

РЕЦЕНЗИЯ

на

дисертационния труд на гл. асистент Калина Иванова Рачева
на тема: “Времеви и пространствени характеристики на зрението при избирателна
стимулация на късовълновите фоторецептори у човека” за присъждане на научно-
образователната степен “доктор”

от доц. Димитър Лазаров Митов, д.б.

Представеният дисертационен труд се състои от 126 стр. и съдържа следните раздели: въведение – 2 стр., литературен обзор - 37 стр., цел и задачи – 3 стр., методика, в която е описана експерименталната апаратура – 8 стр., експериментални изследвания – 48 стр., разделени на 4 части, всяка с подробно описание на експерименталната процедура, получените резултати и тяхната интерпретация, заключение – 6 стр., основни изводи – 1 стр., приноси – 1 стр., списък с цитираната литература, включващ 153 заглавия – 16 стр., и приложения – 4 стр. Текстът е онагледен с 27 фигури.

Темата на дисертацията е посветена на актуален за физиологията и психофизиката на зрението проблем, свързан с времевите и пространствените характеристики на човешкото зрение, иницирано от късовълновите фоторецептори. Както е известно, информацията за яркост и хроматичен състав на светлината във фотопични условия се кодира първоначално от три вида фоторецептори – L- M- и S-колбички, като след първия ретинален синапс (този между фоторецепторите и биполярните клетки) сигналите за нарастване или намаляване на осветеността върху L- M-колбичките се предават по отделни функционални пътища – ON и OFF канали. На нивото на ганглийните ретинални клетки се формират рецептивни полета с цветоопонентен характер, като за ганглийните клетки свързани с L- и M-фоторецепторите тези механизми са еднополюсни. Съвсем не толкова изяснен обаче е въпросът за кодирането на сигналите свързани с късовълновите фоторецептори (S-колбичките). От една страна, познати са два типа S-ON ретинални ганглийни клетки – малките и съответно големите двуслойни ганглийни клетки, докато съществуването на S-OFF ганглийни клетки е предмет на дискусия.

Противоречиви изглеждат и резултатите от електрофизиологичните изследвания на повисшите нива на зрителната система. Показано, че на подкорово ниво (LGN) S-OFF клетки се срещат много по-рядко от S-ON клетки, докато на корово ниво двата типа клетки са представени приблизително еднакво. Психофизичните изследвания също не дават еднозначен отговор на въпроса дали съществуват два еднополюсни ON и OFF механизма свързани с S-фоторецепторите или има само един двуполусен S-механизъм.

Ето защо целта на настоящата дисертация е била с помощта на психофизични методи да се търсят нови доказателства за съществуването на отделни S-ON и S-OFF пътища и да се провери за евентуална корелация на получените резултати с известните от литературата морфологични данни.

Литературният обзор на дисертацията е доста обширен (37 страници) и обхваща голямо количество психофизични, електрофизиологични и морфологични данни, отнасящи се до организацията на пътищата, водещи своето начало от S-колбичките. Разгледани са и различните методи за избирателна стимулация на пътищата свързани с S-колбичките. В тази връзка считам че един по-обстоятелствен сравнителен анализ на двата известни метода – двуцветния метод на Stiles и методът на изолуминантните стимули би превърнал дисертацията в полезно помагало за начинаещи изследователи. Също така, методическите трудности свързани с прилагането на метода на изолуминантните стимули, особено при различни ретинални ексцентрицитети и различни изследвани лица, би следвало да бъдат обсъдени малко по-подробно, а не само в едно изречение.

Експериментални резултати. Експерименталните изследвания са разделени в четири различни задачи, всяка от които със собствена обосновка, методика, фактически материал и обсъждане. Намирам подобно структуриране на тази част от дисертацията за удачно, доколкото методическите различия между тези задачи е съществено, а и в повечето случаи всяка следваща задача произлиза от предшестващата.

