

A pályázat fő vállalásaként összefoglaló monográfiákat készítettünk:

Czigler István: A figyelem pszichológiája, Akadémiai Kiadó, Bp. 2005.

A könyv hangsúlyozza, hogy a figyelem magatartásunk irányításában a környezet éppen fontos vonatkozásai kapjanak döntő szerepet. Figyelmi működés szabályozza, hogy a tárgyokban, eseményekben gazdag világ ne terhelje túl az észlelési rendszert, de figyelmi működések szabályozzák azt is, hogy a mozgások kivitelezését ne zavarják egymásnak ellentmondó utasítások. A könyv tárgyalja a hosszabb ideig fenntartott figyelem kérdéseit. A könyv bemutatja azokat az elméleti kereteket, melyek a figyelem kísérletes kutatásait vezérlik. Hangsúlyosan foglalkozik azokkal az idegrendszeri mechanizmusokkal, melyek megalapozzák a figyelmi szelekciót, figyelmi fókuszálást. Hangsúlyt kapnak a szerző és munkatársai pszichofiziológiai kutatási. Összefoglalja a figyelem kutatásának módszertani kérdéseit, de szó esik a gyakorlati alkalmazásokról is.

Csépe Valéria: Kognitív fejlődés-neuropszichológia, Gondolat Kiadó, Bp. 2005).

A könyv az alábbi kérdéseket tárgyalja: Hogyan alakulnak ki a megismerési funkciók zavarai? Milyen szerepe van ezekben az idegrendszeri folyamatoknak? Hogyan függenek össze a fejlődő kognitív funkciók? Milyen kapcsolatban áll az agy fejlődése, változékonysági kapacitása az észlelés, a figyelem, a nyelvfejlődésével és fejlődési zavaraiival? Egy vagy sokféle megjelenési formája van-e mindazoknak a fejlődési zavaroknak, melyek korán vagy későn, már az iskolában jelentkeznek, mint tanulási zavarok? A könyv hangsúlyt helyez a hétköznapi életben gyakran használatos címkék (figyelemzavar, autizmus, diszlexia) értelmezéséhez, e zavarok összetett természetének megértéséhez.

A pályázat lehetővé tette, hogy tematikus kutatásainkban számos fiatal alkalmazunk. Kutatási projektjeinket OTKA tematikus pályázatok, NKFP pályázat, FIRCA pályázat, valamint minisztériumi pályázatok (Egészségügyi Minisztérium és Informatikai Minisztérium) támogatták. Az alábbiakban összefoglaljuk tematikus munkánkat, az irodalomjegyzékben pedig olyan reprezentatív munkánk hivatkozásait adjuk meg, melyekben a tudományos iskola OTKA-pályázat volt segítségünkre.*

Automatikus és figyelmi feldolgozás

Automatikus folyamatok

A környezet szabályszerűségeinek automatikus detekcióját vizsgálva a pszichofiziológia területén alapmódszer, a feltételezett szabályszerűségeket megsértő események agyi elektromos jellemzőinek elemzése. A kialakult szabályszerűség megsértését jelzi az eltérési negativitás eseményhez kötött potenciál összetevő. A hallás esetében e módszer megbízhatósága sokoldalúan igazolt, így e területen a hallási automatikus emlékezeti rendszer sajátosságainak részletes megismerésén dolgozunk. A vizuális rendszer esetében

viszont munkánk úttörő jellegű, amennyiben kutatásainkban először arra törekedtünk, hogy megbízhatóan igazoljuk magának az automatikus szabályszerűség-regisztrációnak a létezését. Ezt követte azoknak az alapvető sajátságoknak a vizsgálata, melyek az automatikusan kialakuló vizuális emlékezet sajátságait elemezték (és elemzik).

