

УДК 376

КОРРЕКЦИЯ НЕКОТОРЫХ МОЗГОВЫХ И КОГНИТИВНЫХ  
ДИСФУНКЦИЙ ПРИ СИНДРОМЕ СКОТОПИЧЕСКОЙ  
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРАЛЬНЫХ  
ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ОЧКОВЫХ ЛИНЗ

*М.С. Спиридонова* – к.б.н., доцент,

ОУП ВО «Академия труда и социальных отношений» Красноярский филиал;

*Н.А. Лисова* – к.б.н. доцент кафедры специальной психологии и педагогики детства, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»:

*А.М. Даурцева* – клинический психолог, председатель правления, АНО ДПО «Институт когнитивной физиологии и патологии»;

*А.Д. Перминова* – магистр, клинический психолог, ООО Научно-практический центр «Клиника современных когнитивных и реабилитационных технологий

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной проблеме коррекции мозговых дисфункций при синдроме скотопической чувствительности, которая зачастую является причиной дислексии и дисграфии, зрительной агнозии и повышенной светочувствительности. Авторы проанализировали схожие методы коррекции, произвели патентный поиск и провели собственные исследования, которые показали высокую эффективность такого не инвазивного метода, как коррекция синдрома скотопической чувствительности с помощью специальных окрашенных терапевтическими спектральными красителями очковых линз. В статье представлены результаты собственных исследований, которые проводились в течение четырёх лет.

**Ключевые слова:** синдром скотопической чувствительности, дислексия, дисграфия, зрительная агнозия, нейроэнергообмен, зрительная кора,

нейроэнергокартирование, терапевтические спектральные красители, терапевтические спектральные очковые линзы.

Correction of some brain dysfunctions under scotopic sensitivity syndrome by spectral therapeutic glass lenses among children with learning disabilities

*M.S. Spiridonova, N.A. Lisova, A.M. Daurtseva, A.D. Perminova*

**Annotation.** The article is about actual problem of correction brain dysfunction under syndrome scotopic sensitivity, which can cause dyslexia dysgraphia and visual agnosia and high light sensitivity. The authors have made analysis of similar correctional methods and patent searching and then had their own investigations, which show high effectivity of such noninvasive method such as correction of scotopic sensitivity by special coloured by therapeutic spectral dyes glasses lenses. There personal results of investigations, which were made during four years, are presented in this article.

**Key words:** syndrome of scotopic sensitivity, dyslexia, dysgraphia, visual agnosia, neuro-energetically metabolism, visual cortex, neuro-energetically mapping, therapeutic spectral dyes, therapeutic spectral glasses lenses.

#### *Введение*

Нарушения функционирования зрительной коры головного мозга влечет за собой тяжелые последствия, такие как, синдром скотопической чувствительности, дислексия, дисграфия, зрительная агнозия, чувствительность к свету и т.д. [1].

Людей с нарушением функциональной активности коры головного мозга могут беспокоить проблемы с концентрацией внимания, трудности с чтением, фрагментарность (мозаичность) восприятия, нарушения координации, вегетативные симптомы стресса, головная боль и мигрень. Большинство из признаков носят субъективный характер и не поддаются точному измерению, особенно у маленьких детей и лиц с ментальными нарушениями.

#### *История проблемы*

Коррекцию перечисленных проблем проводят с помощью различных методов и устройств, например, с помощью метода индивидуального подбора цветных линз для очков, накладки на текст, а также осветительных приборов с возможностью изменения спектра излучаемого света.

Для коррекции, симптомов дислексии и нарушений чтения известно применение различных оптических систем. Так, известна оптическая система для лечения дислексии, которая состоит из пары линз, одна из которых прозрачна для использования в сочетании с одним глазом пациента, а другая имеет цветную часть, которая должна использоваться совместно с другим глазом пациента. При просмотре пациентом целевой поверхности, обычно белой, через систему линз, изображение, интерпретируемое мозгом пациента, изменяется от исходного цвета, соответствующего цвету цветной линзы, к цвету целевой поверхности, и после этой обработки пациент может читать без визуального нарушения, связанного с дислексией [2].