Първата задача поставена в дисертацията е била да се изследва пространствената сума за стимули-светлинни инкременти и декременти, селективни за S-колбичките, в зависимост от ретиналния ексцентрицитет. Резултатите от изследванията показват, че пространствена сума за декрементните стимули съвпада с тази за инкрементните в централната ретина (до около 5^0 - 10^0 ретинален ексцентрицитет), но с отдалечаване от фовеата тя се увеличава до по-големи стойности. Вижда се, че с нарастване на ексцентрицитета се увеличава броят на S колбичките вестващи се в зоната на пълна пространствена сума (зоната на Рико). Този брой нараства от около 10 колбички при 5^0 ексцентрицитет до около 45 колбички при 20^0 ексцентрицитет за инкрементни стимули. При декрементни стимули обаче, броят на колбичките вестващи се в зоната на Рико нараства значително повече - до около 90 колбички. Зоната на Рико за инкрементни стимули се оказва близка до реципрочната стойност на плътността на МДГК, докато зоната на Рико за декрементни стимули нараства до по-големи стойности. По такъв начин зоната на Рико за инкрементни стимули би могла да се опише с реципрочната стойност на плътността на МДГК.

Разликите в пространствената сума за инкрементни и декрементни стимули позволяват да се предположи, че различни нервни механизми преработват информацията за двата - ON и OFF типа стимули. Тук бих искал да отбележа стойността на този резултат, тъй като пет години след неговото публикуване през 2003 г. бяха публикувани резултатите от изследванията на Tailby et al (2008) които изследват рецептивните полета на S-релейни неврони в LGN и показват по неврофизиологичен път че S-OFF невроните имат по-големи рецептивни полета отколкото S-ON невроните. Освен това, тези резултати и изводите от тях са намерили място и в учебник (Stockman, A., Brainard, D.H. (2010). Color Vision Mechanisms. In Handbook of optics, Vol. III. Vision and Vision Optics By Michael Bass, Casimer DeCusatis, Jay M. Enoch, Vasudevan Lakshminarayanan, Guifang Li, Carolyn MacDonald, Eric Van Stryland, pp. 11.1-11.104).

Втората задача на настоящата дисертация е била свързана с въпроса доколко използваните дотук краткотрайни (100 мсек) инкрементни и декрементни стимули с правоъгълна във времето форма са въздействали наистина избирателно на ON- или на OFF-пътищата, респективно. Подобен въпрос е закономерен тъй като в подобни стимули, независимо от техния тип- инкрементни или декрементни се съдържа както ON, така и OFF стимулация.

За да се отговори на този въпрос са били измервани праговете за откриване на стимули с трионовидна във времето форма, като по този начин единият от фронтите на стимулите е бил както в първия експеримент, рязък във времето, но другият фронт – с плавно изменящ се във времето интензитет.

Получените резултати показват, че при представяне на стимули с плавен преден фронт, прагът на откриване е по-висок, отколкото когато се представят стимули с плавен заден фронт, независимо от техния тип – инкрементни или декрементни. По такъв начин се демонстрира, че при кратки импулсни стимули зрителната система е по-чувствителна към включването отколкото към изключването на стимулите, независимо от поляриността на стимула, инкрементен или декрементен. Установената разлика в чувствителността на зрителната система към включването и изключването на стимулите обаче е твърде малка - от порядъка на около 0.1 лог. ед. Всичко това поставя редица въпроси: 1) Не е ли плавно изменящият фронт на тези стимули с трионовидна във времето форма и продължителност само 100

мсек не чак толкова „плавен“, особено ако се има предвид ниската времева резолюция на S-пътя в зрителната система? 2) Няма ли все пак и двата – ON- и OFF- пътя, макар и в различна степен, роля при откриването както на инкрементните, така и на декрементните стимули? 3) Не би ли било по-добре, с цел по-избирателна стимулация на ON- и OFF- пътищата, да се използват по-продължителни стимули с трионовидна във времето форма, чийто плавен фронт да бъде наистина плавен за бавния и инертен S-път?

Вероятно осъзнавайки тези препятствия за по-убедително и еднозначно интерпретиране на получените до тук резултати, в дисертацията се търсят и други подходи за по-избирателна стимулация на ON- и OFF- пътищата, както и за оценка на евентуалните разлики в свойствата на тези пътища.