Az eltérési negativitással (EN) kapcsolatos egyik alapvető kérdés azon szabályok körének meghatározása, amelyektől való eltérést a halló rendszer akkor is detektálja, ha a személy nem törekszik erre (nincsen ezzel kapcsolatos feladata, esetleg nem is figyel a hangokra). Ezen témán belül különösen nagy jelentőséggel bír a szabályok általánosságának kérdése, azaz, hogy milyen mértékű absztrakció fordul elő a hallási információk fókuszált figyelmet nem igénylő feldolgozása során. Mivel az EN a szabályok megsértését detektálja, ezért az esetek jelentős részében az EN kiváltása valamilyen akusztikus paraméter megváltozásával jár együtt. Elméletileg azonban a változás elmaradása éppúgy szabálysértést jelenthet egy olyan környezetben, ahol az esetek túlnyomó részében a beérkező hangok eltérnek az őket megelőzőktől. Kísérletünkben tehát az állandó (véletlenszerű) változást tettük a hangsorok szabályosságává és vizsgáltuk, hogy ilyen körülmények között egy-egy hang megismétlését szabálysértésként kezeli-e a halló rendszer, ha a kísérleti személynek nem adunk a hangokkal kapcsolatos feladatot. Az eredmények azt mutatták, hogy a hangismétlések EN-t váltottak ki. Megállapítottuk tehát, hogy a hallórendszer képes olyan absztrakt szabályosságok detekciójára mint az állandó változás. Minél fejlettebb szabályokat tudunk detektálni fókuszált figyelem nélkül, annál több kapacitás marad a figyelt ingerek részletes feldolgozására, anélkül, hogy lemondanánk környezetünk folyamatos monitorozásáról.

Korábbi vizsgálatokból ismert az a jelenség, hogy szabályos ritmusban adott hangok közül időnként egyet-egyét kihagyva EN váltódik ki, amennyiben az egymást követő ingerek kezdetei közötti idő kisebb mint kb. 200 ms. A jelenséget az idői integráció folyamatához köthetjük, amely kb. 200 ms-os szakaszok energiáját összegzi. Két alternatív magyarázat adódik erre a jelenségre. 1) Az egyik szerint az ingerelhagyás azáltal okoz szabálysértést, hogy megváltoztatja az ingerlés idői struktúrája integrációs ablakon belül. 2) A másik magyarázat arra épül, hogy az egyes hangok szubjektív hangosságának kiszámításában figyelembe vesszük a hang utóhatását az integrációs ablakon belül, amennyiben ez időn belül nem érkezik be újabb hang. A hangokat változó ingerkezdetek közötti idővel mutatva be, az első magyarázat alapján nem várható az EN megjelenése, mivel az integrációs ablakon belüli ingerstruktúra nem ismétlődik szabályosan. A második magyarázat alapján azonban ebben az esetben is várható az EN kiváltása, mivel a kihagyott megelőző inger hangossága ebben az esetben is nagyobb lesz azon ingerek hangosságánál, amelyeket az integrációs időn belül követett egy másik inger megszakítva ezáltal a teljes utóhatás integrációját. Azt találtuk, hogy az ingerkihagyás változó ritmusú ingerbemutató esetén is EN-t vált ki. Ebből arra következtettünk, hogy a hangosság szummáció fontos szerepet játszik az ingerkihagyás detektálásában.

A vizuális modalitásban végzett kísérleteinkben kimutattuk, hogy a vizuális eltérési negativitás retinotópiás (azaz viszonylag alacsony szintű) látási területekről ered. Az automatikus folyamatokban nem csak egyediingersajátságok kódolódnak, hanem

sajátságok együttese, azaz e rendszer objektumokat is megőriz. Az automatikusan kialakuló emlékezeti rendszer (a halláshoz hasonlóan) integrálja az eseményeket egy mintegy 150-200 ms-os intervallumban (idői integrációs ablak), továbbá érzékeny komplexebb szabályszerűségek (ingerek ismétlődésének és váltakozásainak szabályszerűsége) megsértésére is.

