

**A tér mentális reprezentációjának funkcionális
zavara különböző szorongásos állapotokban**

**Doktori (PhD) értekezés
dr. Karádi Kázmér**

**Idegstudományok program, POTE Élettani Intézet
Programvezető: Prof. Dr. Lénárd László
Témavezető: Prof. Dr. Szabó Imre**

Pécsi Orvostudományi Egyetem

1998

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|----|
| Általános bevezető | 1 |
| Irodalmi áttekintés | 3 |
| Módszerek | 23 |
| I.számú vizsgálat A pánik betegség/agorafóbia, melyben kimutatható az allocentrikus-hippocampális rendszer zavara és az egocentrikus-parietális rendszer funkcionális túlsúlya. | 29 |
| II.számú vizsgálat A pillanatnyi szorongás-félelem és térészlelés kapcsolata. | 35 |
| III.számú vizsgálat Agyi lateralitás: Az emocionális priming hatása a mentális rotációra. | 37 |
| IV.számú vizsgálat A dyslexia, mint olyan idegrendszeri funkció zavar, mely jól szemlélteti az egocentrikus rendszer diszfunkcióját és az allocentrikus folyamatok túlsúlyát. | 46 |
| Összefoglaló | 49 |
| Idézett irodalom | 52 |
| A disszertáció alapját képező eredményekből publikációk és konferencia részvételek | 63 |
| Ábrák | 69 |

Általános bevezető

Az idegtudományok világában közismert szlogen, hogy az anatómia élettan nélkül vak és az élettan anatómia nélkül pedig süket. A következőkben bemutatásra kerülő komputációs és kognitív pszichológiai tanulmányok azt mutatják, hogy az anatómiai és az élettani adatok rendszerét a magatartáskutatás lényegét képező neuropszichológiai ismeretrendszer szólaltatja meg (Kertesz 1994). A neuropszichológiai diszciplína többek között azt vizsgálja, hogy az agyat ért sérülések (funkcionális vagy strukturális kiesések) után milyen magatartási változások figyelhetők meg. A sérült terület és a magatartási változás együtteséből a neuropszichológus, mint agykutató, következtetést von le a kiesett terület normális funkciójára. Mindezekből jól látszik, hogy a neuropszichológia összetett tudomány, mely ötvözi magában a neurobiológiai, neurológiai, pszichiátriai és pszichológiai ismereteket, mintegy funkcionális kapcsolatot képezve az utóbbi tudományterületek közt. Ebben a szellemen indítottam el vizsgálataimat a kognitív neuropszichológia fagykörében. Kísérleteim két szálon futottak. 1996-ban Prof. Szabó Imre vezetésével magyar nyelvre adaptáltuk a Parrot neuropszichológiai szoftvercsomagot, mely tanulásgyenge (dyslexiás) gyermekek és agysérült betegek vizsgálatában és rehabilitációjában jelentős szerepet tölt be. Ezzel egy időben kezdtem meg a dyslexiás gyermekek neuropszichológiai vizsgálatát is. A dyslexiás gyermekek vizsgálata során felmerülő kérdések (szorongás szerepe a tériszlelési tesztek kivitelezése során) megválaszolására 1997-ben csatlakoztam Dr. Kállai János egyetemi docens kutatásaihoz, mely különböző szorongásos állapotok hátterében lévő kognitív funkció zavarok vizsgálatára irányul. Vizsgálataim során, mind a dyslexiás gyermekeknél, mind a szorongó személyeknél a tériszlelés jellegzetes

zavarát figyeltem meg. Ezért a PhD tézis a tér mentális reprezentációjának funkcionális zavarát vizsgálja humán kísérletes anyagon. 25 év állatkísérletes, neuropatológiai szakirodalom és korábbi empirikus vizsgálataim adatait áttekintve a következő elmélet fogalmazódott meg, mely a PhD tézis gerincét adja (Kállai, Karádi, Tényi 1998), miszerint a téri tájékozódás referencia keretét illetően, kiegyensúlyozottan, mérleg elvhez hasonlóan működik. A mérleg egyik serpenyőjében az egocentrikus tájékozódást szervező parietális cortex aktivációja, a másikban az allocentrikus tér kivitelezését végző hippocampális működés fekszik. A normális térészlelésben e két tényező egyensúlyban van. Az egocentrikus vagy az allocentrikus szervező rendszer diszfunkciója ezt az egyensúlyt megbontja és így ez, az ellentétes rendszer túlsúlyát okozza. Ennek az elméletnek neuropszichológiai ellenőrzése lehet, ha olyan betegségeket keresünk, melyekben vagy az egocentrikus vagy az allocentrikus rendszer funkcionális kiesése megtalálható és így a másik rendszer funkciójának túlsúlyát tapasztaljuk.

Célkitűzéseim

A teória vizsgálatának érdekében a PhD tézis három fő témára összpontosít

- 1.) A pánik betegség/agorafóbiára, melyben kimutatható az allocentrikus-hippocampális rendszer zavara és az egocentrikus-parietális rendszer funkcionális túlsúlya.
- 2.) A dyslexiára, mint olyan idegrendszeri funkció zavarra, mely jól szemlélteti az egocentrikus rendszer lézióját és az allocentrikus folyamatok normal működését vagy túlsúlyát.
- 3.) Normál személyek emocionális előhangolásának (pozitív/negatív priming) hatása a térben elforgatott betűk mentális rotációjára.

PhD munkám adatai és a tézis alap gondolata új megközelítésből mutatja a tér mentális reprezentációjának neuropszichológiáját. A klasszikus vizsgálati módszerek organikus alapon tanulmányozzák az emberi térérzékelést. Azt vizsgálják, hogy az agy egyes területeinek léziója milyen zavarokat okoz a térészlelésben. E zavarokból következtet a normális térészlelésre. A PhD kutatásaim ezzel eltérő utat követnek. Vizsgálataim megmutatják, hogy az organikus sérülések által okozott térészlelési zavarok kimutathatóak olyan pszichopatológiai állapotokban (pánik betegség, szorongás, dyslexia), melyeknél nem lehet demonstrálni jellegzetes szervi elváltozást, léziót. A tér mentális reprezentációjának funkcionális pszichopatológiai vizsgálata azonban megerősíti mind a klasszikus, mind az új funkcionális (PET, fMRI) neuropszichológiai vizsgálatok eredményeit.

Irodalmi áttekintés

Az ember autonóm, tudattalan módon szervezett mozdulat sorozatokból megszerkesztett készlet alapján otthonosan viselkedik környezetében, a természet által megalkotott térben. Ez az otthonos viselkedés magától érthetődő, ritkán gondolunk arra, hogy a térben végzett viselkedésünk összetett folyamat eredménye. A térben végzett mozgás első megközelítésben három viselkedési formára választható szét. Mikor valaki felkel a számítógép mellől és felveszi a kabátját, az úgynevezett *pozíciós viselkedést (position response)* valósítja meg. Ez esetben a térben való mozgás a saját testre vonatkoztatott referencia pontok figyelembevételével zajlik le. Más a helyzet, ha a mozgást a környezetben található navigációs jelzómozzanatok szabályozzák.

Ezt a térbeli viselkedés típust *utasításos magatartásnak (cue response)* nevezzük. Az utasításos magatartás alatt a környező térben figyelmet keltő navigációs pontok (lámpa fénye) vagy tárgyak, események (egy letarolt erdő helyén a tájékozódást az állatok és emberek pihenését elősegítő "hagyásfa", egy templom tornya vagy egy jellegzetes karakterű emlékmű) tájollják, irányítják, befolyásolják mozgásunkat. A harmadik viselkedési forma (mikor automatikusan halad valaki hazafelé) a *tényleges térben való reális mozgás (place response)*, mely egy autonóm módon szerveződő folyamatosan változó, de mégis állandó referenciát biztosító kognitív térkép (*cognitive map*) irányítása alatt áll (Kolb és Wishaw 1993).

A tér, mely viselkedésünket irányítja, nem egységes. Van egy kiemelt személyes része, a bőrünkbe bebújtatott világ, a testünk és az ahhoz tartozó végtagjaink által elérhető tér, melyet együtt *egocentrikus* térként említünk. A testi határainktól távolabb fekvő extraperszonális, a hallás, a látás révén definiált perceptuális teret *allocentrikusként* említjük. Az egocentrikus és allocentrikus teret a térítő fogja egységbe. Agyunk természetünk viszonylagos statikus referencia pontjait, mint navigációs pontokat, automatikusan jelöli meg, emeli ki a világ számos érzékelhető eseménye közül, melyekből megkonstruálódik az úgynevezett mentális térkép. A *mentális térkép* sok kutató szerint analóg a valós térrel. Azonban az analógia nem statikus, hanem dinamikai folyamatokat tükröz. A térben létező tárgyakat lelki szemünk előtt elforgathatjuk, áttranszfórmálhatjuk, struktúrájukat egy másik struktúrába illeszthetjük (*mental rotation*).

Az ember a környezetét képező allocentrikus tér struktúráját saját egocentrikus szűrőjén keresztül vizsgálja és érti meg. A tárgyak helyzetét, mozdulatainak irányát saját teste stabil referencia pontjához méri. Az egocentrikus tér és a környező allocentrikus tér között dinamikus kapcsolat van (Damasio 1996).

A neuropszichológiai megközelítésben fontos kérdés, hogy a fentiekben vázolt egocentrikus és allocentrikus téri folyamatokat agyunk mely strukturái működtetik. Az egocentrikus tér nem más, mint a testből és végtagokból érkező szenzoros és motoros szignálok pontos asszociációja, ami a környezeti ingerekre adott figyelmünk és cselekvésünk irányításában játszik szerepet. Az egocentrikus tér kódolását valamint az allocentrikus tér koordináta-rendszerének megszerkesztését a *posterior parietális lebeny* (*Superior Brodmann 5, 7; Inferior Brodmann 39, 40*) végzi el (Mishkin és mtsai. 1983), melyet anatómiai és fiziológiai szempontból parieto-temporo-occipitális csomópontnak is nevezünk. Csomópont jellegét az adja, hogy vizuális, propriocéptív, auditoros, vestibuláris, oculomotoros, mozgási és motivációs inputok ezen a helyen egy egységes motoros válasz megszervezésében integrálódnak.

A posterior parietális cortex fiziológiája és neuropszichológiája

Neurofiziológiai vizsgálatok megmutatták, hogy a superior parietális cortex (*Brodman 5, 7*) 80 százalékban olyan sejtekből áll, amelyek a végtagok aktív mozgására reagálnak és így az ízületek pozícióját kódolják. A megmaradó 20 százalékot kitevő sejtek passzív szenzoros stimulációra is reagálnak, mégis aktivitásuk akkor fokozódik drámaian, amikor a szenzoros stimulációt az állapot mozgása okozza (mikor az állapot megérint egy föle távolabb elhelyezkedő tárgyat). Láthatjuk, hogy a superior parietális cortex a szomatosenzoros és propriocéptív szignálokra keresztül az aktív végtagok mozgásának kódolásában játszik szerepet. Ezen terület kiesése embemél az agnosziák különböző fajtáját váltja ki, ami a szomatomotoros transzformáció zavarára utal. Astereognosis vagy taktilis agnosia alakul ki, melynél a beteg képtelen felismerni érintés alapján a tárgyak alakját. Vagyis az aktív érintés zavaráról van itt szó. A beteg asomatognosisban szenved. Ha például a lézió a jobb parietális lebenyt érte, akkor az asomatognóziás beteg a bal testfél létezését mellőzi. A legjellemzőbb tünet, hogy a beteg nem öltözik fel a negligált testfélén. A beteg tiltakozik, hogy az agyi

sértéssel ellenoldali testfél az övé lenne. Olyan extrém lehet ez az érzészavar, hogy a beteg képes ugyan érezni az érintett testfél fájdalmát, de nem tudja lokalizálni és úgy nyilatkozik, hogy érzése szerint ez a fájdalom a másik ágyon fekvő beteg végtagjából származik (Stein 1992). A beteg képtelen a testből és a végtagokból származó motoros és szenzoros szignálok pontos asszociációjából a megfelelő térbeli benyomást kialakítani, valamint ebből a benyomásból feleltetni a megfelelő egocentrikus testképet.

Az inferior parietális cortex azonban fiziológiailag sokkal érdekesebb és sokkal több mindenre reagál. Ebben a régióban léteznek olyan neuronok, melyek vizuálisan aktiválhatók. Ezek a "fényérzékeny" neuronok nagy receptív mezővel rendelkeznek amibe beletartozik a teljes kontralaterális látómező, látótér középvonala és az ipsilaterális látómező jó része. Érzékenyek a centripetális (a fovea felé) és a centrifugális (a foveától) mozgásokra. Képesek nyomon követni a végtagok mozgását, miközben azokat egy célra irányítja az állat. Az új vizuális ingerre kialakuló szakkádra, valamint a szakkád irányára is érzékenyek a fent említett szemmozgás detektáló neuronok.

Olyan kísérleti elrendezésben, ahol a majom tekintetét a látómező középpontjában lévő ingerre rögzítjük, majd azt követően azt a feladatot kapja, hogy késleltetve fordítsa tekintetét az új stimulusra, akkor a neuronok egy része már a perifériás stimulusra irányuló szemmozgás előtt is aktiválódik. Így ezen neuronok a szándékolt mozgás irányát kódolják. További vizsgálatokból nyilvánvalóvá vált, hogy az irányított figyelem erőteljesen megnöveli a "fényérzékeny" neuronok aktivitását (Andersen 1997).

Az inferior parietális cortexben olyan sejtek is találhatóak, melyek kisülése akkor a legintenzívebb, mikor az állat egy ingerre figyel és az aktivitás csökken, mikor a szakkádikus szemmozgás révén a figyelem centrumába hozza a másik tárgyat. A fényérzékeny és a fixációs neuron a két legfontosabb neuron osztály a 7. áréában. Mindkét neuron működését modulálja az irányított figyelem. Összefoglalva tehát, az inferior parietális cortex neuronjai a vizuális, auditoros,

szemmozgás inputokat a nézés irányának vezetésére, vagyis az aktív látásra használják fel.

Az inferior rész kiesése kapcsán is számtalan szindróma alakul ki a betegben. Azt a tünetegyüttest, melyet Bálint Rezső írt le a század elején, ma Bálint szindrómának nevezzük. Legjellemzőbb tünete, hogy a beteg ép szemmozgások, jó látás, teljes látómező ellenére, nem képes egy fixált tárgyról egy másik tárgyra átváltani a figyelmét. Ez a tünet a vizuális figyelem kiesésére utal. Ha a jobb parietális lebenyben van a lézió, akkor a betegben bal hemineglect alakul ki. A tér bal oldalát hanyagolja, nem rajzolja meg az óra bal oldalát, nem másolja le egy tárgy bal felét, nem veszi figyelembe a tárgyátja balfelén lévő ételt. Nem tudja eldönteni, hogy két tárgy térbelileg összefügg-e, nem látja a tárgyakat térbelileg szervezett egységben. Ha a tárgy egy részére figyel, szétesik a tárgy egészeleges benyomása. Megfigyelhető még a térbeli képzelet deficitje is. Bisiach és Luzzatti (1978) elegáns vizsgálatban mutatta ki a térbeli képzelet zavarát a jobb inferior parietális cortexsérült emberekben. A betegeknek az általuk jól ismert milánói Piazza del Duomo térről kellett leírást adni. A feladat első részében azt képzeltették el, hogy a Piazza del Duomo északi sarkában állva milyen a tér jobb és bal oldala. A páciensek nem tudták képzeletükben felidézni a tér bal oldalán látható épületeket. Ezt követően ellentétes oldali, déli nézőpontból képzeltették el a teret. Annak ellenére, hogy ők korábban részletes beszámolót adtak a mostani nézőpontjukból jobb oldalra eső térrész épületeiről, üzleteiről, beszámolójukat nem tudták megismételni, mert képzeletbeli terükben a korábbi jobb oldal most bal oldalon szerepelt. Tehát a betegek sem az első, sem a második helyzetben nem tudták mozgósítani a tér bal oldalára vonatkozó ismereteiket. Ez a vizsgálat azt mutatja, hogy a tér mindkét felével kapcsolatos információ tárolva van a beteg agyi struktúráiban, csak a léziót szenvedett betegek esetében valami megakadályozza a tér bal oldalára vonatkozó információ előhívását. A neuropszichológiai vizsgálatokból jól látszik, hogy a posterior parietális cortex (PPC) lézió emberben az irányított figyelem zavarát okozza, mely szétrombolja a testből és a környező térből érkező szenzoros szignáloknak a

megfelelő motoros (magatartási) parancsba való transzformációját, ez a zavar egy feedback kapcsolaton keresztül visszahat a figyelem és a mozgás pontos irányítására.

Az egocentrikus kognitív tér kivitelezése és a PPC neurális hálózata

Az egocentrikus tér kialakítása során agyunk a test és a külvilág relatív viszonyából származó információkat dolgozza fel és irányítja az információ szerzés menetét. Relatív ez a viszony, mivel a test helyzete állandóan változik a környező térben. A relatív referencia pontról érkező információ az állandó változás miatt nem tárolódik hosszú távon a memóriában, s ezért, Stein szerint (1991), nincs a fejünkben a valós térről pontról pontra megegyező topografikus térkép. A PPC neuronok és az egocentrikus tér pontjai között nincs a retina és a külvilág kapcsolatára jellemző pontról pontra való megfelelés. Ebből kifolyólag nem létezik egy klasszikus értelemben vett, kognitív eszközökkel kontrollálható emlékezeti rendszer, amely megszerkeszthetne egy közös koordináta-rendszert, mely a saját maga számára lefordítja, értelmezi a szenzoros inputokat, hanem a PPC egyből a szenzoros koordináta-rendszert közvetlenül a motoros koordináta-rendszerbe továbbítja. Térkép van, de kép nincs. A térkép mozgásparancsok, előkészített motoros lehetőségek formájában jelenik meg. Operacionálisan megállapítható, hogy az egocentrikus tér a PPC neurális hálózatának egyik emergens tulajdonsága, működési terméke. (Zipser és Andersen 1988). Zipser és Andersen 1988-ban a Mesterséges Neurális Hálózat módszert hívta segítségül az egocentrikus tér kódolásának megfejtéséhez. Azt vizsgálta, hogyan transzformáljuk a szenzoros inputokat a megfelelő motoros outputba. Három rétegű modell hálózatukban az input réteg két input tömböt tartalmazott. Az egyik egy 8x8-as tömbbe berendezett 64 neuronból állt és a retinális működést reprezentálta, a másik 4x4-es tömbbe berendezett 8 neuronból épült fel és a szem pozícióját jellemezte. A középső, a parietális lebenyt képviselő rejtett rétegben lévő neuronok kombinálták és transzformálták az input szignálokat a saját output

jellé, melyet átadtak a harmadik rétegben elhelyezkedő output egységeknek. Az output réteg megadta a megfelelő fejmozgáshoz szükséges motoros koordinátákat. A hálózatban a rétegek között minden neuron minden neuronnal össze volt kapcsolva egy szinapszis értékkel. A hálózat a visszafuttatásos algoritmust (back-propagation learning rule) használta a szinapszisok tanításánál. Melynél az output egységeknek meg volt adva az adott vizuális stimulus retinális pozíciójára és a szemmozgás pozícióra egy elvárt, megfelelő fejmozgás koordináta érték. Ha a hálózat outputja eltért az elvárt értéktől, akkor az elvárt és a kapott output közötti különbséget mint hibát visszafutatta a rejtett és az input rétegekre és a kapott hibák alapján, megfelelő függvények felhasználásával módosította a rétegek közötti szinapszisok értékét. A többször megismételt tanításnál a hálózat szinaptikus mátrixa úgy változott, hogy a hálózat működése egyre jobban megközelítette a kívánt viselkedést. Zipser és Andersen munkája megmutatta, hogy a hálózatuk képes a PPC-re jellemző szenzoros-motoros transzformációra. úgy, hogy nem alkalmaz egy explicit topografikus térképet. vagy más néven egy közös koordináta-rendszert (a középső rejtett PPC rétegben nincs pontról pontra megfelelés az input és az output egységekkel). A megfelelő szenzoros-motoros transzformációra való ismeretek az egységek közötti szinapszisokban vannak tárolva és ebből fakadóan szét vannak osztva a hálózat egészében. Mindegyik szinapszis a transzformációhoz szükséges utasítások, szabályok kis részét hordozza, úgy mint a hologram lemez, ahol a kép előállításához szükséges információ szét van osztva az egész lemezen. Az ily módon zajló feldolgozásból következőleg a PPC teljes hálózatának működése szükséges az egocentrikus tér gazdag és finom megfogásához, egy-két sejt kiesése nem okoz ugyan "lyukat" a tér kódolásában, de nagyobb hiány már az egocentrikus figyelem irányíthatóságának részleges degradációját okozhatja. Ez a lehetőség jól szemléltethető szintén a hologrammal. Mivel a hologram lemezen az információ szétszórva helyezkedik el, ezért ha a lemez kis darabokra törik, mindegyik darabban előhívható a teljes kép, bár annak finomsága és részletessége nem lesz olyan tökéletes, mintha a teljes ép lemezen hívtuk volna elő a képet. A

neuronalis háló nagyobb részeinek hiánya, roncsolódása a kognícióban azonban már határozott tüneti következményeket eredményez.

A parietális lebenyről szóló rész lezárása után, már érthetővé válik, hogy a PPC az egocentrikus teret "holografikusan" képezi le, melynek során a hálózat a színapszissai által képviselt szabályrendszer alapján transzformálja a testből és a környezetből származó szenzoros szignálok koordináta-rendszerét egy alkalmas motoros koordináta-rendszerbe, mintegy elvételezve a motoros események korrektt kivitelezéséhez szükséges szignálokat, szenzoros inputokat.

Az allocentrikus tér és a hippocampális kognitív térkép

A kognitív térkép felvétele aktív, információ feldolgozó folyamat, ami támaszkodik mind az egocentrikus, mind az allocentrikus információkra. A klasszikus kognitív pszichológia szerint a fejünkben a környező térről egy sémát alakítunk ki, ami mindig irányítja magatartásunkat és ezáltal maga is megváltozik, így ír erről Neisser (1988): " A saját magunkra vonatkozó információt, mint minden más információt, csak egy megfelelően hangolt sémával lehet felvenni. Ugyanez megfordítva is igaz. Minden felvett információ, beleértve a proprioceptív információt, módosítja a sémát. Ha a környezetben mozgunk, a séma egy orientáló séma vagy kognitív térkép. Ez azt jelenti, hogy a kognitív térkép mindenkor magába foglalja mind az észlelőt, mind pedig a környezetet. Az én és a világ perceptuálisan elválaszthatatlanok." (117.old)

Tehát az egocentrikus térben a régi kognitív séma által irányítva az állat és az ember feltérképezi a környezeti tárgyakat, valamint azok helyzetét a saját testéhez viszonyítva. Az így kapott "Hol?" és "Mi?" információkból kiszámítjuk a tárgyak egymáshoz való viszonyát és az így kialakult allocentrikus téri struktúrát egy komparátor összehasonlítja a mentálisan reprezentálódó régi kognitív térkép sémával és ha szükséges, akkor módosítja azt. A térről szóló

ismereteink előhívása (mentális megjelenítése) része a folyamatnak. Ez a folyamat két részből áll. Az első lépés az új téri információ felvétele, míg a második lépés a régi séma előhívása és az újjal való összehasonlítása, amiből agyunk kiszűri a környezetben lévő invariáns helyzetű tárgyakat.

