

# КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛИЦ ОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ КОЖИ

В.Е. Юдин, А.Т. Неборский, А.П. Шульга, С.А. Неборский  
Филиал №2 ФГУ «З ЦВКГ им. А.А. Вишневого Минобороны России» (г. Москва)

## Correction of functional condition of persons of the hazardous occupations on the basis of integral skin electrometry

V.E.Yudin, A.T.Neborskiy, A.P.Shulga, S.A.Neborskiy  
Branch №2 FSU «A.A. Vishnevskiy CMCH Ministry of Defense of Russia» (Moscow, Russia)

### РЕЗЮМЕ

Целью исследования является разработка научно обоснованных критериев выявления периодов напряжения и утомления организма операторов-дешифровщиков. Все испытуемые подвергались обследованию с помощью интегральной электрометрии кожи, исследованию кардиореспираторной системы, в условиях гиподинамии и других экстремальных факторов. Описан новый метод анализа функциональных систем организма человека, на базе синтеза методов интегральной электрометрии кожи и метода системно-количественного анализа вегетативно-энергетической сферы. Динамика интегральной электрометрии кожи является перспективным механизмом оценки изменений состояния человека-оператора и корректирующих воздействий магнитопунктуры.

**Ключевые слова:** электрокожная проводимость, акупунктурные кожные зоны, магнитопунктура.

### RESUME

The purpose of research is the development of scientific criteria for identifying the stress and fatigue periods of decoding operators organisms. All participants have been tested with integral skin electrometry and cardiorespiratory system examination under physical inactivity and other extreme factors. A new method for the analysis of the functional systems of the human body based on the synthesis of skin electrometry and method of quantitative analysis of vegetatively – energy sector is described. The dynamics of integral skin electrometry is a perspective method to assess the state of changes of human operator organism and the corrective effects of magnetopuncture.

**Keywords:** electro-conductivity of skin, acupuncture skin zones, magnetopuncture.

Разработка психофизиологических проблем контроля состояния лиц опасных профессий и оптимизации их деятельности является одним из актуальных научно-практических направлений физиологии человека и современной медицины [15, 16].

Сложность и недостаточная разработанность этого направления очевидны и связаны, в первую очередь, с многообразием и различным сочетанием факторов, объединяемых понятием «операторская нагрузка». Это, с одной стороны, неспецифические – позна-статический, гипокинетический факторы; с другой стороны – нервно-психический, эмоциональный компоненты операторской нагрузки [5, 6, 12, 13].

В полной мере указанные факторы присущи режиму работы операторов-дешифровщиков,

чья профессиональная деятельность, в силу социально-политической значимости и ответственности решаемых задач, требует, по-видимому, первоочередного изучения и психофизиологической оптимизации.

Если к комплексу указанных факторов прибавить влияние суточных, а также недельных биологически и социально обусловленных ритмов при сменной работе, свойственной данному контингенту работников, становится понятной сложность разработки научно обоснованных критериев и выявления на их основе периодов большего или меньшего напряжения организма, вработывания, оптимизации и утомления человека при операторской деятельности.

Для решения этих задач необходим новый методический подход, основанный, прежде

всего, на системно-функциональном принципе организации объекта исследования – целостного организма человека [1]. Такой подход должен обеспечивать анализ в едином масштабе времени системных перестроек как вегетативной, так и психо-эмоциональной сферы человека-оператора в процессе работы [10].

В настоящее время имеются определенные методические предпосылки. Разработан и испытан в многочисленных обследованиях испытуемых с применением различных нагрузок и воздействий многопараметрический метод системно-количественного анализа функциональных систем, в частности, системы обеспечения кислородом ( $\text{FyCO}_2$ ) организма человека [15]. Метод реализует ряд принципов теории функциональных систем, информативен и технически реализуем в условиях производства [2].

Рядом авторов показано, что технически простой и удобный метод регистрации электрокожной проводимости (ЭП) акупунктурных кожных зон (АКЗ) позволяет динамически оценить не только вегетативные сдвиги в организме, но и перестройку эмоционально-аффективной сферы человека [19]. Многие исследования указывают на тесную связь изменений ЭП АКЗ с изменениями биоэлектрической активности мозга человека при различных состояниях [3, 4, 9, 14].

Таким образом, есть основания считать, что синтез методов интегральной электрометрии кожи и метода системно-количественного анализа вегетативно-энергетической сферы организма в условиях повышенной производственной деятельности окажется адекватной базой для изучения закономерностей психофизиологических перестроек у человека-оператора под влиянием факторов нагрузки и применения корригирующих воздействий в процессе его деятельности.

Для решения важнейшей задачи коррекции состояния человека-оператора в последние годы все шире используются различные способы стимуляции АКЗ: точечный массаж [8, 9], иглоукалывание, электро- и лазеропунктура. Метод воздействия на АКЗ кожи человека – магнито-пунктура нашел пока применение лишь в клинике [5]. Между тем, магнито-пунктура является наиболее технически простым, антитравматичным и комфортным способом продолжительного физиотерапевтического воздействия на организм человека в реальных производственных условиях. Однако для вы-

яснения эффективности и направленности ее влияния на психофизиологическое состояние человека-оператора необходимы специальные исследования, которые ранее не проводились.

