

РЕЦЕНЗИЯ

за дисертационния труд „ВРЕМЕ НА РЕАКЦИЯ КЪМ ПРОМЕНИ НА ЗРИТЕЛНО ДВИЖЕНИЕ У ЧОВЕКА”,
представен от БИЛЯНА ЗАХАРИЕВА ГЕНОВА за получаване на образователната и
научна степен „доктор”

от проф. д-р Божидар Димитров, д.м.н.

Представеният материал съдържа 178 стандартни машинописни страници и се състои от 40 стр. преглед на съвременното състояние на изследванията по отношение възприятието на движение и времето на реакция; 20 стр. описание на цели, задачи и методика на собствените изследвания, 35 стр. изложение на резултатите и 60 стр. обсъждане и заключение. Веднага трябва да се отбележи този изключително стегнат и пропорционално хармоничен формат – една рядкост в дисертациите, с които съм се запознавал в последните години. Бързам също да подчертая и важното обстоятелство, че трудът произлиза от водещата – не само в България, а и с международни традиции – група по психофизиология на зрителното възприятие и навсякъде личи експертното докосване на научния ръководител. През целият текст се усеща здравата нишка от съществени хипотези, лекота при поставяне на задачите и убеденост при тълкуването на резултатите.

Използвам обаче този случай да повдигна отново и отново един въпрос, свързан с терминологията в невро- и психофизиологията, предизвикващ двусмислици в превода поради естеството на българския език. Естествено, това няма пряко отношение към дисертанта; аз моля професионалните дружества да се заемат с това вече от 35 години. Първо, *Времето НА реакция* би могло да бъде *Време ЗА реакция*. Второ, тази реакция в различните случаи е: *КЪМ, НА, ПРИ промени в движението*. Трето, *Реакцията НА избор* би могла да бъде *ИЗБОРНА*, след като другата е *ПРОСТА*. Иначе се получават изречения като това на стр. 41: „... задача НА време НА реакция НА начало НА движение НА стимул”... Освен това в списъка на съдържанието се употребява „НА избор”, а в описанието на резултатите – „ПРИ избор”. Разбира се, невроните също така не „прожектират”, а „проецират” и са „по-високи” по йерархия, а не просто така; но всички тези бележки са обичайните за всяка реценция – за да има все пак критика – само че изнесени необичайно напред.

По същество, разгледани са психофизиката и неврофизиологията при възприятието на движещ се обект, което дава възможност и на неспециалиста да вникне

в оставащите неуточнени проблеми. Представени са параметрите на скоростта, разстоянието и посоката на движение, необходими за „детекторите на движение“. Отбелязва се, че движението се възприема директно чрез сензори, а не чрез анализ на позицията на обекта; че кодирането на скорост е по-сложно от кодирането на посока; че оценката за ускорение е твърде проблематична. По-нататък се изясняват възможните два механизма за *откриване* на стимула (монополярен) и за *различаване* на стимула (биполярен) с хипотетична възможност за заместване на монополярния от биполярния, но не и обратно! Това се използва много убедително при описанието на трите различни вида начини за волеви отговор на изследвания *КЪМ* (б.моя) получения стимул:

- А: откриване – изпълнение на отговор - проста задача, SRT
 Б: откриване – разграничаване – изпълнение на отговор - модификация, GO-NO-GO
 В: откриване – разграничаване – избор на отговор – изпълнение - задача на избор, CRT

Става също ясно, че тъй като *времето за реакция* (ще го означавам по-нататък с *ВР*) е хронометрична функция от силата на стимула, то може да се опише математически като асимптотична крива спрямо интензитета с уравнението на Пиерон още от 1920 г.: $RT = c I^n + RT_0$. И тук проличава оригиналното мислене на автора чрез идеята да се трансформира в уравнението силата на зрителния стимул (която всъщност по физическа същност не се променя) - през скоростта - до ускорението, а също така да се изследва и способността за откриване смяна в посоката (т.е. промяната в кинематиката, откриването на която е задача на изследвания). И така, още на 37 стр. от обзора се очертава едната основна задача на работата, а именно “определяне на метрика за ВР като функция от интензитета и то не по енергетичните, а по кинематичните параметри на стимула“. Използва се сега предложението на Джафаров (1993), изразено чрез едно друго просто уравнение: $RT = c (V_1) IV_2 - V_1 I^{-2/3} + RT_0$, като същността е, че простото време за реакция при промяна в скоростта се базира на “субтрактивна нормализация“ или “реинициализиране“ на разликите във векторите на скоростта. Моделът обаче е ограничен само да споменатия “монополярен“ механизъм, откриващ промени, но неспособен да ги различи, дискриминира. Биляна Генова ще се опита да го модифицира за целите на три възможни хипотези: 1) откриване и различаване се изпълняват от един биполярен механизъм и SRT и CRT ще са еднакви; 2) монополярния механизъм за откриване и биполярният за различаване работят паралелно и стойността на ВР зависи от манипулирането на стимулите; 3) двата етапа на откриване и на различаване са последователни и винаги $SRT \leq CRT$.