Используется также частично закрытая контактная линза для лечения расстройства зрения и / или мозга путем точной, полной и выборочной блокировки визуального входа в часть сетчатки и головного мозга с помощью контактных линз или специальных объективов. [3]. Существуют также способы и устройства для диагностики и коррекции нарушений зрительных функций и других патологических состояний, связанных с нарушением мозговой деятельности человека. Также применяется тестирование и коррекция зрительной функции путем размещения над текстом тонированного прозрачного слоя изменяемого оттенка для облегчения симптомов визуальной дислексии и других оптических расстройств [4]. Известен способ диагностики и облегчения симптомов визуально индуцированных физиологических дефектов и патологических состояний (визуальной дислексии, дегенерации желтого пятна и вызванной светом мигрени) с помощью осветительного прибора для создания освещения с определенными задаваемыми характеристиками [5]. К недостаткам всех известных устройств и способов диагностики и коррекции нарушений, связанных с нарушением функционирования и метаболизма коры головного

мозга можно отнести их недостаточную эффективность, обусловленную следующими факторами:

- отсутствуют объективные критерии подбора корректирующих устройств,
- выбор корректирующих устройств во всех случаях основан на результатах и интерпретации пациентами субъективных ощущений комфорта-дискомфорта, а также на наблюдении за поведением пациента, его реакциями;
- сложность и неточность диагностики и/или определения достижения лечебного эффекта или его отсутствия у детей и взрослых с выраженными поведенческими, речевыми и интеллектуальными нарушениями (в связи с необходимостью обратной связи от пациента);
- процесс подбора цветового стимула происходит без учета внешних факторов (освещенности помещения, настроек экрана монитора, состояние пациента и т.д.);
- отсутствует оценка эффекта применения коррекции на нервную систему пациента, в частности, на кору головного мозга.

При этом, известен способ оценки очковых линз посредством вызванной активности зрительной коры головного мозга [6], согласно которому субъекту надевают линзы, которые должны быть оценены. Предъявляют зрительный объект-раздражитель различной конфигурации в различные поля зрения. Регистрируют зрительную вызванную активность и выделяют зрительный вызванный потенциал первичной и вторичной зрительной коры головного мозга. Оценку линзы осуществляют по данным измерения зрительного вызванного поля, амплитуды и латентного периода зрительного вызванного потенциала и его компонентов. Данный способ дает возможность объективно оценивать очковые линзы, подходящие потребителю, посредством измерения активности головного мозга, но при этом способ не предполагает коррекции нарушений нейрометаболизма коры головного мозга и имеет следующие недостатки:

- требует дорогостоящей специфической медицинской аппаратуры (306-канальный магнитоэнцефалограф);

- интерпретация данных требует высококвалифицированной подготовки специалистов;

- интерпретация вызванных потенциалов не дает возможность оценить уровень энергетического обмена в различных областях коры головного мозга. Кроме того, используемый вид вызванных потенциалов не может применяться для оценки функций центральной нервной системы у маленьких детей, больных с патологией глаз, глазных нервов, генетическими синдромами, нарушением сознания и выраженными когнитивными нарушениями.

Наиболее близким к заявляемому способу является способ и устройство для лечения симптомов синдрома Ирлен [7], согласно которому для коррекции нарушений обработки визуальной информации применяют специальные тонированные линзы. Способ включает в себя эмпирический подбор очковых линз определенного цвета и оптической плотности с заданным свойством поглощения 60% и более света с длиной волны в диапазоне 425-575 нм. Точный оттенок и его плотность, необходимые для облегчения симптомов, индивидуально подбирают для каждого пациента. Ношение очков с подобранными линзами позволяет добиться снятия перцептивных нарушений и, в частности, симптомов дислексии и других связанных с ней нарушений обучения. Недостатками данного способа является высокая степень субъективности подбора оптимального сочетания цветных очковых линз, отсутствие четких критериев оценки нейрофизиологического эффекта линз на метаболизм головного мозга в целом и зрительной коры в частности, невозможность использования способа для детей и взрослых с выраженными поведенческими, речевыми и/или интеллектуальными нарушениями, которые часто сопровождают мозговые нарушения.