Нами проведено исследование системно-количественных закономерностей рабочих психофизиологических перестроек у операторов-дешифровщиков в процессе реальной сменной трудовой деятельности и изучение возможностей коррекции их состояния посредством продолжительной магнито-пунктуры на основании показателей интегральной электрометрии кожи.

В процессе исследования решались следующие задачи:

1. Сформировать системные критерии оценки психофизиологических перестроек у человека-оператора на основе параллельно регистрируемых физиологических параметров и показателей интегральной электрометрии кожи системы АКЗ.

2. Провести сочтенный анализ динамики комплекса используемых физиологических показателей у операторов в различные фазы рабочей смены в дневную и ночную смены, а также днем в начале и в конце рабочей недели.

3. Исследовать сравнительную эффективность использования длительной аппликации медицинских магнитов на АКЗ на основе показателей интегральной электрометрии кожи в сравнении со стандартными методиками аппликации на АКЗ общего действия, применяемых для повышения психофизиологических возможностей оператора.

#### **Методика проведения и серии исследований функционального состояния человека-оператора**

Исследования проведены у 113 операторов-дешифровщиков (мужчин 25–45 лет), работающих в экстремальных условиях в подземных пунктах управления, характеризовавшихся эмоциональным и физическим перенапряжением, в том числе в условиях ночных смен. Общая структура, характер и объем проведенных исследований приведен в табл. 1. Как видно из табл. 1, в условиях дневной смены обследовано 5 групп: 3 контрольных и 2 – опытных, в условиях ночной смены – 2-х групп: контрольной и опытной.

Во всех сериях операторы подвергались обследованию с помощью интегральной электрометрии кожи 4 раза за смену.

Для акупунктуры в 3-й, 4-й и 7-й сериях нами экспериментально были отобраны симметричные БАТ 5-Х (вай-гуань) и 6-IV (сань-инь-цзяо). На 4 указанные АКЗ операторам фиксировали к коже ферритобарьерные магнитные «таблетки», диаметром 10 мм, высотой 3 мм, с магнитной индукцией 35–45 мТ (производства НПО «Магнит» г. Новочеркасск, утвержденные к применению в медицинской практике Приказом МЗ СССР N1339 от 31.12.87), либо немагнитные диэлектрические аналоги того же размера и массы в 5-й серии («плацебо»-контроль). «Таблетки» операторам фиксировали к коже лентой лейкопластыря сроком на 3–5 суток, включая день обследования.

Аппликацию магнитными «таблетками» в 3-й и 7-й сериях применяли на основании данных интегральной электрометрии кожи, которые характеризовали адаптивную неспецифическую реактивность организма различных функциональных систем организма. Регистрацию комплекса физиологических показателей, мышечной силы и ЭП у испытуемых производили на рабочем месте в специально оборудованном помещении. Периоды регистрации всего комплекса параметров составили 1-й – до работы, 2-й – на 4-м часу работы перед перерывом на обед, 3-й – на 5-м часу после перерыва и 4-й – на 9-м часу в конце рабочей смены. По времени суток эти периоды соответствовали в дневную смену: 8.00–9.00; 12.00–13.00; 13.30–14.30; 17.30–18.30; а в ночную смену: 23.00–24.00; 3.00–3.30; 4.00–5.00; 8.00–9.00.

При этом параллельно определяли частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (АДс) и диастолическое (АДд) артериальное давление по методу Короткова с расчетом по общепринятым формулам пульсового (АДп) и среднединамического (АДср) артери-

ального давления, ударного объема сердца (УОС) и минутного объема кровотока (МОК), показателя артериального тонуса (ПАТ) и общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС).

Параметры дыхательного объема (ДО), частоты дыхания (ЧД), минутного объема дыхания (МОД) и минутного потребления  $O_2$  организмом ( $PO_2$ ) определяли с помощью прибора «Метатест-2». Кроме того для оценки функциональной системы кислородного обеспечения (ФСКО) организма человека [15], для характеристики ее эффективности использовали производные показатели:

– коэффициент использования кислорода  $KIO_2 = PO_2 / МОД$ , где  $PO_2$  – потребление кислорода в мл за 1 мин, МОД – минутный объем дыхания в л за 1 мин.;

– артериовенозную разницу по кислороду  $ABO_2 = PO_2 / МОК$ , где МОК – минутный объем крови в л за 1 мин.;

– среднединамическое артериальное давление  $АДср-1 = МОК / \text{мощность работы сердца}$ ,

– интегральный показатель эффективности системы кислородного обеспечения  $ИПЭ = 1604 \times KIO_2 \times АДср-1$ .

Для характеристики уравновешенности работы исполнительных механизмов системы кислородного обеспечения рассчитывали индексы УО/ЧСС и ДО/ЧД (объемно-частотная уравновешенность функций сердца и внешнего дыхания) и АДп/АДд (уравновешенность тонуса крупных артерий и артериол). Увеличение этих показателей свидетельствует

