

OTKA T-42650 pályázat zárójelentés

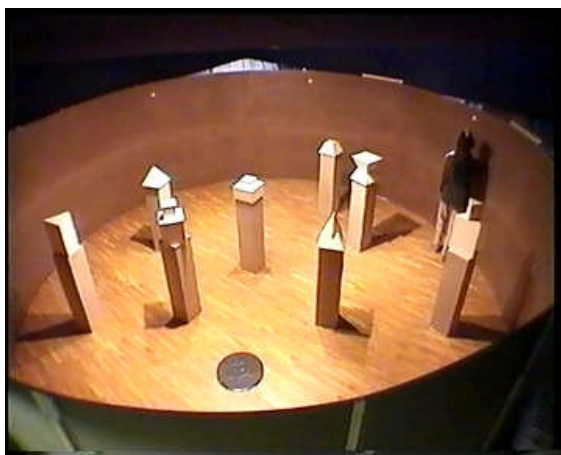
A kutatási terv, a téri tájékozódás és a szorongás több szintű elemzésével foglalkozott. A három évre lebontott program, három párhuzamos téma mentén haladt: (1) helytanulási stratégiák elemzése különböző életkorú személyeknél, (2) a szorongás és a téri tájékozódás viszonyának elemzése, továbbá (3) hormonok hatása téri teljesítményre.

A témákat egy alaphipotézis fogta össze, melyszerint: a téri zavarokat egy meghatározott típusú szorongás mobilizálja. A zavar, különösen pánik és agorafóbia esetében, egy rejtett kognitív tünetcsoport formájában mutatkozik meg. Ez a tünetcsoport biopszichológiai eredetű. A félős személy fejlődését, alacsony félelmi reakció küszöb mint temperamentum sajátosság, és a specifikus szülői kapcsolat együttesen alakítja. A félelem és a pánik pszichofiziológiai hatásainak eredményekén, szorongás állapotában, kontextuális tanulási zavar alakul ki, melynek következtében a környezet allocentrikus navigációs jelzéseit figyelmen kívül hagyva a személy kognitív diszpozíciója az aktuális szituációt részben dekontextualizálja. A dekontextualizálásban különösen fontos szerepet látnak el a stresszre és egyes hormonokra speciálisan érzékeny központi idegrendszeri, elsősorban temporo limbikus funkcionális hálózatok. Melyek diszfunkciója része a dekontextualizációt fokozó ego és az allocentrikus referenciák integrációs zavarának (Kállai és mtsai 1995; Kállai, Karádi és Tényi 1998; Kállai és mtsai 1999)

A lezárult kutatási periódusban, az alábbi vizsgálatokat végeztük:

1. Helytanulási stratégiák

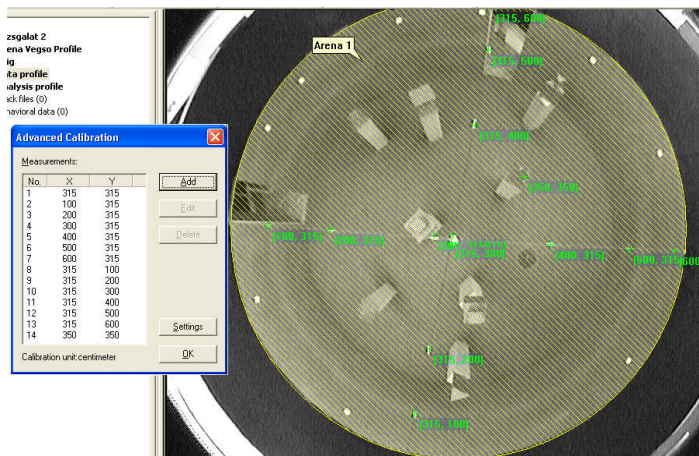
1.1 A térképkészítő folyamatok vizsgálati metodikája sok kérdést hagy nyitva, ezért olyan eszközöket igyekeztünk megszerkeszteni, amelyek növelik a térképkészítéssel kapcsolatos vizsgálatok megbízhatóságát. Kialakítottunk egy 8x15m nagyságú laboratóriumot, melyet két részre osztottunk az előkészítő részt leválasztottuk a kísérleti teremtől, így a vizsgálatra



felkészülő személynek semmilyen információja nem volt a belső helységben kialakított aréna alakú útvesztő (RAM) belső szerkezetéről. A belső teremben megépítettünk egy 6,5 m átmérőjű 2 m magas fallal körülvett arénát, melyben a korábbi vizsgálataink során rendszeresen alkalmazott komputer által létrehozott virtuális aréna feladathoz (CGA) (Jacobs 1997) <http://3w.arizona.edu/~arg>) hasonló reális aréna útvesztőt (RAM) rendeztünk be. Preparált úszószemüveggel látásukban teljes mértékben korlátozott személyeknek,

tapogatózva kellett a navigációs tárgyak egymáshoz való helyzete alapján egy mentális térképet kialakítaniuk. A személyek egy csoportja diszkrét szorongásról tehetetlenségről, mások kifejezetten kellemes élményekről számoltak be a vizsgálatot követően. A következő ábra a valós aréna kalibrációs profillapja, mely lehetővé teszi, az értékelő felület megfelelő

beállítását, az adatgyűjtő felületek definícióját és az adat kontrollt. Lehetővé téve ezzel egyes navigációs tárgyak környezetében eltöltött explorációs idő pontos mérését, a megtett út nyomvonalának automatikus rögzítését. A személyek feladata az volt, hogy a rendelkezésre álló 7 próba során mindig más-más pozícióból indulva, a lehető leggyorsabban tanulják meg a számokra nem látható platform helyét. A random indulópontok következményeként, a személyek egocentrikus referenciakeretet és ezzel kapcsolatosan útvonaltanulást nem tudtak kialakítani. Allocentrikus referencia alapú térképet kellett szerkeszteniük a hatékony tájékozódáshoz. A RAM-ot elhagyva a személynek az volt a feladata, hogy a rendelkezésre bocsátott kollekcióból kiválasztva, miniatűr navigációs tárgyak segítségével emlékezetből alkossa meg a RAM modelljét. A vizsgálatban 164 egyetemi hallgató vett részt.