Az 1970-es évektől egyre inkább világossá válik, hogy ezen folyamatok központi jelentőségű agyi régiója a hippocampus. A továbbiakban a hippocampusnak téri funkcióit fogjuk körül járni, hasonló sorrendben, mint ahogy a PPC-nél tettük. Először a hippocampus fiziológiáját és neuropszichológiáját, valamint a kognitív térkép hippocampális reprezentációját megmagyarázni kívánó neurokomputációs elméleteket fogjuk megtárgyalni.

A hippocampális hely (place) sejtek

1971-ben J. O'Keefe és J. Dostrovsky a Brain Research hasábjain megjelent cikkükkel útjára indították a téri tájékozódás neurofiziológiai vizsgálatainak új irányzatát (O'Keefe and Dostrovsky 1971). Mivel 1950-ben Milner és Scoville munkája és más kutatások alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a hippocampus sérülése komoly memória, tanulási deficitet és magartási zavarokat (hiperaktivitás, sztereotip mozgások) okoz (Barnes 1988), ezért O'Keefe és Dostrovsky ideglettani szempontból megvizsgálta a patkány hippocampális sejtek aktivitását különböző magartási válaszok alatt és ezáltal próbáltak bizonyos magartási minták és a celluláris aktivitás közötti korrelációt megállapítani (single unit technika). A patkány dorzális hippocampusába elektródákat ültettek és a sejtek kisüléseinek (akciós potenciálok) gyakoriságát vizsgálták a szabadon mozgó állatban. Az állat a teszt ketrecben mászkált, evett, ivott, mosakodott és aludt vagy explorálta a környezetét, szaglászott, rágszalt, pedált nyomogatott ételért. Néha auditoros, vizuális vagy taktilis ingereket is kapott. Az elektródák a hippocampus CA1 és gyrus dentatus részéből vezették el az aktivitást. A vizsgálat alatt a sejtek többségének aktivitása összefüggést

mutatott az állat fent említett magatartásaival. A legérdekesebb lelet azonban az volt, hogy 8 sejt akkor és csak akkor működött, mikor az állat a ketrec egy adott helyén tartózkodott, a sejtek láthatólag a tér egy adott helyére reagáltak. Ezek a sejtek csendesek voltak tisztálkodás, táplálkozás, evés és ivás alatt. O'Keefe és munkatársa ezeket a sejteket hely sejteknek (place cells) nevezte. A hely sejtek felfedezése volt az alapja annak a nézetnek, hogy a hippocampus a téri tájékozódásban mint kognitív térkép vesz részt (O'Keefe and Nadel 1978). Későbbi analízis feltárta, hogy a hely sejtek excitátoros komplex spike sejtek, melyek a CA1 és CA3 régió piramidális sejtjei.

Ugyanakkor a gyrus dentatusból származó elvezetésekben olyan neuronokat találtak, melyek akkor aktiválódtak, mikor az állat explorálta a környezetét, vagy új stimulus tűnt fel a területen.

O'Keefe további vizsgálatai kiderítették, hogy a "hely sejt" aktivitás nemcsak a tér percepciójában játszik szerepet, hanem a téri memóriában is (Barnes 1989). 4 karú útvesztőben patkányokat tanítottak a megfelelő, ételt tartalmazó kar kiválasztására. A labirintust függőnnyel választották el a laboratórium többi helyiségétől. A függőnyre jelzomozzanatokat reprezentáló kártyákat akasztottak (cue-controlled environment), amik segítettek a megfelelő kar megtalálásában. A jelzomozzanatokhoz képest mindig ugyanabban a karban volt a jutalom (étel). A kísérlet két szakaszt tartalmazott, egy perceptuális fázist és egy memória fázist. A perceptuális próbában a kártyák mindig ott voltak a függőnyön, mintegy referencia keretet adva a jó kar kiválasztására. A memória szakaszban a kártyákat csak rövid időre mutatták meg az állatoknak, így azoknak emlékeznie kellett a kártyák helyzetére, ahhoz, hogy megtalálják a cél kart. A próbák alatt a patkányok hippocampális CA1 piramidális sejtjeiről aktivitást vezettek el. A perceptuális fázis alatt sikerült elhelyezkedés specifikus hely sejteket találni a CA1 régióban, melyeknek hely mező (a patkány által explorált tér egy adott helye, ahol az adott hely sejt tüzelési rátája magas) karakterisztikáját felvették. Az izgalmas lelet azonban az volt, hogy a memória szakasz alatt az azonosított hely sejtek hely mező karakterisztikája hasonló volt, mint amit találtak a

perceptuális feladat alatt. Vagyis az állat emlékezetében tartotta a kártyák és ezáltal a jó kar helyzetét. Ebből következőleg pedig a térpercepció mellett a térbeli memória is alapvetően determinálja hely sejtek működését.

További celluláris vizsgálatok azt is kiderítették, hogy a hely sejtek tüzelesét befolyásolja még az állat futási sebessége, a hippokampális EEG állapota, a környezet struktúrája és alakja (Muller, Bostock, Taube, Kubie 1994).

Láthatjuk, hogy a hely sejtek elkötelezettek a hely mezővel szemben. Egy adott helyre specifikus hely sejt aktivitása akkor is fennmarad, hogyha a környezeti jelzőmozzanatokat elmozdítjuk. Például, ha egy helyre specifikus sejt aktivitása fényben van megfigyelve, majd lekapcsoljuk a villanyt (a környező térben a jelzőmozzanatok nem láthatók), akkor a sejt aktivitása továbbra is fennmarad, bár az aktivitás mintája megváltozik (hiszen megváltozott a környező tér struktúrája és alakja). A legérdekesebb az, hogy ha felkapcsoljuk a lámpát, akkor a sötétben tapasztalt aktivitási minta továbbra is fennmarad a sejtjénél. A hely sejteknek ezen a változásra adott ellenállását inerciának nevezzük és magyarázata a neurális hálózatoknál keresendő (Kubie és Muller 1991).

O'Keefe és Nadel (1978) könyvükben kifejtették, hogy az ilyen hely sejtek kódolják a környező allocentrikus teret és szerepük van a kognitív térkép kialakításában. Azonban a 90-es években komoly támadás érte a hely sejt teóriát. McNaughton és munkatársai felvetették azt a lehetőséget, hogy ezek a sejtek nem kizárólag az adott allocentrikus hely leképezésben vesznek részt, hanem aktivitásukat befolyásolja egy egocentrikus információ, a fej iránya is (Muller, Bostock, Taube, Kubie 1994). Ilyen tisztán fej irány sejteket (head direction cell) már leírtak a thalamusban és a postsubiculumban (Taube 1995). McNaughton nézete szerint ezek a sejtek akkor működnek, mikor az állat egy adott helyen van és feje egy adott irányba néz. Ha ez így van, akkor ez a hipotézis komolyan megkérdőjelezi a hely sejt megnevezést és teóriát. 1994-ben Muller, Bostock, Taube és Kubie gondosan megvizsgálta a hely sejtek direkcionális tüzeleséi tulajdonságát. A komplex spike sejtek a CA1 és a CA3 régióból voltak

megfigyelve két különböző magatartási és környezeti kondícióban. A patkányoknak egyszer egy cilindrikus arénában, máskor egy 8 karú, csillag útvesztőben kellett az ételt összegyűjteni. A vizsgálatok megmutatták, hogy a sejtek aktivitása a cylinderben pozicionális és nem irány szelektív, azonban intrinszik irány szelektív aktivitás jelent meg, mikor az állat a radiális útvesztőben tartózkodott. Ez a két eltérő találat felteszi a kérdést, hogy komplex spike sejtek hogyan válhatnak egyik környezetben irány szelektívvé, a másikban pedig nem. Ennek a magyarázata az lehet, hogy a cylinderben az adott helyeken az eltérő fej irányok társítódnak egymással és ezért nincs kitüntetett irány, mivel a cylinder olyan környezetet jelent az állat számára, melyben a fej iránya nem fontos a tájékozódásban. A radiális útvesztőben azonban az állat egy adott útvonal bejárására van kényszerítve (a karokban csak két irányt foglalhat el) és így ezeknek az irányoknak a társítása nem következik be. Vagyis a hely sejtek által reprezentált karok lineáris struktúráját jelöli a direkcionális. Mullerék hipotézise (distributed hypothesis) szerint a hely sejtek ideálisan lokalizáció specifikusak és a direkcionális tüzelési moduláció csak azért jelenik meg, mert az állat a tüzelési mező különböző részeiben, különböző fej irány szektorokban eltérő időt tölt el.

Látható, hogy a hely sejtek tüzelését alapvetően a pozíció határozza meg, azonban olyan környezetben, ahol a túlélés szempontjából rendkívül fontos az irány kódolása a hely mellett, akkor a hely sejtek feldolgozzák ezt az információt is. Mindezekből nyugodtan állíthatjuk, hogy az O'Keefe, Nadel hely sejt teória továbbra is megállja a helyét.

Eddigi vizsgálódásaink csak a sejtek szintjén mozogtak, de azt meg kell állapítanunk, hogy a hippocampus nem egymástól elválasztott sejtekből áll, hanem egységes neurális hálózatot alkot. Így a következőkben azt fogjuk megvizsgálni, hogy a hippocampális hely sejt populáció hogyan viselkedik a téri tájékozódás alatt.

“Hely sejt” populáció aktivítása a téri tanulás során

1994-ig az egy sejt tevékenység vizsgálatok azt hangsúlyozták, hogy a hippocampus dorsális része felelős a tér leképezésében, mivel a ventrális részben nem sikerült hasonló tulajdonságú komplex spike sejteket kimutatni. Így McNaughton szerint a hippocampus nem egységes egészként vesz részt a téri kognitív folyamatok szervezésében, hanem a ventrális területektől a posteriorig terjedő grádiens mentén képezi le a környező terepet. 1994-ben Poucet, Thinus-Blanc és Muller munkája feltárta, hogy a ventrális hippocampusban is léteznek igazi “place” sejtek és így a hippocampus egységes eszként dolgozik és részesedik a környezet térképszerű reprezentációjában. McNaughton vizsgálatait 1994 elején publikálta, ugyanez év végén megjelenő Poucet és mtsai. vizsgálata már cáfolta azokat. Zajló viták részesei vagyunk.

Wilson és McNaughton (1993) vizsgálta meg a hippocampus CA1 sejt populációjának viselkedését a téri tájékozódás alatt. Vizsgálatuk alatt olyan teszt ketrecet használtak, mely középen egy választó falat tartalmazott, a ketrecet A és B részre osztva. A teszt periódus 4 fázisra volt osztva, ami alatt a sejtek aktivitását monitorozták.

- 1.fázis: A patkány 10 percig az A boxban felderítette a terepet.
- 2.fázis: Az első tíz perc az A és a B rész közötti válasz fal eltávolítása után.
- 3.fázis: A második tíz perc a válasz fal elmozdítása után.
- 4.fázis: A patkány ismét 10 percet töltött az A részben.

A kísérlet arra volt kíváncsi, hogy hogyan változik meg a sejt populáció viselkedése, mikor a patkány egy új környezetet (B rész) kezd el explorálni és habituálni.

Mind a négy fázis alatt egyidejűleg monitorozták a 80 darab excitátoros piramidális hely és gátló nem-hely sejtek térbeli tüzelési eloszlását. Felvették a tér egy adott helyén a sejtek tüzelési ráfáját, majd átlagolva ezen aktivításokat megkapták a populáció aktivitásának térbeli eloszlását. Ezekből az adatokból mindig előre kiszámolták egy adott térbeli helyen a populáció elvárható működését, majd összehasonlították a felvett aktuális értékkel. Az összehasonlítás megadta az úgynevezett predikciós hibát.

Az eredmények érdekes fejleményeket hoztak. Az első fázis alatt, mikor a patkány az általa explorált A részben tartózkodott, a hely sejtek egy része volt aktív, a gátló sejtek működésére a szétszórt aktivitás volt jellemző. A predikciós hiba kicsi volt, amiből az a következtetés volt levonható, hogy a hely sejtek jól reprezentálják a teret és aktivitásukból jól megállapítható, hogy hol tartózkodik a patkány a ketrecben. A második fázisban, mikor a válasz falat eltávolították és az állat elkezdte az addig nem látott B rész felderíteni, a predikciós hiba jelentősen megnövekedett. A hiba az A és B rész határán volt a legnagyobb. Addig nem működő hely sejtek kezdtek el aktiválódni és ezek tüzelése a harmadik fázisban érte el a tetőpontját. A második fázisban a gátló sejtek szupressziója volt megfigyelhető. A harmadik fázisban a predikciós hiba ismét csökkent. A negyedik fázisban ismét a régi hely és gátló sejt aktivitás volt jellemző.

Tehát Wilson és McNaughton eredményei azt mutatják, hogy mikor az állat egy addig még soha nem látott környezetbe lép be, a *hippocampus* nem egészen jól hibákkal tele reprezentálja a környezetét (A és B rész határa). A *hippocampális tér* leképezése azonban gyorsan javul az új környezetben végzett exploráció által szerzett tapasztalatok alapján. Ezt a fajta, a tapasztalat által segített javulást az is lehetővé teszi, hogy az új környezetbe történő belépés első pillanataiban a *hippocampális gátló körök* szupresszió alá kerülnek, így segítve az új információ kódolását végző, a serkentő sejtek közötti szinapszisok módosulását.

Wilson és McNaughton munkája megerősítette azt a nézetet, hogy a kognitív térkép felvételében nem csak a "place" sejtek tüzelési rátája a fontos, hanem a sejtek közötti szinaptikus ellenállás lecsökkenése is döntő szerepet játszik a környező tér megragadásában.

Wilson és McNaughton továbbmenve (1994) kimutatta, hogy a hippocampusban a téri tájékozódás során együttesen aktív CA1 sejtek a rákövetkező non-REM alvás alatt is aktiválódnak. Wilson és McNaughton feltételezte, hogy az alvás alatt az előző téri információ konszolidációja következik be. Más neurofiziológiai és magatartási vizsgálatok is megerősítik azt a nézetet, hogy a hippocampális LTP jelensége alapvető szerepű a téri tanulás során. Ezt erősítik meg közvetlenül és közvetett módon is a következő megfigyelések (Barnes 1988):

- a.) Öreg patkányok térbeli tanulási képességei rosszabbak, mint a fiatal állatoké és bár az öregebb állatokban relatíve nagyobb LTP indukálható, az LTP fenntarthatósága kicsi, hamarabb eltűnik a szinaptikus megerősödés.
- b.) Új környezetben a hippocampális kiváltott potenciálok megnövekedését látjuk a patkányok hippocampusában.
- c.) Az új információ felvételében alapvető fontosságú a szinaptikus mátrix az adott struktúrában. Ha ezt, a téri tanulás során kialakult szinapszis halmazt szétromboljuk, akkor az állatoknál az adott feladatra kialakult térbeli memória roneszólódik, valamint az állatok új információt nem tudnak felvenni.
- d.) NMDA receptor antagonisták alkalmazása a téri tájékozódás alatt, szelektíven akadályozzák a téri tanulást.

Az elmúlt 25 év kutatási tapasztalatai folyamatosságot tárnak fel a téri tájékozódás ideglettani vizsgálatában. A kísérletek sejt szintről indultak, feltárva

azt, hogy léteznek olyan sejtek a hippocampusban, melyek a tér kódolásában vesznek részt. később eljutottak ezen sejtek populációjának szintjére, abból a megfontolásból, hogy a sejtek összefüggő hálózatot alkotnak az adott struktúrában. A legújabb vizsgálatok pedig felfedezték, hogy a neurális hálózatban a memória nyomok felvételében és tárolásában a szinapszisok játszanak fontos szerepet. Ezek a felfedezések csak azt mutatják meg, hogy mi az, ami véghezviszi a tér reprezentációját, de nem mutatják, hogy ezt hogyan végzi a hippocampus. Így a tézis további részében a hogyan kérdéssel fogunk foglalkozni.

A kognitív térkép hippocampális értelmezése

A hippocampus vajon hogyan számítja ki azt a koordináta-rendszert, ami referencia keretként használható a környezetünkben levő tárgyak elhelyezkedésének leképezésére? A kiszámítás vagy más néven a komputáció a környező térről szóló ismeret megszerzését jelenti. Ennek vizsgálata a kognitív tudományokra és azon belül is a komputációs ideglettanra vonatkozik. A komputációs idegtudomány öszvér diszciplína, mely a neurofiziológia és a matematikai modellezés keverékét jelenti. Feladata, hogy az ideglettan által feltárt működési szabályok matematikai leírásával és modellezésével a működés rendszerszintű leírását adja. A számítógép analógia jobban megvilágítja ezt a magyarázatot. Az ideglettan az agy megértéséhez a hardvert és annak működését adja (hippocampus huzalozottsága, a hippocampális network viselkedése különféle kondíciók alatt), míg a matematikai modellezés a szoftverrel járul hozzá a folyamathoz (a hippocampális hálózat működése mögött megbúvó, az ismeretet reprezentáló algoritmikus szabályok feltárása). A tézis ezen részében a kognitív térkép reprezentációjának két modelljét mutatjuk be. E két modell a kognitív térképezés folyamatát eltérő szemszögből szemléli és ezért külön-külön csak részben oldják meg a problémát, együtt viszont igen hatékony teóriát nyújthatnak számunkra.

A kognitív térkép centroid és gráf modellje

A *centroid modellben* O'Keefe (1991a, 1991b) abból indul ki, hogy a környezet explorációja során a hippocampus az allocentrikus tér stabil referencia pontjait az állandóan változó egocentrikus térből kiszűri. A centroid teória szerint a hippocampális "hely sejt" hálózat az allocentrikus referencia keretet egy polár koordináta-rendszerként veszi fel, melynek középpontja az allocentrikus navigációs pontok pillanatnyi, geometriai középpontja, a koordináta-rendszer tengelyei pedig az adott navigációs pontokhoz való eljutás irányát adják. Az így kiszámított centroid, geometriai középpont nem más, mint a navigációs pontokhoz képest az állapot elhelyezkedéséből származó egocentrikus vektorok átlaga. A centroid modellnél két fontos dolgot kell a hippocampusnak elvégeznie, az egyik a test és a navigációs pontok közötti vektorok felvétele, a másik pedig a vektor kalkuláció, mely során a neuronálisan definiált virtuális geometriai középpont létre jön. Az exploráció tevékenység során kialakított egocentrikus térből születik meg az allocentrikus tér. O'Keefe azért helyezi a hangsúlyt a kereső magatartásra, mert az exploráció alatti hippocampális EEG valamint a nyugalomban lévő állapot EEG mintája jelentősen különbözik egymástól. Az explorációs hippocampális EEG-re jellemző theta hullámok ritmikus szinuszoid jellegű hullámformák, 8-tól 12 Hz frekvencia sávban. O'Keefe szerint a polár koordináta-rendszerben a vektorok hosszát a szinuszoidális theta amplitúdója reprezentálja, míg a vektor szögét a szinusz hullám fázisa. Így a theta rendszer a vektorok felvételében segítkezik, míg a "hely sejt" hálózat az adott vektor-centroid kalkulációt viszi véghez az allocentrikus kognitív térkép kivitelezésében.

A polár koordináta-rendszer eltér a megszokott, klasszikus Descartes-féle derékszögű koordináta-rendszerétől, a polár koordináta-rendszer rendelkezik egy kiindulóponttal a pólussal, - adott esetben ez az egocentrikus téri pozíció- valamint e pólusból elinduló saroktengellyel. A polár koordináta-rendszerben egy pont koordinátája nem más mint a pólus és egy navigációs pont által alkotott

egyenesnek a saroktengellyel bezárt szöge. A centroid kalkuláció egy stabil pontot jelöl ki a környező térben, ami nem mozdul el, mikor az állat mozgatja a fejét vagy ha ő maga mozog. Ehhez a stabil referencia ponthoz lehet viszonyítani a többi tárgy helyzetét. Azonban az is előfordul, hogy az allocentrikus tér és a benne lévő tárgyak helyzete megváltozik. O'Keefe modelljében a *centroid-hippocampális mapping* rendszeren kívül az *extrahippocampális "fej-irány sejt"* rendszer a környező tér asszimmetrikus/szimmetrikus változását is kiszámítja. A hálózat által reprezentált polár koordináta-rendszer mellett, egy az állat anatómiai hossztenegelyén nyugvó koordináta-rendszer keretei között két allocentrikus navigációs ponton keresztül egy egyenes húzható. A definiált koordináta-rendszerben meghatározható az egyenes meredeksége (slope), a két navigációs pont egymáshoz való geometriai viszonya. Az összes pont pár között felveit meredekségek átlagát véve egy közös átlagos meredekséget kapunk, mely a navigációs pontok által kijelölt tér szimmetriáját jelöli. Szimmetrikus téri változásnál (a környező tér zsugorodik, vagy tágult, de a jelzőmozzanatok egymáshoz viszonyított helyzete nem változik) a "slope" sem változik, míg asszimmetrikusnál (a navigációs pontok helyzete is változik) szükségszerűen a meredekségnek is meg kell változnia.

A kognitív tájékozódás o'keefe teoretikus megközelítését összefoglalva, a következőket mondhatjuk el az exploráció során megvalósuló téri tájékozódás folyamatáról. *Az állat vagy az ember agya az egocentrikus tér szűrlőjén keresztül feleveszi a navigációs pontok tulajdonságait (méret, nagyság, távolság), majd ezeket reprezentációk alapján subcortikális "mapping" rendszerek allocentrikus koordináta-rendszert alakítanak ki. A hippocampális rendszer meghatározza a navigációs pontok és az állat teste által kijelölt polár koordináta-rendszer stabil, geometria középpontját (centroid), míg az extrahippocampális térképező struktúra a környező tér asszimmetrikus szimmetrikus (slope) változásait reprezentálja.*

A fenti elmélet nagyon jól leírja egy adott tér mentális reprezentációjának kialakulását, de semmit sem mond arról, hogy az eltérő terekről megszerzett információ tárolása milyen szinteken és hogyan megy végbe. Muller (1991, 1996) konnektionista munkája kísérletet tesz a fenti probléma megoldására.