**Целью** нашего исследования было оценить эффективность коррекции синдрома скотопической чувствительности с помощью разработанного диагностического набора терапевтических спектральных линз.

Задачи исследования:

1. Исследовать литературу и осуществить патентный поиск по проблеме.

2. Выявить особенности нейроэнергообмена при синдроме скотопической чувствительности (ССЧ).
3. Осуществить подбор терапевтических диагностических линз каждому участнику исследовательской выборки.
4. Произвести контроль эффективности коррекции нейроэнергообмена подобранными линзами в динамике через шесть месяцев постоянной носки терапевтических спектральных линз.

*Содержание исследования*

В исследовательскую выборку вошло 26 детей (10 девочек и 16 мальчиков) в возрасте от семи до одиннадцати лет, с диагностированным неврологом синдромом скотопической чувствительности. Подбор линз осуществляли путем надевания на обследуемого оправы с поочередно закрепленными на ней парами тестовых линз с непрерывной регистрацией методом нейроэнергокартирования (НЭК) уровня постоянного потенциала головного мозга (УПП) в лобной, центральной, затылочной, правой и левой височной областях для каждой исследуемой пары линз в течение времени до достижения стабильных значений постоянных потенциалов с дрейфом не более  $\pm 2$  мВ за 10 минут, с фиксацией результатов уровня УПП на последней минуте измерений, и отдыхом после проверки каждой пары линз, результаты регистрации УПП, полученные для каждой области головного мозга до подбора линз и после ношения оправы с каждой парой линз, сравнивают с эталонными для данного возраста и пола и определяют для каждой пары линз средний для всех регистрируемых областей уровень постоянного потенциала, с расчетом процента изменения среднего уровня постоянного потенциала, согласно формуле:

$$K = (X_{\text{ср образец}} - X_{\text{ср фон}} / X_{\text{ср образец}}) * 100 \%,$$

Где K – процент изменения среднего уровня постоянного потенциала после ношения тестового образца линз;

$X_{\text{ср фон}}$  – средний уровень постоянного потенциала (среднее арифметическое фоновых значений УПП по всем 5 точкам регистрации, полученным до ношения образца линз);

Хср образец – средний уровень постоянного потенциала (среднее арифметическое значений УПП по всем 5 точкам регистрации, полученным после ношения образца линз).

При сдвигах среднего уровня постоянных потенциалов, как минимум, в одной зоне регистрации, и процента изменения среднего значения на 30 % и более в сторону приближения к эталонным значениям и установлении УПП в одной и более области регистрации в пределах от 7 до 15 мВ, линзы считают окончательно подобранными и рекомендуют для ношения во время бодрствования пациента, с последующим проведением контрольных измерений УПП через неделю и полгода после ношения линз и проведения необходимой дополнительной коррекции.

В способе цветокоррекции нарушений нейрометаболизма коры головного мозга к постоянному ношению могут быть рекомендованы линзы, подбор которых проводят путем концентрации взгляда пациента на визуальных стимулах, представляющих собой тестовые предметы (стимул) с неоновыми яркими окрасками, при этом стимул перемещают перед глазами, давая глазодвигательную нагрузку, зашумленное изображение с высоким контрастом и большим количеством мелких деталей (полос, узоров) или текст, напечатанный на листе белой бумаги мелким черным шрифтом, при этом, используют визуальные стимулы, вызывающие изменения среднего УПП более чем на  $\pm 8$  мВ от эталонного значения.

