електропунктури.

Жизнь любого человека состоит в постоянном приспособлении организма к условиям внешней среды. В основе взаимодействия организма и среды лежит, с одной стороны, химическая адаптация, осуществляемая всей совокупностью обменных процессов, с другой стороны — психофизиологическая адаптация, заключающаяся в воздействии на соматовегетативные функции. Чрезмерное воздействие химических продуктов на организм человека привело к постоянно возрастаемому интересу к физическим (в том числе и информационным) способам воздействия на организм. Физические методы воздействия основываются, как правило, на информационной оценке психофизического состояния человека. Причем как интегральная оценка всего организма, так и дифференциальная оценка характеристик отдельных систем и органов человека позволяют активизировать все стороны адаптационных процессов организма.

Физические методы воздействия на организм позволяют, в первую очередь, резко снизить применение лекарственных препаратов и синхронизировать деятельность всех систем человека.

По данным Всемирной организации здравоохранения в США с целью создания определенного умственного и эмоционального состояния более 25 % взрослого населения принимают систематически психотропные средства. Причем многие лекарственные препараты вызывают устойчивое привыкание [1].

Среди физических методов воздействия на организм значительное место занимают рефлексотерапевтические методы, использующиеся в качестве информационной и управляющей среды кожного покрова человека.

В семи слоях кожи располагаются различные элементы: клетки, волокна, гладкие мышцы, саль-

ные и потовые железы, рецепторы, разветвленная сеть кровеносных и лимфатических структур и т. д.

Кожа в обычных условиях выделяет в среднем 650 г влаги и 10 г углекислоты в сутки. В тоже время в стрессовых условиях через кожу может выделиться от 1 до 35 литров влаги в час.

В кожных покровах при расширении сосудов может аккумулироваться до 1 литра крови. В 1 см² кожи располагается 2 тепловых, 12 холодных, 25 осязательных, 150 болевых точек [2], что подтверждает ее огромные информационные возможности. Часть нервных рецепторов кожи «сфокусирована» в биологически активных рефлексогенных точках или зонах. Такие точки и зоны представляют собой проецируемые на кожный покров участки наибольшей активности системы взаимодействия внешней среды и внутреннего органа, осуществляющую одну из главных функций в процессе физиологической адаптации. Точки достигают в диаметре 2—5 мм, имеют пониженное сопротивление постоянному, импульсному, переменному току, в том числе и на сверхвысоких частотах. Рефлексогенные (биологически активные) точки и зоны являются приемопередаточным элементом между отдельными органами биологической системы и окружающей средой.

Биологически активные точки (БАТ) и зоны имеют вполне определенное положение на теле человека, количество применяемых точек колеблется от 30 до 1500.

Многовековая практика подтвердила их двуправленную связь с конкретными внутренними органами и системами человека. БАТ прежде всего характеризуются пониженным электрическим сопротивлением постоянному и переменному току, специфичным значением температуры, отличными спектральными характеристиками, газовыделением и т. д. Электрические характеристики БАТ зависят,

в первую очередь, от выделения различных желез, вазомоторных явлений, теплового воздействия, ЭДС, вызванной сокращением мышц и т. д.

Весьма существенную роль на сопротивление БАТ оказывают различные психофизические воздействия. Они приводят к образованию психогальванических эффектов, активизирующих работу сенсорных элементов, приводящих к деполяризации клеточной перегородки, усиливают движение ионов и скорость прохождения электрических сигналов. Передача информации в биологических системах в первую очередь осуществляется электрическими сигналами. Скорость передачи информации от 1 до 100 м/с при уровнях передаваемого сигнала 0,01—15 В.

Ряд исследований подтвердил передачу информации от БАТ к органу через меридианы, в виде электрических сигналов. Причем исследования проводились при действии постоянного, импульсного и переменного тока на частотах от 10 Гц до 1 ГГц [11]. В результате установлена однозначная связь электроимпульсного воздействия на точки меридианов с требуемыми органами, а так же показано влияние полярности сил тока, частоты воздействия и т. д. на достижение анестезирующего эффекта, их продолжительность, изменение состава крови, кровяного давления и др. [3, 4].