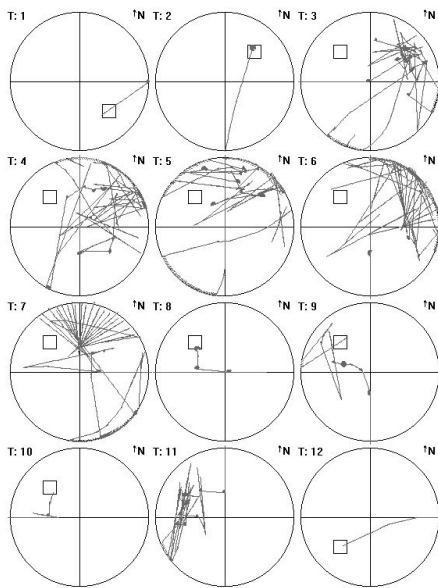


A RAM adataink megbízható elemzése érdekében egy olyan mérőrendszert alkalmaztunk (EthoVision Video Pro 3.0 digitális „tracking” rendszer), melyet emberek mozgásának digitális rögzítésére és elemzésére a gyártó Noldus Information Technology főmérnökének segítségével a RAM számára adaptáltunk. A RAM központja felett 4 m magasságban elhelyezett színes

digitális kamera megfelelő hangolásával elértük, hogy a személyek fején elhelyezett színes gömb digitális „befogásán” keresztül folyamatosan tudtuk digitalizálni a személy által megtett útvonalat, mérni az út hosszát, platform találási latenciát, a haladási sebességet, továbbá a megszerkesztet nyomvonal térképek alapján, regisztráltuk a személyek által alkalmazott explorációs stratégiákat. A téri tájékozódás említett komponensei mellett a személyeket, Wechsler IQ, szorongásosság, félénkség alapján csoportosítottuk. (Kállai és mtsai 2003; Kállai és mtsai 2005; Kállai és mtsai 2006)

Férfiak és nők, idősebbek és fiatalabbak Morris-típusú virtuális arénában végzett vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy az állatok és emberek hippocampus függő tanulási teljesítményeit értékelő eljárásokban alkalmazott helytanulási teljesítmény értékek, nem tükrözi pontosan a helytanulás lényeges mozzanatait, sőt inkább elfedik azt (Kállai és mtsai 2005). Megállapítottuk, hogy a helytanulási teljesítmény három különböző funkció fokozatra osztható, melyben az útvonal hossz, vagy a céltárgy felderítésére fordított idő különböző mentális műveletek ötvözetéből származik. A nemzetközi irodalomban elsőként azonosítottunk virtuális, computer generált mesterséges környezetben valamint reális arénában végzett helytanulás közben olyan stratégiákat, amelyek valószínűleg leleplezik a tanulás különböző szakaszának sajátosságait, és lehetővé teszik a helytanulás allo- és egocentrikus referencia keretének ötvöződésének háttérben álló úgynevezett „spatial primitives” –ek, - a konceptuális reprezentáció egy sajátos műveleti sorozatának - funkcióit.

Vizsgálataink során, a két különböző vizsgálati helyzetben, egymást követő tanulási próbákban megmutatkozó explorációs mozgás elemek részletes elemzése alapján, négy téri információgyűjtő stratégiát azonosítottuk: (a) köröző stratégia (circling): amolyan „ólálkodó”



máskálás, egy nem pontosan azonosított hely körben járása. (b). pásztázás: (enfilading): egyenes vonalú oda-vissza haladó kaparászó egy adott felszínt szisztematikusan letapogató ritmikus mozgássor. (c). vízuális monitorozás (visual scanning): álló helyzetben a disztális helyzetű navigációs pontok követése anélkül, hogy a személy lokomotoros pozíciója változna. (d). fal mellett haladás (thigmotaxis): az adott teret határoló lezáró felülethez tapadó, a falat érintő haladás (Kállai és mtsai. 2005).

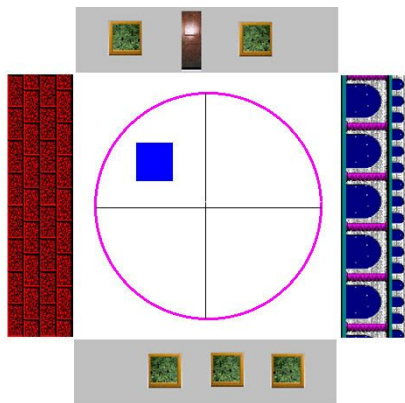
A köröző stratégia kivételével, valamennyi stratégia nagy megbízhatósággal mérhető és szituációtól viszonylag függetlenül egyéni következetességet mutatnak. Ugyanakkor, a tanulás más-más szakaszában eltérő a szerepük a hely téri pozíciójának megtanulásában.

Az említettek közül külön kiemeltük a téri tájékozódás és a szorongás biopszichológiai alapjainak vizsgálata szempontjából lényeges thigmotaxis jelenségét, melynek humán téri tájékozódásban való szerepét részletesen tanulmányunk írja le először (Kállai és mtsai 2005).

A thigmotaxis, hüllők, rovarok, rágcsálók és az emlősök bizonyos csoportjaiban is pontosan azonosítható. Szögletes vagy kör alakú, nagyobb léptékű ismeretlen helyek (open field) felderítése közben végzett megfigyelések során kiemelték, hogy a jelenség alapvetően egy ősi biztonságkereső viselkedés része, de ugyanakkor a téri információ felvétel egyik kiinduló, a panorámát lezáró, kereteket definiáló eszköze is. A humán fóbiák természetének tanulmányozása során felvetettük, hogy létezik egy olyan mechanizmus, amely a kognitív alapzavar meghatározó elemeként akadályozza a terápiás célú deszenzitizáció diszkriminatív kontextuális elemeinek azonosítását. A fóbia asszimilálja a tevékenység kontextusát (Kállai és mtsai. 1995, 2000; Kállai 2004). Felvetettük, hogy intenzív pánik agorafóbiás szorongás esetén, (de generalizált szorongás vagy szorongásosság esetén nem) térpercepció torzulások következnek be, melyek egyik oka a téri referenciák agocentrikus pozícióba való fixációja, melynek egyik következményeként a disztális, allocentrikus információkra építkező mentális térkép konstrukció nem tud a valóságnak megfelelően felépülni. Bár ennek a zavarnak nincs világos élménykomponense, a személy „csupán” környezetére és vegetatívumára vonatkozó kontroll képtelenségéből származó szorongást él át, mégis úgy hat, mintha a személy tevékenysége a fóbiás szorongás időszakában nem a jelenben, hanem a múlt kontextusaiban játszódna. Ez az állapot a realitás konstrukció diszkrét, szubklinikus zavarának tekinthető (Kállai 2004). Humán esettanulmányaink, valamint pánik agorafóbiásokkal, és generalizált szorongókkal végzett labirintus vizsgálataink megerősítették azt a feltételezésünket, hogy a személy környezetének struktúrája, a tér biztonságot adó határoló elemei, automatikusan kiváltódó mozgási stratégiákból származtathatóak. Meggyőződésünk szerint ezeknek az aktív tér konstrukciós stratégiáknak a működési zavara az egyik lényeges eleme a fóbia deszenzitizációja során tapasztalt nehézségeknek (Kállai és mtsai 1999). Jelen vizsgálatink nyomán feltételeztük, hogy ez az inadaptív motoros veszélykerülő, biztonságkereső stratégia megfeleltethető a korábban említett thigmotaxis bizonyos elemeinek (Kállai és mtsai 2004).

Feltételeztük ugyanakkor, hogy a thigmotaxis a tér fogalmának egyik korai konceptuális reprezentánsa, amolyan téri „primitive”, melyben nem a hely, hanem annak multimodális és emocionális elemei differenciálatlanul mutatkoznak meg. A thigmotaxis, mint a tér konstrukció emocionális és motoros megnyilvánulása, magában rejtje a tér konstruálásának kognitív kiindulópontját is, azaz a figyelem allokációjának egyik sajátos állomását.