Orientáció és újdonság-detekció

Vizsgálatainkban az új ingerekre való érzékenység életkori változásait elemeztük. Eredményeink szerint az aktuális tevékenységhez nem kapcsolódó, új ingerek hatása fiatal személyeknél gyorsan csökken. E csökkenés nyomon követhető a vegetatív idegrendszeri reakciókban (vizsgálatainkban a bőrvezetés válasz habituációjában), és az eseményhez kötött aktivitás késői pozitív összetevőjének (P3a komponens) habituációjában. Idős személyeknél e folyamat lényegesen kevésbé markáns. Ha a feladat nem kívánja meg a munkaemlékezetben tárolt anyag folyamatos fenntartását, az újdonság-ingerek fiatalokra jellemző jelentős frontális hatása idős személyeknél elmarad. Végül ugyanannak a feladathoz nem kapcsolódó, de figyelem felkeltő képnek az ismétlésére fiataloknál gyors habituáció mutatkozik a modalitás-specifikus területeken, idős személyeknél viszont az újdonság hatása e területeken gyorsan csökken.

Reorientáció (A reakcióidő és a reorientációs negativitás (RON) összefüggéseinek vizsgálata).

E kutatásokban a feladathelyzetben megjelenő, a feladathoz nem tartozó, ritkaingersajátságok utóhatását elemeztük, azaz a feladatra való visszatérés pszichofiziológiai mutatóit elemeztük. A klasszikus elterelési paradigmában a kísérleti személyek hanghossz-diszkriminációt végeznek, azaz el kell dönteniük, hogy egy rövid vagy egy hosszú hangot hallottak. A ritkán (~10%) jelentkező deviánsok frekvenciájukban eltérő hangok, amik kiváltják az eltérési negativitás, P3a és RON eseményhez kötött potenciál (EKP) komponenseket, amelyeket az automatikus változásdetekció – elterelődés - visszairányulás folyamatsor egyes állomásainak szokás megfélelteni. Előzetes vizsgálódásaink azt mutatták, hogy a reakcióidő adatok valamint a P3a és RON komponensek latencia-adatai között csoport-szinten nincs korreláció (azaz pl. nem állíthatjuk, hogy a gyorsabban reagáló kísérleti személyeknél a RON komponens előbb jelentkezne, mint a lassabban reagálóknál). Mindazonáltal nem kizárható, hogy egyéni szinten az adott kísérleti személy gyorsabb és lassabb válaszaihoz különböző eseményhez kötött potenciál (EKP) komponens-mintázatok tartoznak. Így célunk az, hogy a reakcióidő és a P3, illetve a reorientációs negativitás latenciája/amplitúdója közötti összefüggéseket egyéni szinten vizsgáljuk.

A RON kiváltását több, eddig még nem használt akusztikus ingerdimenzió kombinációjával teszteltük. A feladat-releváns ingerjellemzők a következők voltak: jobb vagy bal fülbe érkezik a hang; virtuális hangforrás jobb-vagy baloldalra történő elmozdulása; hangmagasság-növekedés vagy csökkenés (glisszandók). Az elterelő ingerjellemző a hangmagasság illetve a hangszín volt. Megállapítottuk, hogy ezek a dimenziók nem optimálisak az elterelődés és a reorientáció vizsgálatára, mert a reakcióidő-hatás megjelenése illetve a komponensek kiváltódása nem mutatta a kívánt

mintázatot. Virtuális hangforrás mozgás esetében a komponensek jól elkülöníthetők voltak, azonban RI-hatás nem mutatkozott. Jobb és baloldali fülbe érkező hangok elkülönítése esetén a P3 és RON komponensek amplitúdója – bár jelen voltak – relatíve alacsony volt. A glisszandók esetén a RI-hatásokban az elterelő dimenzió és a feladat-releváns dimenzió interakciót okozott. Eredményeink azt mutatják, hogy a P3a és a RON komponensek viselkedése különböző. Az első feltételben a P3a-t a deviánsok a blokkok teljes hosszán kiváltják, viszont a RON amplitúdója a blokkok végére jelentősen lecsökken. Ez az eredmény eltér a második feltételben kapott eredményeinktől, ahol a P3 és a RON a blokkok teljes hosszán változatlan amplitúdóval mutatkozott.