Muller arra keresett választ, hogy az adott térben az állat által bejárt 2 dimenziós út miképpen kódolódik a hippocampusban. Az információ tárolása a Mesterséges Intelligencia kutatások és az LTP vizsgálatok szerint a szinapszisekban megy végbe, ezért Muller feltételezte, hogy a téri információ kódolását a hippocampus CA3 "place" sejtek között kialakuló szinapszisek végzik. Az alapvető tanulási forma ez esetben is a Hebbian tanulási szabály. A Muller *gráf modelljében*, ha két "hely" sejt a tér azonos vagy nagyon közel pontján aktiválódik, akkor a két sejt hely mezője közel van egymáshoz. Mikor az állat eljut ezekre a hely mezőkre, akkor az adott két sejt szinte azonos időben, egyszerre és igen erősen aktiválódni fog. Ha a két sejt szinapszissal össze van kötve, akkor az LTP szabálya szerint az egy időben megvalósuló preszinaptikus és postszinaptikus működés az adott sejtek között szinapszis megerősödését okoz. Ez pedig azt mutatja, hogy a CA3- CA3 hálózat a környezetben levő pont párok közötti távolságot reprezentálni képes. Más szavakkal két "hely" sejt közötti LTP által módosított szinapszis erősség az adott két sejt "hely" mezőjének centruma közötti 2 dimenziós távolságot jelöli. Muller szerint a CA3-CA3 rekkurens hálózat egy gráfot jelöl, ahol a nóduszok a sejtek, a gráf élei pedig a sejtek közötti összeköttetések. A térben mozgó állat egy két dimenziós utat jár be, az ut adott pontjai egy-egy "hely" sejt "hely mezőjét" jelöli. Így a térben pontról pontra megtett út megfelel a hálózati gráfban egy sejt láncolatnak. A **1. ábra** a cilindrikus térben a patkány által bejárt utat jelöli. A mulleri modellben a fenti útvonal leképezhető a hálózatban (gráfban) az adott útvonal helyeit leképező sejtek összeköttetési láncára (**2. ábra**). Mivel a 2 dimenziós út bejárása során ezek a sejtek aktívak ezért az ezeket összekötő szinapszisek fognak megerősödni. Az aktív sejtek összeköttetési láncra egy neurális útvonalat jelöl a hálózati

gráfban. A kép mutatja a fenti útvonal gráf-lánc képét. A kép egy CA3 sejt hálózatot jelöl, ahol a vastag vonalakkal összekötött körök jelölik azokat a sejteket, melyek hely mezője a bejárat úton vonalába esik.

Bár pontról pontra való megfelelés nincs a hálózat sejtjei és a tér pontjai között, a mulleri elmélet szerint a kognitív térképezés során az állat által a térben bejárat út, trajektória nagy vonalokban megfelel a neurális térben bejárat útnak. Az állat a tájékozódáskor különböző utat jár be, az eltérő utaknak eltérő neurális gráfok felelnek meg. A gráf modell megmutatja, hogy a lehetséges legrövidebb út egy olyan neurális gráf, melyben a sejtek közötti szinaptikus erősség az adott útvonallal kapcsolatban a legnagyobb.

Muller megpróbálja összeegyeztetni O'Keefe tüzelési frekvenciát hangsúlyozó centroid modelljét a saját, szinapszisokat hangsúlyozó gráf modelljével. Szerinte térben való tájékozódás során, az EEG theta ritmusa alatt a hely sejt rendszer aktivítása (tüzelési frekvencia) felveszi a bejárat utak gráfját. Ha az állat megáll, akkor hippocampus egész más elektromos állapotba kerül, az EEG képen irreguláris aktivitást látunk. Ezen irreguláris állapotban a hippocampus szelektálja (a közeli hely mezőkkel rendelkező sejtek közötti szinapszisok megerősödnek) azt a neurális gráfot, mely a térben való mozgás legalkalmasabb útját jelöli.

Módszerek:

1.) Allocentrikus és egocentrikus térészlelést vizsgáló tesztek:

Bonda és mtsai. (1995), valamint Tagaris és mtsai. (1996) funkcionális MRI és PET vizsgálatai jól demonstrálják, hogy az alábbiakban leírt mentális rotációs tesztek kiválóan demonstrálják azon cortikális és subcortikális agyi areák működését, melyek a tér mentális reprezentációjában játszanak szerepet.

Allocentrikus Mentális Rotációs Teszt (MRT): Allocentrikus térészlelés vizsgálatára alkalmazható teszt, mely a Shepard és Metzler (1971) által kifejlesztett computerizált tesztjének módosított háromdimenziós papír-ceruza tesztje (Vandenbergh és Kuse 1978). Az MRT teszt 20 tételből áll. Az egyes ábrák háromdimenziós testek rajzai. **(3.ábra)** Minden tételben van egy cél ábra és annak két pontosan megfelelő, elforgatott változata, valamint két zavaró ábra (pl. cél ábra tükröképe). A vsz-nel el kell döntenie, hogy a négy ábra közül melyik kétfő azonos a bal oldalon található cél ábrával. Az értékelésnél két pont jár a hibátlan megoldásért, egy pont, ha a vsz csak egyiket jelöli meg, de azt helyesen. Nulla pont, ha téveszt, még abban az esetben is, ha a vsz az egyiket jól jelöli meg, de a másikat nem. A rendelkezésre álló idő a teszt kitöltésére hat perc, melyből 3 perc jut az első tíz tételre és három a második tízre.

Egocentrikus kéz mentális rotációs teszt: Klasszikus allocentrikus mentális rotációs tesztben (Shepard és Metzler 1971, Grimshaw és mtsai. 1995) a személy 2, különböző fokokban rotált alakzatot egymáshoz viszonyít és így dönti el, hogy hasonlóak-e vagy különbözőek. Ettől jelentősen eltér az egocentrikus mentális rotációs feladat, mely nagy mértékben támaszkodik a saját testi információkra (a test jobb és bal oldala) és ezáltal a parietális cortex működésére. Ezt mutatja az is, hogy ilyen tesztekben a személyek gyakran viszonyítják a kéz rajzokat saját

kezeikhez. Bonda 1995-ben felhasználva a tesztet kimutatta PET vizsgálatok alapján, hogy a teszt a posterior parietális cortex aktivációjával jár együtt.

A teszt méri, hogy a vizsgálati személy mennyire képes egy adott kézről eldönteni, hogy jobb vagy bal kezét lát a rajzon. A teljes vizsgálati anyag négy tesztlapot tartalmaz. Mindegyik lapon 20 db 5x4-es mátrixba rendezett kezeket tartalmaz. Az első lap 00, a második 500, a harmadik 900, a negyedik 1800 -ban az órajáráásával megegyező irányban elforgatott kezeket tartalmaz. A vizsgálati személynek mindegyik lapnál, balról jobbra haladva, sorról sorra el kell dönteni, hogy milyenek az adott kezek. Mindegyik kéz alatt egy "j", mint jobb és egy "b", mint bal, betű látható (4.ábra). A vizsgálati személy válaszára a megfelelő betű bekarikázásával történik. A kísérlet vezető mindegyik lapnál méri, hogy a vizsgálati személy mennyi idő alatt végzi el a feladatot, valamint kiértékeli a hibás válaszok számát. A kiértékelés során mindegyik rotációs foknál egy véghezviteli időt (másodpercben) és egy hibaszámot kell kapni.

Betű Mentális Rotációs Teszt: A mentális rotációs tesztben a kísérleti alanyoknak alfanumerikus karakterek tükörkép diszkriminációját kellett elvégeznük. A komputer által 0,30,50,90,120,150,180 fokban elrotált nagy F,G,P,L,R betűkről kellett eldönteni, hogy normál vagy tükörkép betűk-e. Normál betűknél a bal, tükörkép betűknél a jobb egér gombot kellett a kísérleti alanyoknak megnyomni. A program mérte az egyes karakterekre adott reakció időt és hibaszámot. A program kivitelezése közben emocionális előkészítést (priming) alkalmazva mértük a személyek reakció idejét.

a.) *Emocionális priming alkalmazása a Betű Mentális Rotációs Teszt alatt.*

A program három kísérleti blokkot tartalmazott. Az első 70 próba a gyakorlás időszaka volt, mely alkalmas volt arra, hogy a személyek megismerkedjenek az ingerként használt betűkkel és az egészen lévő jelző gombokkal. Ebben a szakaszban emocionális priming nem volt. A kísérleti blokk

két részre osztott: az elsőben tartós negatív emocionális tónus volt kialakítva egy megjelenő negatív emóciót involváló szóval (*halál*). A szó a képernyő közepén jelent meg 800 milliszekundum időtartamban. A szavak közti idők átlaga 3000 milliszekundum. A priming hatású szó után közvetlenül jelent meg egy mássalhangzó különböző rotációs (0,30,50,90,120,150,180) fokban. A második szakasz azonos volt az elsővel, csak az emocionális stimulus volt megváltoztatva. Ebben a második szakaszban a tartós pozitív emocionális tónus a *boldogság* szóval lett létrehozva. A program minden rotációs fokban lemérte az alfamerikus karakterekre adott reakció időt (millisecundum), valamint az emocionális előhangolt blokkokban az össz hibaszámot.

A mentális rotációs teszt után a kísérleti személyek egy -7-től +7-ig terjedő skálán megjelölték, hogy a priming-nál alkalmazott két szó mennyire volt kellemes vagy kellemetlen számukra (-7 a legkellemetlenebb, +7 a legkellemesebb)

2. Kézhatszónálatti Szokások Teszt: A vizsgálati személyek kézpreferenciája felmérésére Anett által kidolgozott, Chapman és Chapman által módosított kérdőívet alkalmaztunk (Chapman és Chapman 1987). A kérdőív 13 különböző cselekvéseket vizsgáló kérdést tartalmazott (**5. ábra**). A kérdőív alapján (bal:3. mindkettő:2. jobb:1 pont) 13-17 pont közé eső vizsgálati személyeket tekintettük jobb kezesnek.

3. Laterálitás Teszt: A laterálitási teszt az eredeti vonal felezési teszt komputerizált QuickBasic verziója volt (Visual Line Bisection test (VLB)) (Bradshaw 1986). A komputer 12 azonos vastagságú, de eltérő hosszúságú (8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19 cm). random sorrendben megjelenő vonalat jelenített meg a vizsgálati személynek A vonalak kezdete és vége világosan meg volt jelölve egy kis horizontális vonallal. A vizsgálati személynek a random

sorrendben bemutatott vonalakat kellett elfeleznie a következő módon. 2 cm vertikális, kék színű vonal keresztezte mindegyik vonal bal végét. A vizsgálati személy ezt a vertikális vonalat mozgatta a horizontális vonal vélt középpontja felé (E gomb: jobbra előre csúsztatás, V gomb: balra hátra csúsztatás). Az E gomb lenyomását követve a vertikális vonal a horizontális vonal bal végétől 1 pixellel ugrott jobb fele, V gomb lenyomása vissza, balra mozgatta a vonalat. Ha a vizsgálati személy úgy érezte, hogy kis vertikális vonal felezi a nagy horizontális vonalat, akkor megnyomta a space billentyűt. A számítógép minden alkalommal lemérte az elfelezett vonal bal és jobb kiterjedését cm-ben. A mérés után a program kivonta a bal kiterjedés értékét a jobb kiterjedés értékéből, így 12 úgynevezett differencia értéket kapunk. A 12 differencia pontot a program átlagolta. Ha az átlag érték negatív előjelű volt, ez azt mutatta, hogy az elfelezett vonal bal fele hosszabb, mint a jobb kiterjedése. Ez a "bal oldal alábecslés" (left side underestimation) a normál személyeknél tapasztalható vizuális, téri "pseudoneglectnek" tulajdonítható (a vizsgálati személy a tér bal oldalát nagyobbban látja -ezért kisebb a horizontális vonal bal fele- a jobb vizuális félteke erőteljesebb működése miatt) (Corballis 1995).

4. Meixner féle standardizált olvasási (dyslexia) teszt:

Az olvasási felmérő teszt 6 feladatlapból és 5x50 szóegységből áll:

1. feladat: 50 különálló magánhangzó
2. feladat: 50 mássalhangzó
3. feladat: 50 értelmetlen szótag függőlegesen elolvasva
4. feladat: 50 különálló szó, függőlegesen olvasva
5. feladat: 50 szóból álló szöveg

Hatodikként a szövegre vonatkozó hat kérdés áll a megértés vizsgálatára.

A tesztelés során lemérjük az 5 feladatlapnál a gyermek olvasási idejét és hiba számait. A kapott időket és hibaszámokat összeadjuk. A szövegértés kiértékelése után dyslexiásnak tekintjük a gyermeket, ha az összidő több, mint 300 mp., az összhiba több, mint 20, a megértés hibaszáma 5 vagy 6 hibapont. Ha csak egy eredményben a gyermek túllépi a felállított határt, már dyslexiásnak kell tekinteni (Meixner 1993).

5.) Pillanatnyi szorongás és félelem felmérő tesztek:

a.) STAI kérdőív traít része: Spielberg és mtsai. (1985) által elképzelt személyiségváltozók state-trait modellje alapján készült. A kérdőív méri az aktuális szorongás, düh, kíváncsiság érzelmeket. A teszt 30 tételből áll. (6.ábra)

A tételek faktoronként a következőképpen alakulnak:

- a.) Szorongás faktort mérő tételek: 1,4,7,9,10,13,16,19,22,25,28
- b.) Düh faktor: 3,6,12,15,18,21,24,27,30
- c.) Kíváncsiság faktor: 2,5,8,11,14,17,20,23,26,29

A vizsgálati személynek minden tétel esetén egy négyfokú skálán kell eldönteni, hogy az adott tulajdonság, viselkedés milyen időszakonként jelenik meg. Az értékelésnél minden tételre maximálisan 4 pont adható, így faktoronként az elérhető legmagasabb ponthatár 40 pont.

b.) Félelem Vizsgáló kérdőív (FV): (Wolpe 1964, Arrindel 1993):

52 tételben agora-, betegség-, szociális- és állattöbriára vonatkozó állításokat tartalmaz. (7.ábra)

A tételek faktoronként a következők:

- a.) Agorafóbia: 2,3,6,7,11,15,17,18,19,23,24,35,40,42
- b.) Betegségfóbia: 1,4,12,22,28,32,36,38,39,43,46,50,52
- c.) Szociális fóbia: 8,9,10,20,25,26,27,30,31,33,34,41,
44,47,48,49,51
- d.) Állatfóbia: 13,16,21,29,37,45

A faktorokra kapott értékeket összeadva megkaptuk az úgynevezett elkerülő magatartást (Withdrawal Activity, *WA*) jelző pont értéket. A vizsgálati személynek minden tétel esetében egy ötfokú intenzitás skálán kell eldöntenie, hogy az állításban szereplő dologtól, helyzettől való félelme milyen mértékű. Az értékeléskor minden tételre a maximálisan adható pont 4.

c.) *State-Trait kérdőív*: Spielberg és mtsai. (1985) által elképzelt személyiségváltozók state-trait modellje alapján készült (8., 9. ábra). A helyzeti viselkedést meghatározó aktuális (State pont) és általános (Trait pont) szorongásos állapotot mér. A teszt trait részét a vizsgálat előtt, míg a state részét a vizsgálat után töltötték ki a vizsgálati személyek. A vizsgálati személynek minden tétel esetén egy négyfokú skálán kell eldönteni, hogy az adott tulajdonság, viselkedés milyen időszakonként jelenik meg.

I. számú vizsgálat:

Intenzív szorongás és a térpercepció kapcsolata: A pánik betegség/agorafóbia, melyben kimutatható az allocentrikus-hippocampális rendszer zavara és az egocentrikus-parietális rendszer funkcionális túlsúlya.

Kérdés feltevés

A neuropszichológiai oldalról tekintve az intenzív szorongás általában a nyúltvelői kemoreceptorok, a pontin locus coeruleus és a középagyi dorsalis raphe magvak, mint irritábilis pontok, valamelyikének ingerlésével kezdődik. A szorongásra hajlamos személyekben a szerotonin antagonistá methelorphenyli-piperazin (MCPP)-vel indukált vizsgálatok eredményei szerint a szorongó személyek általában a szerotoninerg receptorok hiperszenzitivitása miatt különböző biológiai vagy pszichológiai okból gyakrabban alakul ki intenzív szorongásos roham. A szorongásos roham időszakában gyakran megjelenő hiperventilláció hatására paradox módon az agyi vérellátás drámai módon csökken. relatív szöveti hipoxia alakul ki. A változás a PET vizsgálatok eredményei szerint (Reiman és mtsai.. 1986) elsősorban a jobb oldali parahippocampális gyrus területén mutatkozik. A belső kondíciók változását kísérő tünetek kogníciója és a magasabb szintű mentális tartalmak asszociációja révén. a biokémiai változások pszichológiai interakciót kapnak, minek következtében a szorongás indukciójában bio-pszicho-szociális faktorok együtt jelennek meg (Gorman és mtsai. 1989). A szorongás egyik típusának a rohamszerűen és nem kontrollálható intenzitással megjelenő intenzív szorongás jellegzetes megnyilvánulása az ismerős otthoni környezetre beszűkült figyelmi állapot, mit jól tükröznek a következőkben felsorolt tünetek (Kállai és mtsai. 1995, Kállai és mtsai. 1997, Kállai, Karádi, Tényi 1998):

- 1.) Új szituációban az explorációs tevékenység hiánya.
- 2.) A környezetből saját maga vegetatív funkcióinak megfigyelésére visszavont figyelem.
- 3.) Sztereotip várakozás valamilyen katasztrófális kimentelű eseményre.
- 4.) Félelem attól, hogy elveszti a személy énjének háttérét adó referenciákat és a környezete feletti kontrollt.
- 5.) Esetenként a teret veszélyesen összepréselőnek, összenyomónak érzi.
- 6.) Más esetben a nyílt tér referencia nélkülsége, a fal mellé húzódásra, támasz keresésre kényszeríti.

Az ilyen, pánik roham által kiváltott, *kognitív-egocentrikus szingularitás* a tér szubjektív torzulását és ebből fakadóan a téri tájékozódás zavarát okozza. A zavar oka az allocentrikus térben lévő új információk felvételének a kudarca, ami a meglévő vagy egy újabb kognitív térkép frissítésének és megszerkesztésének hiányával jár együtt és így az allocentrikus folyamatok kiesése az egocentrikus térészlelés túlsúlyát okozza.

A hippocampus a téri tájékozódás, az új információ befogadásának kapuja. Az intenzív szorongásos állapotoknál ez a kapu zárva van. Ennél fogva a hippocampus képtelen a kogníció számára adekvát információt szolgáltatni. A szorongás hatására a kogníció folytonosság megszakadhat (Gray 1983, 1995). Irrealitás élmény, deperszonalizáció alakul ki, a személy azt tudja ki, is ő

valójában, de hogy hol is van, azzal kapcsolatosan teljes a bizonytalansága. Ebből adódóan a páciens nem tudja mozgósítani kognitív koping mechanizmusait. Régebbi félelmeinek helyét nem tudja új kellemesebb tapasztalatokkal társítani.

A pánik betegség tünettanában megfigyelhető egocentrikus szingularitás, valamint a térpercepció zavarok vetik fel azt a lehetőséget, hogy a pánik betegek egocentrikus és allocentrikus térészlelése eltérő képpen szenved zavart. A hipotézis felveti, hogy az egocentrikus térészlelés (egocentrikus mentális rotáció) kevésbé lesz befolyásolt, mint az allocentrikus térpercepció (allocentrikus mentális rotáció). A hipotézis megerősítésére az alábbiakban összegezem az elvégzett kísérletet.

Vizsgálati személyek

A vizsgálatban a DSM-III-R (1995) diagnosztikus kritériumának megfelelő 15 pánik-agorafóbiás beteg (PAAG) (átlag életkor: 32.1 év) 21 generalizált szorongó személy (GAD) (átlag életkor: 31.9 év) és 20 normál személy (NORMÁL) (átlag életkor: 33.3 év) vett részt. Mivel a pánik betegség sokkal gyakoribb nőkben, ezért a vizsgálatban csak nők vettek részt.

Módszerek

- a.) Allocentrikus Mentális Rotáció teszt (AMRT)
- b.) Egocentrikus Mentális Rotáció teszt (EMRT)

Eredmények

Az EMRT testben kiértékelésre került, hogy az egyes csoportoknál (NORMÁL., GAD, PAAG) a különböző rotációs fokoknál mennyi idő alatt teljesítették a személyek a tesztet, valamint, hogy milyen pontossággal hajtották végre a feladatot. **10. ábra** mutatja a véghezviteli idő változását a teszt alatt. **11. ábra** mutatja a jó válaszok átlagos számát a rotációs fokok függvényében. A csoportok teljesítményét az egyes rotációs fokok alatt páros t-teszttel hasonlítottuk össze. Az időkre vonatkozólag a csoportok között nem kaptunk szignifikáns különbséget: (NORMÁL-GAD: $df=38$, 0 fok: $t = -0.72$ n.s., 50 fok $t = -0.85$ n.s., 90 fok $t = -0.43$, n.s., 180 fok $t = -0.67$ n.s., NORMÁL-PAAG: $df=33$, 0 fok $t = -1.74$ n.s., 50 fok $t = -0.74$ n.s., 90 fok $t = -1.11$ n.s., 180 fok $t = -0.67$ n.s., PAAG-GAD $df=33$, 0 fok $t = -0.93$ n.s., 50 fok $t = -0.03$ n.s., 90 fok $t = -0.93$, 180 fok $t = 0.13$ n.s.)

A fenti statisztikai teszt nem mutatott ki szignifikáns kvantitatív eltérést a csoportok között. Azonban a csoportoknál az egyes rotációs fokoknál kapott átlagos véghezviteli időket összehasonlítottuk Chi-négyzet tesztel. A normál személyek és generalizált szorongó betegek között nincs szignifikáns különbség, míg a normál személyek és a pánik betegek között szignifikáns eltérést kaptunk ($Chi2=13.75$ $df=3$ $p<0.01$). Szintén szignifikáns eltérést kaptunk a generalizált szorongó és a pánik betegek átlagos véghezviteli időik között ($Chi2=8.12$, $df=3$, $p<0.05$)

T-teszttel összehasonlítva a jó válaszok számát a csoportok között a rotációs fok függvényében nem kaptunk szignifikáns különbségeket. (NORMÁL-GAD $df=39$, 0 fok $t = -0.009$, 50 fok $t = -0.12$, 90 fok $t = -0.79$, 180 fok -0.46 , NORMÁL-PAAG $df=33$, 0 fok $t = -0.47$, 50 fok $t = 0.91$, 90 fok $t = 0.52$, 180 fok $t = 0.95$, PAAG-GAD $df=33$, 0 fok $t = -0.52$, 50 fok $t = 1.06$, 90 fok $t = 1.34$, 180 fok $t = 1.59$) Chi-négyzet teszt nem mutatott szignifikáns különbséget a csoportok átlagos jó válaszaitak száma között. Az EMRT testben összesítettük a jó válaszok számát és megnéztük t-teszttel, hogy van-e valamilyen különbség a csoportok között. A

statisztikai próba nem mutatott szignifikáns különbséget (NORMÁL-GAD $df=39$, $t=-0.23$ n.s., GAD-PAAG $df=33$, $t=1.4$ n.s., NORMÁL-PAAG $df=32$ $t=0.96$ n.s.)

Az allocentrikus teszthez (AMRT) összehasonlítottuk a csoportok közötti jó válaszok számát (12. ábra). A normál és a generalizált szorongók között nincs szignifikáns eltérés ($df=39$, $t=0.73$ n.s.), nincs szignifikáns eltérés a generalizált szorongók és a pánik betegek teljesítménye között ($df=34$, $t=1.05$ n.s.), míg a normál személyek és a pánik betegek között szignifikáns eltérést találtunk ($df=33$, $t=2.001$, $p=0.05$): pánik betegségben csökken a helyes válaszok száma.