1.2. A jelen keretek között zajló következő vizsgálatunkban megállapítottuk, hogy a thigmotaxis stratégia a kognitív jelenségek közül elsősorban az epizódok feldolgozására való gyenge képességgel, az egymásra következő elemekre fordított hiányos összpontosítással (Weschler W3 próba), valamint az alap gestaltok közül a jó folytatás a megfelelő gestalt kialakításának (W8) gyengeségével jár együtt. Kognitív tekintetben, a thigmotaxis a folyamatok azon időszakában aktív, amikor a viselkedést, a túlélés szolgálatában álló perceptuális folyamatok, a primer észlelési folyamatok uralják, melyben az osztályozási lehetőségek egyszerű kategóriákra redukálódnak, az egymást követő epizódok téri kontextus



A Two-Dimensional View of The C-G Arena

tekintetében nem artikulálódnak. Ennek következtében a thigmotaxis és a W3 - negatív korrelációja olyan kognitív folyamat komplexumra utal, melyben egy ősi téri reprezentációs forma jelenik meg, amely félig mentális félig még fizikai természetű. A két különböző természetű mozzanatot az egocentrikus referencia kapcsolja össze, mely ebben az esetben még alapvetően szomatoszenzoros és csak korlátozott lehetőséget teremt a disztális esetleg allocentrikus pozícióban lévő navigációs pontok közötti téri viszonyok feldolgozására. A környezet elemeinek reprezentációja, gestalt alapokon nyugvó rendező folyamatokra épül. Ezek egyike az ismert

formák részleges megjelenését lezáró jó folytatás. A thigmotaxis és a W8 között talál negatív kapcsolat arra utal, hogy az ismeretlen kaotikus szituáció elemeinek ismert jó formává alakításának időszakában, a tanulási próba első szakaszában, a thigmotaxis aktívabban működik azoknál a személyeknél akiknél a jó formák kialakítására való képességben hiányosságok mutatkoznak.

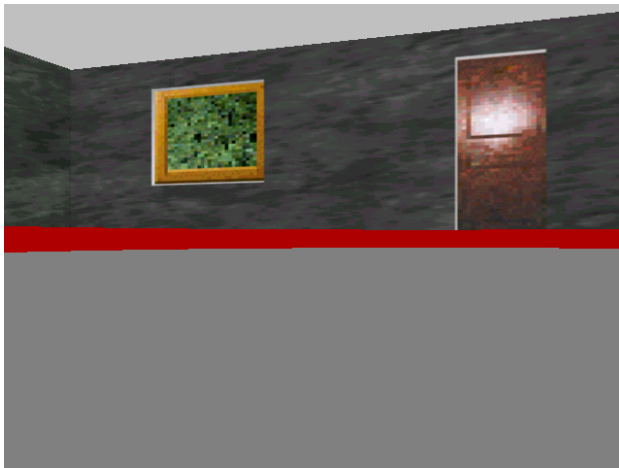
A biztonságkeresés tekintetében nem csak computer által létrehozott virtuális (a computer által generált virtuális valóság felülnézeti ábráját lásd a fenti ábrán, az aréna egy részének belülről felvett képe pedig az következő oldalon található), de valós (a korábban bemutatott RAM) környezetben is elemeztük a thigmotaxis megjelenését. Megállapítottuk, hogy azok a személyek, akik virtuális környezetben a tanulás első szakaszában fokozott thigmotaxis aktivitást mutattak, valós környezetben is hasonló beállítódás alapján jártak el.

1.3. 45 tizenkettő és tizenhat hónapos gyermek három hónapos nyomkövetéses vizsgálata során, négyzet alakú mászóka labirintust használtunk. A labirintus különböző pontjáról indulva egocentrikus vagy allocentrikus navigációs szingnálok felhasználásával a négykézláb

kölekedő gyermekeknek meg kellett találniuk a labirintus egy fix pontján elrejtőzködő anyjukat. Temperamentum, fiziológiai és anyjukhoz való kötődési típust is figyelembevéve úgy találtuk, hogy 14 hónapos korban még nem, de 16 hónapos korra már megjelennek az első határozott próbálkozások arra, hogy az allocentrikus navigációs jelzéseket a gyerekek figyelembevegyék az anyjuk rejtekhelyének felderítésekor (részletes Lábadi K.B PhD disszertáció, cikk formájában előkészítés alatt)

2. Szorongás és tájékozódás

2.1. Részletesen elemeztük a szorongás, az elkerülő magatartás (alacsony veleszületett



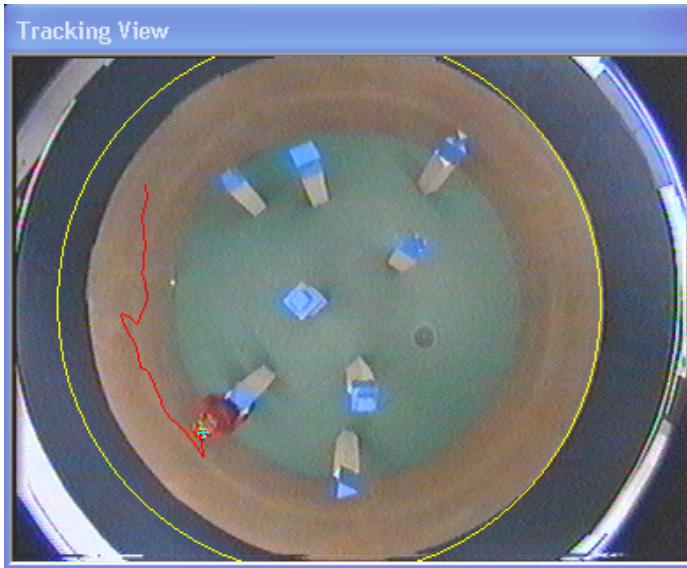
menekülő válasz küszöb) és a thigmotaxis kapcsolatát.