Fejlődés-pszichofiziológiai kutatások

Csecsemővizsgálatainkban a kognitív képességek érését követjük koraszülött és normál időre született gyerekcsoportok esetén. A nyelvi fejlődési vizsgálatokat 6-, illetve 10 hónapos mintán végeztük el. Itt a fonémareprezentáció és más szupraszegmentális nyelvi jellemzők feldolgozásának és érésének folyamatát követtük. Eredményeink szerint a fonémareprezentáció a korábbi kutatási eredmények szerint már a 6 hónaposok esetén is megvan, az eseményhez kötött agyi elektromos potenciálok (EKP) mintázata azonban teljesen eltér a két korcsoport között. A koraszülöttek esetén egy további figyelemreméltó eredmény mutatkozik – a két korcsoport válaszmintázata nem tér el egymástól, különbözik viszont mindkét korcsoportétól. A válaszgörbékből tehát egyértelműen kiderül a fejlődési késés, ami a koraszülöttekre jellemző. Eredményeink arra hívják fel a figyelmet, hogy a koruknak megfelelő érési szintet a kis súlyú (32 gesztációs kor és/vagy 1500 g születési súly) koraszülöttek még tíz hónapos korukra sem érik el teljes mértékben. A nyelvi értesben nagy szerepet játszó hangsúlydetektálás az elvárásoknak megfelelően később alakul ki. A felnőtt válaszokra jellemző mintázat csupán a normál időben született tízhónaposoknál figyelhető meg, ám ott is kezdetleges formában – a válaszok arra utalnak, hogy ebben a korban a gyerekek már képesek érzékelni az ilyen komplexebb nyelvi jellemzők jelenlétét, ám a hiányzó reprezentáció miatt nem jelenik meg a felnőttekre jellemző speciális válasz. Az eredményeinek egyértelműen rámutatnak a nagyon korai fejlesztés szükségességére – a fejlődő nyelvi rendszer rugalmassága miatt ezek a korai késések könnyen és gyorsan behozhatók. Követéses vizsgálatokban tervezzük a koraszülött csoport további vizsgálatát is.

A mentális aritmetika agyi aktivitás korrelátumainak újabb vizsgálatai fejeződtek be. A számok úgynevezett távolsági hatását vizsgáltuk kongruens és inkongruens összeadási eredmények megítélésénél. Az EKP-változások analízise feltárta, hogy az összeadási szabály sértése a főként nyelvi inkongruenciával korreláló N400-sezrű változást eredményez. Az általunk dN3 néven bevezetett komponens hasonló a szakirodalomban eddig csak szorzási műveletekre leírt változásokhoz. Új eredmény, hogy az eredményvalószínűség erőteljesen befolyásolja az agyi válasz alakulását, ez az aritmetikai feladathoz allokkált figyelmi folyamatokkal is összefügg. Az EKP válaszok tehát nem csupán a hibák detekcióját, hanem az elvárás sértését is megbízhatóan jelzik. A számok nagyság hatásának és a mentális számegyenes összefüggéseinek korábban leírt paradigmáit továbbfejlesztve kialakítottuk az aritmetikai bázisképességek mérésére

alkalmas eljárásokat. Továbbiakban a számolási képességek alapmechanizmusainak kialakulását tervezzük mérni csecsemőkorban is.

Kóros állapotok pszichofiziológiája

Ischaemiás stroke betegeken végeztünk EEG-elemzéseket, valamint az életkornak a percepciók folyamatokra gyakorolt hatását feltáró vizsgálatsorozatokot végeztünk egészséges és kóros öregedés kapcsán. Módszertani szempontból közös ezekben az, hogy az agyi elektromos tevékenység hagyományos spektrális elemzésén túl a lineáris és nemlineáris ún. „komplexitás”-analízist is elvégezzük a rögzített adatokon. Az EEG globális változásainak nyomon követésére kínálnak lehetőséget a komplexitás elemző módszerek azáltal, hogy az egyes csatornákon rögzített jelek közötti kapcsolatot számszerűsítik. Ezen komplexitás elemző módszerek közé tartozik az Omega komplexitás (kovariancia elemzésen alapuló komplexitás mutató), Szigma (globális feszültség) és Phi (globális frekvencia). Szintén a komplexitás elemző módszerek közé tartozik a Szinkronizációs Valószínűség (SZV) mérése, mely a csatornák közötti lineáris és nem lineáris interdependenciát hivatott számszerűsíteni. Ezen módszerek közös jellemzője, hogy a fázistérben ábrázolt EEG trajektor elemzésén alapulnak.