Таблица 1

Общая структура и объем проведенных исследований

| Номер серии                 | Тип воздействия                                                                                                     | Число испытуемых | Количество наблюдений | Число обследований |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>ДНЕВНАЯ СМЕНА</b>        |                                                                                                                     |                  |                       |                    |
| 1                           | Без аппликации (контроль)                                                                                           | 29               | 36                    | 144                |
| 2                           | Контрольная серия с дополнительной интегральной электрометрией АКЗ у операторов за 1–1,5 часа до конца рабочего дня | 19               | 19                    | 76                 |
| 3                           | Магнитопунктура на основании показаний интегральной электрометрии АКЗ у операторов                                  | 16               | 52                    | 128                |
| 4                           | Магнитопунктура на «общие» точки                                                                                    | 8                | 16                    | 64                 |
| 5                           | Аппликация немагнитных аналогов («плацебо»-контроль)                                                                | 8                | 16                    | 64                 |
| <b>НОЧНАЯ СМЕНА</b>         |                                                                                                                     |                  |                       |                    |
| 6                           | Без аппликации                                                                                                      | 17               | 17                    | 68                 |
| 7                           | Магнитопунктура на основании показателей интегральной электрометрии АКЗ у операторов                                | 16               | 16                    | 64                 |
| <b>ВСЕГО по 7-ми сериям</b> |                                                                                                                     | <b>115</b>       | <b>152</b>            | <b>608</b>         |

о более благоприятном режиме работы кардиореспираторной системы в условиях отсутствия выраженного влияния физической нагрузки и других экстремальных факторов.

Кроме того, проводили интегральную электрометрию АКЗ и измерение мышечной силы кисти нерабочей левой руки с помощью серийного ручного динамометра, что позволяло косвенно оценивать также уровень психоэмоционального напряжения у операторов.

### Сопоставление результатов психофизиологического и электрометрического обследования при оценке функционального состояния оператора

Проведенные в различных сериях исследования выявили однотипную повторяющуюся фазную динамику целого ряда физиологических показателей у всех операторов как в первой – до обеденного перерыва, так и во второй половине рабочего дня. Данные, полученные у операторов в дневную смену, представлены на рис.1.

Как следует из приведенных графиков, уровень аэробного энергообмена организма, оцениваемый по параметру  $\text{PO}_2$ , практически не изменялся от начала до конца рабочей смены, что свидетельствовало о достаточно выраженной адаптации организма к психофизиологической нагрузке. К концу первой и, в особенности, второй половины рабочего дня

у операторов отмечены физиологические сдвиги противоположной направленности.

При этом именно во второй половине дня наблюдалось наибольшее снижение ЧСС, АДп, МОК, МОД при повышении ОПСС (рис. 1), что можно трактовать как начальные реакции организма человека на гипокинезию, которые сочетались с неблагоприятными сдвигами кардио-респираторных показателей эффективности работы системы кислородного обеспечения. В частности, к концу смены наблюдалось снижение у операторов индекса объемно-частотной уравновешенности сердца ( $\text{УО/ЧСС}$ ) ( $p < 0,001$ ), снижение индекса АДп/АДд ( $p < 0,001$ ), свидетельствующих о снижении функциональных резервов сердца относительно артерий и повышении периферического сосудистого тонуса, что подтверждается также достоверным повышением ОПСС ( $p < 0,01$ ) к концу рабочей смены. Показателем снижения эффективности сердечно-сосудистого взаимодействия у оператора является понижение Адср и УОС ( $p < 0,01$ ) также в конце рабочего дня. В период послеобеденного отдыха выявлен «синдром оптимизации» взаимодействия кардиореспираторных механизмов, который характеризовался повышением объемно-частотной уравновешенности функций сердца ( $\text{УО/ЧСС}$ ) и уравновешенности артериального сосудистого тонуса (АДп/АДд). Эта оптимизация выражалась также в повышении МОК при снижении ОПСС, в снижении показателя