При таких подходах возможно объяснение целому ряду физиологических процессов, происходящих в организме под действием сильных внешних дестабилизирующих факторов, объединенных в понятие стресс. Такие воздействия, прежде всего психофизического характера, оказывают в течение чрезвычайно короткого времени, измеряемого единицами секунд, настолько существенные изменения, что они могут быть осуществлены только при помощи электрических воздействий.

В стрессовых условиях скорость протекания информационно-адаптационных процессов резко возрастает, в т. ч. за счет импульсного использования ранее аккумулированных химических источников, обеспечивающих различного рода физиологические преобразования.

Задача психофизиологических автоматических систем обеспечения жизнедеятельности человека в сложных экстремальных условиях (космические орбитальные станции, зоны чрезвычайных ситуаций и катастроф, корабли водные, подводные и воздушные, ракетные комплексы и т. д.) заключается в автоматическом контроле степени воздействия внешних условий на организм оператора и обеспечения, путем подачи электрических и химических воздействий, оптимального выполнения рабочих режимов деятельности в течение длительного

времени с максимальной эффективностью.

Благодаря последним разработкам в области радиоэлектроники появилась реальная возможность создания таких индивидуальных лечебно-диагностических устройств для операторов, работающих в стрессовых условиях, при этом в качестве информационных источников и элементов воздействия на организм используются БАТ.

Известно, что работа оператора является одной из самых тяжелых, так как он несет ответственность за жизни многих людей. Внешние, прежде всего психологические, факторы оказывают постоянную нагрузку на его психофизиологическое состояние, и любое отклонение от нормы может привести к нарушению его работоспособности и к принятию неверных решений.

Индивидуальные устройства контроля физического состояния операторов в стрессовых условиях или при наличии травм создаются для использования при работе в чрезвычайных условиях, в зонах катастроф, где внешние негативные воздействия могут оказать деструктивное влияние на психофизиологическое состояние индивидуума.

Индивидуальное устройство контроля физического состояния операторов при наличии травм разработано совместно Конструкторским бюро «Южное» и Днепропетровской государственной медицинской академией, и предназначено для контроля пульса пострадавших в зоне катастроф.

Есть ситуации, когда необходима диагностика работы сердечно-сосудистой системы десятков пострадавших прямо на месте и на пути в больницу. Это требует создания такого устройства, которое могло бы выполнять диагностику автоматически без участия врача, соответствуя при этом требованиям по простоте, малогабаритности и мобильности.

Устройство основано на контактном измерении частоты сердечных сокращений [7] посредством регистрации изменения интенсивности инфракрасного потока соответственно при каждом сокращении сердца. В качестве сенсора в устройстве используется оптический преобразователь информации, размещенный в клипсе, закрепляемой на мочке уха, что отвечает требованию по простоте.

Малогабаритная преобразующая аппаратура располагается на пружинящем зажиме, охватывающем голову пострадавшего. Предусмотрена световая индикация работы сердца, выполненная в виде светодиода, который загорается соответственно при каждом сокращении сердца.

Логическое устройство обрабатывает информацию о частоте сердечных сокращений, поступающую с датчика, и после фильтрации и усиления

формирует импульс прямоугольной формы с длительностью, соответствующей времени между двумя соседними R-зубцами [8, 9]. Этот импульс сравнивается затем с тремя контрольными прямоугольными импульсами, соответствующими частоте сердечных сокращений 140, 53 и 39 ударов за минуту. Если пульс пострадавшего превышает 140 ударов или становится меньше 53, то включается звуковой генератор, предупреждающий медицинский персонал о нарушении работы сердца пострадавшего.

При частоте сердечных сокращений, уменьшившейся до 39 ударов в минуту, в устройстве предусмотрено воздействие на две наиболее представительные биологически активные точки человека: точку «жэнь-чжун» (или «чэн-чзян») для обеспечения выхода человека из шокового состояния, и «да-чжуй» в области седьмого шейного позвонка для экстренного воздействия на кардиоваскулярные центры.

