

## РЕЦЕНЗИЯ

От доц. д-р Надежда Бочева  
Институт по невробиология, БАН

**Относно:** дисертационен труд и автореферат на Стелиана Миткова Борисова на тема „Механизми на едновременна адаптация на сакадични очни движения и движения на ръката към двуствърково движение на зрителна мишена“ с научен ръководител доц. Д-р Валентина Григорова и научен консултант проф. Отмар Бок за присъждане на научно-образователна степен „ДОКТОР“ по направление 4.3 Биологични науки, научна специалност: Физиология на животните и човека

**Актуалност и значимост на темата на дисертацията:** Представеният за обсъждане дисертационен труд е посветен на едновременната адаптация на сакадичните очни движения и посочващите движения на ръката при несъответствия между планираното действие и неговия резултат. В по-широк смисъл темата на дисертацията изследва пластичността на човешкия мозък, обучението, свързано с динамичните свойства на света около нас и необходимостта да се осигури адекватно и оптимално взаимодействие с него, както и невроналните механизми, включени в сензорно-моторната адаптация. Избрани са две сетивно-двигателни системи, които имат най-голямо значение за взаимодействието ни с външния свят: очевидателната система и движенията на ръката. Движенията на очите ни позволяват активен подбор на информация и осигуряват зрителна обратна връзка при изпълнение на движения. При взаимодействие с обектите във външния свят най-често ние използваме ръцете си.

Движенията на ръката най-често са съпроводени със зрителна обратна връзка т.е. тези две сетивно-двигателни системи – свързани с движенията на очите и на ръката, непрекъснато си взаимодействат. Това прави изследването на едновременната им адаптация в условия, в които възниква несъответствие между действието и неговата цел изключително интересно от теоретична гледна точка във връзка с въпроса дали една или множество различни мозъчни структури участват в пренастройката на моторните команди за преодоляване на несъответствието, къде и как се осъществява взаимодействието между тях при наличие на несъответствия, може ли да възникне

адаптация към едновременно възникващи несъответствия за двете системи, какви когнитивни процеси се включват в процеса на адаптация и кога.

Освен теоретична стойност, обаче, тези въпроси имат и практическо значение. Напр. в процеса на стареене възниква необходимост за сензорно-моторна пренастройка на сакадичните движения. Изследването на едновременната адаптация на очите и ръката към несъответствия между сензорния вход и резултата от действията може да позволи създаване на алтернативни стратегии за моторно обучение и рехабилитация. В много задачи, в които се използват съвременните технологии има несъответствие между сензорната информация и действието поради това, че те се извършват в различни равнини напр. при използване на компютърна мишка, в теле-хирургията и др. Разбирането на механизмите на сензорно-моторна адаптация и на взаимодействието между различните сетивно-двигателни системи и възможността за пренос на адаптация от една система към друга може да позволи не само по-бързо и по-ефективно обучение, но може да има ефект и върху дизайна на устройства за взаимодействие човек-машина.

**Обща характеристика и структура на дисертационния труд:** Дисертационният труд на Стелиана Борисова е съобразен по структура със съвременните стандарти за изготвяне на такъв тип труд. Дисертацията обхваща 126 стр. включително 18 фигури, като се състои от списък на използваните съкращения (1 стр.), Въведение (2 стр.), Литературен обзор (33 стр.), Цели и задачи (1 стр.); Материал и методика (11 стр.), Експериментални изследвания (52 стр.), Изводи (2 стр.), Справка за приносите на дисертационния труд (1 стр.), Литература (17 стр.) и Приложения (2 стр.).

Представянето на съществуващите експериментални данни, свързани с темата на дисертацията, е предизвикателство поради необходимостта да се избере и представи подходящата информация, която позволява разглеждането на взаимодействието на двете сетивно-двигателни системи в процеса на адаптацията към зрителна деформация в подходящ контекст. В литературния обзор в сбита форма са представени анатомичната и функционална организация на очедвигателната система, видовете очни движения, нервните структури, участващи в генерирането на сакадичните движения и съществуващите данни за адаптацията на сакадичните движения и посочващите движения на ръката. Стелиана Борисова успешно се е справила с въвеждането на такъв голям обем информация и показва познания в широка област, свързана с очедвигателната система и сетивно-

двигателната адаптация. Може би по-подходящо би било, обаче, ако литературният обзор беше съсредоточен основно върху проблематиката, свързана единствено със сензорно-моторната адаптация. Това би й позволило да се спре по-подробно на съществуващите подходи към изучаването на този проблем и би позволило разглеждане на експериментални данни, свързани със сензорно-моторната адаптация на ръката при друг тип движения като хващане или проследяване и друг тип очни движения, напр. проследяващи движения на очите.

Литературният обзор добре очертава съществуващата непълнота в досегашните изследвания, а именно: изследване на адаптацията основно при волеви сакади, преимуществено изследване на сетивно-двигателната адаптация, която предизвиква изменение в моторния отговор по амплитуда, а не по посока, нееднакви експериментални подходи при изучаване на сетивно-двигателната адаптация на сакадичните движения и на движенията на ръката, недостатъчно изследвания за едновременната адаптация на ръката и сакадичните движения. Това позволява на дисертантката да формулира обосновано необходимостта от изследвания по темата на дисертационния труд за изясняване на въпроса дали очите при изпълнение на реактивни сакади и ръката използват едни и същи механизми на адаптация.