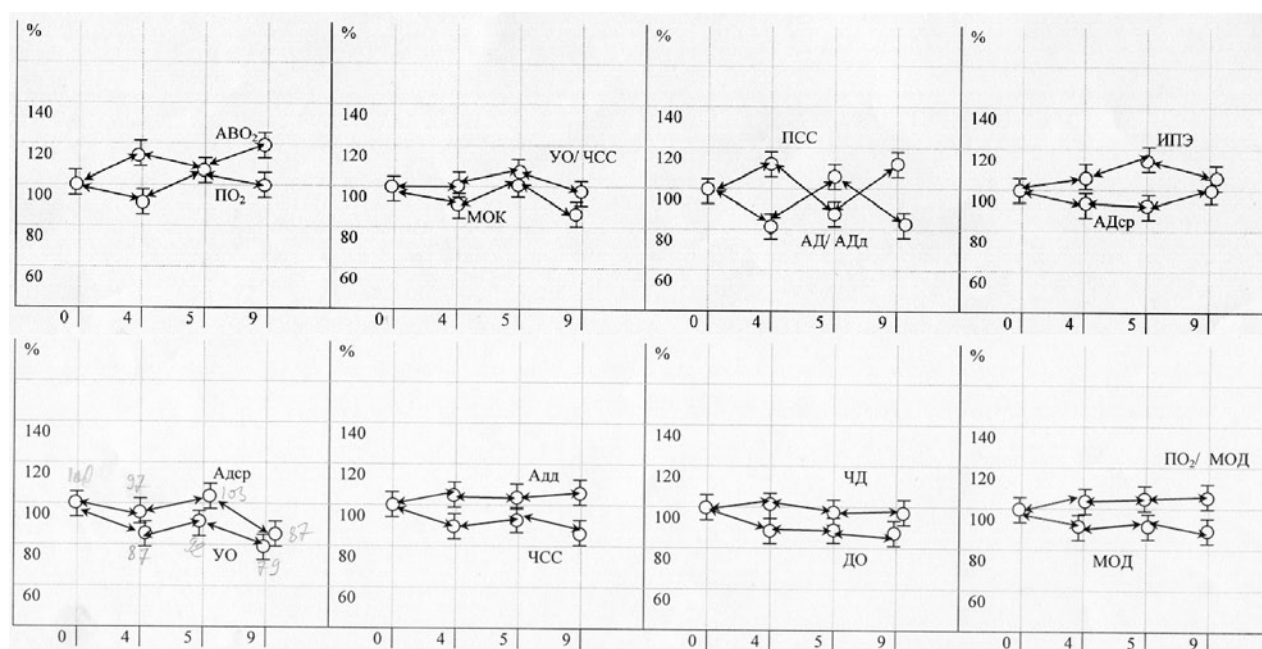


Рис. 1. Динамика показателей системы кислородного обеспечения организма у операторов-дешифровщиков в дневную смену.

Таблица 2

**Значение основных показателей психофизиологического состояния у операторов  
в среднем за смену в зависимости от времени суток и дня недели ( $M \pm n$ )**

| Показатель                                                                               | Дневная смена<br>(n = 4x36) | Ночная смена<br>(n = 4x17) | Начало недели<br>(n = 4x16) | Конец недели<br>(n = 4x16) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Минутный объем кровотока, л/мин.                                                         | 3,45 ± 0,068                | 3,09 ± 0,070*              | 3,56 ± 1,08                 | 3,38 ± 0,90                |
| Периферическое сопротивление сосудов,<br>дин с/см <sup>5</sup>                           | 2246 ± 76,5                 | 2713 ± 10,3*               | 2468 ± 111,3                | 2419 ± 114,2               |
| Диастолическое АД, мм.рт.ст                                                              | 78,5 ± 0,99                 | 83,2 ± 1,19*               | 81,4 ± 1,45                 | 77,4 ± 1,44*               |
| Индекс Адп/Адд, центили                                                                  | 0,55 ± 0,012                | 0,49 ± 0,016*              | 0,50 ± 0,016                | 0,54 ± 0,016               |
| Минутный объем дыхания, л/мин.                                                           | 14,5 ± 0,24                 | 14,3 ± 0,42                | 14,7 ± 0,39                 | 14,4 ± 0,37                |
| Индекс ДО/ЧД, мл/мин.                                                                    | 86,4 ± 4,32                 | 79,3 ± 5,91                | 84,3 ± 5,60                 | 91,7 ± 7,92                |
| Среднединамическое АД, мм.рт.ст                                                          | 96,3 ± 1,11                 | 100,0 ± 1,36*              | 100,3 ± 1,77                | 94,3 ± 1,46*               |
| Коэффициент использования О <sub>2</sub> , об.%                                          | 2,34 ± 0,048                | 2,32 ± 0,063               | 2,32 ± 0,060                | 2,35 ± 0,085               |
| Интегральный показатель эффективности О <sub>2</sub> -<br>обеспечения организма, центили | 39,6 ± 0,92                 | 37,6 ± 1,12                | 37,7 ± 1,14                 | 40,4 ± 1,50                |
| Средняя сила кисти левой руки, кг                                                        | 47,9 ± 1,03                 | 52,8 ± 0,84*               | 53,0 ± 0,96                 | 51,3 ± 0,98                |
| Средняя электрокожная проводимость (ЭП)                                                  | 32 ± 12                     | 23 ± 17                    | 35 ± 3                      | 30 ± 15                    |
| Асимметрия латеральная (Ад)                                                              | 90                          | 65                         | 95                          | 60                         |
| Асимметрия поперечная (Ад)                                                               | 85                          | 70                         | 80                          | 75                         |
| Асимметрия поверхностная (А)                                                             | 95                          | 140                        | 95                          | 120                        |
| Разница между максимальной и минимальной<br>величинами электропроводимости АКЗ (ЭП)      | 31 ± 4                      | 43 ± 12                    | 52 ± 6                      | 38 ± 14                    |

Примечание:

\* – достоверность (не ниже  $p < 0,05$ ) различий средних значений показателей в столбцах «дневная смена – ночная смена» и «начало – конец недели»; n – число усредненных значений.

АВО<sub>2</sub>, в повышении эффективности внешнего дыхания по показателям КИО<sub>2</sub> и ИПЭ.

Параллельное измерение электрических параметров АКЗ показало, что в конце первой половины смены и за полтора часа до конца второй половины смены во 2-й серии у операторов отмечалось достоверное снижение ЭП ( $p < 0,05$ ). Согласно данным литературы [2], это свидетельствует о влиянии на состояние человека-оператора факторов монотонии и гипокинезии в сидячем положении, что подтверждается также вышеприведенными парасимпатическими сдвигами физиологических показателей.

После обеденного перерыва и в конце рабочего дня у операторов, напротив, наблюдалось повышение средней (ЭП) исследуемых АКЗ. При этом повышение ЭП после обеда объясняется положительным эмоциональным фоном у операторов в результате удовлетворения двигательной и пищевой потребности. Повышение проводимости АКЗ на фоне эффектов «гипокинетического» и умственного утомления в конце смены может быть связано с положительным настроением операторов в связи с завершением работы и предстоящим отдыхом, что подтверждалось данными словесных отчетов испытуемых. При этом более дина-

мично реагирующие электродермальные параметры АКЗ с опережением по сравнению с физиологическими показателями отражают это состояние.