Измерение уровня постоянных потенциалов (УПП) отражает состояние кислотно-основного состояния на границе гематоэнцефалического барьера и позволяет оценить состояние утилизации (метаболизма) глюкозы мозгом и состояние его энергетической активности. Получаемые в процессе реализации способа значения УПП для каждой области головного мозга и среднее значение указывают на изменение метаболизма в коре головного мозга до и после ношения подбираемых линз и показывают степень отклонения значений УПП в измеряемых областях от значений, принятых в качестве эталонных.

Регистрацию УПП проводят с помощью НЭК-12 «Амеа» монополярно с использованием активных хлорсеребряных чашечковых электродов для ЭЭГ и референтного электрода сравнения. Перед началом регистрации производят их предварительное тестирование в гипертоническом (30 %) растворе NaCl, с целью измерения разности потенциалов и сопротивления между электродами при отсутствии объекта исследования. Разность потенциалов между электродами должны быть менее 20 мВ, а межэлектродного сопротивления от 15 до 20 кОм. Перед установкой электродов их поверхность и кожу в месте расположения электродов обезжиривают 70%-м спиртовым раствором. В местах наложения электродов на кожу располагают ватные тампоны, смоченные гипертоническим (30 %) раствором NaCl. Референтный электрод располагают на запястье ведущей руки, активные электроды – вдоль сагиттальной линии по международной системе «10-20» в следующих отведениях: Fz – лобное, Cz – центральное, Oz – затылочное, Td – правое височное и Ts – левое височное. Во время записи постоянно осуществляют контроль параметров кожного сопротивления в точках наложения электродов, значения которого не должны превышать 30 кОм. Регистрацию проводят в положении пациента сидя с открытыми глазами непрерывно в течение времени для достижения стабильных во значений УПП с выходом постоянных потенциалов на «плато», как правило, в течение 10 мин, при этом дрейф электродного потенциала не должен превышать 1-2 мВ за это время. Учитывают значения, полученные в конце последней минуты регистрации.

Далее проводят анализ и сравнение полученных значений УПП по всем отведениям с эталонными значениями, рассчитываемыми статистически программным обеспечением прибора для возраста и пола данного пациента. Определяют степень соответствия или несоответствия нормальным значениям УПП в каждой зоне регистрации путем сравнения полученных величин со значениями интервалов УПП, отражающих уровень метаболизма и функционирования коры головного мозга, приведены в Таблице 1.



**Диапазоны уровня постоянных потенциалов головного мозга и их интерпретация**

Диапазоны УПП, мВ	Оценка нейрометаболизма
от -70 до -40 мВ	Выраженное нарушение с понижением обменных процессов в коре головного мозга. Алкалоз тканей (защелачивание). Низкая активность головного мозга. Адаптационные возможности резко снижены.
От -39 до 6 мВ	Умеренное нарушение со снижением метаболических процессов в коре головного мозга. Невыраженный алкалоз тканей мозга (защелачивание). Активность головного мозга умеренно снижена.
От 7 до 15 мВ	Норма. Оптимальное функционирование коры головного мозга.
От 16 до 39 мВ	Умеренное нарушение с повышением метаболизма в коре головного мозга с усилением анаэробного гликолиза и выделением лактата. Невыраженный ацидоз (закисление тканей мозга). Высокая функциональную активность головного мозга. Напряжение механизмов адаптации.
От 40 до 70 мВ и выше	Выраженное нарушение обменных процессов в коре головного мозга с усилением анаэробного гликолиза и выделением лактата. Ацидоз (закисление), сопровождающееся окислительным стрессом тканей мозга.  Адаптационные возможности резко снижены.

Затем рассчитывают средний уровень постоянного потенциала  $X_{ср}$  путем суммирования значений постоянного потенциала всех регистрируемых точек и деления на их количество точек (в данном случае на 5).