Megállapítottuk: a nők thigmotaxis aktivitása és elkerülő értékei magasabbak és szorongás értékei nagyobbak. Lényegesebb eredmény azonban: a félem mértéke és a helytanulás első szakaszában mutatott thigmotaxis intenzitása pozitív kapcsolatot jelez, míg a szorongásosság nem mutat ilyen összefüggést. A félelem, főleg az új helyzetekben megjelenő félem, tehát olyan téri konceptuális „primitív” működtet,

mely a kognitív és emocionális elsődleges és másodlagos perceptuális funkciók átmeneti szakaszában tölti be a funkcióját, melyben a félelem és az új helyzet megismerése együtt van jelen. A szorongás által provokált téri tájékozódási zavar empirikus elemzésére vonatkozó egyik korábbi vizsgálatunkat, módosításokkal kiegészítve, néhány évvel ezelőtt megismételtük. Alaksori útvesztőben vizsgáltuk a szorongó személyek úttalálásának sajátosságait, továbbá elemeztük explorációs viselkedés, vegetatív mintázatát. A valós labirintus tesztet computer által létrehozott virtuális tájékozódási feladattal is kiegészítettük. Pánik és agorafóbiás, generalizált szorongó és egészséges kontroll személyeket (csoportonként 15 fő), egy 150 m hosszúságú alaksori útvesztőn vezettük végig, majd megkértük őket, hogy a korábban megtett úton, segítség nélkül menjenek vissza a kijáratig. A valós labirintus feladat előtt egy órával számítógép által létrehozott virtuális arénában (CGArena) allocentrikus referencia használatot igénylő helytanulási feladatot kellett a személyeknek megoldaniuk (Jacobs és mtsai 1997). A CGArena a hagyományosan hippokampusz sértett állatok téri tanulásának vizsgálatára alkalmazott Morris-féle vizes medence humán adaptációja, mely alapvetően kontextuális memória és a térképezés folyamatának tesztelésére alkalmas. A személynek, a virtuális valóságba lépve, joystick-et mozgatva, az arénát magába foglaló helység falain elhelyezett, tehát disztális helyzetű, navigációs tárgyak segítségével, egy láthatatlan platform helyét, operáns tanulási elvek alapján kellett elsajátítania. A 8 próbából álló tanulási és ellenőrző kontroll próba jelentősebb paraméterei automatikusan, digitális formában kerülnek rögzítésre (platform felderítési latencia, megtett út hossza, haladási sebesség). Az alaksori útvesztő bejárása előtt és az után is CGArena feladat szerepelt, továbbá mértük a labirintus séta előtti és azt követően mutatkozó szívritmus és vérnyomás értékeket is.

Az alaksori séta közben mobil kamerával rögzítettük a személyek explorációs mozgásait, fej, törzsfordítás, környezettel való manipulációt, különböző testtartásokat, valamint elemeztük a labirintus tanulás eredményét (jelzőinger megtanulása, térképkészítés, útfelderítési pontosság) (Kállai és mtsai. 2001, Kállai és mtsai 2006).

2.2. Következő lépésben 38 nő bevonásával megvizsgáltuk, hogy az említett egyébként alapvetően a hippocampus kötődő helytanulási funkciók mutatnak-e kapcsolatot a hippocampus volumen viszonyaival. Megállapítottuk: annak ellenére, hogy pszichopatológiai



Valós Aréna menekülő platformmal és a navigációs tárgyakkal. A személy bekötött szemmel igyekszik felderíteni és megtanulni a platform helyét. Látható az on line tracking egy szakcsa is.

és neurológiai adatok egyértelműen mutatják, hogy a hippocampus volumen viszonyai szoros összefüggést mutatnak emocionális és kognitív funkciókkal, a korrelatív elemzések nem tudnak rámutatni a megjelenő deficitek valós okaira. Az elmúlt években született sejtszám redukcióval kapcsolatos hormonális elméletek kiemelik, hogy a szervezet felfokozott negatív tónusú emocionális állapota károsítja az agy szövetet, elsősorban is az alacsony roham küszöbvel és sérülékeny vaszkuláris rendszerrel rendelkező hippocampust. Kognitív neuropszichológiai vizsgálatainkban igyekeztünk

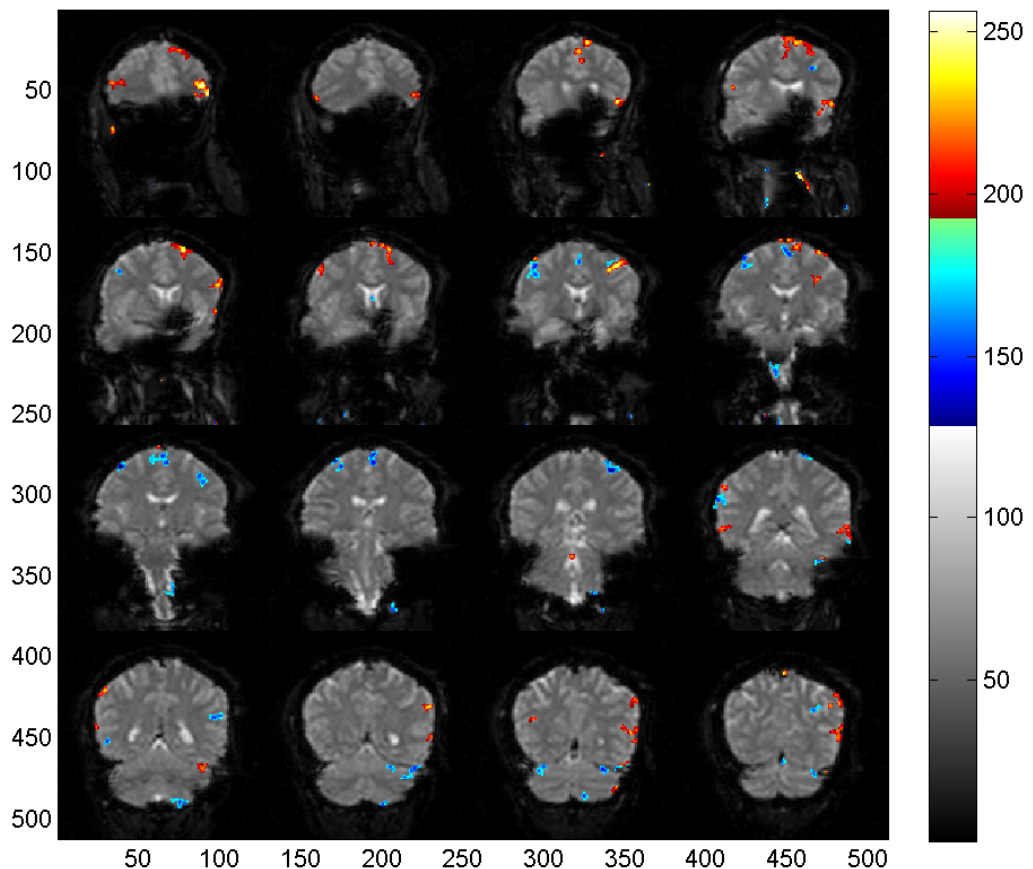
felszínre hozni néhány adatot, amely mellett elindulhatunk a téri tájékozódás biológiai elsősorban allo-ego disszociáció, illetve szorongás hatásának elemzése felé. Felfokozott érzelmi stressz terhelés által mobilizált magas kortizol szint tönkreteszi a hippocampus szövetét és ezzel párhuzamosan diszkrét kognitív deficitek is bekövetkeznek, de nem látjuk világosan, hogy az egyébként a téri funkciók szervezésében kiemelt hippocampus volumen csökkenése milyen kapcsolatban van a deklaratív téri allo-egocentrikus funkciókkal.

