

СПОРТ ОБЩЕСТВО ОБРАЗОВАНИЕ, том 3, Втора част, Сборник с доклади от Годишната научна конференция на НСА от 22-23 май 1997, НСА ПРЕС-2000, стр. 201-209

Взаимовръзка между плътността на фоторецепторите в различни области на ретината и елементарното зрително-двигателно реакционно време при скотопични условия

д^р Л. Стефанов

Катедра по физиология и биохимия

Възприемането на зрителна информация при различни дейности на човека е свързано не само с централното, но и с различни области на периферното зрително поле. При много от тях се изисква бързо вземане на решение и отговор. Лабораторен модел на тези ситуации от ежедневието е бързината на елементарната двигателна реакция при светлинно стимулиране на различни области от зрителното поле. В литературата е известно, като елементарно зрително-двигателно реакционно време.

Според нас факторите, които влияят върху реакционното време (РВ) са най-разнообразни и могат да се обособят в три групи: 1. характеристики на стимула; 2. условия при които се предявява стимула; 3. анатомо-физиологични особености на изследваното лице и моментното му общо състояние. Тук спадат фактори свързани с вниманието, обучаемостта, тонаса на симпатиковия дял на вегетативната нервна система, фазата на сърдечния цикъл и др. Един от факторите от първата група е локализацията на стимула в зрителното поле. Той е изследван от Hill и von Kries (1879), Poffenberger (1912), Kobrick (1965) (по J.M.Brebner 1971), M.Lichtenstein and C.T.White (1961), Bandzejova (1965), P.A.Величкова и А.Г.Василев (1975). Техните изследвания показват, че РВ се увеличава, когато разстоянието между стимулите представяни в зрителното поле и централната фиксационната точка нараства, като това е най-значително между 50° и 70°. Всички автори са използвали фотопични условия (дневно зрение) на стимулация, при които зрението се определя преди всичко от активността на конусчетата. Хистологичните данни (Хартридж Г., 1952) сочат, че плътността им във фовеята е най-висока, като до около 10° намалява значително, след което остава постоянна и в края на ретината пак се увеличава. Ако РВ зависи силно от плътността на фоторецепторите, при фотопични условия то трябва силно да се увеличи в областите до около 10° от фовеята, след което да остане почти постоянно до края на зрителното поле, където отново да нарастне. Такава тенденция в данните получени от горе споменатите автори не се наблюдава. Ясно е че паралел между бързината на РВ и плътността на фоторецепторите при

фотопични условия не може да се направи. Наличието или липса на влияние на фоторецепторната плътност върху РВ само на базата на експерименти при фотопични условия не може да се потвърди.

Цел на нашата работа беше да изследваме значението на стимулната локализация в ретината за елементарното зрително-двигателно РВ при скотопични условия във връзка с плътността на фоторецепторите. Резултатите от това изследване ще послужат за създаване на методика приложима в спортната практика, която да тества, както състоянието на зрителната сетивна система, така и някои характеристики на Ц.Н.С.

Хипотезата, която подложихме на проверка е, че плътността на фоторецепторите при скотопични условия оказва въздействие върху елементарното РВ. Основания за проверка на тази хипотеза има в анализа на резултатите получени от споменатите автори при фотопични условия и техното съпоставяне. При това съпоставяне се вижда, че няма линейна правопрпорционална зависимост между РВ и плътността на конусчетата. При скотопични условия светлината се открива от пръчиците, които липсват във фовеята, а до около 10° от нея достигат максимален брой за мм^2 . След 20° те отново намаляват по посока към периферията на зрителното поле. Следователно ако РВ зависи силно от плътността на рецепторите в ретината, тоест има линейна правопрпорционална зависимост между тях, то при скотопични условия за 10° и 20° бързината на реакция трябва да е по-къса в сравнение с парафовеята (5°) и периферията на зрителното поле.