Megbeszélés

Az EMRT teszt használata során, elemezve a rotációs fokok függvényében a véghezviteli időt, jól látható, hogy 50 fok után mind a GAD, mind a NORMÁL csoportban lineárisan nő a reakció idő. Kifejezett, szignifikáns növekedést találtunk a PAAG csoportban 90 foknál, majd a teljesítési idő visszaesik a GAD és a NORMÁL csoport értéke közé. A véghezviteli idő növekedéséből következik, hogy mentális rotáció létrejön mind három csoportban és igen kifejezett a PAAG csoportban 90 foknál. Elemezve a jó válaszok számát megfigyelhető, hogy a GAD és a NORMÁL csoportban a teljesítmény kis mértékben nő 50 és 90 fokban, míg 180 foknál jelentős teljesítmény csökkenés figyelhető meg. A PAAG csoportnál a legkifejezettebb a teljesítmény csökkenés 180 foknál. Az eredményekből az látszik, hogy az egocentrikus mentális rotáció a PAAG csoportba 90 foknál a legkifejezettebb, a teljesítési idő megnyúlik, azonban a jó válaszok száma nő az 50 fokhoz képest. A pánik betegek csoportja 90 foknál lassan, de pontosan dolgozik, mintegy mutatva a mentális rotációs kognitív kapacitás nagyobb lekötöttségét. A PAAG csoport teljesítménye 180 foknál jelentősen megváltozik. A jó válaszok száma itt a legalacsonyabb, míg a teljesítési idő a GAD és NORMÁL csoport értéke közé áll be. A kognitív kapacitás erőteljesebb igénybevétele csökken a 90 fokhoz képest. A feladat

könnyebb 180 foknál, mint 90 foknál. Ezt mutatja az idő csökkenése. Azonban a gyorsabb feladat megoldás nem jár együtt a jó válaszok számának növekedésével. 180 foknál a pánik betegek csoportja impulzívan teljesít. Felszabadulva a 90 fokos terhelés alól gyorsan, de hibásan végzik el a feladatot.

Az allocentrikus mentális rotációs vizsgálatnál t-tesztet alkalmazva szignifikáns különbséget kaptunk a NORMÁL és a PAAG csoport között. A pánik betegek csoportja a feladatot nehezen hajtja végre, megoldásukban több a hiba, kevesebb a jó válaszok száma a normál csoporthoz képest.

Következtetés

Kérdés feltevésünk az volt, hogy vajon a pánik betegségnél kimutatható-e a két téri kognitív rendszer eltérő befolyásoltsága. Az eredmények a hipotézist alátámasztják. A pánik betegek az egocentrikus feladatot jól hajtották végre. Erőteljesen jelentkezik náluk a mentális rotáció kivitelezése. Ez mutatja, hogy a pánik betegek egocentrikus téri képességei ugyanolyan jók, mint a normál csoport teljesítménye. A szorongás tünete, függetlenül attól, hogy pánikként vagy generalizált szorongásként jelentkezik alig befolyásolja az egocentrikus térszlelést. Ezzel szemben erőteljes csökkenést tapasztalunk az allocentrikus térszlelés terén. A szorongás nagy mértékben rontja a teljesítményt és itt már különbség mutatkozik abban, hogy pánik csoporthoz vagy a generalizált csoporthoz tartozik-e a beteg. A vizsgálati eredmények egyértelműen mutatják, hogy a pánik betegek allocentrikus térszlelése súlyosan károsodik. Az allocentrikus térszlelést kontextuális kognitív feladatnak felfogva világossá válik, hogy miért éppen a pánik betegeknel jelentkezik annak funkcionális zavara, míg a generalizált szorongó személyek nem különböznek a normál csoporttól. Rosen és Schulkin (1998) különbséget tesz az inger specifikus (cue specific fear) félelem, szorongás és nonspecifikus (nonspecific fear) félelem és szorongás között. Az első típusban fontos szerepet játszik a félelmi információ contextus

specifikus feldolgozása, mely erőteljesen hippocampus függő funkció. A két szerző a pánik betegséget az első típushoz sorolja, míg a generalizált szorongók a nemspecifikus szorongás típusba tartoznak. A nemspecifikus szorongás pedig nem fogja patológiásan befolyásolni az allocentrikus contextuális téri rendszert.

II. számú vizsgálat:

A pillanatnyi szorongás-félelem és a térészlelés kapcsolata egészséges személyekben

Kérdés feltevés

Ha a pánik betegségben ilyen arányú eltolódást látunk az egocentrikus térpercepció irányába, akkor vajon a különböző, pillanatnyi szorongási és félelmi szinttel rendelkező normál, egészséges személyekben milyen variánsokat találunk az allocentrikus és egocentrikus térészlelés arányában?

A vizsgálati személyek

A vizsgálatban az Apáczai Csere János Gimnázium 4. osztályos tanulói vettek részt (25 fiú és 25 lány az allocentrikus vizsgálatban, majd ebből 19 fiú és 19 lány az egocentrikus tesztnél), akik a feladatra önként jelentkeztek.

Módszerek

- a.) Allocentrikus Mentális Rotáció teszt (AMRT)
- b.) Egocentrikus Mentális Rotáció teszt (EMRT)

c.) Pillanatnyi szorongás és félelem kérdőívek

Statistikai tesztek

A félelem-szorongás-fóbia faktorok és az allocentrikus/egocentrikus térszűrés közötti kapcsolat kimutatására Pearson féle korreláció számítását alkalmaztuk.

Eredmények

Szignifikáns nemi különbséget kaptunk az AMRT, fóbia, szorongás értékek között, míg az EMRT teljesítmény nem mutatott szignifikáns nemi különbséget (13.ábra). A STAI szorongás faktora és a FV faktorai között az Állatfóbia kivételével, az elvárásoknak megfelelően, szignifikáns pozitív korreláció mutatkozik. A Szorongás faktor, az Agorafóbia faktora, a Betegségfóbia (Szorongás/MRT: $R = -0.36$, $p < 0.05$, Agorafóbia/MRT: $R = -0.325$, $p < 0.05$, Betegségfóbia/MRT: $R = -0.312$, $p < 0.05$), valamint a Szociális fóbia faktora és az összesített félelmi pont (F) (Szociális/MRT: $R = -0.412$, F/MRT: $R = -0.405$, $p < 0.01$) és az MRT teszt eredményei között szignifikáns negatív korreláció áll fent. Ugyanakkor az EMRT eredményét csak a STAI szorongás faktora és az FV kíváncsiság faktora befolyásolja (Szorongás/EMRT $R = -0.334$, $p < 0.05$, Kíváncsiság/EMRT $R = 0.415$, $p < 0.01$). (14.ábra)

Következtetések

Az eredményekből jól látszik, hogy az egészséges személyekben is a pillanatnyi általános szorongások és a fóbiás szorongások erőteljesen befolyásolják az allocentrikus térszűrést. Minél inkább szorong az ember, annál rosszabb teljesítményt fog nyújtani az allocentrikus térben való navigációban. Meglepő tény, hogy az allocentrikus térben megnyilvánuló explorációs viselkedés

nem áll szignifikáns, pozitív kapcsolatban a kíváncsisággal. Mindebből az következik, hogy a környező térben történő explorációs tevékenységet a pillanatnyilag megmutatókozó félelmi és szorongási tényezők befolyásolják. Ezzel ellenkező eredmények adódtak az EMRT tesztnél. Nincs ilyen szoros negatív korreláció az egocentrikus térészlelés és a szorongás faktorok között. A fóbia faktorok nem befolyásolják szignifikánsan az egocentrikus explorációt. Ugyanakkor a kíváncsiság és az EMRT között szignifikáns pozitív korreláció áll fent. Az egészséges személyekben a pillanatnyi félelmeknek az egocentrikus térészlelésre való hatását erőteljesen felülbírálja az adott személy motivációja. Kíváncsisága önmaga iránt. A kapott eredmények alátámasztják a térészlelésnél felvetett mérleg elvet. Erőteljes, patológias szorongási állapotokban (pánik, agorafóbia) az allocentrikus térészlelés funkció kiesését találjuk, ami az egocentrikus funkciók túlsúlyát okozza.

III. számú vizsgálat:

Agyi lateralitás: Az emocionális priming hatása a mentális rotációra

Kérdés feltevés

Az emocionális agyi folyamatok irányítása lateralizált agyfunkciók működéséhez köthető (Gruzelier 1989, Hugdahl 1996). Thompson és Mueller (1983) kimutatták, hogy a jobb valamint bal vizuális látótérbe vetített határozott émoációt kifejező arcok percepciójában a jobb agy félteke jelentős előnnyel rendelkezik. Megállapításuk szerint, mindez azért volt lehetséges, mert az emocionális kifejező arcok előhangolták (priming) a jobb féltekét, és így kedvezőbb feltételeket teremtettek a percepció számára. Hipotézisük szerint az emocionális stimulusok feldolgozásában jobb féltekei előny (right-hemisphere

advance) mutatható ki. Etcoff (1984) vizsgálatai jobb félteke és bal félteke sérült betegek vizsgálata során megerősítették, hogy a jobb félteke léziós beteg rendkívül rossz teljesítményt mutat a faciális emóciók felismerésében. Silberman és Weingartner (1986) review munkájukban arra a következtetésre jutottak, hogy az emóciók jobban felismerésre kerülnek a jobb féltekében, a jobb féltekének szerepe van az emóciók kifejezésében, valamint a jobb félteke specializálódott a negatív emóciók feldolgozására, míg a bal félteke pozitív érzelmek feldolgozásában vesz részt. Dichotikus hallási tesztben (Dichotic listening task) az emocionális hangok percepciójában fókuszált figyelemnél bal fül (left ear advance - right hemisphere preference) - jobb félteke előny alakult ki (Mahoney és Sainsbury 1987). Depresszív hangulati állapotokra vonatkozó vizsgálatok kimutatták, hogy a jobb félteke jobb frontális, anterior rendszere gátolja annak jobb posterior áréait. A jobb anterior aktiváció interférál a szenzoros input motoros outputba való átfordításával (Derryberry 1989). Neuropszichológiai vizsgálatok feltárták, hogy a jobb félteke léziós betegek kevésbé képesek értelmezni a narratív események szociális és emocionális tartalmát (Ostrove és mtsai. 1990). Bal féltekébe történő "intracarotid sodium amobarbital adminisztráció" (ISA) depresszív emóciókat, szorongást, míg a jobb féltekénél végzett ISA eufóriát, optimizmust, nevetést váltott ki (Lee és mtsai. 1990). Davidson véleménye szerint (Davidson 1984, 1987, 1992, Davidson és Tomarken 1989) a két félteke különböző módon vesz részt az emocionális információk kifejezésében és percepciójában. Míg a jobb félteke anterior része a negatív affektív információk percepciójáért és expressziójáért felelős, addig a bal félteke a pozitív emóciók percepciójában és expressziójában játszik fontos szerepet. A jobb félteke a negatív emóciók feldolgozása során egyfajta elkerülő kognitív stílust (withdrawal/avoidance behavior-cognitive style) alakít ki, a bal félteke fontos szerepet játszik a pozitív emóciók kijelzésében és feldolgozásában, és így az a megközelítő kognitív stílust (approach behavior-cognitive style) hozza létre. Davidson kísérletei során azt találta, hogy létezik egy alapvető anterior asszimetria (baseline anterior asymmetry) és minél jelentősebb a jobb frontális

aszimmetria nyugalmi helyzetben, annál intenzívebb a negatív emóciók hatása a kognitív feldolgozásra. A jobb félteke érzékenyebb a rövid, verbálisan nem feldolgozott negatív emocionális stimulációra, míg a rövid pozitív emocionális információk intenzívebb bal féltekei aktivációt okoznak (Zaidel és mtsai. 1995). Depressziós betegekben megnövekedett alfa deszinkronizáció és abnormális jobb frontális aktivitás figyelhető meg. A bal félteke léziója gyakrabban vezet depresszív tünetekhez, mint a jobb (Liotti and Tucker 1992, Davidson and Tomarken 1989).

Az emóciókhoz hasonlóan a tér percepciója a másik olyan kognitív folyamat, mely intenzív lateralizáltságot mutat (Paillard 1991). Emberben a tér percepciójának egyik bevált neuropszichológiai tesztelése a mentális rotáció képességének vizsgálata (Shepard és Metzler 1971, Vanderberg és Kuse 1978, Shepard 1988, Eysenck és Keane 1990). A mentális rotáció folyamata alatt a három/kettő dimenzionális térben létező tárgyakat az idegrendszer a konvencionális kanonikus orientációba forgatja (Corballis 1988). A mentális rotációra irányuló féltekei hatásokat számos kísérleti munka tanulmányozta (Fischer és Pellegrino 1988, Burton 1992, Uecker és Obrzutt 1993, Wendt és Risberg 1994, Williams és mtsai. 1995). Ratcliff 1979-ben kimutatta, hogy a jobb posterior félteke léziós betegekben a mentális rotáció képessége deficitet szenved. A későbbi munkák rávilágítanak arra, hogy mindkét félteke részt vesz a mentális rotáció folyamatában. Szerepük más és más a rotáció kivitelezése során (Wendt és Risberg 1994). A mentális rotáció összetett kognitív folyamat, mely alatt kódolás, keresés, forgatás, összehasonlítás, döntés és motoros válasz jelenik meg. A bal féltekében történik a kódolás, forgatás, összehasonlítás és a válasz kivitelezése (Fischer és Pellegrino 1988), addig a jobb félteke egyfajta referencia keretet nyújt a megvalósításhoz (Cook és mtsai. 1994). Látható, hogy mind az emocionális, mind a téri folyamatok kivitelezésében a két félteke erőteljes kooperációja vagy rivalizációja nyilvánul meg. A téri és az emocionális információ feldolgozásának kapcsolatára utalnak azok a megfigyelések, melyek szerint a parietális régió mind az emóciók (Davidson és Tomarken 1988), mind a

téri mentális rotációs funkciók kivitelezésében részt vesz (Bonda 1995, Tagaris és mtsai. 1996)

Minden munka célja az emocionális és téri funkciók kölcsönhatásának vizsgálata. Feltételezésünk szerint pozitív vagy negatív emocionális priming eredményeként olyan szelektív laterális félteke funkciók mozgósíthatók, amelyek az emocionális priming intenzitásától függően elősegítik vagy akadályozzák a téri alakzatok mentális rotációjának folyamatát. Mivel state jellegű emocionális stimulusok hatását nagy mértékben befolyásolja a trait jellegű affektív reaktivitás, ezért szükségesnek tűnik a szorongás és az elkerülő magatartás intenzitásának a mérése is.

Vizsgálati személyek

35 önként jelentkező, jobb kezes egyetemi hallgató (JPTE) (20 férfi, 15 nő) került be a vizsgálatba. Az átlag életkor 22 év volt (intervallum, 19-31 év)

Módszerek

- a.) Betű Mentális Rotáció teszt
- b.) Pillanatnyi szorongás és félelem felmérő tesztek
- c.) Kézhasználati szokások teszt
- d.) Lateralitás teszt

Statistikai elemzés

Egyszempontos variancia analízis statisztikai teszttel értékeltük ki, hogy van-e szignifikáns eltérés a negatív (1. blokk) és a pozitív (2. blokk) emocionális priming-nál az egyes rotációs fokoknál megkapott reakció idők között. Ezután a

mintát két részre osztva (fiú/lány csoport) szintén egyszempontos variancia analízissel elemeztük ki a statisztikai eltérést az 1. és 2. blokk között, külön a fiú és a lány csoportban.

A félelem-szorongás-fóbia faktorok, a vonal felezési eredmények és a mentális rotációnál a negatív (Éneg) és a pozitív (Pneg) szóra adott hibaszámok és átlagos reakció időök (Tneg, Tpoz) közötti kapcsolat kimutatására Pearson féle korreláció számítást alkalmaztuk.

Eredmények

A 15. ábra a vonal felezési teszt differencia értékeinek normál eloszlását mutatja.

A teljes populációban egyszempontos variancia analízis szignifikáns különbséget mutatott 50 (F(1,69)=4.97, $p<0.05$), 90 (F(1,69)=4.42, $p<0.05$), és 180 (F(1,69)=5.38, $p<0.05$) foknál a pozitív és negatív blokkban mért reakció időök között. 16.ábra mutatja a pozitív és negatív emocionális előhangolásnál mért reakció időket az elforgatási fokok függvényében. A férfi populációban nem volt szignifikáns különbség a két emocionális blokk reakció idői között (17.ábra). A nőknél szignifikáns eltérést találtunk a két blokk között 90 (F(1,30)=5.86, $p<0.05$) és 180 foknál (F(1,30)=4.9, $p<0.05$) mért idő értékek között (18.ábra).

A főlelmi faktorok, a kezűség értékek, vonal felezési (line), negatív (neg) és pozitív (poz) szóra adott skála értékek, pozitív és negatív blokkban megnyilvánuló össz hibaszámok és átlagos reakció időök között, korrelációs vizsgálat során szignifikáns ($p<0.05$) kapcsolatot találtunk a következő faktorok között.

Teljes populáció: SocF-AgoF:r=0.53, SocF-BodF:r=0.63, SocF-SexF:r=0.44, SocF-AnimF:r=0.37, SocF-WS:r=0.68, SocF-State:r=0.39, SocF-Trait:r=0.62; AgoF-BodF:r=0.36, AgoF-AnimF:r=0.52, *AgoF-neg:r= -0.44*, AgoF-Trait:r=0.42, AgoF-WA:r=0.51; SexF-BodF:r=0.43, SexF-AnimF:r=0.42, SexF-

Tneg:r=0.43, SexF-WA:r=0.6, BodF-AnimF:r=0.44, **BodF-neg:r=-0.49**, BodF-Trait:r=0.36, BodF-WA:r=0.78, **AnimF-neg:r=-0.36**, AnimF-poz:r=0.42, AnimF-WA:r=0.61, **poz-linear=0.36**, **neg-WS:r=-0.53**, State-Trait:r=0.49, Eneg-Epoz:r=0.88, Tneg-Tpoz:r=0.94

Férfi populáció: SocF-AgoF:r=0.53, SocF-BodF:r=0.59, SocF-AnimF:r=0.79, **SocF-neg:r=-0.65**, AgoF-AnimF:r=0.61, **AgoF-neg:r=-0.58**, BodF-SexF:r=0.54, BodF-AnimF:r=0.6, **BodF-neg:r=-0.57**, **AnimF-neg:r=-0.55**, State-Trait:r=0.5, Eneg-Epoz:0.89, Eneg-Tneg:0.57, Eneg-Tpoz:r=0.61, Tneg-Tpoz:r=0.92, **poz-linear=0.55**

Nő populáció: SocF-AgoF:r=0.55, SocF-SexF:r=0.63, SocF-bodF:r=0.66, SocF-State:r=0.65, SocF-Trait:r=0.78, Eneg-Epoz:r=0.88, Tneg-Tpoz:r=0.92, **poz-State:r=-0.58**, **Epoz-Tneg:r=-0.55**, **Epoz-Tpoz:r=-0.55**

Az eredmények alapján jól látszik, hogy a negatív, pozitív stimulus szóra adott skála értékek szoros negatív kapcsolatot mutatnak a fóbia és félelmi faktorokkal. Ez jelezheti azt, hogy a stimulus szavak etológiailag előrehuzalozott válaszmentákat (approach/withdrawal behavior) válthatnak ki a vizsgálati személyekből. Ezért további vizsgálatot végeztünk, úgy, hogy a populációt a WA pontok átlaga alapján két részre osztva egy alacsony (Low Withdrawal Behavior-LWB) és egy magas (High Withdrawal Behavior-HWB) félelmi csoportban vizsgáltuk meg az emocionális előhangolás hatását. LWB csoportban csak 50 és 90 foknál volt szignifikáns gyorsulás a pozitív emocionális primingra (50:F(1,31)=4.8, $p<0.05$, 90:F(1,32)=4.2, $p<0.05$) (19.ábra).

A HWB csoportban szignifikáns különbségeket nem kaptunk. Férfiaknál a HWB és az LWB csoportban nem találtunk szignifikáns elérést a pozitív és a negatív priming között. Nőknél az LWB csoportba 90 foknál szignifikáns gyorsulást kaptunk a primingra (F(1,14)=6.68, $p<0.05$) (20.ábra)

A lateralitást figyelembe véve további két részre osztottuk a vonal felezési differencia pontok átlaga alapján az eredeti populációt, egy "high left side underestimation" (HLSU) és egy "low left side underestimation csoportra" (LLSU). A teljes populációnál HLSU csoportban 50 foknál szignifikáns gyorsulás volt tapasztalható a pozitív szónál ($F(1,44)=4.8, p<0.05$), míg LLSU csoportnál nem kaptunk szignifikáns gyorsulást (21.ábra). Férfiaknál és a nőknél a HLSU, LLSU felosztás alapján nem kaptunk szignifikáns eredményt.

Megbeszélés

A statisztikai elemzés megmutatta, hogy a negatív emocionális előhangolás szignifikáns lassulást eredményez 50,90,180 fokon a teljes populációban. Férfiaknál nem kaptunk szignifikáns eltérést a két próba között. Nőknél viszont 90 és 180 foknál a negatív előhangolás szignifikánsan lassította a teljesítményt, míg a pozitív előhangolás szignifikánsan gyorsította a mentális rotációt. Az eredményekből látható, hogy az emocionális előhangolás hatása mind a populáció egészében, mind pedig nemi vonatkozásokban különbséget mutat. A férfiakra nincs hatással, hogy pozitív vagy negatív szóra fixálnak a mentális rotáció előtt, míg a nőknél 90 és 180 foknál a teljesítmény erőteljesen függ a fixációs inger emocionális előhangolásától.

A vonal felezési érték eloszlási hisztogramját tekintve a jelen kísérletben részt vett jobb kezes személyek nagyobb része mutatta a bal vizuális látófértre vonatkozó pszudoneglectre utaló perceptuális teljesítményt. Az irodalmi adatok fényében (Bradshaw 1986) ezek az adatok arra utalnak, hogy ebben a tér megosztását mutató asszimetria háttérben a jobb féltreke a téri feladatokban domináns működése áll. Ennek a közismert ténynek a hangsúlyozása különösen fontos a különböző téri pozícióban lévő betűk mentális rotációjának elemzésében.

A teljes populációban szignifikáns pozitív kapcsolatot kaptunk a vonal felezési érték és a pozitív szóra adott skála értékek között. Ez azt jelenti, hogy a vizsgálati személy minél pozitívabban ítéli meg az adott szót, annál inkább fog a vonal felezési érték a szimmetriai pontot jelölő 0 ponthoz tartani. Vagyis minél pozitívabb a személy beállítódása, annál kisebb mértékű a "bal oldal alábecsülés" (left side underestimation), kisebb mértékű a jobb féltekei téri dominancia.

A teljes mintára vonatkozó eredmények mutatják, hogy a "high left underestimation" csoportban (HLSU) csoportban 50 főknél szignifikáns gyorsulást kaptunk a pozitív priming alatt, míg a "low left underestimation" (LLSU) csoportnál ilyen kontúros változások nem mutatkoznak.

Ezekből az eredményekből az látszik, hogy az emocionális priming hatását rotáció bizonyos fokán erőteljesen befolyásolja a "bal oldal alábecsülés" mértéke (right hemisphere advantage). A szorongás és a fóbia valamint az emocionális priming hatásának a kapcsolataát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a negatív primingot létrehozó szó megítélése erőteljes, határozott kapcsolatot mutat a fóbiás faktorok jelentős részével és ezzel párhuzamosan az elkerülő és megközelítő magatartásformákkal. Minél magasabb egy személy fóbia szintje és elkerülő magatartása (WA), annál negatívanabb eredményei a teszt szó emocionális tartalmát. A korrelációs vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a személyekre jellemző fóbia szint mértékétől függő emocionális priming befolyásolja a féltekék funkcionális dominanciáját és ezen keresztül a mentális rotációs teljesítményt.