Така целите и задачите на дисертацията са формулирани ясно и категорично и – което е особено впечатляващо – са изпълнени с финес и убедителна достоверност. Накратко, това е откриване на параметър от зрителния стимул, който да описва промени както в скоростта, така и в посоката и разгадаване механизмите на откриване и различаване на стимула, обуславящи различни времена на реакция при различни задачи.

Експериментите са изпълнени чрез апаратура, конструирана отпреди в групата по изследване на възприятието, която гарантира прецизни физически параметри на зрителна стимулация, като прави мост между оптика и неврофизиология. Чрез използване на множество от движещи се светли точки, генерирани по механизма на камера обскура и видими през ограничена апертура, се осигурява необходимата пространствена честота за оптимална перцепция от една страна и е възможно компютърно манипулиране на параметрите на движението от друга. Конфигурацията от множество точки - а не единичен движещ се обект - предполага оценка за скоростта не чрез просто съотношение на изминатия път за дадено време, както в рутинни случаи. Получените ВР са подлагани на „окастриане“ за елиминиране на екстремните стойности и е използвана медианата като зависима променлива. Интересно е предварителното определяне на времеви праг, което само по себе си би могло да се оцени като приносен момент. Трябва също да се отбележи и отличителния за психофизиологичните изследвания факт, че не многото повторения, а качествения дизайн определят броя на необходимите изследвани лица (в случая напълно достатъчни са били 22). Основните статистически различия са представени ясно и пестеливо чрез факторен анализ. Много голямо улеснение за читателя представлява идеята веднъж описаните графики в главите за резултати да се представят повторно в схематизиран/обобщен вид и после при обсъждането; така не е необходимо да се лутаме в текста и неразбраните първоначално неща се доизясняват...

В резултат на тази добра подготовка са получени следните интересни резултати:

1. Простото ВР (SRT) намалява с увеличаване на А/ ъгъла на промяна на посоката и Б/ базовата скорост.
2. SRT намалява при едновременно увеличаване на ъгъла на промяна на посоката и на големината на скоростта (съответно от 60° на 120° и от 0.25 до 1.5 съотношение V_2/V_1). Повтаря се и ефекта на началната скорост върху SRT ($4^\circ/s \geq 8^\circ/s$), по-изявено при по-ниски V_2/V_1 . За $V_2=20^\circ$ обаче нещата са различни...

3. Ъгълът на промяна на посоката (20° , 60° , 120° , 160°) няма влияние върху скъсяването на SRT с увеличаване на скоростта; това изключва хипотетичен ефект от дирекционална анизотропия.
4. CRT (реакция на избор) намалява с увеличаване ъгъла на промяната от 20° на 80° и с увеличаване скоростта V_2 след промяната от $4^\circ/\text{s}$ на $8^\circ/\text{s}$ (при наличие на начално движение) и от 2° , 4° , 6° и 12° (от състояние на покой).
5. SRT монотонно намалява с нарастване на ъгъла на промяна (11° , 22° , 56° , 90° , 124° , 158° , 169°); същевременно е и по-късо при по-висока базова скорост ($BP_{12^\circ} \leq BP_{4^\circ}$); неопределеността на посоката (ляво – дясно) не оказва съществен ефект.
6. CRT при промени в посоката с постоянна скорост и изборна реакция дясно/ляво показва асиметрична U-образна функция с критично обръщане при 90° . Това се дължи на факта, че по-късите BP при по-голям ъгъл на промяна е за сметка на по-висок процент неправилни отговори. Така задачата за избор, противно на някои схващания (Pins & Bonnet, 1996) не се различава от задачата за проста реакция само с една адитивна константа.
7. При малки промени в посоката на движение (ъгъл 11°) SRT и CRT са твърде близки (разлика от 16 ms при скорост 4° и 26 ms при скорост 12°).
8. Изследванията на времевия праг (смятан от автора за еквивалентен по начин на проява с BP) показват по-къс праг при по-голям ъгъл на промяна (169° спрямо 11°) по отношение на „откриване” - SRT; парадоксално обаче, при по-сложната задача за „различаване” CRT не само не показва разлики между двата ъгъла на промяна, но дори и е по-късо при малкия ъгъл от 11° отколкото при задача за „откриване”...

За обяснението на получените резултати се използват няколко математически хитрости и преобразувания на Пиероновите и Джафаровите постулати. Тръгвайки от „силата” в уравнението $SRT = CS^n + SRT_0$ се достига до модификация на равенството във вида $SRT = C |V_2 - V_1|^n + SRT_0$ „силата” на стимула е представена като промяна във векторите на скоростта и това вече лесно може да се изчисли, след като вектора е равен на $2V \sin(\alpha/2)$, векторът на скоростта се състои от два ортогонални компонента, а промяната в посоката се разлага на *колинеарен* ($V_C = \cos \alpha$) и *нормален* ($V_N = \sin \alpha$) компонент. Така се изказва предположението, че зрителната система 1) разлага векторите на скоростта на отделни компоненти и 2) нормализира тези компоненти поотделно.