Agyi érbetegeken történt vizsgálataink célja, hogy kvantitatív EEG elemző eljárások alkalmazásával részben azonosítsa azon elektrofiziológiai jellegzetességeket, melyek a stroke-on (egyoldali, egygócú ischaemiás stroke) átesett betegek EEG-jében figyelhetők meg. Ezen túlmenően, elvégezve a „hagyományos”, frekvencia-analízist és alkalmazva az újabb, komplexitás elemző módszereket, összehasonlítjuk e módszerek hatékonyságát. A betegeken felvett adatokat életkorban egyeztetett egészséges kontroll csoporton rögzített adatokkal statisztikai módszerekkel vetjük össze.

Az alábbiakban egy betegcsoporton végzett vizsgálatsorozat eredményeit mutatjuk be.

A betegek stroke következtében szenvedett károsodásainak helyét tekintve ez változatos volt: kis, mm-es nagyságú thalamus károsodás, fehérállományú károsodás, ill. kérgi-kéregalatti fehérállományi laesio egyaránt előfordult, jobb vagy bal oldalon. A kontroll-csoport tagjai korábban és a vizsgálat idején neurológiai és pszichiátriai betegség miatt nem álltak kezelés alatt. Nem szedtek olyan gyógyszert, mely befolyásolta volna az EEG-t. A két csoport életkora között nincs szignifikáns különbség ($t=-0,804$, $f=24$, $p=0,429$). A vizsgálati személyek hallásának épségét audiometriai vizsgálattal ellenőriztük. A vizsgálati személyek előzetes részletes felvilágosítást követően önként vettek részt a vizsgálatban.

Minden személy esetében először kétszer két percnyi EEG-t rögzítettünk két nyugalmi helyzetben. Az első, „csukott szemmel helyzetben” a vizsgálati személy csukott szemmel ült az elsötétített vizsgálati helyiségben. A második „nyitott szemmel helyzetben” a személyek nyitott szemmel, tekintetüket egy pontra fixálva ültek az immáron kivilágított helyiségben. A szűrt EEG-t 2048 pontos szakaszokra osztottuk. Az alapvonal képzése után elkészült szakaszokból vizuális szelekcióval eltávolítottuk azokat, melyek valamely műterméket – izommozgásból vagy más forrásból származó jelet, zajt – tartalmaztak. Az EEG elemzése során a következő mérőszámokat használtuk: abszolút és relatív frekvencia spektrum (AFS illetve RFS), szimmetria index (SI), szinkronizációs valószínűség (SL), Omega komplexitás, Phi, Szigma. Minden személy esetében külön számítottuk ki ezen mérőszámokat a két félteke felett, illetve a csukott és nyitott szemmel

helyzetekben, hat féle frekvenciasávban. A frekvenciasávok határai a következők voltak: delta (DC-4 Hz), theta (4-8 Hz), alfa 1 (8-11 Hz), alfa 2 (11-14 Hz), béta 1 (14-25 Hz) és béta 2 (25-35 Hz). Az EEG frekvencia spektrum transzformációját FFT eljárással készítettük el, melynek során 10%-os cosinus ablakot alkalmaztunk. A transzformált adatsor frekvenciafelbontása 0,489 Hz volt. A Fourier sor további feldolgozását egy általunk e célra írt MatLab alkalmazás segítségével végeztük el. Ennek segítségével számítottuk ki a két félteke és a két helyzet abszolút és relatív frekvencia spektrum értékeit a hat sáv esetében. Szintén ezen alkalmazás segítségével számítottuk ki a szimmetria index ezen sávokhoz tartozó értékeit.