Pozitív emocionális hangolás a bal félteke erőteljesebb aktivációját okozza, ami segíti Cook (1994) által feltárt bal féltekei mentális rotációs tevékenység megvalósulását. A negatív emocionális előhangolás a jobb féltekére erősebben hat, ily módon a negatív priminggal aktivált jobb félteke aktivitásának növekedése ebből adódóan rivalizál a bal félteke forgató tevékenységével, ami negatív priming esetén fékezi a mentális rotáció kialakulását. Hasonló rivalizációs helyzetről ad számot Kinsbourne vizsgálati eredményei (1978).

Következtetések

A korábbi vizsgálatok mutatják, hogy a környezet eseményeivel kapcsolatos negatív expektancia, fóbia és szorongás erőteljesen a kognitív teljesítmények közül a téri orientációt zavarja (Kállai és mtsai. 1996). Neuropszichológiai vizsgálatok mutatják, hogy szorongó betegeknél a szorongás erőteljes kognitív-figyelmi torzulást (cognitive and attentional bias) hoz létre (Butler és Mathews 1983. MacLeod és mtsai. 1986, Mathews és mtsai. 1997). A bevezetőben részletezett emocionális lateralitás bal félteke esetén a pozitív, megközelítő kognitív stílus (approach cognitive style) kialakításáért, míg a jobb félteke a negatív, elzárkózó kognitív stílus (withdrawal cognitive style) és viselkedés készlet szabályozásáért felelős. A negatív emocionális priminggal létrehozott jobb féltekei aktivitás fokozódás rivalizál a bal félteke forgatási kognitív teljesítményével, ami erőteljesen csökkenti a kognitív hatékonyságot. Ennek a funkciónak magyarázatára két alternatíva lehetséges: az egyik lehetőség szerint a féltekékhez kötődő negatív emocionális állapot rivalizációs hatása teljesítmény deficitet okoz a téri jellegű információ feldolgozásában, konkrétan a mentális forgatás hatékonyságában. A másik lehetőség feltételezése esetén a csökkent effektívitású mentális forgatás illetve kognitív teljesítménynek olyan következménnyel járnak, hogy a személy regisztrálva teljesítmény deficitjének mértékét negatív élmények kíséretével, elkerüli azokat a helyzeteket, amelyekben destruálódott kognitív képességei lelepleződnek. A második lehetőség esetén olyan kognitív alapzavart kell feltételeznünk, amely szerepet játszik a félelmi állapotok és az elkerülő magatartás kialakításában. Hogy a két lehetőség közül melyik mellett döntünk csak a további vizsgálatok után tudjuk eldönteni.

IV. számú vizsgálat:

A dyslexia, olyan idegrendszeri funkció zavar, mely jól szemlélteti az egocentrikus rendszer diszfunkcióját és az allocentrikus folyamatok túlsúlyát.

Kérdés feltevés

A dyslexia a tanulási képtelenség azon formája, melynél a gyermek olvasási képessége, illetve az olvasás kialakulásának tempója elmarad azonos korú társai mellett. Mai ismereteink szerint (Kolb és Whishaw 1990, Meixner 1993, Selikowitz 1996) a dyslexia multifaktoriálisnak tekinthető. A genetikai/környezeti tényezők az agy károsodását okozzák, ami láncreakciót indít el. Ez az idegrendszer funkcionális zavarához, a gyermek éréseinek elmaradásához vezet. Mindezek kiváltják az agyban zajló információs folyamatok károsodását, ami a specifikus tanulási képesség csökkenést okoz.

Az olvasási képesség összetett, bonyolult folyamat, mely a betű vizuális felismerését, azaz ortografikus folyamatot, a szó hang alapján történő felismerését, a fonológiai képességet, valamint a rövid távú memóriát és a figyelmet foglalja magába (Selikowitz 1996, Karádi és Szabó 1997, Karádi 1998a, 1998b). A pszichológiai információs elmélet a következőképpen szemléli ezt a folyamatot. Agyunkban két parhuzamos rendszer működik az olvasás alatt. Az egyik a lexikális/szemantikus-ortografikus rendszer, mellyel az elolvasott

ismerős szavakat azonosítjuk. Ha azonban ismeretlen szóval találkozunk, akkor a másik, úgynevezett fonológiai rendszerünket vesszük igénybe, mely a szavakat feldarabolja fonémákra, majd ismét összerakja a fonémákból a szót. Így az agy a graféma-fonéma asszociációját és a szónak a lexikális rendszerben való elhelyezését végzi el. Az olvasás tanulás során a gyermek először a fonológiai rendszerét használja (a betűnek megfelelő hangok megtanulása, a betű alakjának bevétele, a betűcsoportok kontextustól függő értelmezése) és ez alapján tölti fel lexikális rendszerét.

Az olvasás tanulás a fonológiai és ortografikus képességek mellett erőteljesen igényli az olvasott szöveg balról jobbra történő szekvenciális kódolását (Snowling 1991). A tér jobb és bal oldalának elkülönítése tanult, klasszikus, a posterior parietális cortexhez kötött egocentrikus téri feladat. Előzetes neuropszichológiai vizsgálatok kimutatták, hogy a posterior parietális cortex inferior része (gyrus angularis, gyrus supramarginalis) a tér percepció mellett nyelvi folyamatokban is részt vesz, ebből következőleg a posterior parietális cortex inferior részének diszfunkciója vagy kiesése szerepet játszhat a fejlődési dyslexiában tapasztalható tünetek megjelenésében (auditoros és vizuális rövid távú memória zavarok, jobb-bal diszorientáció) (Kolb és Wishaw 1990, Jorm 1979, Freedman és mtsai. 1991, Iragui és Kritchevsky 1991, Rumsey és mtsai. 1992, Paulesu és mtsai. 1996, Velutino 1987, Selikowitz 1996).

Ha az inferior rész diszfunkciója felmerül a fejlődési dyslexiában, akkor várható, hogy a dyslexiás gyermekeknél az egocentrikus téri információk feldolgozása is eltér a normál olvasó társaiktól. A mérleg elv értelmében az egocentrikus információ feldolgozásának zavara miatt az allocentrikus téri folyamatok funkcionális túlsúlyát tapasztaljuk. A jelen munkában tisztán egocentrikus téri információt igénylő mentális rotációs feladattal próbáltuk megvizsgálni a dyslexiás gyermekek egocentrikus téri

kognícióját és ezáltal indirekten felderíteni a posterior parietális cortex csökkent funkcióját az egocentrikus tér percepciójában.

A teszttel 15 (7 fiú és 8 lány) dyslexiás gyermeket vizsgáltunk meg, átlagos életkoruk 9.2 év. Kontroll csoportként 15 (7 fiú és 8 lány) normál olvasó gyermek szerepelt, átlagos életkoruk 8.5 év.

A vizsgálati eredmények

A dyslexiás és normál olvasó gyermekek átlagos véghezviteli időit és hibaszámait egymintás varianciaanalízissel hasonlítottuk össze. A dyslexiás gyermekek minden rotációs foknál szignifikánsan gyorsabban hajtják végre a feladatot, mint a normál olvasók ($F(1,6)=58.456$, $p<0.001$) (**22.ábra**). A hibaszám, minden rotációs foknál szignifikánsan nagyobb számú volt a dyslexiás gyermekeknél, a normál csoporthoz hasonlítva ($F(1,6)=13.887$, $p<0.01$) (**23.ábra**). Elfogadott nézet az, hogy a mentális rotációs tesztekben a mentális rotáció akkor lép fel, ha a véghezviteli idő lineárisan nő a rotáció fokával (Shepard és Metzler 1991, Grimshaw és mtsai, 1995). Lineáris trend analízist alkalmazva a dyslexiás és normál olvasó gyermekek véghezviteli idejére megállapítható, hogy a normál olvasóknál az idő lineárisan nő a rotáció fokával ($F(1,2)=27.61$, $p<0.05$), dyslexiás csoportnál nem tudtuk statisztikailag verifikálni a lineáris növekedést ($F(1,2)=0.79$, n.s.). A hibaszámokra alkalmazva a trend analízist, nincs szignifikáns trend a normál csoportban ($F(1,2)=1.57$, n.s.), de szignifikáns negatív trend található a dyslexiás gyermekeknél ($F(1,2)=26.59$, $p<0.05$).

Következtetések

Az eredményekből látszik, hogy a normál csoportnál létrejött az egocentrikus mentális rotáció a lineáris trend kimutatása alapján. Az egocentrikus mentális rotáció azonban nem alakult ki a dyslexiás gyermekeknél. Bár a dyslexiás gyermekek szignifikánsan gyorsabban hajtották végre a tesztet, a véghezviteli idejük nem nőtt lineárisan a rotáció fokával. A dyslexiás csoport hibaszama mindvégig a normál csoport hibaszámai fölött van, bár fokozatosan, lineárisan csökkenve, megközelíti a normál olvasók 180 foknál tapasztalható hibaszámát. A teszt eredményekből kitűnik, hogy a dyslexiás gyermekek az egocentrikus információkat gyorsan, de hibásan dolgozzák fel.

Dyslexiás gyermekeknél az MRI felvételek alapján demonstrált agyi strukturális változások ellenére (Levin és mtsai. 1996, Paulesu 1995, Flowers 1993, Rumsey 1992), ezen gyermekek jól teljesítettek az allocentrikus téri feladatokban (Leonard 1993, Corballis és mtsai. 1985). Ezen allocentrikus vizsgálatok és a mi egocentrikus vizsgálataink alátámasztják a tézis első felét. miszerint a dyslexia olyan neuropathológiai modell, melyben az egocentrikus térészlelés zavarát és az allocentrikus tér percepció normalitását vagy funkcionális túlsúlyát látjuk.

Összefoglaló

Ingmar (1990) összefoglaló cikke izgalmas modellt állít fel a figyelemről, mint kognitív rendszerről. Szerinte a figyelem olyan flexibilis kapacitású rendszer, melynél a figyelmi állapot jellemezhetővé válik a figyelem belső és külső ingerekre irányuló fókusza közötti egyensúllyal. Ezek a figyelmi (internális/externális) fókuszok a populációban egy normál eloszlású görbét adnak, melynek két végpontja az extrém mértékű internális és externális figyelmi állapotot mutatja. A populáció többsége azonban a görbe középső részére esik.

ahol a két figyelmi állapot egyensúlyban van. Ezen mérleg elv szerint az internális (egocentrikus) és externális (allocentrikus) figyelem a kognitív folyamat két végpontja, mely normális esetben kiegyensúlyozottan működik. Vannak azonban olyan pszichopatológiai állapotok, melyeknél az egyensúly felborul, és a figyelem fókusza vagy az internális vagy az externális vég felé billen. Inngmar példákat is hoz. Így a depresszió és a szorongásos állapotok (teszt-szorogás, szociális fóbia) egy erőteljes internális figyelmi fókuszot mutatnak. Úgynevezett éntre fókuszált figyelmi állapot (self-focused attention) (SFA) alakul ki. Az SFA egy belső perceptuális eseményt jelöl, mely alatt a testi aktivitásokból származó információk kerülnek feldolgozásra, melyek szemben helyezkednek el a külvilágból származó információk feldolgozásában szerepet játszó receptorális rendszer működésével. Ha depresszióban és a szorongásban SFA megnövekedik akkor ez az állapot felerősíti a negatív érzéseket és szimptomákat. De a megnövekedett SFA nemcsak felerősíti, hanem inicialja is a negatív affektust, mintegy a stresszre adott választ. Ezzel ellentétes képet mutat a rendszer alkoholiszmusban, ahol az alkohol abúzus csökkenti az éntre fókuszált figyelmi állapotot. A figyelem fókusza az externális tartomány fele billen.

A PhD tézisben vázolt eredmények megerősítik a fenti figyelmi mérleg elvet. A fentiekben vázolt tér mentális reprezentációja két fő kognitív rendszer összehangolt munkájából alakul ki. A térészlelése során elkülönítjük az egocentrikus és az allocentrikus rendszert. Az egocentrikus tér reprezentációját a parietális cortex végzi, míg az allocentrikus tér kialakítását fő vonalakban a hippocampus hozza létre. E két kognitív rendszer egészséges organizmusban egyensúlyban van. Azonban ezt az egyensúlyt könnyen felboríthatják, olyan pszichopatológiai állapotok, mely mögött organikus elváltozást nem találunk.

a.) A szorongás és félelem térhez kapcsolt formái eltérő mértékben befolyásolják a két rendszer működését. A pánik betegségben, mely olyan szorongásos állapot ami gyakran jár a belső és a külső tér torzulásával (agorafóbia), az egyensúly

nagy mértékben eltolódik. Az allocentrikus térészlelés súlyosan zavart szenved, ami az egocentrikus rendszer túlsúlyát fogja okozni. Mindez pedig létrehozza az egocentrikus szingularitásnak elkeresztelt tünetcsoportot, mely megfelel Ingmar teóriájában az éntre fókuszált figyelmi állapotnak.

b.) A térhez kapcsolt szorongás már egészséges személyeknél is kimutathatóan eltérőképpen érinti a két rendszert. Az egocentrikus rendszer alig fog zavart szenvedni, míg az allocentrikus rendszer érzékenyen fog reagálni a fellepő szorongásokra és félelmekre. Mindezt jól demonstrálja az a kísérlet, mely során szorongást keltő környezet jelentősen lassítja a mentális forgatás képességét.

c.) Mivel a mentális rotációban, valamint a szorongás során a két félteke eltérőképpen vesz részt (jobb félteke: negatív emóciók, referencia funkció, bal félteke: pozitív emóciók, forgatási képesség funkció), ezért szorongást keltő ingerrel jelentősen fokozhatjuk a két félteke rivalizációs helyzetét, ami ki fog hatni a mentális rotáció kivitelezésének teljesítményére.

d.) A dyslexiás gyermekek neuropszichológiai vizsgálata során feltártuk a fenti zavar fordított helyzetét, melynél elsősorban az internális figyelem szenved zavart és a figyelmi balance az externális oldal fele billen. A dyslexia elsősorban az egocentrikus rendszert befolyásolja, míg alig érinti az allocentrikus tájékozódási rendszereket.

A tézisben lefektetett teóriát, miszerint a téri tájékozódás egy két karú mérlegnek fogható fel, megerősítik a fentiekben kibontott kísérleti adatok. A mérleg egyik serpenyőjében az egocentrikus tájékozódás parietális cortex aktivációja, a másikban az allocentrikus tér kivitelezését végző hippocampális működés fekszik. A normális térészlelésben e két tényező egyensúlyban van. A parietális cortex vagy a hippocampus funkcionális/strukturális (dyslexia, pánik

betegség) kiesése ezt az egyensúlyt megbontja és így ez, az ellentétes rendszer túlsúlyát okozza.

Köszönet nyilváníítás

Köszönetet szeretnék mondani azoknak a személyeknek akik kutató munkáimat irányították, nagy mértékben segítettek. Prof. Szabó Imre vezetésével és segítségével kezdtem bele a tanulási gyengeség (dyslexia) neuropszichológiai kutatásába és a Parrot neuropszichológiai szoftvercsomag magyarra adaptálásába (Karádi és Szabó 1997) Köszönet illeti Dr. Kállai Jánost akivel 1997-ben elkezdett közös munka során kristályosodott ki PhD munkatervem tézise. Bagodics Józsefné, Pázmányné Sulmics Borbálát (asszisztenseinket), Szepeši Timeát, Hartman Mónikát (TDK hallgatók) a dyslexia szűrésben és a mentális rotációs tesztek felvételében való segítségük miatt. Végül megköszönöm családom türelmét és támogatását, amikkel jelentősen segítettek a célom elérésében.

A PhD tézis készítését és a védés költségei az Népjóléti Minisztérium (T-12074/96), OEP (2-00336/95, 301023/96) kutatási pályázata támogatta.

Idézett irodalom

- Andersen R.A., Snyder L.H., Bradley D.C., Xing J.: Multimodal representation of space in the posterior parietal cortex and its use in planning movements. *Annu.Rev. Neurosci.* 1997;20: 303-330
- Arrindell W.A.: The fear of fear concept: Evidence in favour of multidimensionality. *Behav.Res.Theor.* 1993;31.5:507-518
- Barnes C.A.: Spatial learning and memory processes: the search for their neurobiological mechanism in the rat. *J/NS*, 1988, 11. 4. 31-39
- Bisjach E., Luzzatti C.: Unilateral neglect of representational space. *Cortex* 1978;14:129-133
- Bliss, T.V., Collingridge G.L.: A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus. *Nature*, 1993, 361.7, 163-169
- Bonda E., Petrides M., Frey S., Evans A.: Neural correlates of mental transformations of the body-in-space *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 1995, 92, 11180-11184
- Bradshaw, J.: Basic experiments in neuropsychology. Amsterdam:Elsevier 1986
- Burton, L.A., Wagner, N., Lim, C. & Levy, J.: Visual field differences for clockwise and counterclockwise mental rotation. *Brain and Cognition*, 1992, 18, 192-207
- Butler, G., Mathews, A.: Cognitive processes in anxiety. *Adv.Behav.Res.Theor.* 1983, 5, 51-62
- Clark, A.: A megismerés építőkövei. Budapest. Osiris Kiadó 1996

- Cook, N.D., Fröh H., Mehr A., Regard M., & Landis T.: Hemispheric cooperation in visuospatial rotations: evidence for a manipulation role of the left hemisphere and a reference role of the right hemisphere. *Brain and Cognition*, 1994, 25, 240-249
- Corballis M.C., Macade L., Crotty A., Beale I.: The naming of disoriented letters by normal and reading-disabled children, *J. Child Psychol. Psychiat.* 1985, 26, 6: 929-938
- Corballis, M.C.: Recognition of disoriented shapes. *Psychological Review*, 1988, 95, 115-123
- Damasio A.R.: Descartes tévedése: érzelem,értelem, és az emberi agy. AduPrint. Bp.1996
- David, A.S.: Spatial and selective attention in the cerebral hemispheres in depression, mania, and schizophrenia. *Brain and Cognition*, 1993, 23, 166-180
- Davidson, R.J.: Hemispheric asymmetry and emotion. In K.R.Scheber, P.Ekman (Ed.). *Approaches to emotion*. London: Lawrence Erlbaum Associates 1984
- Davidson, R.J., Mednick, D., Moss, E., Saron, C., & Schaffer, C.E.: Ratings of emotion in faces are influenced by the visual field to which stimuli are presented. *Brain and Cognition*, 1987, 6, 403-411
- Davidson, R.J., Tomarken, A.J.: Laterality and emotion: an electrophysiological approach. In Boller F., Grafman J. (Ed) *Handbook of neuropsychology*, 1989, 3, 419-438

- Davidson, R.J.: Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and Cognition*, 1992, 20, 125-151
- Derryberry, D.: Hemispheric consequences of success-related emotional states: roles of arousal and attention. *Brain and Cognition*, 1989, 11, 258-274
- Etcoff, N.L.: Perceptual and conceptual organization of facial emotions: hemispheric differences. *Brain and Cognition*, 1984, 3, 385-412
- Eysenck, M.W., Keane, M.T.: *Cognitive psychology: a student's handbook* Lawrence Erlbaum Associates Ltd.1990
- Fischer, S.C., Pellegrino, J.W.: Hemisphere differences for components of mental rotation. *Brain and Cognition*, 1988, 7, 1-15
- Flowers D.L.: Brain basis for dyslexia: A summary of work in progress. *J.Learn.Disabil.* 1993,26,9: 575-582
- Freedman L., Selchen D.H., Black S.E., Kaplan R., Granett E.S., Nahmias C.: Posterior cortical dementia with alexia: neurobehavioural, MRI, and PET findings. *J of Neurol. Neurosur. and Psychiatry* 1991, 54, 443-448
- Gorman J.M., Lebowitz M.R., Fyer A.J., Stein J.: A neuroanatomical hypothesis for panic disorder. *The American Journal of Psychiatry* 1989;146: 2, 51-61.
- Gray J.A.: Précis of the neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system *Behavioral and Brain Sciences* 1982,5,469-534

- Gray J.A.: The contents of consciousness: A neuropsychological conjecture. *Behavioral and Brain Science* 1995;18:659-722.
- Grimshaw G.M., Sitarenios G., Finegan J.A.K.: Mental rotation at 7 years: relations with prenatal testosterone levels and spatial play experiences, *Brain and Cognition* 1995, 29, 85-100
- Gruzelier, J.H.: Lateralization and central mechanisms in clinical psychophysiology. In: G.Turpin (Ed). *Handbook of clinical psychophysiology*. Wiley, Toronto, 1989, 135-174
- Hugdahl, K.: Brain laterality-Beyond the basics. *European Psychologist*. 1996, 1, 206-220.
- Ingram, R.E.: Self-focused attention in clinical disorders: review and conceptual model. *Psychological Bulletin*, 1990, 107, 2, 156-176
- Iraqi V.J., Kritchewsky M.: Alexia without agraphia or hemianopia in parietal infarction. *J of Neurology*, 1991, 54, 841-846
- Jones, N.A., Fox, N.A.: Electroencephalogram asymmetry during emotionally evocative films and its relation to positive and negative affectivity. *Brain and Cognition*, 1992, 20, 280-299
- Jorm A.F.: The cognitive and neurological basis of developmental dyslexia: A theoretical framework and review *Cognition*, 1979, 7, 19-33
- Karádi K., Szabó I.: A Parrot neuropszichológiai szoftvercsomag: Dyslexiás gyermekek új neurokognitív vizsgálatának lehetőségé Magyarországon, *Kéggelen*, 1997,8.1: 17-21

- Karádi K.: A tanul yenges g neuropszichológiája. In: Szabó I. (ed). Neuropszichológia orvosstanhallgato knak 1998
- Karádi K.: Az ember fejl d s nek neuropszichológiája. In: Szabó I. (ed). Neuropszichológia orvosstanhallgato knak 1998
- Kállai J., Karádi K., T nyi T.: A t r lm ny kulturt t nete  s pszichopathol gi ja Tertia kiadó Bp., 1998
- Kállai J., K cz n Gy., Szabó I., Molnár P., Varga J.: An experimental study to operationally define and measure spatial orientation in panic agoraphobic subjects. generalized anxiety and healthy control groups. *Behav. Cogn. Psychother.* 1995. 23. 145-152
- Kállai J., Szabados Zs., Varga J., Oszv th K., Molnár P., K cz n Gy.: Opposite asymmetries in blind locomotor orientation of patients with panic agoraphobia compared to those with generalized anxiety. *Int. Jour. of Psychophysiology.* 1996.23. 155-161
- Kertesz A.: Localization and neuroimaging in neuropsychology. Academic Press 1994
- Kinsbourne M.: 1973. The control of attention by interaction between the cerebral hemispheres. In: Korhblum S. (Ed.) *Attention and Performance IV.* 239-258
- Kolb K. and Whishaw I.Q.: *Spatial Behavior In Fundamentals of Human Neuropsychology* 3.edition, pp. 643-674, W.H. Freeman and Company, New York, 1990