2.3. Korábbi elképzeléseink szerint a pánik agorafóbiás eredetű allo és egocentrikus referenciákat egymástól szétválasztó funkcionális naglekt kialakulásáért a ventrális és az dorsális pályarendszerek illesztési zavara tehető felelőssé. A hippocampus és az allo-egocentrikus referenciák szorongás által provokált disszociációjának tervezett vizsgálatát, melyben fMRI alkalmazását terveztük, technikai okok miatt csak 2006 tavaszán tudtuk megkezdeni. A funkcionális MR felvételekhez szükséges vizsgálat elindításához kiegészítő források felderítésére volt szükség, mivel a megkurtított OTKA költségvetésből már nem tudtuk terveinket finanszírozni. Ez év tavaszán már az első próba felvételek elkészültek melyek mutatják, hogy a jobb hippocampusz posterior része egocentrikus referenciák mellett zajló navigáció során nem mutat számottevő aktivitást, allocentrikus feladat esetén azonban

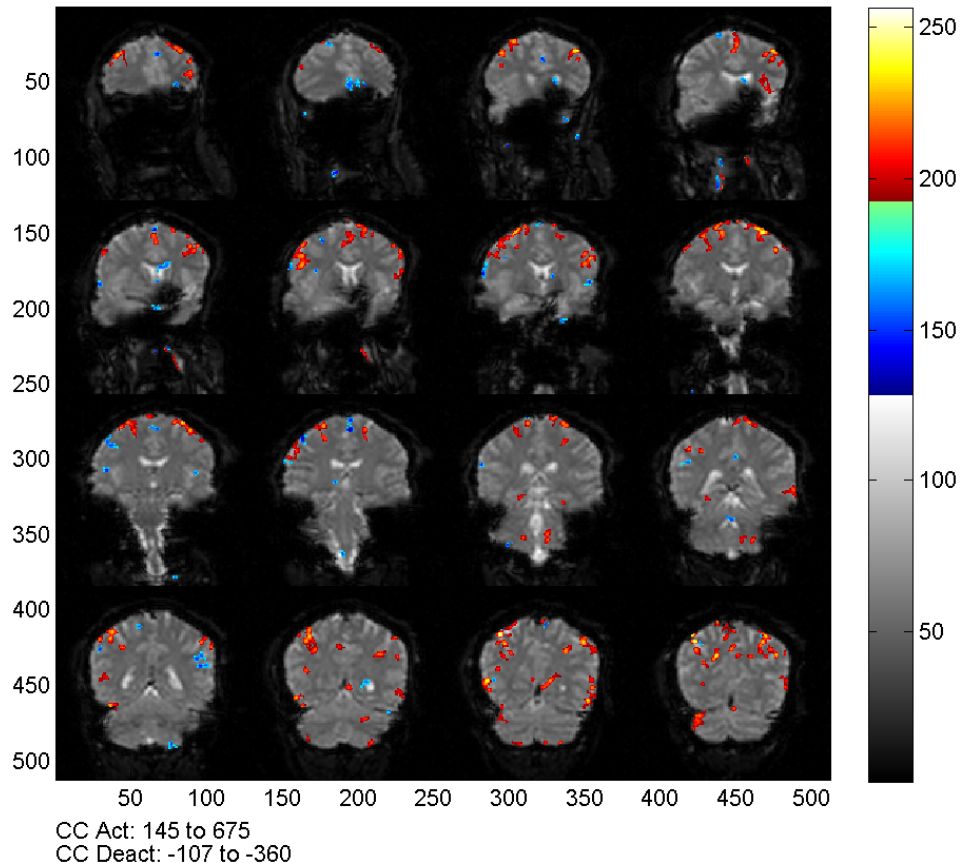
határozott aktivitás mutatkozik mind a jobb mind a bal poszterior hippocampusban. Ez az aktivitás azonban, több napos intenzív allocentrikus navigációs tréninget követően a bal hippocampusz poszterior részére lokalizálódik. Előzetes adatiank összhangban vannak azokkal a legfrissebb eredményekkel, melyek szerint a navigáció és a kontextus tanulás hippocampális funkciói alapvetően szétválnak egymástól. A navigációban a jobb a kontextustanulásban inkább a bal hippocampusz poszterior része vesz részt (Lásd az alábbi ábrákat) Ezen a helyen csak a navigációs gyakorlatok előtti felmérés eredményét mutatjuk be. A folyó vizsgálatok a mérőrendszer beállítását és a paradigma kidolgozását célozzák.

(A vizsgálat kidolgozásában résztvevő személyek: Dr. Karádi Kázmér, Dr. Auer Tibor, Dr. Schwartz Attila, Horváth Dávid, Dr. Kállai János a vizsgálatok a Pécsi Diagnosztikai Központ MR laboratóriumában történtek)

Egocentrikus: RAM thigmotaxis felidézése alatt (kontroll feltétel fejben számolás)



Allocentrikus: RAM navigáció felidézése (kontroll feltétel fejben számolás)



2.4. Vizsgálataink korábbi szakaszában 38 egyetemista nőt, akik részt vettek az aréna vizsgálatainkban, rutin MRI alá vontunk. Megállapítottuk, hogy mintánkban nincs összefüggés a téri tanulás és a hippokampusz mérete között. ULC munkatársai (Maguire és mtsai 2000) által végzett vizsgálat tanúsága szerint, a téri tudás, a térkép készítő aktivitás összefüggést mutat a hippocampus posterior részének volumenével. Ezek az eredmények humán egyedeknél is bizonyították az állatokkal végzett vizsgálatokban tapasztalt megállapításokat, miszerint a hippokampusz poszterior része speciális szerepet lát el a téri tájékozódási funkciók szervezésében. Tudjuk azonban, hogy a tanulás különböző szakaszai különböző mértékben támaszkodnak hippokampális funkciókra, ezért részletesen elemeztük a tanulási folyamat idői dinamikája mentén a lehetséges változókat. Az aréna tanulás adatainak részletesebb elemzése feltárta, hogy a helytanulás első szakaszában tapasztalt thigmotaxis mértéke pozitív korrelációt mutat az ősi félelmi válaszok szervezésében központi szerepet játszó amygdala volumennel, de a tanulás második szakaszában regisztrált thigmotaxis mértéke nem mutat hasonló kapcsolatot.

A hippocampus tekintetében a tanulás bevezető szakaszát leszámítva a thigmotaxis mértéke pozitívan korrelál a hippocampus volumenével, az anterior és a középső rész nagyságával kisebb, de a posterior rész volumenével nagyobb mértékben. A hasonló szerkezetű és tanulási kritériumokra támaszkodó valós arénában mutatott thigmotaxis a tanulás első felében nem, de a második felében pozitív kapcsolatot mutat a hippocampus posterior részének volumenével. Regressziós modellel végzett elemzés arra utal, hogy a virtuális és a valós környezetben végzett helytanulás során regisztrált ősi tájékozódási stratégia (mely tartalma tekintetében félelmi elkerüléssel, durva határ definíciós feladatokat lát el és a kontextus definíciójában vesz részt) aktivitását alapvetően a hippocampus posterior részének volumene határozza meg.

