

Фарадей и изследванията на човешкия мозък

Ангон Косев

Не е необходимо да се споменава колко сложен и важен орган е човешкият мозък и какво значение има разкриването на механизмите на неговата работа. Първоначално изследването на човешкия мозък е било чисто описателно.

С развитието на познанието и технологиите подходът става все по-активен и целенасочен и през XVIII в. Луиджи Галвани (Luigi Galvani) и

Алесандро Волта (Alessandro Volta) установяват, че мускули и нервни влакна могат да бъдат активирани чрез електрическа стимулация, с което се поставя начало на един нов дял на физиологията – електрофизиологията. Особено бурно се развиват методите за изследване на човешкия мозък през втората половина на миналия век и най-вече през последните 2 – 3 десетилетия.

Класическият метод за изследване на мозъчната активност, или енцефалографията, е отвеждане и регистрация на електрическите потенциали от различни точки върху повърхността на скалпа. Енцефалографията, както и подобният на него метод магнетоенцефалография, при който се отвежда генерираното при работа на мозъка магнитно поле, претърпяха голямо развитие и са методи, които се използват и днес. Това са методи с голяма раз-

решителна възможност във времето, което позволява изследването на протичащите в мозъка процеси в тяхната динамика и последовател-

ност. Основен недостатък на метода е, че локализирането на различните невронни групи в мозъка, като генератори на наблюдаваните промени в електрическото или магнитното поле на мозъка, е доста грубо.

В същото време образните техники, които се развиват изключително интензивно през последните 20 – 30 години (компютърната томография, позитрон емисионната томография, магнитно резонансната образна диагностика и функционалната магнитно резонансна образна диагностика) имат висока пространствена разделителна способност, но или не притежават възможност за отчитане на процесите във времето, или имат ниска разделителна способност във времето, което не им позволява да разкрият протичащите процеси в тяхната динамика и последователност.

Майкъл Фарадей
1791–1867



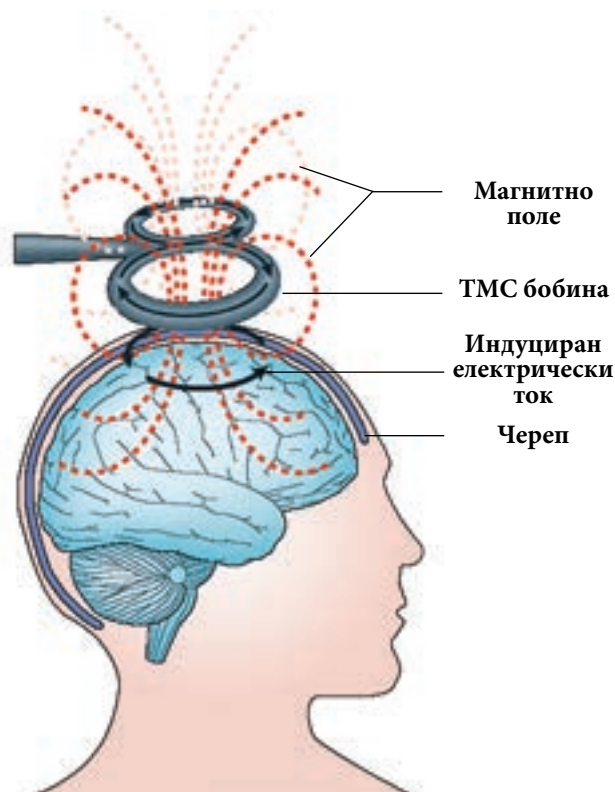
Michael Faraday



Майкъл Фарадей, неговите бобини и експериментът, с който за първи път на 29 август 1831 г. демонстрира електромагнитната индукция

В това отношение методът на транскраниалната магнитна стимулация комбинира добра разделителна способност във времето със сравнително приемлива пространствена разделителна способност. Това, както и фактът, че методът е лесен за прилагане и не създава съществен дискомфорт на изследваните лица, утвърждава транскраниалната магнитна стимулация като изключително полезен инструмент при изследване на човешкия мозък, както и като важен диагностичен метод в неврологията. Методът е неинвазивен и използваното магнитно поле се прилага над човешката глава и преминава през тъканта на черепа, за да достигне до мозъчната тъкан – оттук идва и терминът транскраниална.

На 29 август 1831 г. Майкъл Фарадей (Michael Faraday) докладвал в Кралското научно дружество взаимодействието между две бобини, навити върху общ железен пръстен. Той показва, че включването и изключването на електрическа батерия към едната бобина е съпроводено с протичането на електрически ток през другата. Фарадей открил явлението електромагнитна индукция, но едва ли по време на демонстрацията някой е можел да предвиди изключителното значение на това откритие не само за науката, но и за техническия прогрес на човечеството. Може би в този момент само Фарадей си е давал сметка за изключителната важност на откритието си и месец по-късно в писмо до свой приятел пише "I think I



Основен принцип на транскраниалната магнитна стимулация: променлив във времето токов импулс в бобината, поставена върху човешката глава, предизвиква протичането на ток в мозъка

got hold a good thing" (Мисля, че получих нещо добро).