- Kubic, J.L., Muller R.U.: Multiple Representation in the Hippocampus. *Hippocampus*, 1991, 1, 3, 240-242
- Lee, G., Loring, D.W., Meader, K.J. & Brooks, B.B.: Hemispheric specialization for emotional expression: a reexamination of results from intracarotid administration of sodium amobarbital. *Brain and Cognition*, 1990, 12, 267-280
- Leonard C.M., Voeller K.K.S., Lombardino L.J., Morris M.K., Hynd G.W., Alexander A.W., Andersen H.G., Garofakalis M., Honeyman J.C., Mao J., Agee O.F., Staab E.V.: Anomalous cerebral structure in dyslexia revealed with magnetic resonance imaging *Arch Neurol* 1993, 50, 461-469
- Levin H.S., Scheller J., Rickard T., Grafman J., Martinowski K., Winslow M., Mirvis S.: Dyscalculia and dyslexia after right hemisphere injury in infancy. *Arch. Neurol.* 1996, 53:88-96
- Luh, K.E.: Line bisection and perceptual asymmetries in normal individuals: what you see is not what you get. *Neuropsychology*, 1995, 9, 435-488
- MacLeod, C., Mathews, A., Tata, P.: Attentional bias in emotional disorders. *Journal of Abnormal Psychology*. 1986, 95, 15-20
- Maguire, E.A.: The cerebral representation of space: insight from functional imaging data. *Trend in Cognitive Sciences*. 1997, 1, 62-67
- Mahoney, A.M., Sainsbury, R.S.: Hemispheric asymmetry in the perception of emotional sounds. *Brain and Cognition*, 1987, 6, 216-233

- Mathews, A., Mackintosh, B., Fulcher, E.P.: Cognitive biases in anxiety and attention to threat. *Trends in Cognitive Sciences*, 1997, 1, 340-345
- Meixner I.: A dyslexia prevenció, reedukáció módszere. Ranschburg Pál Kollégium. Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Tanárképző Főiskola, Bp., 1993
- Mishkin M., Ungerleider L.G., Macko K.A.: Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *TINS* 1983; October: 414-417
- Muller, R.U., Kubie, J.L., Saypoff R.: The Hippocampus as a Cognitive Graph (Abridged Version). *Hippocampus*, 1991, Vol.1.No.3. July, pp:243-246
- Muller, R.U., Bostock, E., Taube, J.S., Kubie J.L.: On the Directional Firing Properties of Hippocampal Place Cells. *The Journal of Neuroscience*, 1994, December, 14(12), 7235-7251
- Muller R.U., Stead M., Pach J.: The Hippocampus as a Cognitive Graph. *Journal of General Physiology* 1996; 107:663-694
- Neisser U.: Megismerés és valóság, Gondolat Kiadó 1988
- Paulsen E., Frith U., Snowling M., Gallagher A., Morton J., Frackowiak R.S.J., Frith C.D.: Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? *Brain*, 1996, 119, 143-157.
- O'Keefe J., Dostrovsky J.: The hippocampus as a spatial map. Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain Research* 1971; 34:171-175

- O'Keefe J., Nadel L.: The hippocampus as a cognitive map. Oxford The Clarendon Press 1978
- O'Keefe J.: An Allocentric Spatial Model for the Hippocampal Cognitive Map. *Hippocampus* 1991;1,3:230-235
- O'Keefe J.: The hippocampal cognitive map and navigational strategies. In: Paillard J. (ed). *Brain and Space*. New York, Oxford Univ. Press. 1991;273-295
- Ostrove, J.M., Simpson, T., Gardner, H.: Beyond scripts: a note on the capacity of right hemisphere-damaged patients to process social and emotional content. *Brain and Cognition*. 1990. 12, 144-154
- Paillard, P. 1991.: Brain and Space. New York: Oxford University Press
- Ratcliff, G.: Spatial thought, mental rotation and the right cerebral hemisphere. *Neuropsychologia*. 1979. 17, 49-54
- Reiman E.M., Raichle M.E., Robins E., Mintum M.A.: Neuroanatomical correlates of a lactate induces anxiety attack. *Archives of General Psychiatry* 1989; 46: 493-500
- Rosen J.B., Schulkin J.: From normal fear to pathological anxiety. *Psychological Review*. 1998. 105. 2. 325-350
- Rosenstein M.T., Collins J.J., De Luca C.J.: A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets. *Physica D*, 1993,65:117-134.

- Rumsay J.M., Anderson P., Zarnetkin A.J., Aquino T., King C., Hamburger S.D., Pikus A., Rapoport J.L., Cohen R.M.: Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia *Arch Neurol* 1992, 49, 527-534
- Selikowitz M.: Diszlexia és egyéb tanulási nehézségek. Medicina, Budapest, 1996
- Shepard, R.N., Metzler J.: Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 1971, 171, 701-703
- Silberman, E.K., Weingartner H.: Hemispheric lateralization of functions related to emotion. *Brain and Cognition*, 1986, 5, 322-353
- Snowling M.J.: Developmental reading disorders. *J.Child Psychol.Psychiat*, 1991, 32, 1, 49-77
- Spielberger C. D., Jacobs G., Crane R., Russel, S., Westberry, L., Barker, L., Johnson, E., Knight, J., Marks, E.: 1980. *Preliminary Manual for the State-Trait Personality Inventori (STPI)*, Tampa, Univ. of South Florida.
- Spielberger C.D., Johnson E.H., Russel S.F., Crane R.J, Jacobs G.A., Worden T.J.: The experience and expression of anger: Construction and validation of an Anger Expression Scale. In: Chesney M.A., Rosenman R.H., *Anger and hostility in cardiovascular and behavioral disorders*. New York-Hemisphere/McGraw-Hill 1985
- Stein J.F.: Space and the parietal areas. In Paillard, P. *Brain and Space*. New York: Oxford University Press, 1991, 185-221

- Stein J.F.: The representation of egocentric space in the posterior parietal cortex. *Behavior and Brain Science* 1992; 15, 691-700
- Tagaris, G.A., Kim, S-G., Strupp, J.P., Andersen, P. Ugurbil, K., Georgopoulos, A.P.: Quantitative relations between parietal activation and performance in mental rotation. *NeuroReport*, 1996, 7, 773-776
- Thompson, W.B., Mueller, J.H.: Face memory and hemispheric preference: emotionality and extraversion. *Brain and Cognition*, 1984, 3, 239-248
- Tompkins, C.A., Flowers, C.R.: Contextual mood priming following left and right hemisphere damage. *Brain and Cognition*, 1987, 6, 361-376
- Uecker, A., Obrzut, J.E.: 1993. Hemisphere and gender differences in mental rotation. *Brain and Cognition*, 1993, 22, 42-50
- Vanderberg, S.G., Kuse, A.R.: Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 1978, 47, 599-604
- Vellutino F.R.: Dyslexia. *Scientific American* 1987 April, 14-26
- Wendt, P.E., Risberg, J.: Cortical activation during visual spatial processing: relation between hemispheric asymmetry of blood flow and performance. *Brain and Cognition*, 1994, 24, 87-103
- Williams, J.D., Rippon, G., Stone, B.M., & Annett J.: Psychophysiological correlates of dynamic imagery. *British Journal of Psychology*, 1995, 86, 283-300

Wilson M.A., McNaughton B.L.: Dynamics of the Hippocampal Ensemble Code for Space. *Science* 1993;261. 20. 1055-1058

Wilson M.A., McNaughton B.L.: Reactivation of Hippocampal Ensemble Memories During Sleep. *Science* 1994;265. 29:676-679

Witting, W., Pflüger, M.: Neuroendocrine hemisphere asymmetries: salivary cortisol secretion during lateralized viewing of emotion-related and neutral films. *Brain and Cognition*, 1990, 14, 243-265

Wolpe J., Lang, P. J.: *Manual for the Fear Survey Schedule*. Educational and Industrial Testing Service, San Diego., CA. 1977.

Wolpe J., Lang P.J.: A fear survey schedule for use in behaviour therapy *Behav.Res.Ther.* 1964.2. 27-30

Zaidel, D.W., Hugdahl, K., Johnsen, B.H.: Physiological responses to verbally inaccessible pictorial information in the left and right hemispheres. *Neuropsychology*, 1995, 9. 52-57

Zipser D., Andersen RA.: A back-propagation programmed network that simulates response properties of a subset of posterior parietal neurons. *Nature*, 1988; 331. 25. 679-684

PhD munkából származó publikációk:

Karádi K., Bende I.: The indirect verification of minimal two-generator model of homeostatic drinking by complexity examination *Journal of Theoretical Biology* 1998. 192. 55-60

- Karádi K., Szabó I.: A Parrot neuropszichológiai szoftvercsomag: Dyslexias gyermekek új neurokognitív vizsgálatának lehetősége Magyarországon. Végeken. 1997.8.1: 17-21
- Kállai J., Karádi K., Tényi T.: A tér élmény kultúrtörténete és pszichopathológiája. Tertía kiadó Bp., 1998
- Karádi K.: A tanulágyengeség neuropszichológiája. In: Szabó I. (ed). Neuropszichológia orvostanhallgatóknak 1998
- Karádi K.: Az ember fejlődésének neuropszichológiája. In: Szabó I. (ed). Neuropszichológia orvostanhallgatóknak 1998
- Karádi K., Bende I. A tér neurofenomenológiája. Végeken. 1998.2-3:32-44

Jelenleg bírálattal álló publikációk:

- Karádi K., Szepesti T., Szabó I.: Impaired egocentric mental rotation in dyslexic children. *Dyslexia*
- Karádi K.: Periodic and Chaotic Dynamical Behavior of Dentate Gyrus and CA3 Model Networks and their relationships with Spatial Learning. *Neural Networks*
- Karádi K., Kállai J., Bende I.: Brain laterality: The effects of emotional priming on letters mental rotation. *Brain and Cognition*

Kállai J., Karádi K., Kóczán Gy., Révész Gy., Hartman M.: Allocentric and egocentric spatial functions and different kinds of anxiety. *Brain and Cognition*

Bende I., Hajnal A., Karádi K.: Effects of 6-hydroxydopamine lesion of the nucl.accumbens on two types of licks of Wistar rats, *Neuroreport*

Konferencia részvétel

1.) Karádi K., Szabó I., Bende I.: The indirect verification of two-generator model of homeostatic drinking by complexity examination, Forum of European Neuroscience, Berlin, 1998. jún. 26-júl. 1

2.) Szabó I., Karádi K., Bende I.: Impaired parietal cortex related spatial function in dyslexic children, Forum of European Neuroscience, Berlin, 1998. jún. 26-júl. 1

3.) Bende I., Karádi K., Szabó I.: Effects of 6-hydroxydopamine lesion of the nucl.accumbens on two types of licks of Wistar rats, Forum of European Neuroscience, Berlin, 1998. jún. 26-júl. 1

4.) Karádi K.: A térszlelés kognitív neuropszichológiai megközelítése. Neuroscience Club Pécs, 1997. okt. 29. előadás

5.) Szabó I., Karádi K., Szepesi T.: Perceptual and memory deficit in learning disabled children 5. Kamizsa Lecture, Trieste, Italy, 1997. okt. 16-18. előadás

6.) Karádi K., Szabó I., Szepesi T.: Impaired egocentric mental rotation in dyslexic children. Elba School for Neuroscience, Elba, Italy, 1997. szept. 6-12. poszter

- 7.) *Karádi K., Szabó I., Szepeši T.*: Impaired egocentric mental rotation in dyslexiae children. Magyar Élettani Konferencia, Pécs, 1997. július 9-12., poszter
- 8.) *Szepeši T., Karádi K., Szabó I.*: A tanulási gyengeség vizsgálati lehetősége komputerizált neuropszichológiai tesztekkel, előadás, Korányi Frigyes Tudományos Fórum, 1997, április 24-25., Budapest
- 9.) *Karádi K., Kállai J.*: Intenzív szorongás (pánik roham) hatása a hippocampális kognitív térkép megszerkesztésére: A hippocampális neurális hálózat pathofiziológiája, előadás, Magyar Pszichiátriai Konferencia, 1997. február 19-22., Siófok
- 10.) *Karádi K., Kállai J.*: Intenzív szorongás hatása a hippocampális kognitív térkép megszerkesztésére: A hippocampális neurális hálózat pathofiziológiája, előadás Magyar Kognitív Konferencia, 1997, január 27-29., Ráckeve
- 11.) *Karádi K.*: Stable, Oscillatory, and Chaotic Behavior in the Dynamics of Simple Dentate Gyrus Network Model and their Relationship wit Spatial Learning, poster Central European Cognitive Neuroscience Workshop, 1996 aug. 4-8.,Prága
- 12.) *Karádi K., Bende I., Hajnal A.*: A homeosztatikus ivás időbeli mintájának elemzése Wistar patkánynál, poszter. Etológiai Kongresszus, 1995 november 15-19., Göd

- 13.) Szabó I., Bende I., Karádi K., Buzsáki Gy.: Hippocampal neural network activity in two different functional state. Basic neuroscience and Neurochemistry-Austrian-Hungarian Neurosciences Meeting 1993. poster
- 14.) Csicsvári J., Bende I., Karádi K., Szabó I.: Kísérletek automatizálása számítógéppel. Magyar Idegtudományi Társaság Első Kongresszusa 1994. poszter
- 15.) Csicsvári J., Bende I., Karádi K., Szabó I.: Pszichológiai kísérletekhez gyártott hardver program-modulok helyettesítése számítógépes szimulációval. Magyar Pszichológiai Társaság XI. Országos Tudományos Nagygyűlése. 1994. poszter

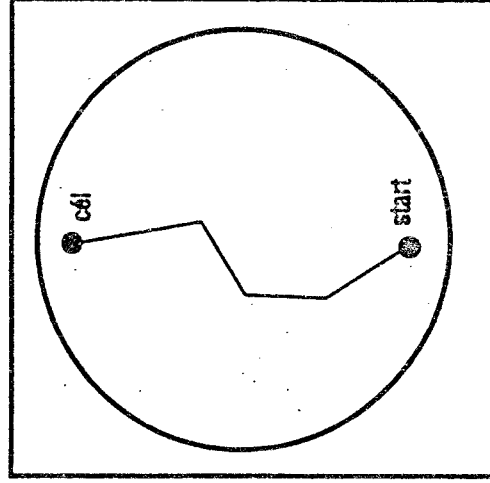
Angol és magyar folyóiratban megjelent konferencia kivonat

- 1.) Karádi K., Szabó I., Bende I.: The indirect verification of two-generator model of homeostatic drinking by complexity examination, *European Journal of Neuroscience*, 1998, 10, 10, 420
- 2.) Szabó I., Karádi K., Bende I.: Impaired parietal cortex related spatial function in dyslexic children. *European Journal of Neuroscience*, 1998, 10, 10, 255
- 3.) Bende I., Karádi K., Szabó I.: Effects of 6-hydroxydopamine lesion of the nucl.accumbens on two types of licks of Wistar rats, *European Journal of Neuroscience*, 1998, 10, 10, 420

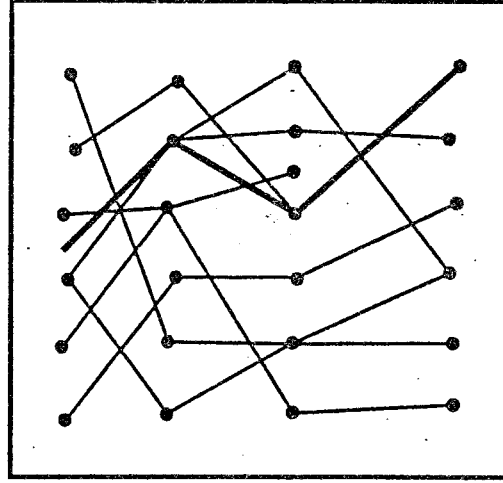
- 4.) *Karádi K., Bende I., Hajnal A.*: The effect of dopaminergic lesion on the homeostatic drinking. poster. *Abstract in Neurobiology*, 1996,4,3 Magyar Idegtudományi Társaság konferenciája, 1996 január 25-27.,Balatonfüred
- 5.) *Karádi K., Bende I.*: Az ivási magatartás időbeli mintájának elemzése Wistar patkánynál. poszter. *Abstract in Neurobiology*, 1995,3,1 Magyar Idegtudományi Társaság konferenciája, 1995 január 25-27.,Szeged

ÁBRÁK

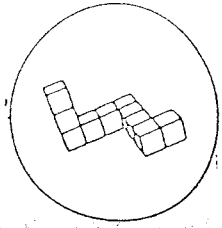
1. ábra



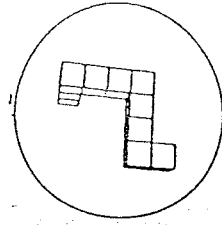
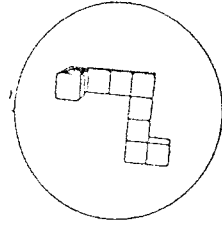
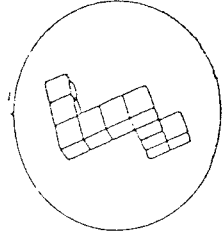
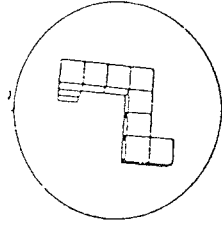
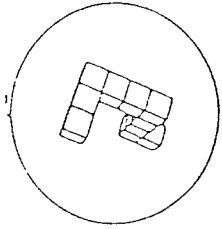
2. ábra



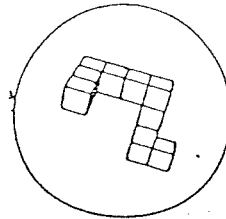
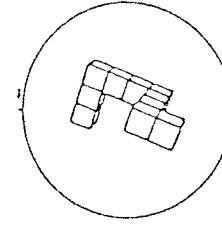
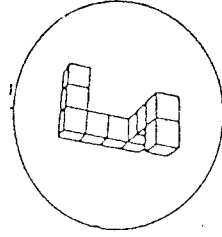
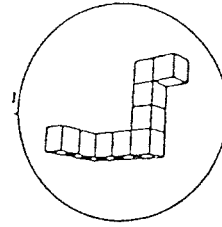
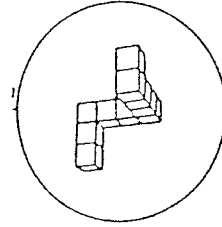
3. ábra



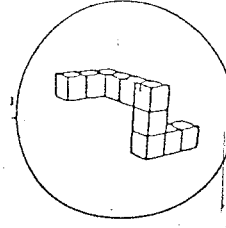
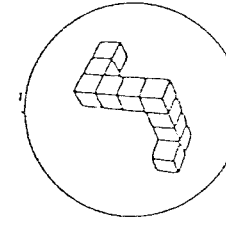
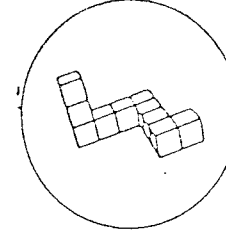
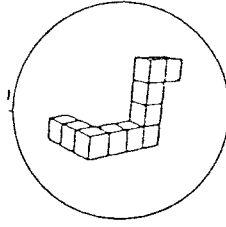
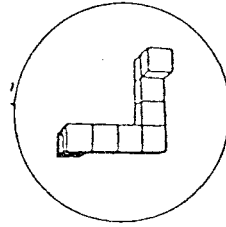
16.



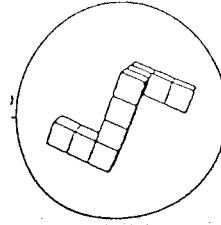
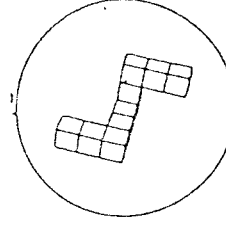
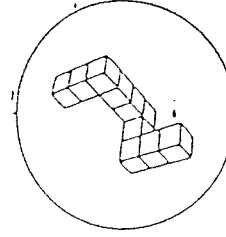
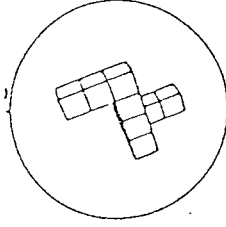
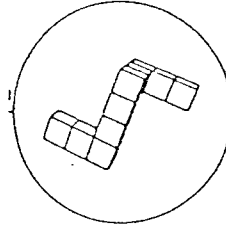
17.



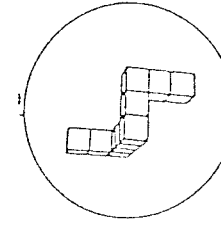
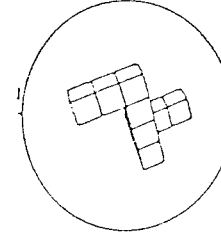
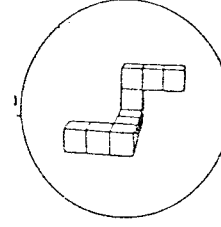
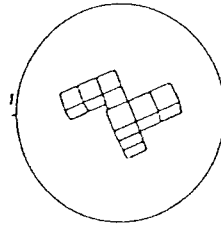
18.



19.



20.



DO NOT TURN THIS PAGE UNTIL ASKED TO DO SO.

STOP

Azonosítási kód:

KÉZHASZNÁLATI SZOKÁSOK

Kérlek, hogy az alábbi lehetőségek bekarikázásával jelezzed, hogy a mindennapokban az alábbi cselekedeteket melyik kezreddel végzed.