2.5. 45 egészséges hölgy részletes pszichometriai adatainak, téri tanulási hatékonyságát és térképező tevékenységét a konstitucionális tényezők elemzése érdekében a teljes agyra vonatkozó MR vizsgálattal egészítettük ki. Figyelembe véve, hogy az allocentrikus térkép konstrukció mind állatok, mind emberek esetén bekövetkező hippocampusz lézió esetén súlyos zavarokat szenved, továbbá a hippocampusz atrófiája illetve volumenének csökkenése a kontextuális memória jelentős deficitjével jár együtt, elsősorban a hippocampusz anterior és posterior részének volumen különbségei és a téri funkciók valamint az alkalmazott navigációs stratégiák korrelációit vizsgáltuk (Kállai és mtsai. 2005). Vizsgálataink adták az első empirikus bizonyítékát annak, hogy (a) a humán hippocampusz anterior, mediális és posterior része eltérő mértékben vesz részt a kognitív funkciók kialakításában, (b) új helyzetekben megjelenő fal mellé húzódás, a biztonságkereső magatartás a humán viselkedés lényeges ökonómikus eleme. A falhoz lapulás (thigmotaxis), pontosan mérhető jelenség, mely a pánikkal, agorafóbiával, a téri tanulás egyes stratégiai komponenseivel, valamint az agy egyes területeinek volumen viszonyaival is szoros összefüggést mutat (Kállai és mtsai. közlése elfogadva).

2.6. 25 nő és 21 férfi kognitív teljesítményeit elemezve vizsgáltuk az úttalálási és az orientációs stratégia preferencia mechanizmusait. Első lépésben a téri információ feldolgozás különböző komponenseit elemeztük (téri vizualizáció, mentális forgatás, probléma megoldási képesség, vizuo-motoros nyomkövetés, vizuális és téri memória, fenntartott figyelem). Az alábbi, a neuropszichológiai gyakorlatban is gyakran alkalmazott „papír-ceruza” teszteket használtuk: az allocentrikus helyzetű tárgyakkal való téri manipulációt tesztelő Tárgy Mentális Rotációs Teszt (MRT, Vandenberg és Kuse, 1978), az egocentrikus téri manipulációt vizsgáló Kéz Mentális Rotációs Teszt HMRT (Bonda és mtsai 1995; Karádi és mtsai 2001), Raven-teszt (Raven 1962), Nyomkövetés próba (Hodges 1996), Rey-Osterrieth Komplex Figura Teszt (Lezak, 1983), Pieron-teszt (Woodworth és Schlosberg 1961). A második lépésben szorongás, félelem és a stratégia preferencia tesztelése történt. Spelberger STAI szorongás tesztet (Sipos 1978), az orientációs és úttalálási stratégia preferencia elemzésére az Útfelderítés és Téri Szorongás Kérdőívet (Lawton 1994), a mindennapi félelmek felmérésére a szociális, szex, agorafóbia, állat és orvosi beavatkozástól való félelme faktorokat tartalmazó Félelem Felmérő Listát FSS alkalmaztuk (Arrindell 1993).

2.7. Korai navigációs tapasztalatok, szorongás és félelmek kapcsolata a téri tájékozódási stratégiák alakulásában: 263 egyetemi hallgató (140 nő és 123 férfi átlagéletkor 22,21 ±2.00 a legfiatalabb 19 a legidősebb 29 éves, valamennyien önkéntes jelentkezés alapján

ellenszolgáltatás nélkül), vett részt a vizsgálatban. A hallgatók 10 %-a általános orvos kar, 45 %-a bölcsész tudományi, 32 %-a természettudományi, 7 %-a jogtudományi, 6 %-a közgazdaság tudományi kar hallgatója. A személyek az instrukciót követően egy kérdőív csomagot kaptak, melyet a felsorolás szerinti sorrendben töltöttek ki: Félelem felmérő kérdőív (Arrindell, 1993), Útvonal felderítési stratégiák kérdőív (Lawton 1996, Lawton és Kállai, 2002), Szorongásosság skála (Sipos, Sipos és Spielberger 1988), Emlékek a szülőkkel való kapcsolatról EMBU-R (Arrindell és mtsai 1999). Az Útvonal felderítés stratégiák kérdőív az első és az utolsó szerző közreműködésével vezetett szakértő csoport segítségével lett lefordítva magyar nyelvre, majd egy független fordító által vissza angolra. A visszafordított kérdőívet az amerikai csoport összevetette az eredetivel, valamint az item analízis után (Lawton és Kállai, 2002) megtettük a szükséges korrekciókat a jelentések teljes azonosságának megteremtésére. *Szülőkkel kapcsolatos gyermekkori emlékek* (EMBU-r, Perceived Parental Rearing Behavior Scale) (Arrindell és mtsai 1999). A kora gyermekkori neveltetési körülményeket felidézve három faktorban méri fel a szülők hajdani viselkedését: elutasítás, emocionális melegség, túlvívó korlátozó gondoskodás.

2.8. A „Cultural Clinical Psychology Study Group” (Groningen, vezetője W.A. Arrindell) tagjaként 11 nemzet szorongás, fóbiák, nemi szerep, interperszonális viselkedés, korai kötődésre való visszaemlékezés kapcsolatát elemző vizsgálat során magyar egyetemi hallgatóktól gyűjtöttünk önjellemzésből származó adatokat. Elsősorban a fóbiák kultúrával összefüggő faktorszerkezetét vizsgáltuk, valamint a nőiesség férfiasság (Hofstede – nemzeti maszkulinitás index) nemzeti normatív adatait elemeztük különböző nemzetek összehasonlításában. A maszkulinitás és a fóbiák, elsősorban az agorafóbia kapcsolata foglalkoztatott bennünket (Arrindell, és mtsai. 2003).

3. Hormonok és a téri tanulás

A menopauzával együtt járó hormonális változások módosítják a téri tanulási funkciókat is. Menopauza ambulancián jelentkező nőket vizsgáltunk (62 fő) melynek során különböző ösztrogén szintel rendelkező hölgyek csoportjait hasonlítottuk össze, stratégia használat helytanulás, személyiség és kongnitív funkciókat vizsgáló eljárásokkal kiegészítve.

Sex hormonok és kongnitív teljesítmények összevetése menopauzában lévő hölgyeknél:

Az ösztrogén hormon mind nők mind férfiak esetén jelentősen védelmet biztosít az idegsejtek számára az életkor előrehaladásával, de ugyanakkor különböző agyi traumák esetében is. Figyelembe véve az idős kori mentális hanyatlást, ezek a hormonok javítják a munka memóriát és elősegíti a kivitelező funkciók megőrzését. Téri vizuális feladatokban nem ilyen egyértelmű a helyzet (részletesebben Kállai és mtsai 2004).

A vizsgálatban meghatározott hormonok: estradiol, tesztoszteron, luteinizáló hormon, és FSH
Felvett adatok: Testtömeg index, étellel kapcsolatos elégedettség, Mini-Mentál teszt rövidített változata, Wisconsin Kártya Szortírozás, Verbális Fluencia, Rey-Figura Rajzolás, Trial Making AB.