Кроме того, у операторов ночной смены наблюдались достоверно более высокие значения показателей ЭП и динамометрии, что свидетельствует о повышенной нервно-психической напряженности у операторов в ночную смену в результате десинхронизации биологического и социального ритмов сна и активной деятельности.

Аналогичное сопоставление средних за дневную смену значений тех же показателей у операторов в разные периоды недельного цикла (табл. 2) свидетельствует о том, что работа в начале недели сопровождается у операторов большей напряженностью сердечно-сосудистого взаимодействия и несколько повышенным психоэмоциональным напряжением ( $p > 0,05$ ) в сравнении с концом рабочей недели. Этот, на первый взгляд, парадоксальный факт согласуется с данными некоторых исследователей [2], показавших у студентов повышение умственной работоспособности в пятницу и снижение ее в понедельник, причем снижение работоспособности коррелировало с повышением АДср. Можно высказать

предположение об определенной дезорганизации у операторов за выходные дни сложившегося к концу недели рабочего стереотипа деятельности, возможно, за счет приводящих неблагоприятных факторов.

Из производных показателей, характеризующих систему кислородного обеспечения организма, были выявлены два с динамикой, независимой от суточных и недельных биоритмов, а также от социального ритма «работа-отдых-работа». Первый из них – индекс УО/ЧСС, который повышался у операторов в период перерыва на обед и достоверно снижался во всех сериях к концу рабочей смены (рис. 2).

Повышение этого индекса, характеризующее оптимизацию режима работы сердца, возникает, как известно, в результате динамической мышечной физической нагрузки, в то время как снижение УО/ЧСС характерно для статического мышечного напряжения [9]. Таким образом, возрастание данного показателя у операторов в период перерыва на обед может быть связано с двигательной активностью, т.к. из 2,0–2,5 км, которые оператор проходит за 9-часовую смену, около 40 % приходится на час обеденного перерыва. Снижение же данного индекса у испытуемых к концу смены отражает, вероятно, нарастание позно-статического утомления организма.

Вторым показателем, не реагирующим на биологические и социальные ритмы в процессе операторской деятельности, является КИО<sub>2</sub> (рис. 1). Динамика этого показателя прямо связана с изменениями степени синхронности ритмов сердца и дыхания, осуществляемыми на уровне «центров» продолговатого мозга [4]. Активация высших интегративных структур ЦНС при информационной нагрузке, вызывающая десинхронизацию ритмических «команд» дыхательного и кардиоингибиторного бульбарных центров сопровождается, таким образом, снижением КИО<sub>2</sub>, а торможение этих структур (во время сна, отдыха) – повышением синхронности ритмов сердца и дыхания и, соответственно, возрастанием КИО<sub>2</sub>. Однако торможение интегративных структур мозга может возникать также в результате умственного утомления человека при информационной деятельности. Приведен-

ные соображения, а также данные о снижении согласованности ритмов сердца и дыхания у операторов в начале работы с последующей синхронизацией этих ритмов в конце смены позволяют объяснить характерную динамику КИО<sub>2</sub> у операторов-дешифровщиков (рис. 1), связать наблюдавшееся к концу смены повышение КИО<sub>2</sub> с нарастанием тормозных процессов в ЦНС. В то же время значительная межиндивидуальная вариабельность динамики КИО<sub>2</sub> может быть объяснена различной степенью интеллектуального напряжения и утомления к концу смены у операторов, решающих разные по сложности задачи.

### Обоснование эффективности магнотопунктуры, основанной на электрометрических характеристиках кожи, для повышения психофизиологических возможностей оператора

Используя критерии системной оценки ПФС оператора, можно более точно обосновать методы коррекции неблагоприятных функциональных сдвигов в организме оператора с целью повышения его профессиональной деятельности. Для этого проведен анализ эффективности многосуточной аппликации постоянных магнитов на АКЗ общего действия и другой группе операторов на АКЗ согласно интегральной электрометрии АКЗ, а также ненамагниченных аналогов на некоторые АКЗ «об-

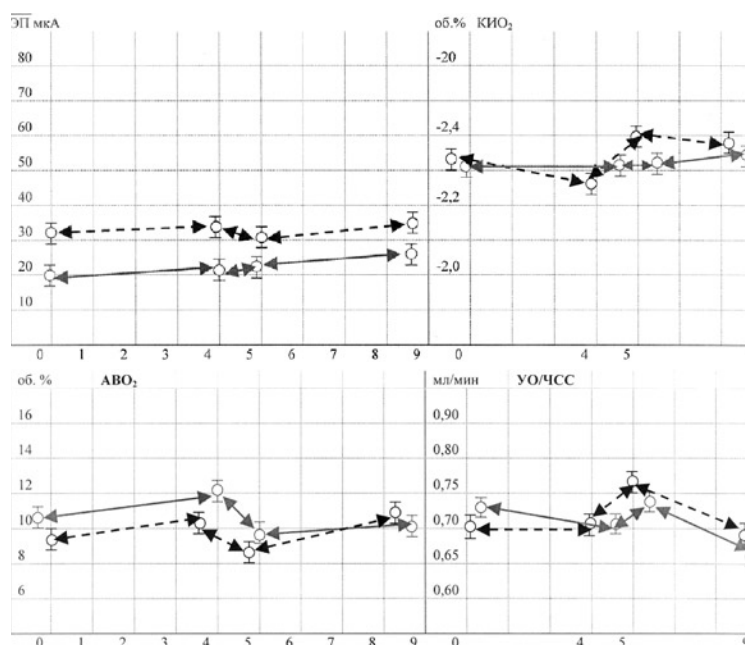


Рис. 2. Динамика показателей эффективности и уравновешенности кардиореспираторных функций и электрокожной проводимости у операторов в дневную и ночную смены.