Теперь — чуть подробнее о том, почему были взяты именно эти показатели частоты сердечных сокращений. В результате многолетних исследований установлено, что интегральным критерием для оценки тяжести и прогноза для жизни в первые часы критического состояния может служить уровень транспорта кислорода к тканям организма (минимум 600 мл/мин/м²) и уровень утилизации кислорода тканями (минимум 170 мл/мин/м²) [5]. Поскольку прямое определение кислородного статуса организма требует специальной дорогостоящей аппаратуры, были определены дискретные значения физиологических показателей (артериальное давление, частота сердечных сокращений, содержание углекислоты во выдыхаемом воздухе и др.), с высокой достоверностью коррелирующие с уровнем транспорта и утилизации кислорода. Несколько лет назад представителями кафедры анестезиологии — реаниматологии запорожского института усовершенствования врачей была введена методика т. н. непрямой статусметрии в отделении реанимации и интенсивной терапии [6] (соответствующая по смыслу международной системе объективизации тяжести состояния АРАСНЕ-III), из которой нами взяты «эталонные» значения частоты сердечных сокращений (таблица).

Точки «жэнь-чжун» и «чэн-дзян», которые находятся на средней линии лица, по праву можно назвать точками «скорой помощи» [10]. Они наиболее сильные, хотя и не единственные в реестре рефлексотерапии. Введение иглы или просто энергичное надавливание пальцем в эти точки оказывают сильнейшее действие: находящиеся в бессознательном состоянии больные открывают глаза, реа-

гируют на боль, отвечают на вопросы, даже полностью приходят в сознание. Все это служит достаточным основанием для их использования в данном устройстве. Конечно, есть случаи, когда стимуляция этих точек не приведет к подобному результату — это может иметь место в случае большой кровопотери организмом, но, тем не менее, использование биологически активных точек в данной ситуации оправдывает себя, когда речь идет об оказании первой медицинской помощи пострадавшим в зоне катастрофы.

Особое значение приобретает предлагаемое устройство при его использовании в зоне катастроф при ограниченном количестве спасателей. Бывают ситуации, когда пострадавших большое количество: это и различные аварии, землетрясения, наводнения, другие стихийные бедствия. В силу своей компактности в таких случаях оно просто незаметно и облегчает врачу работу с пострадавшими.

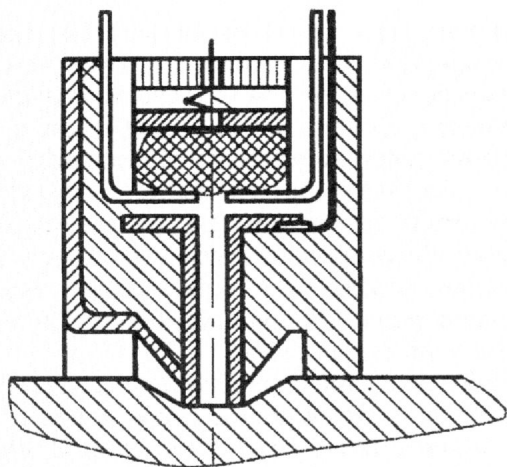
В данное время устройство патентуется. Был проведен патентный поиск, который показал отсутствие чего-либо похожего в медицинской технике. Приборы, уже имеющиеся и работающие по похожему принципу, имеют более сложное устройство, большие габариты и т. д.

Предлагаемое устройство может рассматриваться как диагностическое устройство контроля психофизического состояния оператора в стрессовых условиях. Экспериментально доказано, что стрессовые воздействия приводят к расширению сосудов сердца, сужению сосудов кожи, изменяют частоту сердечных сокращений, поэтому в качестве информационных параметров могут использоваться частота и амплитуда сердечных сокращений, потенциалы биологически активных точек, а при незначительной доработке — и содержание кислорода в крови.