Megállapítottuk: estradiol és a tesztoszteron szint magas értékei kapcsolatot mutatnak a hatékony munka memória funkciókkal, a luteinizáló hormon mennyiség azonban ellentéte profilt mutat. A vizuális és téri funkciók tekintetében az aktuálisan cirkuláló ösztrogén

fordított U összefüggést mutat a téri tanulás teljesítményével. Azaz a közepes estradiol érték kedvező a magas és az alacsony hátrányos a téri tanulás szempontjából.

Összefoglalásként: A való és a virtuális téri feladat kivitelezése több ülésben végzett vizsgálatokat igényelt. Egy személy vizsgálatára fordított idő figyelembe véve a kiegészítő kognitív tesztek és biológiai vizsgálatokat, meghaladja a 7-8 órát. Jelenleg 210 személyről rendelkezünk virtuális és valós Morris-féle téri tanulási feladatban mutatott tanulási adatokkal, stratégia használati preferencia értékekkel, félelem, szorongás, temperamentum és tünetbecslő értékekkel, és különböző biokémiai markerekkel. Ezek feldolgozásában a Noldus Technology EthoVision Video Pro 3.0 digitális viselkedés elemző rendszert használjuk, továbbá olyan mérési technikákat dolgoztunk ki és kérdőíveket adaptáltunk, amelyek megbízhatóan mérik a téri tanulás különböző összetevőit. A szerzett adatok minőségük tekintetében illeszkednek az MRI elemzésekhez illeszkedő megbízhatósági igényekkel. A záró beszámoló általános összegzésében, adataink alapján, reményeink szerint sikerre fogjuk majd bemutatni, hogy a veszélyeket magukban rejtő ismeretlen helyekkel való megbarátkozás során milyen mechanizmusok játszanak szerepet az ősi emocionálisan vezérelt folyamatokról a kognitívebb folyamatokra való áttérés időszakába.

Az alkalmazott kérdőíves módszerek

- 2.a. Eysenck-féle személyiség kérdőív EPQ (Eysenck és Matolcsi, 1984).
- 2.b. Spielberger állapot és vonás szorongás kérdőív STAI (Sipos 1975).
- 2.c. Kezességi kérdőív (Chapman and Chapman 1996).
- 2.d. Beck- féle depresszió kérdőív BDI (Beck 1988).
- 2.e. Bem-féle nemi szerep kérdőív BSRI (Bem 1981).
- 2.f. Korai tárgykapcsolatra való visszaemlékezés kérdőív EMBU-R (Arrindell és mtsai 1999).
- 2.g. Félelem felmérő lista FSS (Arrindell és mtsai 1999).
- 2.h. Jutalom és büntetés érzékenység SPSRQ (Torrubia és mtsai 2001).
- 2.i. Nemzetközi útfelderítési kérdőív (Lawton és Kállai 2002).
- 2.j. Cloninger – féle temperamentum és karakter kérdőív (Cloninger 1997, Rózsa, Kállai, Osváth, Bánki M.CS 2003).

A e-től j-g szereplő kérdőívek kapcsolatban ez idáig nem volt magyar tapasztalat. A honi adaptációkban laboratóriumom jelentős szerepet vállalt.

A vizsgálatokból származó főbb új megállapítások

A térrel kapcsolatos érzéseket, a háromdimenziós világ élményszerű átéléséhez kötődő szorongások klinikai jelentését, elsősorban nem a szorongás biológiája, hanem kialakulásának kulturanropológiai története határozza meg. A biológiai mechanizmus biztosítja a formát (intenzitás, lefutás, viselkedéses és vegetatív paraméterek), de a tartalom a kulturális tapasztalatoktól és a személyes élmények dinamikájától függ.

(a) Megállapítottuk, hogy pániktól és agorafóbiától szenvedők, alaksori útvesztőben gyakran eltévednek, és más csoportokhoz viszonyítva pontatlan térképet rajzolnak meg a környezetükről. Generalizált szorongók ugyanakkor hatékonyabban bánnak a navigációs tárgyakkal, aktívan megkeresik és megjegyzik a navigációs pontokat. Pánik és agorafóbiás személyeknél a szorongás utóhatása, virtuális téri tanulás közben is megzavarja a teljesítményt, elsősorban a térképkészítő funkciókat károsítja. Az explorációs mozgások elemzése alapján megállapíthattuk, hogy a pánik és agorafóbiás személyek magasabb vegetatív arousallal rendelkeznek, és a vizsgált helyzetben típusos „extraterritoriális” magatartást mutattak. Az ismeretlen környezettel való kapcsolat kialakítására nem törekednek, lemondva a környezet aktív explorációjáról szinte gúzsba kötik magukat. Ennek egyik legtipikusabb példája, hogy más csoport tagjaihoz képest, labirintus séta alatt mell előtt keresztbe font kézzel haladnak, nem mutatják maguknak az útvonalat és nem érintetik meg az útvesztőben található tárgyakat. Új helyzetekben ősi eredetű védekező stratégia (thigmotaxis) kerül a felszínre, mely mind valós, mind virtuális térben következetesen megjelenve erősíti az egocentrikus stratégia használatát és meggátolja a térképezési és a navigációs folyamat szempontjából előnyösebb allocentrikus referencia rendszer használatára való áttérést.

(b) A valós és a virtuális aréna platform találási latencia ideje nem korrelál. Ez a lelet felveti a CGArena validitásának problematikus voltát. Ugyanakkor láthatjuk, hogy a valós aréna félelmeket, és új helyzetek által mobilizált individuális keresési stratégiákat is mozgósít. A CGArenában történő helytanulás finomabb analízisben a hosszú idejű RAM feladattal mutatott határozott korrelációt. Ez az eredmény hangsúlyozza a CGArena térképkészítési funkciók finom mérésére való alkalmasságát és lehetőséget ad a térképkészítő folyamat munkamemóriához való viszonyának elemzésére.

(c) Megállapítottuk, hogy mind a virtuális, mind a valós arénában határozottan elkülöníthető módon négy alapvető tájékozódási stratégia egymást váltva tölti be a funkcióját (falérintés (thigmotaxis), „körbenéző” keresés (visual scan), körkörös keresés (circling), pásztázás (enfilading)). Ismeretlen helyzetben előbb a köröző és falérintő stratégia működik majd fokozatosan a pásztázásnak adja át a helyét. A falérintő stratégia lényege, hogy az instrukció ellenére, először a céltárgy távolabbi környezetét vizsgálja meg a személy (határdefiníciók), majd a globális struktúra biztonságos ismerete után közelíti csak meg a céltárgyat.

(d) Megállapítottuk, az allocentrikus és az egocentrikus forgatási teljesítmény egyaránt befolyásolja az önjellemző szorongás kérdőívekre adott válaszokat, de nem azok tartalmát, hanem azok formai sajátosságait. A személyre jellemző domináns téri referencia keret használat befolyásolja a személy környezetéről kialakított reprezentáció módját. Az egocentrikus referencia használat az énről összpontosuló ítéletek preferenciáját hangsúlyozza, ugyanakkor az allocentrikus feladatban mutatott alacsony teljesítmény a szituatív disztális eseményekre vonatkozó félelmekkel mutat határozott kapcsolatot.