A beteg csoportban a delta frekvenciasávban tendenciaszerűen magasabb abszolút frekvencia spektrum-, Omega komplexitás -, valamint Szigma értéket találtunk, mint a kontroll csoport esetében. A theta frekvencia sávban a beteg csoportban szignifikánsan alacsonyabb szinkronizációs valószínűség értéket és szignifikánsan magasabb Omega komplexitás értéket kaptunk a kontroll csoport eredményeihez viszonyítva. Az alfa 1 frekvenciasávban a beteg csoport tagjai esetében tendenciaszerűen aszimmetrikusabb EEG-t rögzítettünk. A szinkronizációs valószínűség esetében theta frekvencia sávban a csoport*helyzet interakció tendencijellegűnek bizonyult, mivel a beteg csoportban szemnyitás hatására a kontroll csoporthoz képest már csukott szemmel is alacsonyabb szinkronizációs valószínűség értéke tovább csökkent, míg a kontroll csoportban szemnyitás hatására nőtt az SL értéke. Mutatóként egy-egy *diszkriminancia analízist* is alkalmaztunk, mely elemzés csoportosító változója a fenn bemutatott csoport változó volt. A modellbe független változóként frekvenciasávonként a következő mutatók kerültek be: két helyzetben a két félteke felett mért értékek, a két félteke felett számított helyzetkülönbségek abszolút értékei, a két helyzetben számított oldalkülönbségek abszolút értékei, illetve a szemnyitásra megfigyelhető oldalkülönbség-változás abszolút értéke („interakciós mutató”).

A frekvencia elemzések eredményeire támaszkodva nem sikerült szignifikáns különbséget kimutatni az egészséges és a beteg csoportok között. A beteg csoport esetében tendenciaszerűen nagyobb volt a delta frekvenciasáv abszolút spektrum -, illetve Szigma (globális frekvencia) értéke. Vagyis a fokozott delta tevékenység nem tesz egyértelmű különbséget a két vizsgált csoport között, a delta tevékenység megnövekedése csak a betegek egy részére jellemző. Hasonlóképpen értékeljük a beteg csoportban az alfa 1 sávban megfigyelt tendenciaszerűen magasabb aszimmetriát. Egyes károsodások nagy mértékben aszimmetrikus alfa 1 sávba tartozó tevékenységgel járnak, ugyanakkor más károsodások következtében ilyen változás nem figyelhető meg.

A theta frekvencia sávban jelentős eltéréseket tapasztaltunk a csoportok között, mind a szinkronizációs valószínűség, mind az Omega komplexitás esetében. A beteg csoportban kisebb a szinkronizáció mértéke, ráadásul szemnyitás hatására tovább csökken, míg a kontroll csoportban ezen érték magasabb nyitott szemmel helyzetben, mint csukott szemmel helyzetben. A beteg csoport esetében a theta sávba eső EEG tevékenység komplexitás-jelzője magasabb, mint a kontroll csoportban.

Feltételezhető, hogy az idegrendszer funkcionális egysége bomlik meg stroke károsodás következtében. Ezen megbomlott egység az, amire az Omega komplexitás különösen érzékeny, ezért találhatunk eltérést ezen mutató mentén a beteg és az egészséges csoport között. A funkcionális egységet eredményeink szerint megbontja a károsodás függetlenül attól, hogy az mekkora kiterjedésű, melyik féltekében

lokalizálható, és milyen struktúrákat érint. Az EEG alapján felrajzolt trajektor leírásával, jellemzésével az idegrendszer – pontosabban annak elektromos „lenyomatának” – makro állapotait tudjuk jellemezni. Ezen állapotok jelentősen különböznek a beteg csoportban és kontroll csoportban, sőt a károsodott és a nem károsodott féltekék állapotai is különböznek egymástól. Ezen állapotok elkülönítésében hatékony eszköznek bizonyult a Wackermann-féle leíró rendszer három mutatójának együttes használatát, mely az állapotok sokrétű, összetett leírását kínálja.