Таблица 3

**Сила влияния факторов: А – операторской нагрузки («работа-отдых-работа») и Б – длительной магнитопунктуры по показателям интегральной электрометрии АКЗ на значения основных и производных респираторно-кардиогемодинамических показателей у мужчин-операторов в дневную и ночную рабочие смены (данные двухфакторного дисперсионного анализа)**

| Фактор | Значение и достоверность (*) показателей силы влияния факторов А и Б на физиологические параметры |       |                                     |       |                          |       |                                          |       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------------------------------|-------|
|        | днем                                                                                              | ночью | днем                                | ночью | днем                     | ночью | днем                                     | ночью |
| А<br>Б | Минутное потребление кислорода                                                                    |       | Минутный объем дыхания              |       | Минутный объем кровотока |       | Периферическое сопротивление сосудов     |       |
|        | 3,9                                                                                               | 4,9*  | 2,4                                 | 0,4   | 15,9*                    | 16,8* | 10,0*                                    | 13,1* |
| А<br>Б | 0,1                                                                                               | 0,3   | 1,2                                 | 0,8   | 9,9*                     | 4,9*  | 10,1*                                    | 7,4*  |
| А<br>Б | Дыхательный объем                                                                                 |       | Частота дыхания                     |       | Ударный объем сердца     |       | Частота сокращений сердца                |       |
|        | 1,3                                                                                               | 0,7   | 0,1                                 | 0,1   | 8,6*                     | 7,3*  | 16,4*                                    | 13,9* |
| А<br>Б | 0,5                                                                                               | 3,6*  | 0,3                                 | 0,7   | 8,4*                     | 5,7*  | 4,1*                                     | 0,2   |
| А<br>Б | Интегральный показатель эффективности                                                             |       | Коэффициент использования кислорода |       | Артерио-венозная разница |       | Среднединамическое артериальное давление |       |
|        | 0,8                                                                                               | 3,0   | 1,0                                 | 2,9   | 5,6*                     | 4,6*  | 1,3*                                     | 0,4*  |
| А<br>Б | 3,4*                                                                                              | 1,8   | 0,4                                 | 0,1   | 7,5*                     | 3,9*  | 8,8*                                     | 6,4*  |
| А<br>Б | Показатель артериального тонуса                                                                   |       | Индекс ДО/ЧД                        |       | Индекс УО/ЧСС            |       | Индекс АДп/АДд                           |       |
|        | 0,8*                                                                                              | 0,5*  | 0,2                                 | 0,6*  | 0,7                      | 1,7   | 14,8*                                    | 10,9* |
| А<br>Б | 4,5                                                                                               | 3,0   | 0,1                                 | 3,7*  | 3,2*                     | 2,9*  | 5,9*                                     | 2,3*  |

щего действия» у операторов-дешифровщиков, работающих в разные смены.

Как показал статистический анализ полученных данных, характер и выраженность наблюдавшихся физиологических сдвигов существенно зависел и от «рецепта» намагниченных АКЗ.

Так, достоверное повышение МОК, наблюдалось у операторов при воздействии на АКЗ по данным электрометрии кожи за счет преимущественно повышения УО ( $p < 0,01$ ) относительно повышения ЧСС ( $p < 0,01$ ). Об этом свидетельствует достоверное повышение индекса УО/ЧСС ( $p < 0,01$ ). Таким образом, повышение у испытуемых МОК позволяло констатировать активацию кардиодинамики. То же оптимизирующее влияние длительной магнитопунктуры, по данным электрометрии, наблюдалось и по показателям сосудисто-гемодинамических реакций. Достоверное снижение ПАТ и ПСС, АДд и Адср, достоверное повышение показателя уравновешенности артериального тонуса (АДп/АДд) (рис. 1) – все это характеризует улучшение гемодинамической регуляции у испытуемых, которым длительная магнитопунктура была проведена на основании данных интегральной электрометрии АКЗ. Эти данные свидетельствовали о снижении напряженности взаимодействия систем вегетативного обеспечения и тем самым предупреждения нарастающего в процессе рабочей смены утомления человека-оператора.

При длительной магнитопунктуре на «общие» точки, как и в контрольных группах с плацебо и без него достоверной положительной динамики показателей кардиодинамического взаимодействия не обнаружено (рис. 3).