**Целта** на дисертационния труд е да изследва механизмите на едновременна адаптация на посоките на реактивните сакади и посочващите движения на ръката в различни условия на двустъпково движение на зрителна цел, както и възможността за съществуване на общ механизъм на адаптация на двете системи към двустъпково движение на зрителната цел и към друг вид зрителна деформация. За изпълнение на поставената цел са избрани и правилно формулирани пет задачи.

**Материал и методи:** Избраната процедура на изследванията, която се състои от няколко фази: пред-адаптация, адаптация, трансфер на адаптация и след-адаптация позволява да се оцени ефективността на адаптацията в различните експериментални условия, участието на стратегически компоненти в хода на адаптацията и степента на запазването ѝ. Трябва да се отбележи, че дисертантката е трябвало до усвои два различни метода за регистрацията на движенията на очите: електро-окулографски и регистриране на отразената от окото инфра-червена светлина.

**Експерименталната част** на дисертационния труд включва пет експеримента, в които участват голям брой (92) изследвани лица. Първият от тях има методическа стойност като сравнява адаптацията на очите и ръката към отместване на зрителната цел след постоянен времеви интервал или след времеви интервал, определен от началото на първата сакада. Резултатите от това изследване позволяват на Стелиана Борисова в последващите експерименти да подбира най-подходящия тип на времевия интервал в зависимост от условията на експеримента и да съпоставя получените резултати.

Експерименти 2-4 изследват адаптацията на очите и ръката в условия на съвпадение или на конфликт между информацията от зрителната цел за ръката и очите. Подходящият избор на експериментални условия позволява да се предложи хипотеза къде в мозъчните структури се извършва взаимодействието между двете сетивно-двигателни системи и на какво се дължат разликите в различните експериментални фази между тях.

Експеримент 5 изследва въпроса дали отделните сетивно-двигателни системи имат еднаква адаптивност към различни зрителни деформации. Това изследване е приносно по отношение на сакадичната адаптация, тъй като няма предишни изследвания за адаптацията на тази система към ротирана обратна връзка.

Експерименталните резултати са обработени с подходящи статистически методи и са илюстрирани с 11 фигури.

**Обсъждането на резултатите** на резултатите съпътства различните по тип изследвания. В текста има три отделни обсъждания, определени от различията и близостта на отделните експерименти както следва: след Опит 1, след Опiti 2-4 и след Опит 5. Може би по-доброто решение е да се направи общо обсъждане на резултатите така, както това е направено в автореферата. Би било интересно в обсъждането на резултатите да се разгледа екологичното значение на доминантната адаптация на ръката в условия на несъответствие между зрителните цели за ръката и очите.

Компетентното обсъждане на различните аспекти на резултатите позволява на Стелиана Борисова да формулира добре обосновани изводи. Очертани са и някои направления за бъдещи изследвания.

**Литературата**, включена в дисертационния труд, обхваща 165 заглавия като 76 от тях са публикувани в и след 2000 година. Това показва доброто познаване на съвременната литература и актуалността на представените литературни данни.

**Приносите на дисертационния труд са добре формулирани и отразяват адекватно достиженията на дисертантката.** Може би заслужава да се включи като принос изследването на адаптацията на сакадичните движения към ротирана обратна връзка.

**Наукометрични показатели, свързани с дисертацията:** Изследванията, представени в дисертационния труд са публикувани в 4 научни труда, а една публикация е в процес на редактиране. Две от публикациите са в списания с много висок импакт фактор (2.221 и 2.064) за научната област, в която работи дисертантката. С резултати от дисертацията Стелиана Борисова е участвала на 6 национални и международни научни форума.

Авторефератът е написан много добре и представя отлично дисертационния труд. Той демонстрира също способността на Стелиана Борисова към саморазвитие и самоусъвършенстване тъй като в него проведените изследвания и тяхното обсъждане са представени по-добре, отколкото в дисертационния труд.

Препоръчвам на дисертантката да обърне повече внимание на езиковите правила на българския език и да се избягва научния жаргон.

В заключение, оценявам представления за разглеждане дисертационен труд „Механизми на едновременна адаптация на сакадични очни движения и движения на пъката към двустъпково движение на зрителна мишена” на Стелиана Миткова Борисова като изследване по актуална тематика, с интересни резултати и възможност за бъдещи перспективни изследвания. Въпреки някои препоръки към работата, оценката ми за представения труд е изцяло положителна. Дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Правилника за развитие на академичния състав на Института по невробиология, БАН и убедено препоръчвам на членовете на научното жури да гласуват положително и да присъдят на гл. асистент Стелиана Миткова Борисова образователната и научна степен „доктор” по научната специалност „Физиология на животните и човека”.

25.09.2013

София

  
доц.д-р Надежда Бочева