Далее осуществляют индивидуальный подбор окрашенных линз, минимизирующих имеющиеся нарушения. В помещении, в котором проводят подбор линз цвет стен и пола должны быть окрашены в преимущественно нейтральные цвета: светло-серый, бежевый или серо-голубой цвет без рисунка. В помещении не должно быть ничего, что могло бы отвлечь внимание пробанда, необходимо также исключить посторонние звуки и запахи. Освещение должно быть регулируемым: лампы с диммером, окна с жалюзи или плотными шторами.

Подбор линз проводят следующим образом: пациент (сидя в удобной позе, движения минимальны, глаза открыты) оснащен пустой очковой оправой, на которой перед его глазами поочередно закрепляются тестируемые линзы. Используют линзы, обладающие пиками поглощения на различных длинах волн в видимой части спектра (от 400 до 700 нм) и степенью поглощения 30%. Начинают подбор следующим образом на обследуемого надевают очковую оправу с закрепленными на ней первой парой тестируемых линз и регистрируют УПП в течение времени, при котором достигаются стабильные значения постоянных потенциалов, обычно, в течение 7-10 минут. Значения УПП на последней минуте фиксируют. Пациенту дают отдохнуть без оправы с закрытыми глазами при приглушенном свете в течение 5 минут. После периода отдыха повторяют регистрацию по той же схеме с каждым имеющимся образцом линз, начиная с самых светлых линз с минимальным процентом поглощения света.

Для каждого образца вычисляют процент изменения среднего уровня постоянного потенциала (К) после ношения линз по сравнению с фоновыми значениями по формуле:

$$K = (X_{\text{ср образец}} - X_{\text{ср фон}} / X_{\text{ср образец}}) * 100 \%$$

Где К – процент изменения среднего уровня постоянного потенциала после ношения тестового образца линз;

$X_{\text{ср фон}}$  – средний уровень постоянного потенциала (среднее арифметическое фоновых значений УПП по всем 5 точкам регистрации, полученным до ношения образца линз);

Хср образец – средний уровень постоянного потенциала (среднее арифметическое значений УПП по всем 5 точкам регистрации, полученным после ношения образца линз).

При сравнении проверенных пар линз наиболее подходящими пробанду будут те линзы, в результате пробного ношения которых произошло максимальное изменение среднего уровня постоянного потенциала в сторону эталонных значений – при сдвигах среднего уровня постоянных потенциалов, как минимум, в одной зоне регистрации, и процента изменения среднего значения на 30 % и более в сторону приближения к эталонным значениям и установлении УПП в одной и более области регистрации в пределах от 7 до 15 мВ линзы считают оптимально подобранными и рекомендуют для цветокоррекции нарушений нейрометаболизма коры головного мозга. При отсутствии значимых изменений или ухудшении показателей (отклонении от нормальных значений в большую или меньшую сторону) – линзы не подходят данному пациенту.

Спустя неделю непрерывного ношения обследуемым ребёнком очков с линзами, проводят повторное обследование с регистрацией УПП и вычислением К. При его значении 30 % и более и нахождении уровня постоянного потенциала в пределах от 7 до 15 мВ для одной и более областей регистрации коррекцию считают эффективной. Пробанду рекомендуют продолжать носить очки постоянно в течение всего времени бодрствования. Для отслеживания динамики повторяют процедуру регистрации УПП спустя месяц и полгода непрерывного ношения очков.

Отбор испытуемых проводился на основании жалоб (светочувствительность, трудности при чтении, письме, головные боли) и официального диагноза (аутизм, синдром дефицита внимания с гиперактивностью, дислексия, задержка психоречевого развития). Была проведена оценка нейрометаболизма коры головного мозга в лобной, центральной, затылочной, правой и левой височных зонах.

*Результаты исследования*

Проведен индивидуальный подбор цветных линз и оценка нейрометаболизма коры головного мозга после ношения выбранных линз (таблица 2).