Melyik kezded az ügyesebb?

| | | | |
|---|-----|------|-----------|
| 1.) Melyik kezreddel rajzolsz? | bal | jobb | mindegyik |
| 2.) Melyik kezreddel írsz? | bal | jobb | mindegyik |
| 3.) Nyitod meg egy üveg zárókupakját? | bal | jobb | mindegyik |
| 4.) Célzod meg hógolyóval a fát? | bal | jobb | mindegyik |
| 5.) Tartod munka közben a kalapácsot? | bal | jobb | mindegyik |
| 6.) Tartod fogkefét? | bal | jobb | mindegyik |
| 7.) Fogod a csavarhúzó? | bal | jobb | mindegyik |
| 8.) Radirozáskor? | bal | jobb | mindegyik |
| 9.) Teniszhez hasonló játék közben az ütőt? | bal | jobb | mindegyik |
| 10.) Ha ollóval vágsz valamit? | bal | jobb | mindegyik |
| 11.) Tartod a gyufaszálat mikor meggyújtod? | bal | jobb | mindegyik |
| 12.) Amikor valamilyen folyadékot kavarsz? | bal | jobb | mindegyik |
| 13.) Labda dobáskor? | bal | jobb | mindegyik |

STATE-TRAIT PERSONALITY INVENTORY/T

Utasítás: Néhány olyan megállapítást olvashat az alábbiakban, amelyekkel az emberek önmagukat szokták jellemezni. Figyelmesen olvassa el valamennyit és karikázza be a jobb oldali számok közül a megfelelőt attól függően, hogy ebben a pillanatban **ALTALÁBAN HOGYAN ÉRZI MAGÁT**. Nincsenek helyes, vagy helytelen válaszok. Ne gondolkozzon túl sokat, hanem a jelenlegi érzéseit legjobban kifejező választ jelölje meg.

| | szinte soha | néha | gyakran | mindig |
|--|-------------|------|---------|--------|
| 1. Magabiztos vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Szeretem felfedezni a világot | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. Hirtelen vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Meg vagyok elégedve magammal | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. Kíváncsi vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6. Heves vérmérsékletű vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7. Idéges és nyugtalan vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. Érdeklődő vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9. Forrófejű vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10. Vannak pillanataim amikor azt szeretném bárcsak én is olyan boldog lehetnék, amilyennek mások látszanak | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 11. Hajt a kíváncsiság | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 12. Dühbe gurulok, amikor mások hibája lassítja a munkámat | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13. Féltresikerültnek érzem magam | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 14. Tettekre kész vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15. Bosszant, ha nem ismerik el a jó munkámat | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16. Feszült lelkiállapotba jutok és izgalom lesz úrrá rajtam, ha az utóbbi időszak gondjaira, bajaira gondolok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 17. Kérdősködő hangulatban vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 18. Könnyen haragra gerjedek | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 19. Nyugodt vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20. Feldobott vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 21. Dühömben szoktam szitkozódni | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 22. Hiányzik belőlem az önbizalom | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 23. Hiányzik belőlem az érdeklődés | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 24. Dühbe jövök, ha mások előtt kritizálnak | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 25. Ügyfogyottnak érzem magam | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 26. Szellemileg aktív vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 27. Ha kudarc ér, legszívesebben megütnék valakit | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 28. Lényegtelen dolgok is sokáig foglalkoztatnak és nem hagynak nyugodni | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 29. Unatkozom | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 30. Felbószít, ha jó munkámat alulértékelik | 1 | 2 | 3 | 4 |

Félelem vizsgáló kérdőív

Ennek a kérdőívnek a tételi olyan dolgokra vagy tapasztalatokra vonatkoznak, melyek félelmet vagy egyéb hasonló kellemetlen érzelmeket okozhatnak. Olvasson el minden egyes tételt és döntse el róla, hogy mennyire zavarja őnt. Ezután válaszoljon alábbi skála alapján:

Ha a csónakázás általában nem vált ki Önből félelmet, válaszoljon „0”-t (egyáltalán nem). Ha egy kicsit félt, válaszoljon „1”-t (egy kicsit). Ha nagyobb félelmet érez, adjon meg nagyobb számot „2” (meglehetősen), „3” (nagyon), „4” (igen nagyon), az adott tételre érzett reakciója alapján. Kérjük dolgozzon gyorsan, és ne töltsön el túl sok időt egyetlen állítással sem.

0 = Egyáltalán nem
1 = Egy kicsit
2 = Meglehetősen
3 = Nagyon
4 = Igenc nagyon

VÁLASZ

-1. Nyílt seb
.....2. Egyedül van
.....3. Idegen helyen van
.....4. Halott ember
.....5. Közöség előtt beszél
.....6. Úttesten megy át
.....7. Zuhadás
.....8. Tréfálkoznak Önnel
.....9. Kudarc
.....10. Olyan szobába lép be ahol a többi ember már ul

VÁLASZ

-28. Piszok
.....29. Mászó rovarok
.....30. Verekedés látványa
.....31. Csúnya ember
.....32. Beteg ember
.....33. Kritikát kap
.....34. Különös formák
.....35. Liftben van

-11. Magas helyek a szárazföldön
.....12. Tüsti hibás emberek
.....13. Férgek
.....14. Injekciót kap
.....15. Idegenek
.....16. Denevérek
.....17. Utazások vonaton
.....18. Utazások busszal
.....19. Utazások autóval
.....20. Hatalommal bíró emberek
.....21. Repülő rovarok
.....22. Nézni, ahogy más embereket injektálnak
.....23. Tömeg
.....24. Nagy nyílt terek
.....25. Valaki erőszakoskodik valaki mással

-36. Műtetet néz végig
.....37. Egerek
.....38. Emberi vér
.....39. Állati vér
.....40. Bezárt hely
.....41. Úgy érzí mások visszautasították
.....42. Repülőgépek
.....43. Kórházi szagok
.....44. Úgy érzí rosszallják tetteit
.....45. Ártalmatlan kígyók
.....46. Temetők
.....47. Figyelem kívül hagyják
.....48. Meztelen férfiak
.....49. Meztelen nők
.....50. Orvosok
.....51. Hibázik
.....52. Bolondnak tűnik

-26. Erős kinézetű emberek
.....27. Nézik munka közben

ÖNÉRTÉKELÉSI LAP

NÉV:

Kelt:

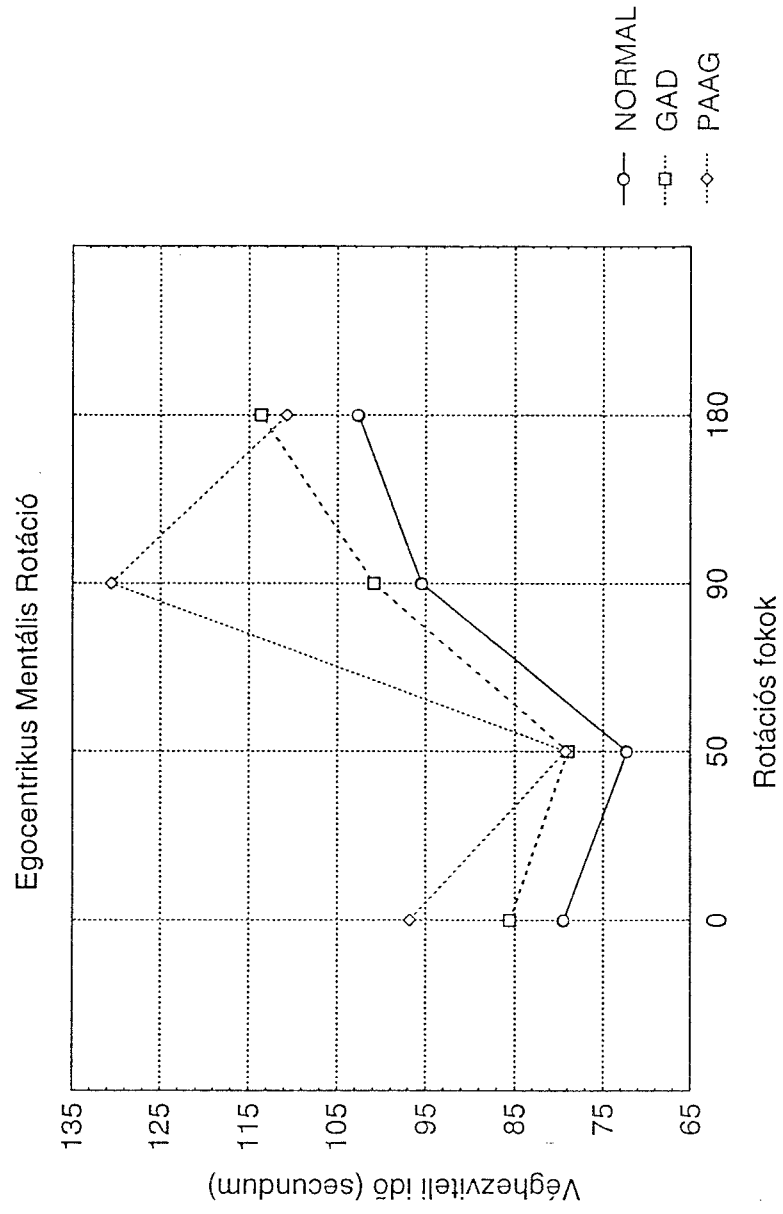
UTASÍTÁS: Néhány olyan megállapítást olvashat az alábbiakban, amelyekkel az emberek önmagukat szokták jellemezni. Figyelmesen olvassa el valamennyit és húzza át a jobboldali számok közül a megfelelőt attól függően, hogy

ÁLTALÁBAN HOGYAN ÉRZI MAGÁT.

Nincsenek helyes vagy helytelen válaszok. Ne gondolkozzon túl sokat, hanem a jelenlegi érzéseit legjobban kifejező választ jelölje meg.

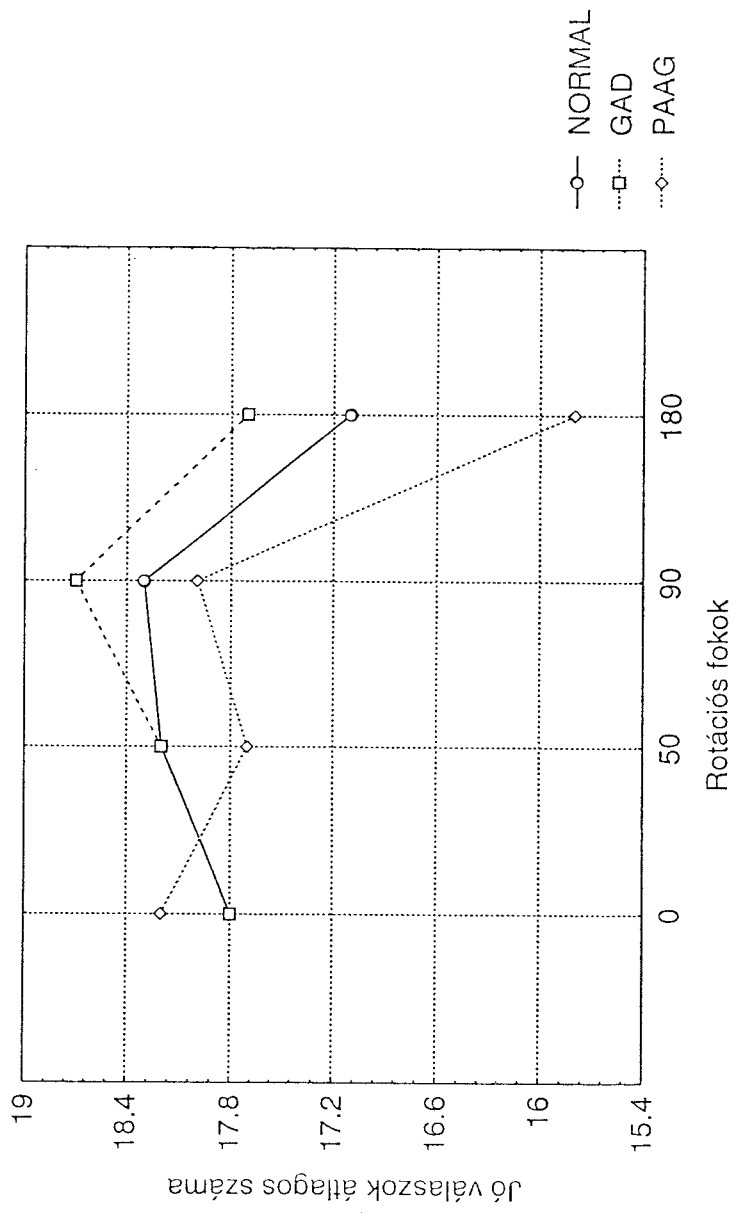
- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|-----------------|
| 21. Jól érzem magam | 1 | 2 | 3 | 4 | egyáltalán nem |
| 22. Gyorsan elfáradok | 1 | 2 | 3 | 4 | elégge |
| 23. A sírás ellen küszködöm kell | 1 | 2 | 3 | 4 | nagyon/fejlesen |
| 24. A szerencse engem elkerül | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 25. Sokszor hátrányos helyzetbe kerülök, mert nem tudom elég gyorsan elhatározni magam | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 26. Kipihentnek érzem magam | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 27. Nyugodt, megfontolt és teltrekész vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 28. Úgy érzem, hogy annyi megoldatlan problémám van, hogy nem tudok úrrá lenni rajtuk | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 29. A semmiségeket is túlzottan a szívemre veszem | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 30. Boldog vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 31. Hajlamos vagyok túlságosan komolyan venni a dolgokat | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 32. Kevés az önbizalmam | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 33. Biztonságban érzem magam | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 34. A kritikus helyzeteket szívesen elkerülöm | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 35. Csüggedtnek érzem magam | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 36. Elégedett vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 37. Lényegtelen dolgok is sokáig foglalkoztatnak és nem hagynak nyugodni | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 38. A családások annyira megviselnek, hogy nem tudom a fejemből kiverni őket | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 39. Kiegyensúlyozott vagyok | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 40. Feszül lelkiállapotba jutok és izgatott leszek, ha az utóbbi időszak gondjaira, bajaira gondolok | 1 | 2 | 3 | 4 | |

10. ábra



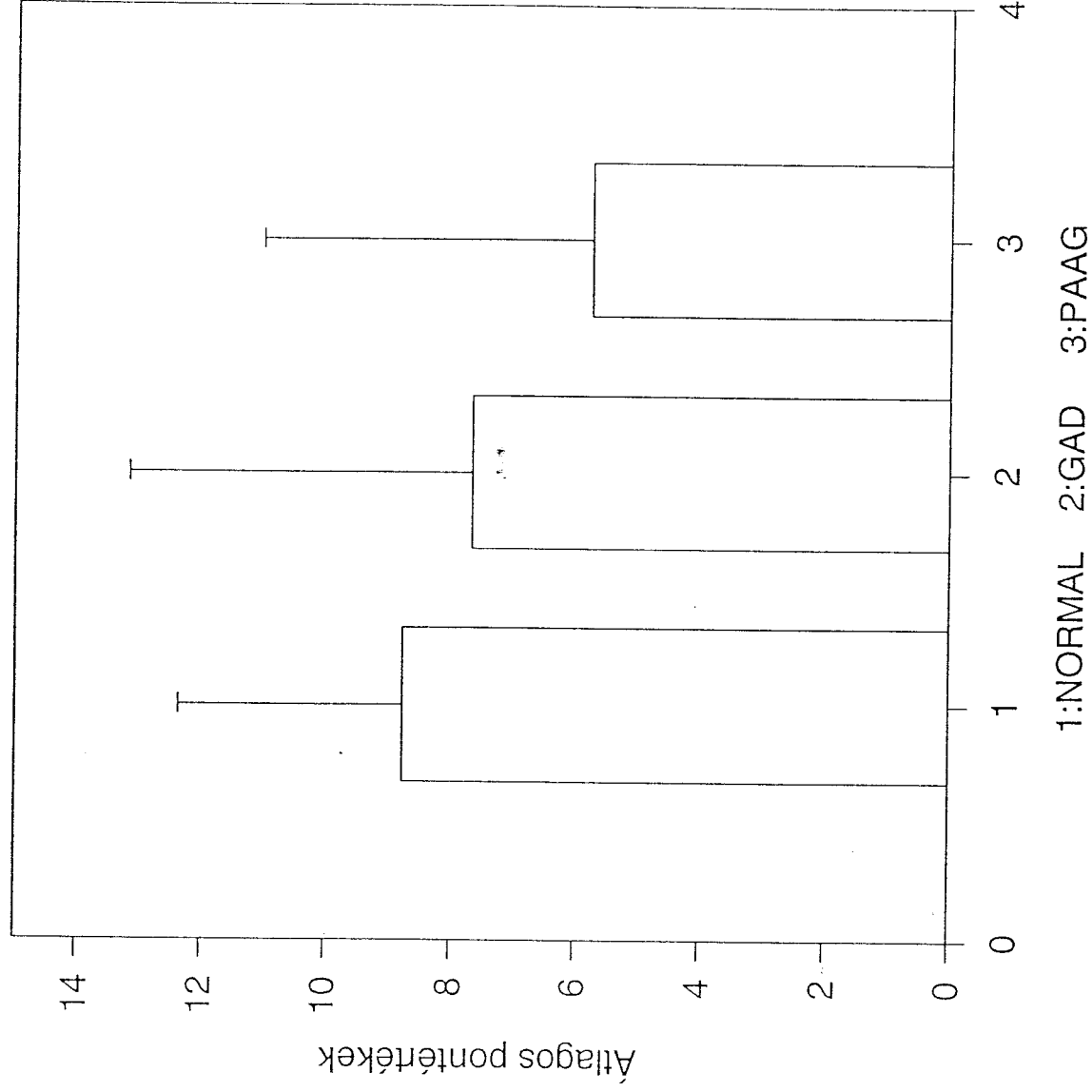
11. ábra

Egocentrikus Mentális Rotáció



12. ábra

Allocentrikus MRT teszt



1.) Különbség nők (N=19) és férfiak (N=19) között

| Csoport | Átlag | SD | F-ratio | szignifikán |
|----------|-------|-------|---------|-------------|
| AMRT F | 12.10 | 5.36 | 16.21 | p<0.001 |
| M | 21.84 | 6.53 | | |
| EMRT F | 69.73 | 7.78 | 0.68 | n.s. |
| M | 72.00 | 9.07 | | |
| Szor. F | 21.84 | 5.98 | 3.66 | n.s. |
| M | 18.68 | 3.98 | | |
| Kíván. F | 28.26 | 6.37 | 2.23 | n.s. |
| M | 31.26 | 3.67 | | |
| Düh. F | 25.15 | 5.44 | 0.32 | n.s. |
| M | 24.21 | 4.69 | | |
| SocF F | 21.73 | 6.87 | 2.63 | n.s. |
| M | 17.00 | 10.70 | | |
| AgorF F | 7.78 | 4.14 | 0.44 | n.s. |
| M | 6.73 | 5.48 | | |
| BefF F | 15.52 | 8.16 | 0.71 | n.s. |
| M | 12.94 | 10.53 | | |
| SexF F | 7.57 | 1.43 | 1.44 | n.s. |
| M | 5.94 | 1.82 | | |
| ÁllatF F | 7.15 | 1.18 | 3.92 | n.s. |
| M | 4.42 | 1.33 | | |

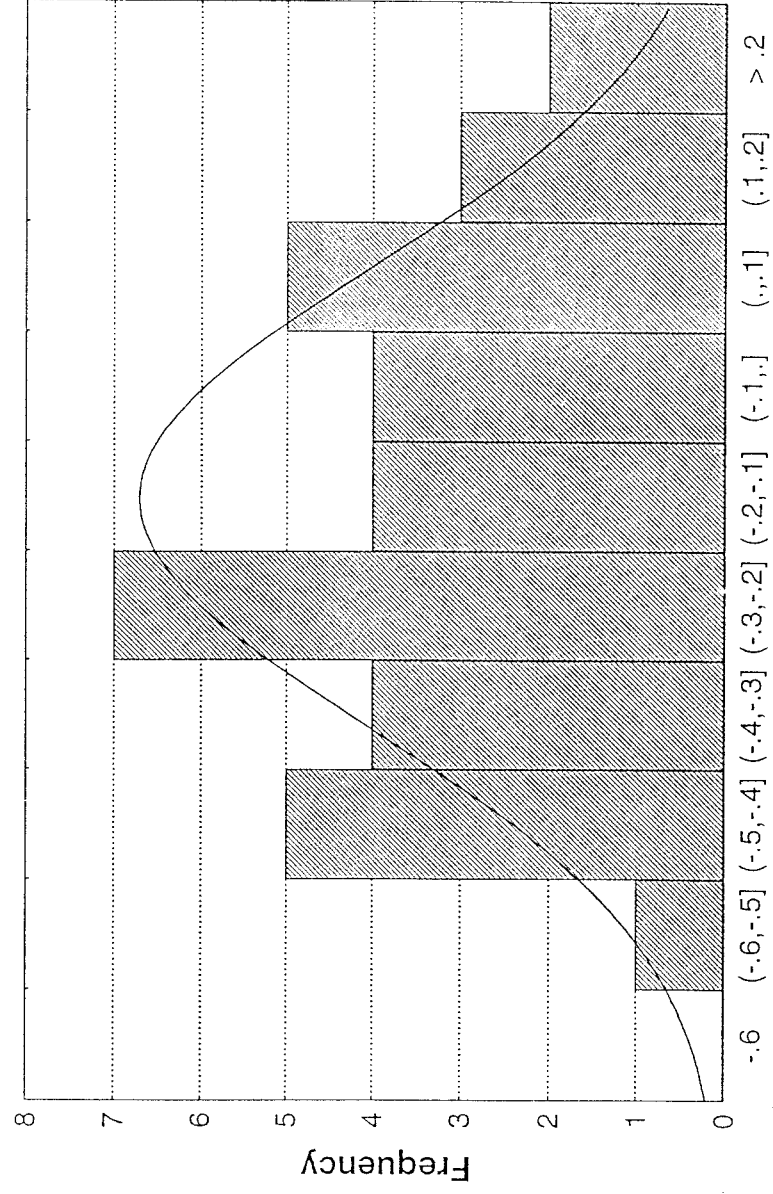
14. ábra

2. Korrelációs mátrix

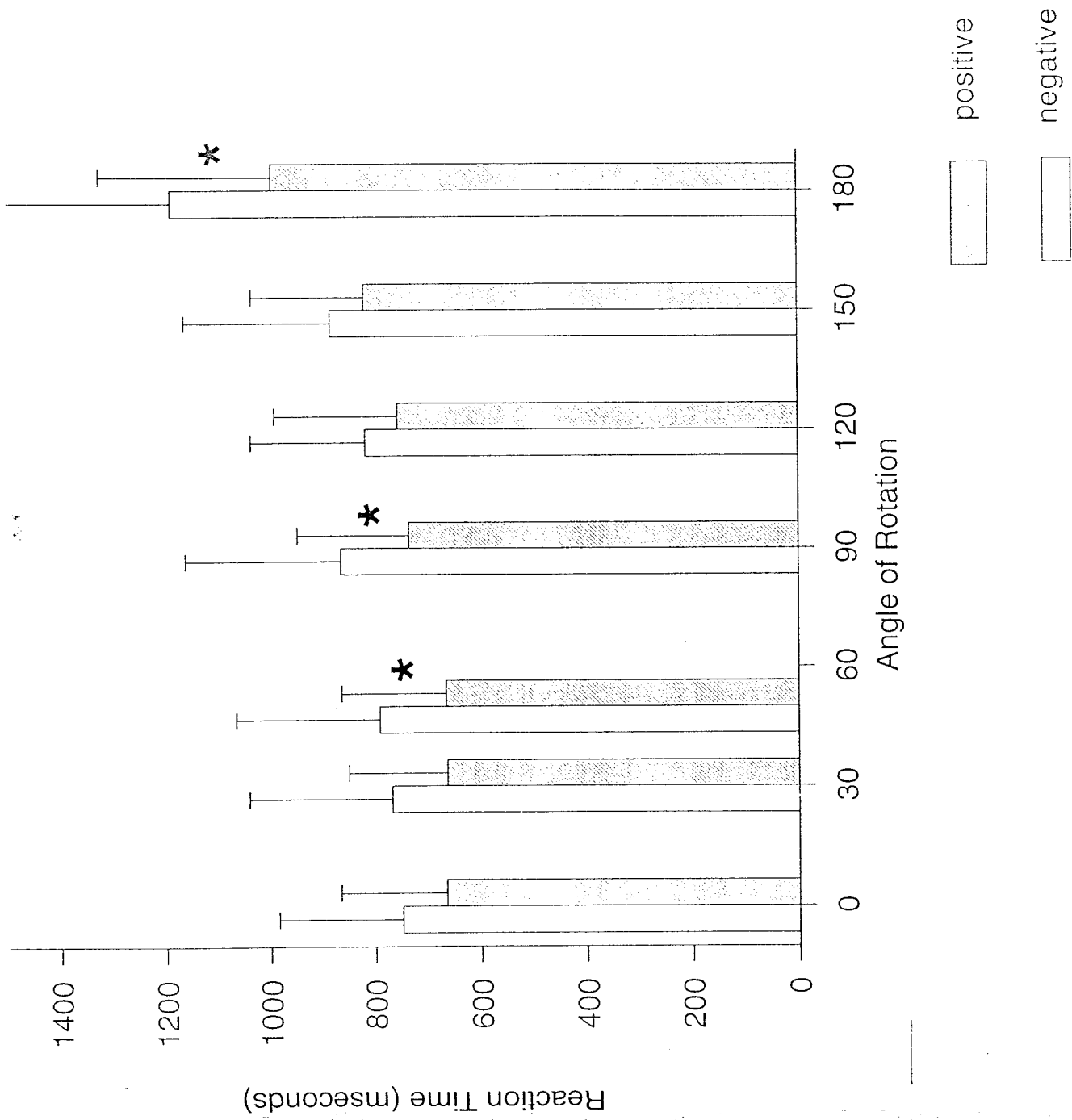
| | AMRT | EMRT |
|----------------|---------------|---------------|
| Szorongás | -0.36 p<0.05 | -0.334 p<0.05 |
| Agorafóbia | -0.325 p<0.05 | n.s. |
| Betegségfóbia | -0.312 p<0.05 | n.s. |
| Szociálisfóbia | -0.412 p<0.01 | n.s. |
| Félelmi pont | -0.405 p<0.01 | n.s. |
| Kíváncsiság | n.s. | 0.415 p<0.01 |