Транскраниалната магнитна стимулация (ТМС) на мозъка е директно приложение на електромагнитната индукция, открита от Фарадей. Стимулационната бобина служи като електромагнит и генерира променящо се във времето магнитно поле, чието разпространение се определя както от протичащия ток в бобината (сила и промяна във времето), така и от физическите свойства на бобината (геометрия и свойства на материала, от който е изработена). Когато бобината е поставена върху човешкия череп и магнитното поле е фокусирано върху мозъка, то поражда

електрическо поле в прилежащата мозъчна тъкан. Бързо променящото се магнитно поле предизвиква бързо променящо се електрическо поле и в прилежащата тъкан протича ток, чиито характеристики се определят от електрическата проводимост и диелектричната проникваемост на мозъчната тъкан.

Първите приложения на електромагнитната индукция в неврофизиологията датират от края на XIX и началото на XX в. През 1896 г. френският лекар и физик Д'Арсонвал (Jacques-Arsène d'Arsonval) докладвал, че когато главата на изследваното лице е поставена между две бобини, в които тече променлив ток (110 V, 30 A), лицето има

възприемане за мигаща светлина в зрителното му поле. Сега вече се знае, че този ефект се дължи на директна стимулация на ретината. По-късно Силванус Томпсън (Silvanus Thompson) повтаря експеримента (1910 г.) и потвърждава този ефект. Това на практика са първите експерименти за неинвазивна стимулация на възбудими клетки в човек.

Първите опити да се използва електромагнитната индукция за стимулация на нерви и човешкия мозък са неуспешни главно защото развитието на технологията все още не позволява генерирането на достатъчно голямо и бързо променящо се магнитно поле, необходимо за индуциране на достатъчен по сила ток в мозъчната тъкан. През 1976 г. в Университета на Шефилд стартира програма за създаване на метод за стимулация на нерв, използвайки индуциран ток от краткотраен магнитен импулс. През 1982 г. групата докладва за успешното изпълнение на задачата за супрамаксимална стимулация на периферни нерви. Групата от Шефилд, ръководена от г-р Антъни Баркър (Anthony Barker) разширява работата си и през 1985 г. прави първите демонстрации на транскраниална магнитна стимулация на човешкия мозък. Интересът към този метод нараства изключително бързо и той навлиза широко първоначално в изследователската дейност, а след това и в клиничната практика.

Днес транскраниалната магнитна стимулация е неинвазивен метод за стимулация на нервната тъкан, включително мозъчната кора, гръбначно-мозъчните коренчета, периферните нерви и тези на главата. С този метод могат да се прилагат единични стимули или двойка от стимули с различен междустимулен интервал върху една и съща област на човешкия мозък или върху различни негови области. Съществуват и стимулатори, които могат да генерират серия от повтарящи се стимули с различна честота (повтаряща се ТМС).



Чл.-кор. проф. Ангон Косев е завършил Техническият университет в София – специалност автоматика и телемеханика, както и математика в Софийския университет „Свети Климент Охридски“. Доктор по физиология (1978 г.) и доктор на науките (1993 г.). От 1998 г. е професор по физиология в Института по биофизика при БАН. Специализирал е в областта на физиологията на двигателната система в Германия и САЩ. От 2001 г. е директор на Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН. През 2008 г. е избран за член-кореспондент на БАН.

Единичните стимули могат да деполяризират мембраната на нервните клетки и да предизвикат отговор, който може да бъде измерван. Например при ТМС на двигателната кора с достатъчен интензитет в целевия мускул се отвежда електромиографски отговор, чиято амплитуда и латентност (времето между електромагнитния стимул и предизвиканото активиране на мускула) служат за оценка на нивото на възбудимост на двигателната кора, в която този мускул е представен. До неотдавна повечето експерименти и приложения с ТМС бяха

ограничени до стимулация на двигателната кора, защото единствените видими ефекти при ТМС бяха тези, свързани с мускулната активност. Например когато се стимулира двигателната кора в областта, в която е представена ръката, може да се наблюдават движения в пръстите от другата страна на стимулираната хемисфера. През последните години обаче беше демонстрирано, че коровият ефект от ТМС може да бъде наблюдаван директно, например с използването на електроенцефалография, позитрон емисионна томография или функционален магнитен резонанс.

Със серия от повтарящи се ТМС стимули може да се променя възбудимостта на мозъчната кора в областта на стимулация или на разстояние от мястото на стимулация, когато съществува функционална анатомична връзка между съответните области.