Третата задача на дисертацията е била да се изследва чувствителността на зрителната система към включването и изключването на светлинни инкременти и декременти посредством метода на времето на реакция. За да стане възможно да се регистрират времена на реакция инициирани както от включването, така и от изключването на стимулите, са били използвани стимули с около прагов интензитет, подход използван по-рано от Tolhurst (1975) при други стимули и задачи. Били са използвани както селективни за S-колбичките стимули (сини стимули върху жълт фон), така и неселективни за S-колбичките стимули (сини стимули върху син фон или червени стимули върху червен фон). Получените резултати показват, че разпределенията на времето на реакция за вариантите червени стимули върху червен фон и сини стимули върху син фон са бимодални, с отстояние между двата пика кореспондиращо на продължителността на стимула. Това подсказва, че отговорите най-вероятно са предизвикани както от появата, така и от изчезването на стимула. Когато обаче се използват сини стимули върху жълт фон, т.е. селективни за S-колбичките стимули, разпределенията на времето на реакция става едномодално с пик съответстващ само на включването на стимулите. Това е било наблюдавано при по-кратки (500 мсек) тестови стимули. При по-продължителни стимули обаче (1000 мсек), се появява и втори пик в разпределението на времето на реакция, съответстващ на изключването на стимулите, като този пик нараства при още по-продължителни стимули (2000 мсек). По такъв начин са налице доказателства за наличието и на OFF-отговор на системата свързана с S-колбичките, като едновременно с това е показано, че тази система е по-бавна. Най-вероятно става дума за по-бавна адаптация на късовълновата система към новия цвят, получен от добавянето на тестовия стимул към фона. За да бъде проверено това предположение е била поставена и следващата задача на настоящата дисертация.

Четвъртата задача на дисертацията е била да се изследва ефектът на продължителността на стимула върху праговия интензитет. Били са използвани селективни за S колбичките инкрементни и декрементни стимули с малък размер и локализирани на 20° в периферията. Показано е било, че с нарастване на продължителността на стимулите, разликата между инкрементните и декрементните прагови интензитети намалява. Този факт води до две различни и взаимно неизключващи се интерпретации: 1) нарастване на локалната адаптация към стимула с нарастване на неговата продължителност и от тук до увеличаване на чувствителността към изключването му и 2) увеличаване на ролята на очните движения и генерирането на непрекъсната ON- и OFF-стимулация. Всичко това показва сложността да се постигне напълно селективна ON- и OFF-стимулация, както и че използваните стимули с продължителност 100 мсек са били достатъчно кратки за да инициират преимуществено ON или OFF отговори, респективно.

Дискусия. Получените резултати са сериозни доводи за наличието както на S-ON, така и на S-OFF път в зрителната система на човек. Това позволява да се направи и главното заключение, че синьо-жълтият канал, постулиран в теорията на Hering за цветното зрение

не се осъществява от един двуполюсен механизъм, а от два еднополюсни ON и OFF механизма.

Дисертацията е написана на добър и ясен език, като на отделни места допълнително езиково прецизиране би било от полза. Би било по-добре според мен задачаи 1 и 2 да си разменят местата, тъй като проверката дали предния фронт на стимулите е определящ за тяхното откриване (Задача 2) е от първостепенно значение за планирането и интерпретацията на данните от Задача 1. Също така, използването на метода на селективна маскировка на включването и изключването (Ledge, 1978) на инкрементните и декрементните стимули по мое мнение би дал още по-убедителни данни за наличието на два еднополюсни ON и OFF механизма в зрителната система на човека свързани с късовълновите фоторецептори. Но това би могло да бъде пожелание за бъдещи изследвания.

Калина Рачева има 4 публикации във връзка с дисертацията, две от които в авторитетното международно списание Vision Research, едно в Comptes Rendus de l'Academie bulgare des Sciences и едно в сборник с материали от международна конференция, публикуван в Интернет. Докторантката има и 7 участия в научни прояви, 4 от които международни. Две от публикациите свързани с дисертационния труд са цитирани общо 13 пъти.

В заключение, с пълна убеденост препоръчвам на почитаемото научно жури да присъди на Калина Иванова Рачева научно-образователната степен “доктор”.

София, 14.04.2011 г.

Рецензент:



/доц. Димитър Митов, д.б./