При сравнительном анализе системных показателей также оказалось, что интегральный показатель эффективности кислородного обеспечения ИПЭ достоверно повышался у операторов при магнитопунктуре на основании данных интегральной электрометрии кожи, в то время как при магнитопунктуре на «общие» точки – оставался на уровне контроля. Оптимизирующее влияние магнитовоздействия в первом случае подтверждалось также достоверным снижением  $ABO_2$  и тенденцией к повышению  $KIO_2$ . При этом тенденция к повышению  $KIO_2$  у испытуемых равно как и ряд других физиологических эффектов, оказались статистически достоверной по сравнению с магнитопунктурой на АКЗ «общего» действия и с «плацебо»-контролем. Как видно из рис. 2, «плацебо»-воздействие вызывало ряд самостоятельных статистически достоверных физиологических сдвигов в организме испытуемых, что позволило, в определенной степени, дифференцировать эффекты длительной аппликации «таблетки» на АКЗ, с одной стороны, и собственно локальное воздействие магнитного поля, с другой. Так, эффектами «плацебо» объясняются некоторые кажущиеся эффек-

ты на АКЗ «общего» действия, в частности, незначительное снижение КИО<sub>2</sub> и ДО/ЧД, в то же время вышеописанные оптимизирующие эффекты магнитопунктуры по показателям интегральной электрометрии кожи становится возможным объяснить именно избирательным, через специфические кожно-висцеральные взаимоотношения, энергетическим влиянием магнитного поля на функциональные системы, находящиеся в нарушенном равновесии.

При магнитопунктуре днем на основании данных интегральной электрометрии АКЗ у испытуемых наблюдалось достоверное ( $p < 0,01$ ) повышение средней электропроводности (ЭП), что свидетельствует о повышении нервно-эмоционального статуса у операторов, купировании эффектов гипокинезии и монотонии. Этому же соответствовало и достоверное увеличение мышечной силы испытуемых по данным динамометрии.

Аппликации магнитных «таблеток» на «общие» АКЗ приводили к увеличению ЭП за дневную смену, менее выраженному и менее достоверному ( $p < 0,05$ ), чем в первой серии. Повышение мышечной силы кисти левой руки было такое же, как и при «плацебо»-эффекте.

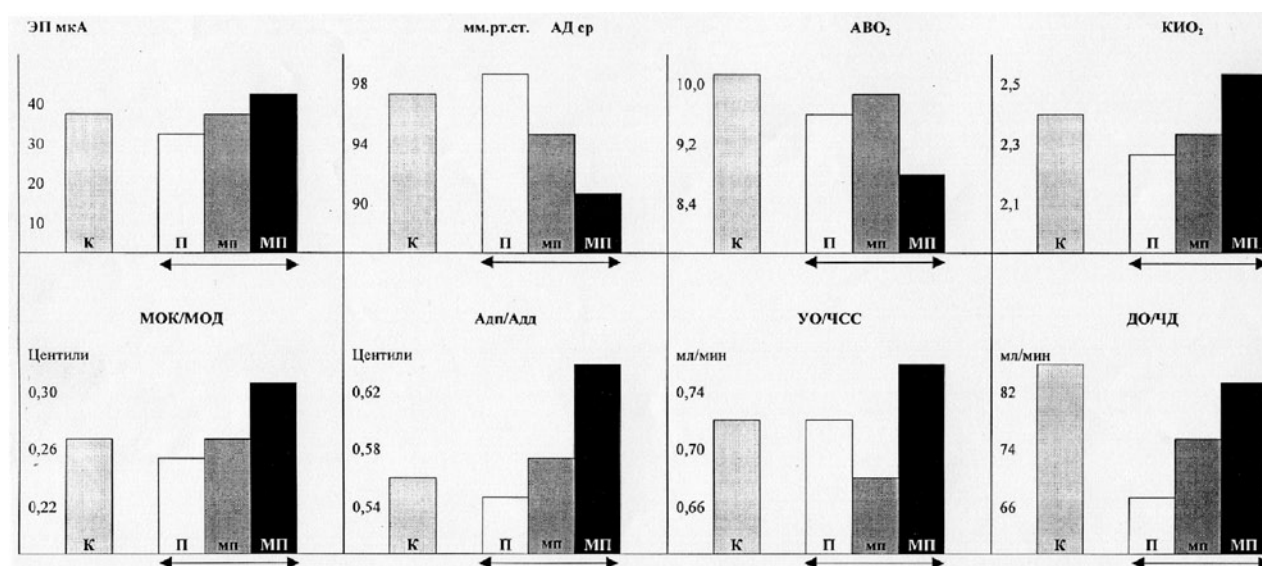
Приведенные данные подчеркивают существенное значение магнитопунктуры, проведенной на основании показателей интегральной электрометрии АКЗ.

В ночную смену физиологические эффекты магнитопунктуры имели ту же направленность в сторону оптимизации состояния, что и при магнитовоздействии днем.

Существенную количественную выраженность этих эффектов подтверждают данные дисперсионного анализа, приведенного в табл. 3. При этом сила влияния магнитовоздействия по показателям электрометрии кожи, как днем, так и ночью, на значения ряда физиологических параметров (МОК, ПСС, УО, АВО<sub>2</sub>, индекс Адп/Адд) была сопоставлена с силой влияния фактора трудового ритма, а для некоторых параметров (ИПЭ – днем, ДО/ЧД – ночью, УО/ЧСС, ПАТ, Адср – днем и ночью) – значительно превосходила последнюю. Из таблицы видно, что ночью магниты оказывали несколько меньшее оптимизирующее действие. В частности, у испытуемых в этой серии не отмечалось достоверного повышения ИПЭ, наблюдалось снижение ДО и индекса ДО/ЧД.

Ночью под влиянием магнитопунктуры наблюдалось также небольшое, но достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение исходно более высоких, чем днем, значений ЭП, что свидетельствует о снижении повышенной напряженности у работающих в ночную смену. Показатели динамометрии при этом практически не изменялись.