ТМС е мощен инструмент за изучаване на патофизиологията на невроналните вериги, свързани с неврологични и психиатрични заболявания. ТМС е полезен диагностичен и прогностичен метод и се използва при терапия на различни заболявания.

Най-общо казано с ТМС е възможно:

- Да се измерва възбудимостта на различни области на мозъчната кора;

- Да се изучават взаимовръзките и тяхната ефективност между различни области на мозъчната кора;

- Да бъде прекъснат текущият процес на обработка на информация в мозъка с цел да се установят областите от мозъчната кора, участващи в дадената специфична задача;

- Да бъдат третирани пациенти с прилагането на серия от повтарящи се стимули върху различни специфични области на мозъчната кора.

Първата лаборатория за изследване на мозъчната кора с ТМС в България е изградена в Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН през 1998 – 1999 г. с изключителната финансова помощ на фондацията „Александър фон Хумболт“. За времето си, а за съжаление и досега, лабораторията е уникална за страната с възможността да използва не само единични, но и двойка стимули с различен интензитет и различен интервал между тях. И до момента това е единственото изследователско звено в България, което използва ТМС. Положението с клиничното приложение на метода ТМС както за диагностика, така и за терапия също не е добро. А защо е така, отговор може би ще ни даде една любопитна случка, свързана с Майкъл Фарадей, разказана от автора на книгата „Демокрация и свобода“ в предговора на нейното издание през 1903 г. (W.E.H. Lecky).

Според автора, когато Фарадей се опитвал да обясни ползата от научните изследвания, свързани с електричеството, на отговорни държавни мъже, коментарът на тогавашния министър на финансите Уилям Гладстон (William Gladstone) бил: „Но в края на краищата, каква е ползата от него?“. На което ученият отговорил: „Ами, сър, напълно е възможно вие скоро да можете да го обложите с данък“.

Тази случка за съжаление звучи тъжно, защото твърде много напомня за оценката от ползата на научните изследвания на някои съвременни наши политици, част от които обявили се и за големи „учени“. Благодарение на такива политици и държавници развитието на научните изследвания в България изостава с все по-бързи темпове от това в развитите страни по света и е на едно от последните места в Европейския съюз. ■



Нови данни за ориентацията при прилепите

Отдавна е известно, че прилепите, както и китовите и делфините, се движат в тъмна среда и за ориентацията си в пространството и по-лесното намиране на храната си притежават своеобразни органи, подобни на сонарите, наричани биосонари. А използването на биосонарите при посочените бозайници е на принципа на ехолокацията. Те изпращат ултразвукови сигнали в пространството, приемат обратно отразените вълни от други тела и предмети и по този начин избягват подводни нежелани срещи или улесняват намирането на храната си в мрака. Биосонарите и ехолокацията при животните са обект на много изследвания от учените както от чисто научен интерес, така и за практически цели.

Прилепите са едни от най-изучаваните бозайници в това отношение, тъй като са наземни обитатели, срещат се твърде често в природата, и то в големи популации, по-лесно се отглеждат в експериментални условия и притежават едни от най-съвършените биосонари. Днес са познати около 1100 вида прилепи, обитаващи почти всички страни и континенти, с изключение на суровите полярни райони и някои изолирани острови. Техните биосонари генерират ултразвук в много широки диапазони – от 14 000 до 100 000 Hz. Да припомним, че човекът чува звуци само в диапазон от 20 до около 20 000 Hz., т.е. с нашите уши ние чуваме само много малка част от това, което прилепите „си говорят“.

В природни условия прилепите често летят масово, особено при излитането си от тъмни-

те дневни убежища, и при ловуването си – ниско в райони с любимата им храна – насекоми. Тогава как те различават собствените си ултразвукови вълни в общия хор от близките си събратя, за да не се сблъскват и да намират храната си? На този въпрос през 2015 г. отговор дава екип от зоолози и етолози от Университета в Тел Авив. Те провели интересни експерименти с обучени прилепи да кацат и излитат върху определена площ, като при това понякога пускали предварително записани ултразвукови вълни от други прилепи, с което смущавали естествения биосонар на опитните животни. Учените установили с изненада, че в случаите на „масов шум“, т.е. при едновременно изпращане на много ултразвукови вълни върху малката опитна площ за кацане опитните прилепи реагирали с рязко увеличаване на интензивността и продължителността на собствения ултразвуков сигнал и пак се ориентирали безпогрешно за мястото на кацане. Т.е. те „надвиквали“ останалите ултразвукови вълни за кратко време и така се ориентирали правилно. Но когато същите животни не били провокирани с шумове от техни събратя, те кацали с издаването на кратки и спокойни ултразвукови сигнали. Експериментите на израелските учени са нов принос в разгадаването на тайните на естествените биосонари на прилепите, а подсказват възможности и за практическото им използване от човека.

По „Наука и Жизнь“