Таблица 2

Усредненные значения уровня постоянных потенциалов (по выборке)

Канал регистрации	УПП (мВ)					Значимость различий (в сравнении с фоном)
	Фоновые значения	После ношения прозрачных линз без диоптрий	После ношения случайной комбинации линз	После ношения специально подобранных линз	Эталон	
	1	2	3	4	5	
Fz	25,8	25,5	29,2*	10,4*	8,3	p<0,05
Cz	25,3	25,6	33,1*	15,9*	15,1	p<0,05
Oz	35,7	36,1	40,5*	15,6*	11,7	p<0,05
Td	23,4	23,2	25,3	12,0*	11,8	p<0,05
Ts	18,7	17,9	20,0	15,6	10,6	p>0,05
Xcp	25,8	25,6	29,6*	14,1*	11,5	p<0,05

На первом этапе для всех пациентов проводилось измерение фоновых значений УПП при спокойном бодрствовании (1), затем в линзах без тонировки с нулевой оптической силой (2), в линзах неоптимального цвета, отмеченного как неподходящий на этапе тестирования (3) и в линзах оптимального цвета и плотности (4). В случае ношения линз без покрытий не отмечено выраженных сдвигов УПП, наблюдалось незначительное снижение активности, обусловленное адаптацией к условиям эксперимента. В неоптимальной комбинации цвета отмечено усиление нейрометаболизма в среднем на 4-5 мВ, что говорит о нарастании напряжения адаптационных механизмов и включении резервных путей утилизации глюкозы с выделением лактата и закислением головного мозга. После ношения оптимальной цветовой комбинации отмечено

снижение уровня постоянных потенциалов в сторону нормативных значений с нейтральным кислотно-основным балансом (нормализация обмена веществ). При этом, новые значения постоянных потенциалов были стабильны и сохранялись в течение всего времени регистрации (от 10 минут до 1 часа).

Ниже приведены результаты осуществления способа цветокоррекции у пациентов с выраженными нарушениями нейрометаболизма коры головного мозга через полгода ношения терапевтических спектральных линз.



Рис. 1. Результаты коррекции ССЧ через 6 месяцев ношения терапевтических спектральных линз.

Зелёная кривая на рисунке – эталон, красная – усреднённые результаты по выборке до цветокоррекции, чёрная – после цветокоррекции. Из рисунка видно, что цветокоррекция достоверно снижала нейроэнергообмен коры головного мозга до уровня возрастной нормы, что подтверждает её эффективность.

*Выводы:*

1. Выявлены особенности нейроэнергообмена коры головного мозга у лиц, с симптомами скотопической чувствительности.
2. Лица с синдромом скотопической чувствительности имеют повышенный нейроэнергообмен в затылочных долях и частично в других областях коры головного мозга.

3. Во время воздействия сенсорной нагрузки нейрометаболизм возрастает по всем областям коры головного мозга.
4. Ношение терапевтических спектральных очковых линз приводит к достоверной нормализации нейроэнергообмена коры головного мозга у всех обследованных пробандов.

Список литературы

1. Barbolini, G., Caffo, E., Robinson, G.L., & Wright, A. (1998). Light sensitivity and some pervasive developmental disorders: autistic disorder, Asperger's disorder. Modena International Conference on Autism and Pervasive Developmental Disorders. Univer. Of Modena, Italy, 26-27 March.
2. Патент GB2266786; G02C5/00, G02C7/10, G02C7/10; 10.11.1993
3. Патент US6062687A; G02C7/027, G02C7/04, G02C7/048, G02C7/16, G02C2202/10; 16.05.2000).
4. Патент US 6729729 B1; A61B3/06, A61F9/00, A61B3/02; 04.05.2004.
5. Патент US 20030223036 A1; A61B3/06; A61N5/06; A61B3/10; 04.12.2003 г.
6. Патент RU 2615123 C2; A61B 3/10, A61B 5/0476, G02C7/02; 27.07.2016 г.
7. Патент US 4961640A; A61B3/06, G02C5/00, G02C7/10, A61B3/00, G02C7/10;09.10.1990.