При контроле состояния оператора устройство также располагается на пружинящем зажиме, охватывающем голову оператора. В случае отклонения значений пульса от заданного диапазона кроме выше перечисленных мер информация должна одновременно поступать на пульт управления, сооб-

«Эталонные» значения частоты сердечных сокращений

Частота сердечных сокращений	Условный коэффициент критичности
≥171	12
140—170	8
120—139	6
100—119	2
60—99	0
54—59	6
40—53	8
≤ 39	12



Устройство для электронно-ионного фармакологического лечения

щая о критическом состоянии оператора.

В качестве лечебного, стабилизирующего, тонизирующего воздействия на организм предлагается индивидуальное устройство для электронно-ионного фармакологического лечения (рисунок).

В качестве информационных параметров состояния оператора используется величина активного и комплексного сопротивления БАТ, их температура, скорость изменения тока, сравнения информационных параметров нескольких точек и скорости их изменения, одного или смежных меридианов.

Микроэлектрофорез ионами различной полярности, причем, как диагностика, так и воздействие может осуществляться автоматически по предварительно установленной программе и через заранее закрепленные электроды. Электрические воздействия на организм человека относятся к категории физиотерапевтических лечебных мероприятий. При этом различные виды электрического тока, характер, время и место их воздействия приводит к оптимизации тех или иных лечебно-восстановительных процессов.

Для лечебных процедур наиболее широко используют постоянный электрический ток (гальванотерапия) величиной до 50 мА и напряжением 30—80 В.

Предлагаемая разработка является попыткой создания индивидуальной системы, которая в автоматическом режиме оценивает психофизическое состояние человека и обеспечивает требуемое воздействие через БАТ на необходимые системы организма.

Известно, что влияние химическими веществами, которые используются как промежуточная врачебная среда, способно к повышению лечебного эф-

фекта. Тем не менее, это не всегда целесообразно, поскольку, кроме целевых, влиянию подлежат и сопредельные медиальные зоны и биологически активные точки, которые относятся к здоровым органам, и могут проиницировать в них какие-либо побочные явления. В ряде известных объектов констатируется влияние на отобранные БАТ путем рефлекс- или иглотерапии, которое предотвращает указанные недостатки за счет действий именно на те зоны, которые имеют отношение к конкретным патологическим явлениям. Но эти мероприятия наносят лишь неадекватное раздражение БАТ, без введения к ним лекарства, и потому не всегда обеспечивают достижение стойкого терапевтического результата.

Предлагается расширить эксплуатационные свойства аналогичных устройств при индивидуальном использовании в автоматическом режиме, обеспечить безопасность при использовании; повысить эффективность лечения вследствие разнофакторного оптимально действующего влияния на больного, и предотвращения побочных явлений на здоровые органы.

Совокупность капсул для микроэлектрофореза, объединенных с электродами действия постоянного и импульсного тока разной природы влияния, а также частот БАТ, расположенных вдоль нужного меридиана и работающих последовательно в автоматическом режиме, обеспечивают достижение максимального терапевтического эффекта за счет комплексного электро-ионо-радио-рефлексотерапевтического влияния, без побочного влияния на здоровые органы.

Портативность устройства, автоматический режим работы, обеспечение безопасности и самодиагностики в работе делают его удобным в использовании в любых условиях, при этом достигается значительно больший эффект лечения, чем при использовании отдельных средств.

Технический результат при использовании устройства гарантируется влиянием ионофореза, который осуществляется источником ЭДС, обеспечивающей его питание $U = 4.5—9.0$ В в режиме потребления тока около $I = 100$ мкА, по 4-6 циклов в сутки, продолжительностью свыше 15—30 мин. Игло-терапия достигается колебаниями капсул при позиционировании на БАТ. Электрофорез обеспечивается 5—10 % растворами препаратов при $T = 34—35$ °С и объеме затрат последних около $= 1.5—2.0$ см³ за сеанс. Объединенная радиотерапия может проводиться при длине волны портативного генератора 5.6, 7.1 мм продолжительностью 25—30 мин в течение двух суток на каждой частоте, и по 15 мин в следующие дни, с дежурством безоста-

новочного и импульсного режимов на этих частотах.