Малко по-сложно е обяснението за промените в простото време на реакция при гранични големина на ъгъла на промяна и при кобинирана промяна в посоката и скоростта. За тази цел дисертантката прибягва до претегляне на векторните суми и такива необичайни за неврофизиолога прийоми като нелинейна регресия по Маркварт! И се изказва втората хипотеза, че зрителната система счита *нормалния* компонент за по-важен от *колинеарния* и той влиза с по-голяма тежест; а SRT при двумерна промяна се определя от абсолютната стойност на претеглените суми на двата компонента: при по-малка стойност е нужно повече време за откриване на промяната.

Нормалният компонент на промяната на движението е определен като основен параметър и за изпълнението на реакция на избор: ($V_{2N} = V_2 \sin \alpha$). Ако произведението $V_2 \sin \alpha$ е едно и също в резултат на различни двойки от скорости V_2 и ъгли α , то CRT се получава еднакво! Тук е и обяснението защо времето CRT не зависи от началната скорост на представяне на стимула – най-вероятно, защото *нормалния* компонент V_{2N} е ортогонален спрямо началния вектор V_1 .

По въпроса за наличието и необходимостта от биполярен механизъм за откриване и различаване промените на посоката на движение (и съответно установяване на разлики между SRT и CRT в зависимост от ъгъла α) са получени резултати, потвърждаващи два различни механизма: 1)откриване, проста реакция, SRT, разлика в скоростите $|V_2 - V_1|$ и 2)различаване, реакция на избор, CRT, *нормален* компонент V_{2N} . Много интересно е доказателството, че при малки ъгли на промяна разликата $|V_2 - V_1|$ почти съвпада с *нормалния* компонент на скоростта V_{2N} и това води до много близки SRT и CRT и основания за предположение, че двата механизма работят паралелно (фиг. 25 на стр.140). Още веднъж това е защитено убедително чрез манипулиране на началната скорост при проста и задача за избор: при фиксирани скорост V_2 и ъгъл α промените в началната скорост V_1 влияят на SRT, но не и на CRT; получените максимуми на SRT при ъгъл от 20° изчезват и се получава монотонно намаляваща крива при всички ъгли, ако се въведе нулева начална скорост.

Най-накрая Б. Гетова се е опитала да свърже намерените резултати и психофизичните им обяснения с възможни неврофизиологични механизми. Тя предлага че съществуването на детектори за посока с определена ивица на пропускане от 35° - 40° - 57° - т.е. полу-ширина от около 50° , отговаря идеално на появяващата се асимптота в кривите за ВР при ъгли на промяна от 100° . Дотук добре за проста реакция, но опитите за обясняване на ВР и при реакцията на избор чрез многобройни спекулативни

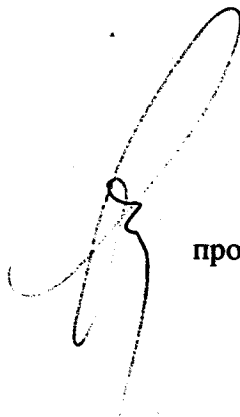
предположения и твърде смели допускания не ми се понравиха особено. Както е казано: *Sutor, non supra crepidam!*

Съвсем в края пък, само една страница заключение сумира вече описаните стойностни находки. Не знам дали липсата на изводи и приноси - както обикновено досега - е във връзка с новата методика на оценка чрез специализирано жури, но ще си позволя аз да ги направя.

1. Два обособени перцептивни механизма управляват откриването и различаването на промени в посоката на зрително движение и ползват различни информационни аспекти.
2. При промяна в посоката на движение механизмите работят паралелно и конкурентно и при много малки ъгли на промяна ВР при проста и изборна реакция са еднакви.
3. При комплексни промени на движението процесът на проста реакция ползва по-голяма входна информация, определена от два признака на промяна, и затова е по-бърз.
4. При промяна на движението и по скорост и по посока зрителната система разчита на колинеарен (отразяващ увеличаването на разлики в позицията) и нормален компонент (отразяващ бързината на отдалечаване). Двата компонента се използват по различен начин при проста реакция и при реакция на избор.
5. Бързината на реакция към промени на движението може да се опише чрез Пиеронова функция със сила на стимула, изразена с големината на претеглената сума от признаците на промяната.
6. При проста реакция и двата признака определят ВР; колинеарният компонент се счита по-маловажен; ВР се скъсява при по-висока начална скорост.
7. При изборна реакция колинеарният компонент се игнорира напълно; ВР не зависи от началното движение и се определя единствено от нормалния компонент.

Както се вижда, постиженията в дисертацията са напълно достатъчни и качествени, за да ми позволят да препоръчам по най-убеден и ангажиран начин на високо-почитаемия Научен Съвет да присъди на Биляна З. Генова научната и образователна степен „доктор” по психофизиология.

София, 20 януари 2011



проф. д-р Божидар Димитров, д.м.н.