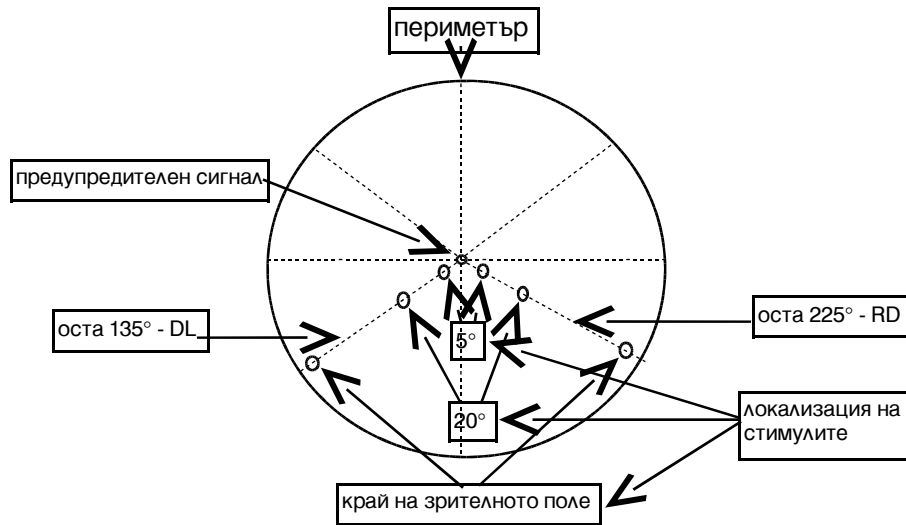
МЕТОД

Изследваните лица бяха 5 мъже от 23 до 36 годишна възраст, прекъснали преди повече от 2 години активна състезателна дейност. Всички изследвани лица съобщават, че си служат по-добре с дясната ръка. Зрителния статус за всички по отношение на острота на зрението и цветоусещане беше нормален. Изследванията се извършваха по едно и също време на деня през интервал от 4 дена, като това се съобразяваше с предшестващи физически и психически натоварвания. В някои от случаите поради споменатите причини експериментът се отлагаше. Никой от тях не употребява често кафе и тонизиращи напитки, което се спазва и в деня на експеримента.

Апаратура. Използвахме компютризиран светодиоден периметър разработен и построен от автора. Фиксацията на главата става посредством подбрадник, а изследваното око се центрира в средата на полусферата чрез специален мерник. Регулира се и височината на самия периметър спрямо височината на изследвания.

Процедура. Експериментът се провеждаше в тъмна, звукоизолирана кабина след 30 мин. адаптация към тъмнина. Лявото око се закриваше, а се изследваше дясното. На всеки от изследваните бяха проведени по 4 сеанса в 4 различни дни по едно и също време на денонощието. Всеки сеанс съдържаеше около 150 до 210 измервания за всяка стимулна локализация. Общо на всеки един от изследваните бяха направени по около 640 измервания, като всяка стимулна локализация се тестваше по 16 пъти. Експериментираниите периметрични оси бяха

четири с ъгъл между тях от 45° , както е показано на фиг.1. От всички експериментирани тестови локализации ние избрахме тези по оста - 225° (дясното зрително поле RD) и оста - 135° (лявото зрително поле DL). Причината поради която избрахме само тези две оси е свързана с размаха на стойностите на РВ и тук няма да я обсъждаме.



фиг. 1 Схемa на местата за стимулация на зрителното поле и мястото на предупредителния сигнал. С пунктирна линия са нарисувани всички оси, по които е изследвано РВ, а само посочените във фигурата с кръгчета се обсъждат в настоящата работа.

Преди началото на първия сеанс на всеки от изследваните му бяха определени границите на зрителното поле и в съответствие с това се настройваше софтуера на компютъра. Задачата на изследваното лице бе при поява на светлинен сигнал някъде в зрителното поле максимално бързо да натисне бутон държан в дясната му ръка. Всяка поява на сигнала изискващ отговор се предшества от предупредителен сигнал, светване на червен светодиод във фовеята. Схемa на стимулните локализации в зрителното поле е представена на фиг.1. Времето между предупредителния и императивния сигнал варираше случайно от 1 до 5 сек . Местата за стимулация на зрителното поле също се представяха по случаен принцип. Следене на централната фиксация не беше необходимо поради скотопичните условия и естеството на предупредителния сигнал. Времето от отговора на субекта до появата на следващия

предупредителен сигнал варираше също случайно между 1 и 7 sec. Времетраене на всеки сеанс беше около 30 - 40 мин. без да се взема под внимание времето за тъмнинна адаптация.

РЕЗУЛТАТИ

Чрез използване на критерият на Уилкоксън се установиха следните взаимоотношения между стойностите за елементарното РВ и локализацията на стимулите в зрителното поле:

1 - При всички изследвани лица РВ между областите при 5° и 20° за двете оси не показват статистически достоверна разлика.