Таким образом, есть возможность дать больному индивидуальное устройство, которое при влиянии на БАТ объединяет электрофорез, гальванизацию, электроаккупунктуру, электростимулирование, электроанальгезию и т. д. При этом продолжительность и количество процедур, назначенных врачом, могут выполняться в экстремальных условиях, с получением наиболее оптимального эффекта.

Стратегия лечения осуществляется последовательным влиянием на разные БАТ одного или разных меридианов, с которыми связан больной орган.

Эффект действия любого из лечебных процессов усиливается при последовательном влиянии. Время процедуры не ограничено, устройство индивидуальное, портативное, с автоматическим источником питания, диагностическими свойствами оценки результатов лечения.

При использовании устройства усиливается влияние лекарства после однократной дозы (пенициллин — 2 сут, гепарин — 2 сут, новокаин — 6 сут) [4].

Режим использования устройства устанавливается врачом на основе утвержденных Министерством охраны здоровья рекомендаций.

Врач обследует больного, проводит поиск БАТ, нужных для лечения, назначает лекарства, дает рекомендации по их введению в капсулы, устанавливает режим работы всех блоков устройства, режим работы всех электродов, диагностических параметров и вводит их в память блока управления. Во время лечения больному вводят в капсулы лекарство, устанавливают и закрепляют лечебные электроды и капсулы с помощью липкой ленты, включают устройство, которое в дальнейшем работает в автоматическом режиме. При этом устройство диагностирует присутствие лекарства, начальный уровень сопротивления БАТ при влиянии на них постоянным током 10 мкА, контролирует режим действия генераторов и других узлов устрой-

ства и предоставляет блоку управления команду на начало работы. После выполнения заданной программы, то есть введения нужного количества лекарств, воздействия сигнала сверхвысоких частот импульсов нужной и сменной полярности и частоты, воздействия постоянного тока и т. д., устройство автоматически выключается. При завершении отдельных фрагментов программы работы осуществляется отключение отдельных элементов устройства.

1. Бурназян Г. А. Психотерапия. — Ер.: Айстан, 1985.—344 с.
2. Нормальная физиология: Учебник для студентов ун-тов / Под ред. А. В. Коробкова — М.: Высш. шк., 1980.—560 с.
3. Руководство по рефлексотерапии / Е. Л. Мачерет, И. З. Самосюк. — К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986.—302 с.
4. Портнов Ф. Г. Электростимуляторная рефлексотерапия. — Рига: Зинатне, 1988.—352 с.
5. Зильбер. Медицина критических состояний: общие проблемы. — Петрозаводск: Изд-во ПГУ, 1995.—360 с.
6. Шифрин Г. А., Шифрин А. Г. Статусметрия и мониторинг эффективности лечения. — Запорожье, 1996.—14 с.
7. В помощь радиолюбителю.—1985.—Вып. 90.
8. Опадчий Ю. Ф., Глудкий О. П., Гуров А. И. Аналоговая и цифровая электроника. — М., 1999.—768 с.
9. Гумановский М. Н. Практическое руководство по электрокардиографии. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1969.—320 с.
10. Вельховер. Экстерорецепторы кожи. — Кишинев: Штиинда, 1986.
11. Уоррен. Медицинская аккупунктура. — К., 1981.—С. 188—192.

INDIVIDUAL DEVICES CONTROLLING PHYSICAL STATE OF OPERATORS IN CONDITION OF TRAUMA

Yu. P. Lytvyn, D. P. Yakovenko,
A. S. Shugurov, S. I. Balakireva

The article consists of possibility of physical information signal using for operator state correction when emergency is occurred. The authors proposed the original methodics and devices for organism diagnostics and activation when any proper adaptation system failed. The function of the device is based on the principles of classical accupuncture and electropuncture.