15. ábra

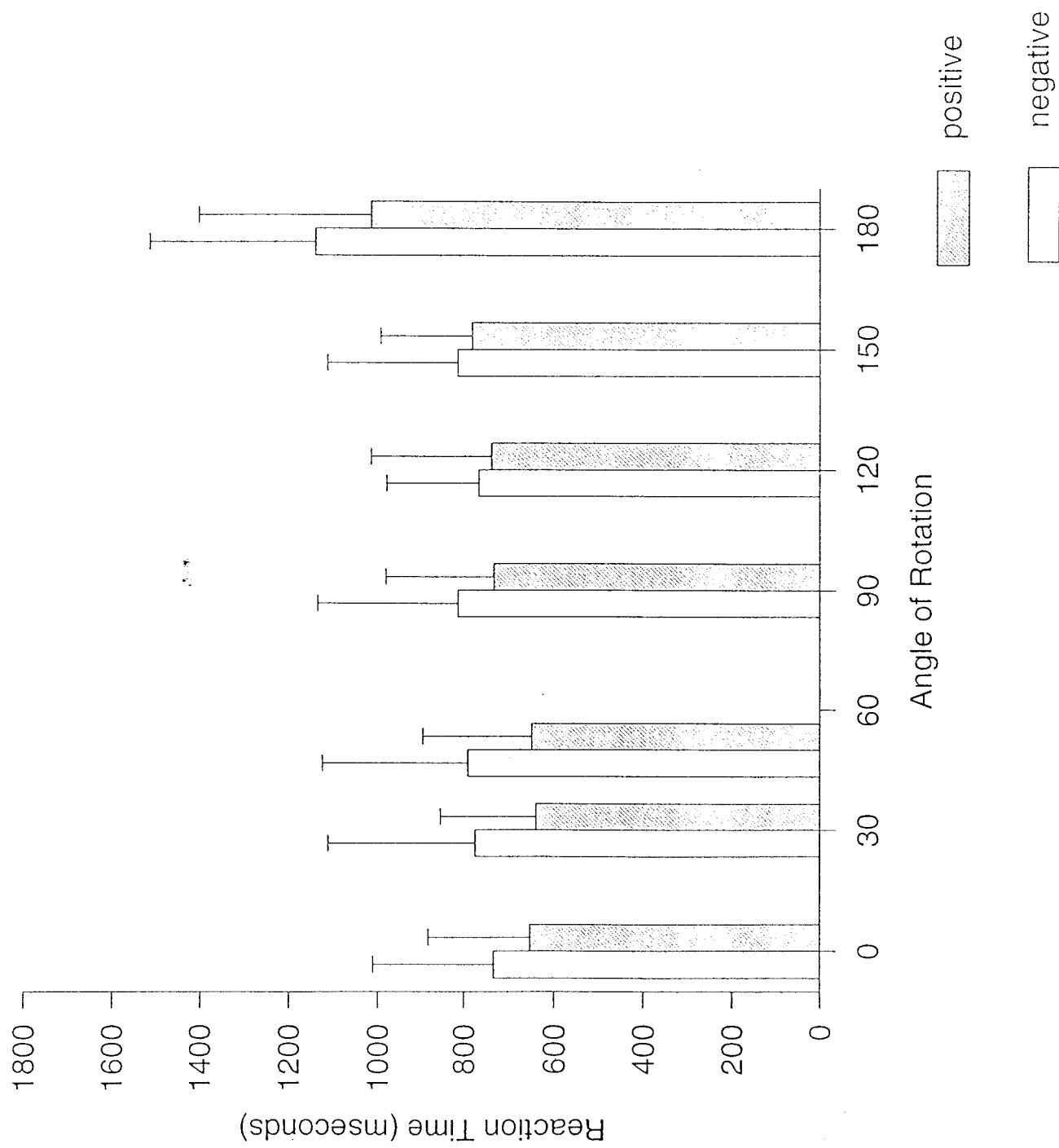
15.3



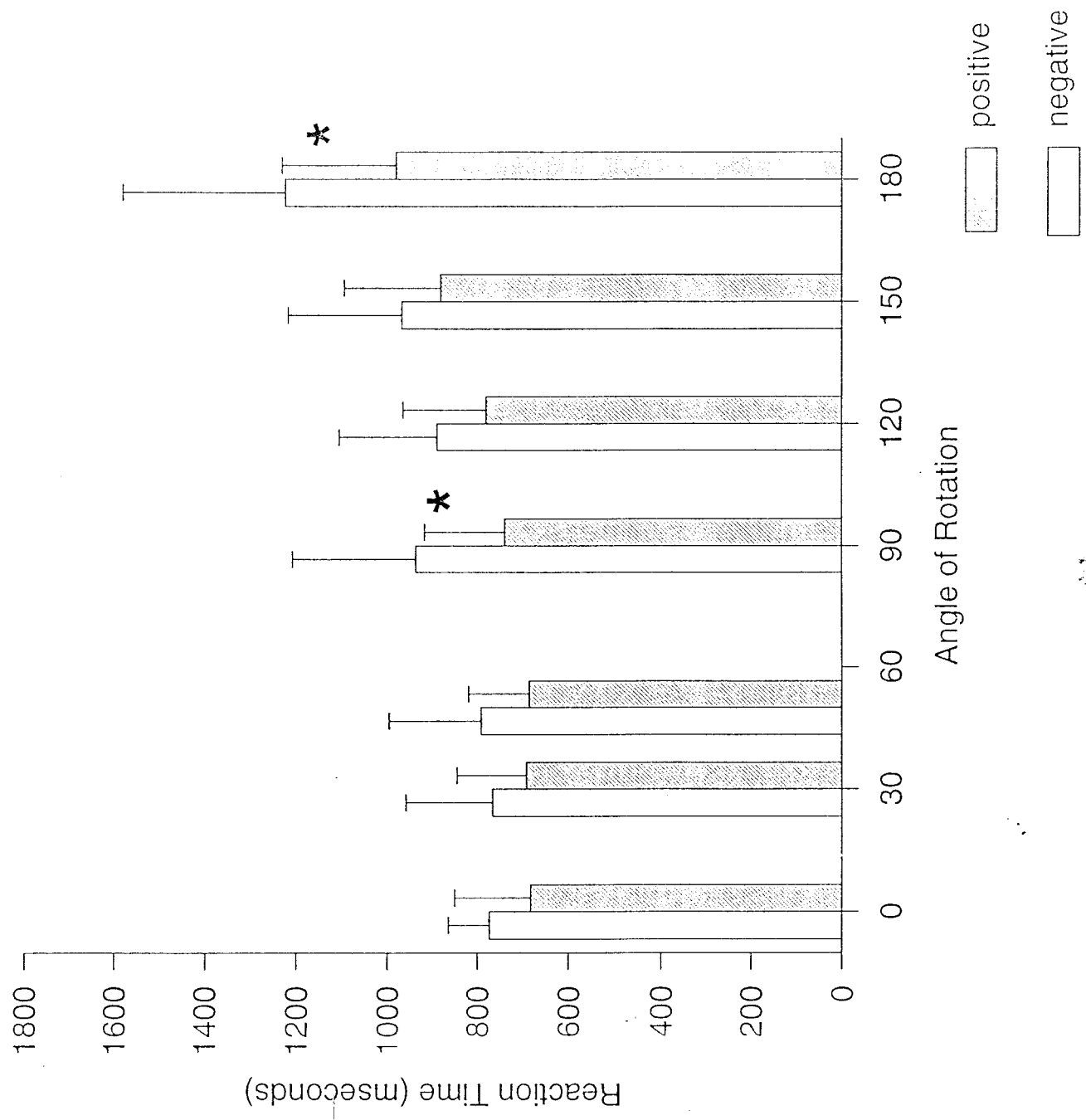
16. ábra



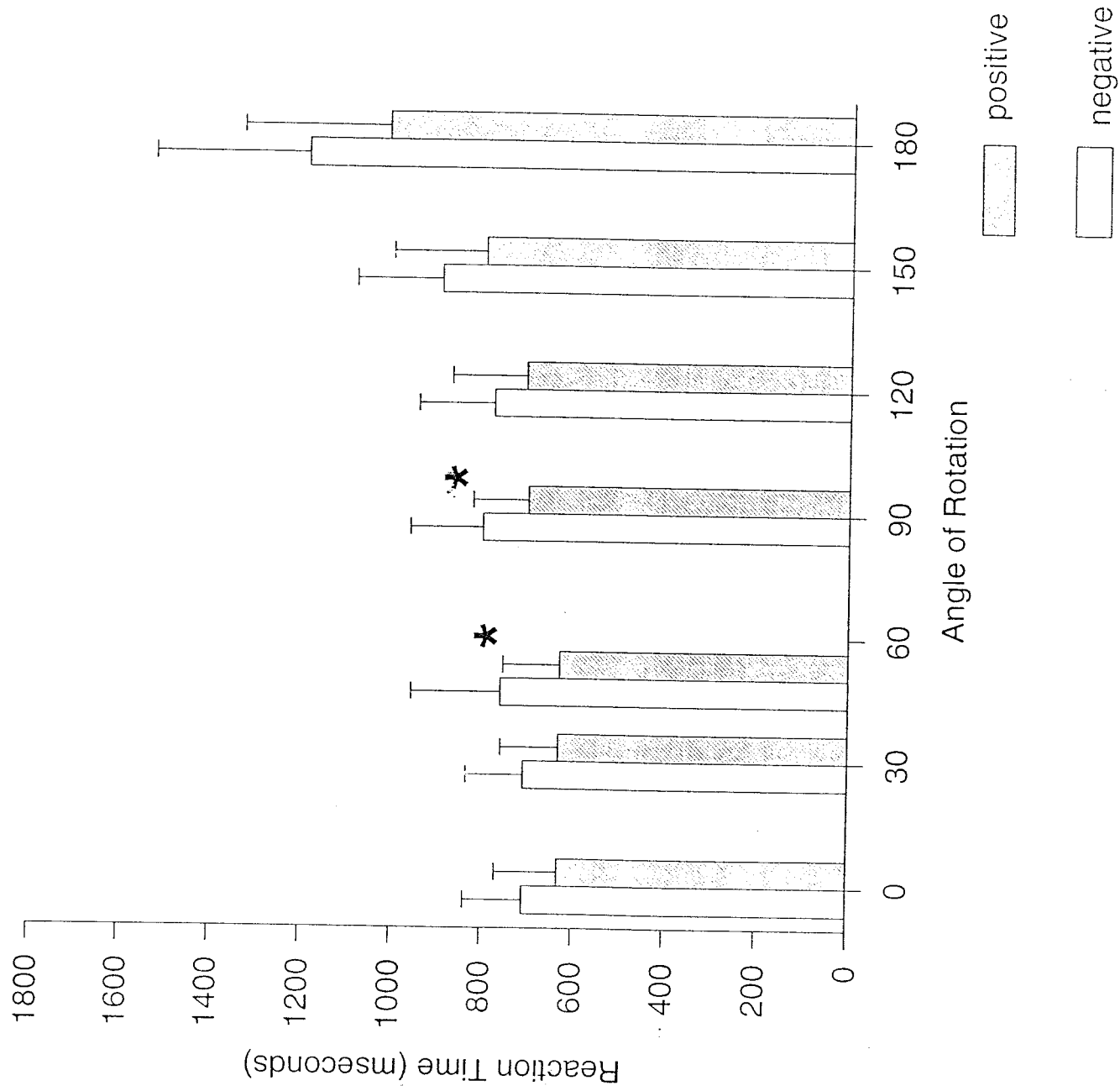
17. ábra



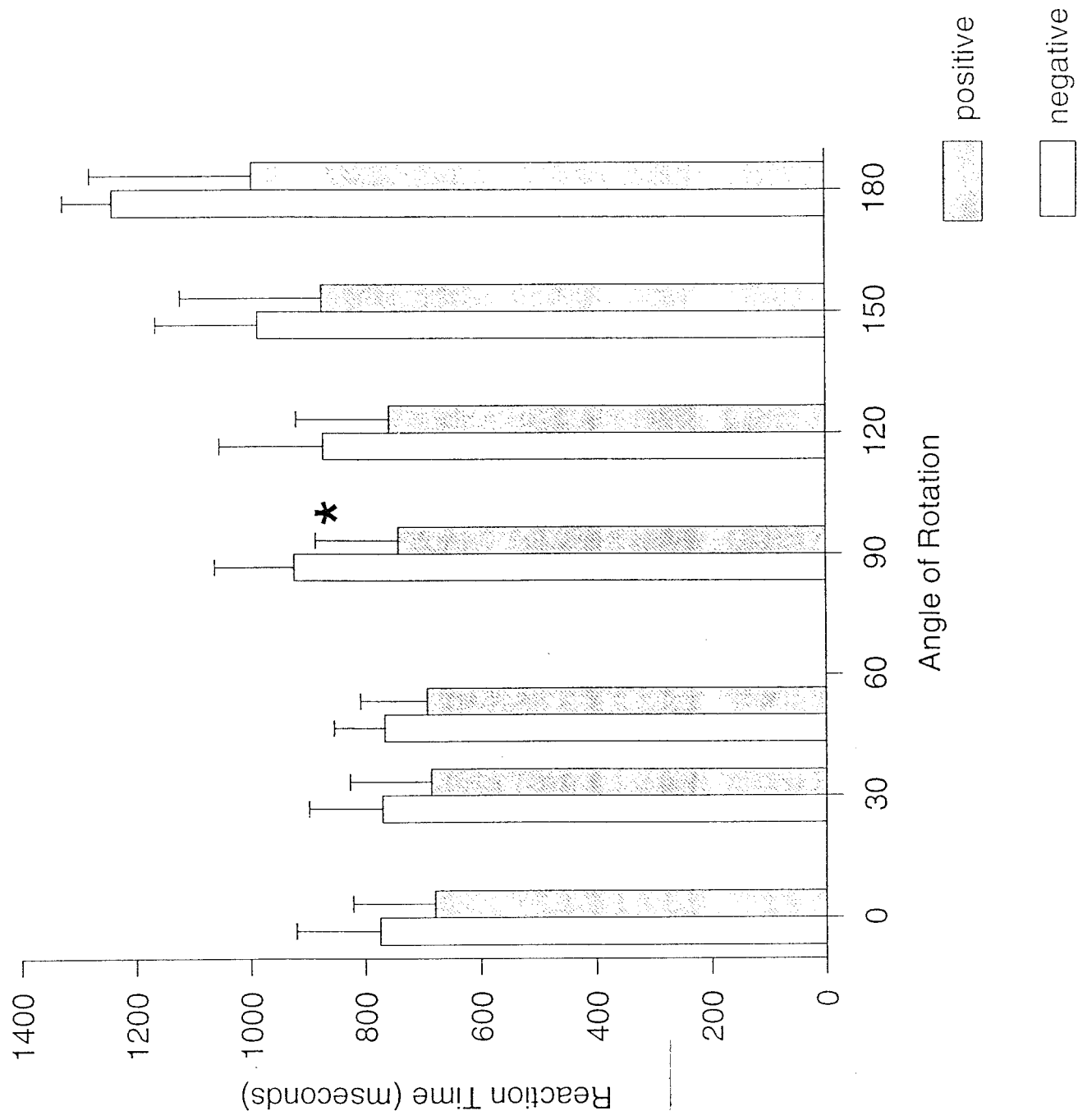
18. ábra



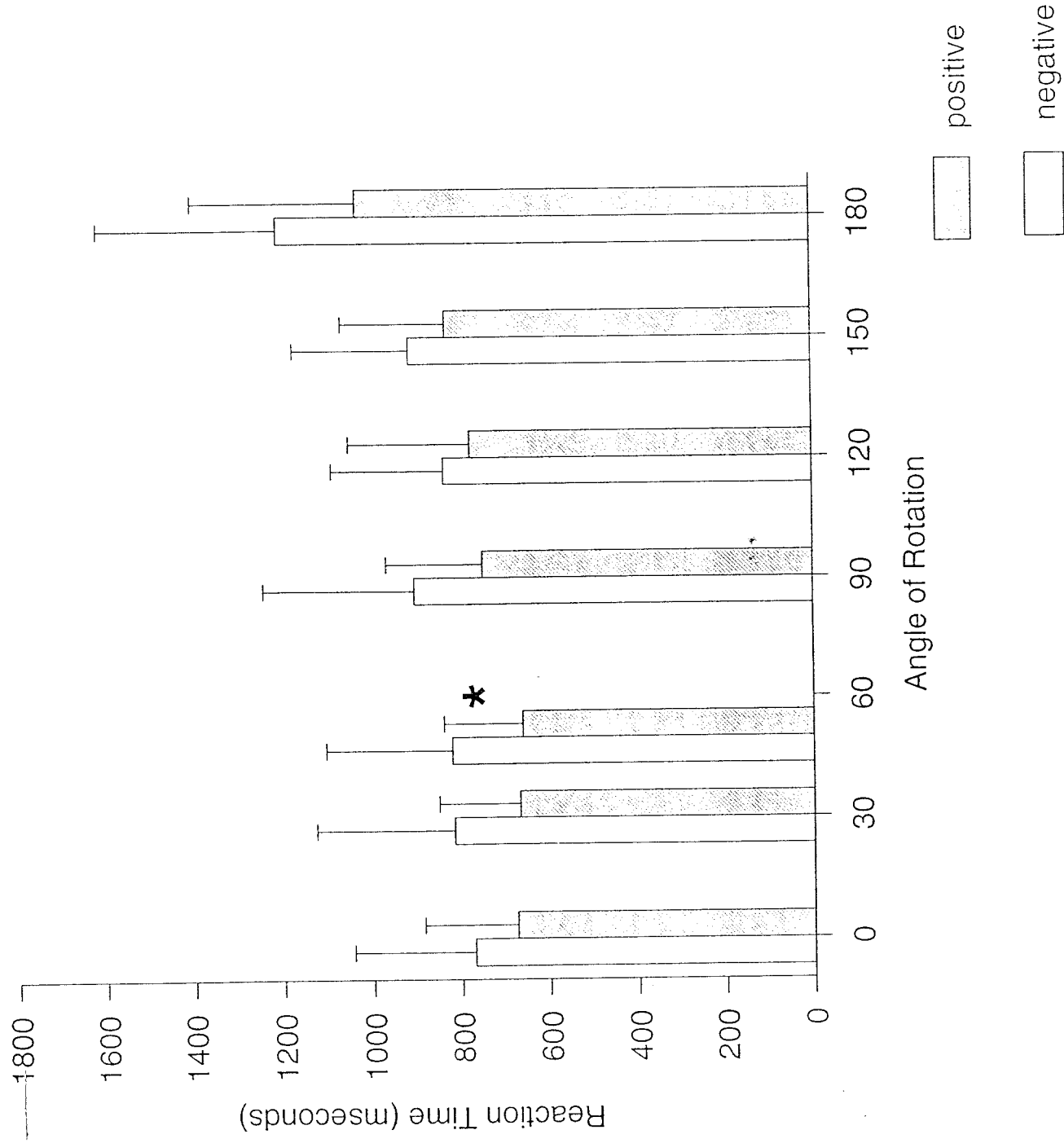
19. ábra



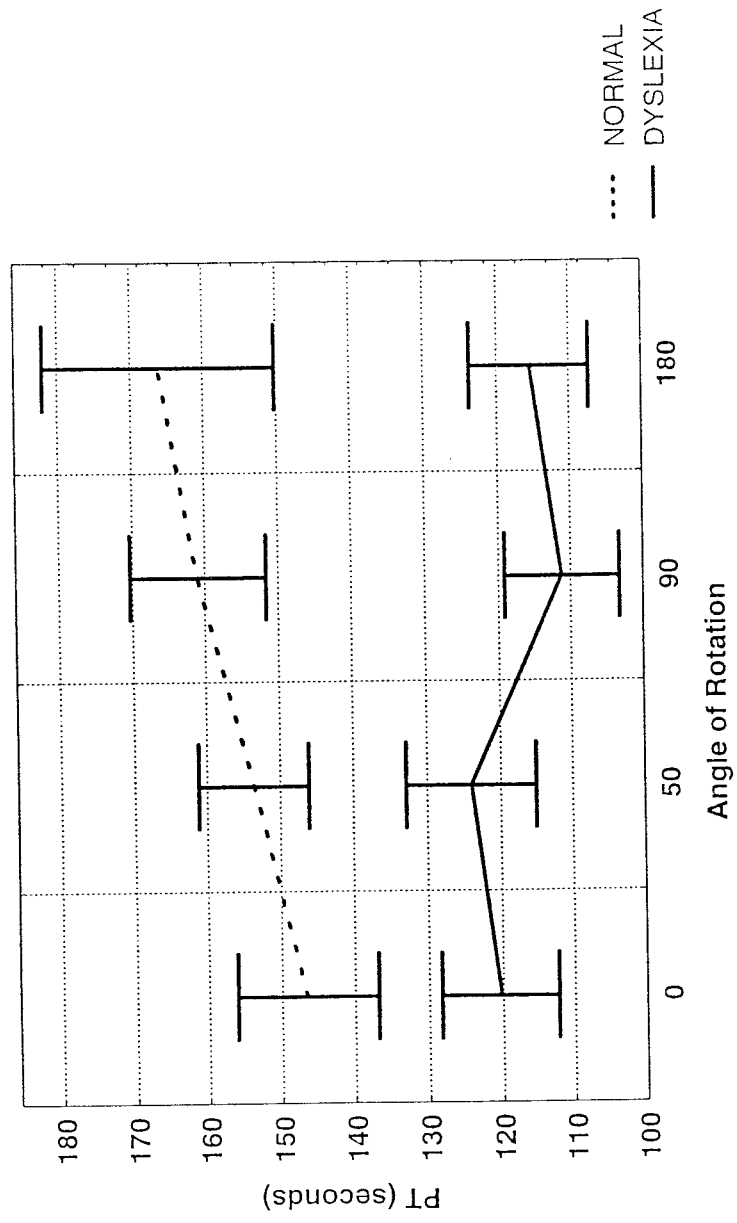
20. ábra



21. ábra



22. ábra



23. ábra