Megállapíthatjuk, hogy a trajektorok elemzésén alapuló módszerek a hagyományos, frekvenciaelemzésen alapuló módszerekhez képest nagyobb hatékonysággal voltak képesek elkülöníteni a beteg és az egészséges kontroll csoportot egymástól. Használatuk indokolt, hiszen az EEG olyan jellegzetességei ragadhatók meg segítségükkel, melyre a „hagyományos”, frekvenciaelemzésen alapuló módszerek nem, vagy csak kevésbé érzékenyek.

Összehasonlító pszichofiziológiai kutatások

Továbbfejlesztettük az általunk kidolgozott humán agykérgi multielektroda rendszert, mély agyi struktúrákból történő vizsgálatokhoz. Dupla elektródos elvezető eszközt dolgoztunk ki intrahippocampális vizsgálatokra. Megállapítottuk, hogy az egymástól távoli hippocampális struktúrák szinkron aktiválódnak az interiktális tüske-hullámok alatt, amiből az entorhinális, illetve a laterális temporális kérgék epileptogenezisben betöltött fontos szerepére következtethetünk. Elvégeztük az első magyarországi krónikus agykérgi rétegelvezetéseket epilepsziás páciensekben. Kimutattuk, hogy a kérgi tüske-hullám aktivitás intrakortikális mintázata hasonló különböző etiológiájú és lokalizációjú epilepsziákban, ami segítséget adhat a tüske-kisülés fókuszának meghatározásában felszíni EEG elvezetésekkel, így segítve az epilepszia diagnosztikáját.

Amerikai együttműködésben krónikus intrakortikális elvezetésekkel vizsgáltuk a kognitív eseményhez kötött potenciálok elektrogenézisét emberben. Kimutattuk, hogy az elülső cinguláris cortex (ACC) komplex módon vesz részt a kiterjedt multilobáris kortikális ingerfeldolgozásban. Az ACC mikrodomének nem specializálódtak a kognitív ingerfeldolgozás egy-egy mozzanatára, éppen ellenkezőleg egy, vagy néhány kérgi kolumna többfajta funkciót is betölt, mint például a hiba detekció, konfliktus monitorozás, inger-válasz leképezés, ismerős-ismeretlen feldolgozás és a figyelmi orientáció meghatározása.

Modellezéssel vizsgáltuk az akciós potenciál extracelluláris terjedésének, az áramforrás sűrűség és soksejt aktivitás kapcsolatának viszonyát. Kidolgoztunk egy pontosabb módszert az extracellulárisan mért akciós potenciálok generátorainak térbeli meghatározására, a módszert macskából mért sejtaktivitás adatokon sikeresen teszteltük.

Majmokon végzett kísérletekben megállapítottuk, hogy az intrakortikális elektrokortikogram oszcillációi hierarchikusan szervezettek. A lassabb oszcillációk modulálják a magasabb frekvenciájú hullámok amplitúdóját és a neuronális tevékenységet. A gamma oszcilláció a lassabb (delta és theta) hullámok megfelelő fázisában jelentkezik. Az eseményhez-kötött potenciál kísérletek azt bizonyították, hogy ez a ritmusos kérgi aktivitás változás befolyásolja a beérkező szenzoros információ feldolgozását.

Skalp, epidurális és intrakortikális elvezetésekkel összehasonlítottuk a lokális és távoli elvezetésekkel regisztrált akusztikus eseményhez-kötött potenciálokat (EKP) majmokon. Megállapítottuk, hogy a tonotópia jól felismerhető a hallókéreg elsődleges régiójából elvezetett lokális mezőpotenciál és sejtelvezetésekben. Epidurális és scalp elvezetések esetén csak sok elektróddal történő amplitúdó térképeken ismerhető fel az EKP-k frekvenciafüggése.

*Az egyes munkáknál a tematikus pályázatok támogatását szerepeltettük, a két monográfiában a tudományos iskola OTKA szerepel. A tematikus OTKA pályázatok: 48383, 47038, 48338, 34151, 49122, 49345, 47381. Egyéb támogatások: NKFP 5/0071, Informatikai és Távközlési Minisztérium: TP 130, TP 083.