Таким образом, установлено оптимизирующее по характеру и различное по силе физиологическое влияние локального магнитовоздей-



**Рис. 3.** Влияние длительной аппликации магнитов и плацебо-аналогов на эффективность и нормализацию кардиореспираторных функций и электрокожной проводимости у операторов.

Средние за дневную смену значения показателей ( $M \pm n$ ).

Обозначения: К – контроль без аппликаций; П – плацебо-контроль; МП – магнитопунктура по показателям интегральной электрометрии АКЗ; мп – магнитопунктура на общие АКЗ.

ствия по показателям интегральной электрометрии АКЗ в разное время суток, ночью менее выраженное, чем днем. Это явление может быть объяснено различной гемодинамической составляющей кожи в суточном биоритме.

Анализ полученных в данном разделе работы результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Системный подход в оценке психофизиологического состояния оператора организме с учетом динамики интегральной электрометрии АКЗ, динамометрических и кардиореспираторных параметров является перспективным направлением в проблеме многопараметрической характеристики как функциональных механизмов, так и выраженности и характера изменений состояния человека-оператора в разные периоды рабочего цикла, а также при оценке эффекта корригирующих воздействий.

2. Влияние факторов операторской нагрузки у дешифровщиков в процессе рабочей смены проявляется в снижении психо-эмоционального тонуса, характеризующегося снижением ЭП, в конце первой и в середине второй половины рабочей смены. В конце смены у операторов, напротив, имеет место повышение электрокожной проводимости. Указанные сдвиги психо-эмоционального тонуса более выражены у операторов ночной смены, а также в начале рабочей недели, что создает опасность снижения профессиональной надежности в указанные периоды.

3. В исследованиях установлен более выраженный эффект магнитопунктуры, применяемой с использованием показателей интегральной электрометрии АКЗ по сравнению с магнитопунктурой на «общие» АКЗ, применяемых с целью восстановления исходного функционального состояния человека-оператора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975.
2. Баевский Р.М. Саморегуляция биологических ритмов как один из механизмов адаптации организма к изменениям внешней среды // Адаптивное саморегулирование функции. – М., 1977. – С. 49–62.
3. Барабаш В.И. Значение раннего выявления невропатических расстройств для профилактики затяжных профессиональных заболеваний // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1980. – №12. – С. 27–29.
4. Белокриницкий В.С. Морфологические изменения нейронов центральной нервной системы при экспериментальном воздействии на организм электромагнитных волн сантиметрового диапазона // Врач. дело. – 1982. – №8. – С. 105–109.
5. Иванов В.Н. Разработка системы медицинской реабилитации летного состава и других категорий специалистов операторского профиля в условиях многопрофильного госпиталя: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. – М., 1998.
6. Иванов В.Н., Голов Ю.С. и др. Организационно-методические принципы медицинской реабилитации военных специалистов // Воен.мед.журн. – 1997. – Т.318, №9. – С. 8–14.
7. Карпухина А.М. Регуляция ПФС человека стимуляцией БАТК как метод повышения эффективности деятельности // Психофизиологическое состояние человека и информативность биологически активных точек кожи. – Киев, 1979. – С. 105.
8. Карпухина А.М. Теоретические аспекты рефлекторной диагностики психофизиологического состояния человека // Современные проблемы рефлексодиагностики и рефлексотерапии. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 15–17.
9. Кандрор И.С. Сезонные колебания электрического сопротивления кожи у полярников // Опыт изучения регуляций физиологических функций в естественных условиях существования организмов. – М., 1961. – Т. 5. – С. 92–105.
10. Капцов В.А. и др. Гигиеническая концепция оценки и управления риском профессионального заболевания // Гиг. и сан. – 1993. – №8. – С. 31–33.
11. Коваленко В.П., Скорняков В.В. Физиологические аспекты повышения тепловой устойчивости человека // Воен.-мед.журн. – 1991. – №11. – С. 39–41.
12. Котов Ю.А. Некоторые актуальные направления научно-исследовательской работы в области медицины катастроф // Медицина катастроф. – 1994. – №1–2. – С. 47–50.
13. Милованова Г.Б. Влияние монотонии на сверхмедленные колебания психо-физиологических характеристика человека-оператора // Тезисы докл. научн. конф. «Человек в авиации и космонавтике: прошлое, настоящее и будущее». – М.: Полет, 1995. – С. 266–268.
14. Неборский А.Т., Неборский С.А. Психоэмоциональное напряжение и электрометрические характеристики акупунктурных кожных зон человека. Тезисы. // Актуальные вопросы специализированной медицинской помощи / Тр. 2 ЦВКГ, 1988. – С. 209–211.
15. Неборский А.Т., Медеяновский А.Н. Количественный анализ системы гомеостаза человека-оператора в реальных условиях производства. Проблемы нейрокибернетики / Матер. 9 Всесоюз. конф. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1989. – С. 174–175.
16. Саватеев Н.В. и др. Перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области неотложной медицинской помощи пораженным сильнодействующими ядовитыми веществами // Воен.-мед. журн. – 1997. – №10. – С. 20–24.

## Адрес автора

Д.м.н. Неборский А.Т.

Филиал №2 ФГУ «3 ЦВКГ им. А.А. Вишневского Минобороны России» (г. Москва)