2 - При сравняване на локализацията за 5° и периметричния край на оста се получи статистически достоверна разлика между РВ-на с уровень на значимост 0.05. От таблица-1. се вижда, че статистическата достоверност за разликите между РВ в дясното зрително поле е по-висока, докато в лявото зрително поле в два от случаите (КО) и (LS) тя липсва.

- РВ-на от дясното зрително поле в областта за 20° сравнени с тези за края на зрителното поле показват по-голяма достоверност спрямо сравняването на 5° и края на зрителното поле. Сравняването на същите локализации за лявото зрително поле за два от случаите (КО) и (LS) не достига необходимия уровень на значимост.

Като цяло данните от дясната ос имат по-голяма статистическа значимост от тези за лявата.

Графичното представяне на медианите от фиг.2 показва ясно удължаване на РВ в периферията. В три от случаите в дясното зрително поле (NM), (LS) и (DS) РВ за 20° е най-късо, а в два случая (КО) и (КК) то е по-късо за 5° . В лявото зрително поле също за три от случаите (КО), (КК) и (LS) РВ за 20° е най-късо, а в случаите (NM) и (DS) то е най-късо за 5° от фовеята.

ДИСКУСИЯ

Получените резултати показват, че при скотопични условия стимулната локализация оказва влияние върху елементарното РВ. Както и при фотопични условия РВ в периферията на зрителното поле е по-голямо в сравнение с 5° от центъра на фовеята.

Полученото и от нас увеличаване на РВ в периферията на зрителното поле при скотопични условия и сравняването му с хистологичния строеж на ретината потвърждават хипотезата, че плътността на фоторецепторите оказва влияние върху елементарното РВ. Данните за РВ-на за 5° и 20° от фовеята при скотопични условия получени от нас и данните получени от други автори при фотопични условия показват, че плътността на фоторецепторите не е основен фактор, и нейното влияние не е еднакво в различните области на ретината. Ето защо трябва да се търсят и други причини оказващи влияние върху РВ от страна на ретината. Те могат да са най-малко две:

1. Намалване чувствителността на рецепторите към периферията на зрителното поле. При скотопичните условия, които моделирахме се стимулират само

пръчиците. Според Tyler.C.W., (1985) външният сегмент на изолирана пръчица има волтажна характеристика за фотопреобразуването пропорционална на дължината на стимулирания външен сегмент, а размерите на фоторецепторите варират съществено с промяна на ексцентричността.

2. Увеличаване размерите на рецептивните полета към периферията и намаляване плътността на ганглийните клетки. От това следва, че при еднакъв по големина стимул, съотношението между него и големината на рецептивното поле в различните зони на ретината ще е различно. При това условие в по-централните зони на ретината ще има по-голяма сума на дразненията в ганглийните клетки в следствие стимулацията на рецепторите, от колкото в периферните зони. С други думи ако стимулът попада в по-централни зони на ретината, той ще се проектира върху няколко рецептивни полета, а в периферията ще стимулира една малка част от едно единствено рецептивно поле.

От изложените факти се налага извода, че РВ при скотопични условия зависи от плътността на фоторецепторите. РВ зависи най-вероятно също и от размера на рецептивното поле и чувствителността на отделния рецептор в отделното рецептивно поле. Тези ретинални фактори предстои да бъдат проучени в наши бъдещи изследвания.

REFERENCES

Brebner J.M.T. and Welford A.T. „Reaction Time“ „ Pergamon Press“- 1971

Lichtenstein M. and White C.T., Relative Visual Latency as a Function of Retinal Locus, J.Opt.Soc.Am.51:(1961): 1033-1034

Stefanov L.: Methods and Apparatuses for Measuring Reaction Time as a Function of Light Stimulus Location in the Visual Field. Acta Physiologica & Pharmacologica Bulgarica - Vol 21, No 1/2, pp 36. 1995

Tyler, C.W. Analysis of Visual Modulation Sensitivity
J.Opt.Soc.Am.A. 1985 Mar;2(3): 393-8

William M. Hart, Adler's Physiology of the Eye, 1992, Chap. 13 pp. 454-457

Величкова Р.А., Василев А.Г., Удължаване времето на реакция при кратки предпериоди: , Доклади на БАН , Том 29, N 2, 1976

Хартридж Г., Современные успехи физиологии зрения, Москва - 1952