(e) Megállapítottuk, hogy a szorongásosság nem játszik lényeges szerepet az orientációs és az úttalálási stratégia szervezésében, de a téri szorongás és az agorafóbiás elkerülés igen. Az orientációs stratégia nemi szerep függő, az úttalálási stratégia (way-finding) azonban nem. A

mért kognitív változók közül csak a vizuomotoros koordináció mutat pozitív korrelációt az úttalálási stratégia használatával.

(f) Megállapíthattuk, hogy a személyek neme, nagymértékben befolyásolja egyes tájékozódási stratégia preferenciáját. A férfiak orientációs stratégiát, a nők különösen a szorongó nők inkább útvonal követési (route finding) stratégiát alkalmaznak. A szülőkkel kapcsolatos viszonyok tekintetében, nők és férfiak között, a vizsgált változókban nincsenek lényeges különbségek. A változók regressziós elemzése felfedte, hogy útvonal követési stratégia preferenciát a szorongás mind a nők, mind a férfiak esetében bizonyos értelemben facilitálja. Az útvonal követési stratégia nőknél magas agorafóbiás pontszámokkal jár együtt, férfiaknál viszont a szociális félelem és az apai elutasító magatartás kapcsolódik szorosban ennek a stratégiának a preferenciájához. Megállapítottuk, hogy a vizsgált magyar mintában angol mintákhoz hasonlóan a nőkben nagyobb az eltévedéstől való félelem, mint a férfiakban. Ez a félelem az oka annak, hogy tájékozódási stratégiájuk elsősorban a biztonságot adó tájékozódási pontok (landmark) bevézésére, valamint az adott ponton kivitelezendő irányváltás megjegyzésére (route finding) összpontosít. Esetükben, a fixált pozícióban lévő tájékozódási pontok és a hozzájuk rendelt egocentrikus lokomotoros reakciók kevésbé válnak a környezet globális rendszerét leképező irányvektorok részévé. A tájékozódási pontok emocionális jelentőségükből eredően hangsúlyozódnak, de a tájékozódási pontok, egyrészt kevésbé alkotnak rendszert, másrészt kevésbé tartalmazzák az adott tevékenység szempontjából irreleváns objektumokat, és azok egymáshoz viszonyított helyzetét.

(g) Egyetemi hallgatókat vizsgálva megállapítottuk, hogy spanyol, angol, olasz, gutemalai, magyar, görög, német, japán, ausztrál, venezuelai és svéd fiatalnők és férfiak csoportjában a japánok és a magyarok érik el a legmagasabb agorafóbia pontszámokat, míg a svédek és a spanyolok a legalacsonyabbat. Ezzel párhuzamosan maszkulinitás index a japánoknál és a magyaroknál a legmagasabb a svédekénél és a spanyoloknál pedig a legalacsonyabb. Az adatok rávilágítanak az agorafóbia és a kulturális sajátosságok természetére is.

Összefoglalóan: A mentális térkép megszerkesztése a pánik szorongással telített reális mozgás esetén specifikus zavarokat mutat. Az allocentrikus tér referencia teremtő funkciója jelentősen meggyengül. A környezetre vonatkozó explorációs aktivitás csökkenésének eredményeként, pánik és agorafóbiás betegségben szenvedő személyek kevesebb navigációs pont alapján, pontatlanabb visszaemlékezések mellett gyakrabban tévednek el a generalizált szorongókhöz és a normál kontrollhoz képeset. Ennek világos jeleit láthatjuk abban, hogy az explorációs tevékenységben típusos inadaptív megnyilvánulások tűnnek fel: fal mellett közlekedés, keresztbe font kéz, és sorolhatnánk még. Úgy tűnik, hogy a pánik és agorafóbiás elakad a tér szerkesztésének első szintjén, esetükben a jelzőinger tanulás dominál. A kontextus elsajátítása hiányos. Az emocionális állapotok és a téri tájékozódás kapcsolatát vizsgálva megállapítható, hogy az intenzív szorongás a térképező folyamatokat leválasztja a tanulás mentéről, a helyzetet dekontextualizálja. Ennek következményeként az asszociációs folyamat nem tud hozzáférni az egyébként mentális computáció révén rendelkezésre álló „blue print-hez” az euklideszi geometria törvényeit követő absztrakt térképvázlathoz, így nem tudja a térképbe beírni az aktuális helyzet kulcsfontosságú navigációs jelzéseit, a veszélyes pontok és a biztonsági pontok helyét. A pánik és az agorafóbia alapvetően az extraterritoriális viselkedés ősi

prototípusa. A félős ember, nem alakít ki haptikus viszonyt vagy megőrizhető mentális térképet az idegen környezetről. Nem csak lokomotorosan, de navigáció és kognitív stratégiák tekintetében is elkerüli a környezetével való elmélyült kapcsolatot. Biztonságkeresésére összpontosít, s miközben aggódva saját testének állapotát figyeli, nem tud elszakadni somatoszenzoros dominanciájú információitól. Nem veszi birtokba disztális környezetét. A humán thigmotaxis általunk kiemelt részletes kifejtése alátámasztja azt a felvetést, hogy a félénk ember azért hagyja el nehezen saját jól ismert terét és referenciáit, mert ebben egy biológiai eredetű folyamat meggátolja őt. Nem tud – az egyébként adott kontextusban hatékony navigációt lehetővé tevő - egocentrikusról, allocentrikus referencia használatra átváltani. Az átváltás hiánya mindaddig dekontextualizálja a környezetét, amíg lassú habituáció eredményeként, új gestaltot, értelmes egészet fel nem tud építeni a környezetről. Amíg el nem tudja érni figyelmének célszerű allokációját.

Eredményeink mind az alapkutatás, mind a pszichoterápiás gyakorlat számára általánosítható megállapításokat tartalmaznak. A felvetett modell a pszichoterápiás tevékenység számára lehetővé teszi, a pszichológiai és biológiai modellek ökonómikus összeillesztését, hogy ne csak az ember lábát, agyát, vagy a füleit lássuk, de magát a töprengő, kételkedő, értelmező lényt is, azt a pillanatot, ahogy egy ember saját környezetét előttünk éppen megformálja.

Dr. Kállai János témavezető

Irodalom

Arrindell, W.A., Sanavio, E., Aguilar, G., Sica, C., Hatzichristou, C., Eisemann, M., Recionos, L. A., Gaszner, P., Peter, M., Battagliese, G., Kállai, J., van der Ende, J. (1999). The development of a short form of the EMBU: Its appraisal with students in Greece, Guatemala, Hungary and Italy. *Personality and Individual Differences*, Vol. 27. 613-628

Arrindell, W. A., Eisemann, M., Richter, J., Oei, T.P.S., Caballo, V. E., Kállai, J., Cultural Clinical Psychology Study Group., et al. (2003). Masculinity-feminity as a national characteristic and its relationship with national agoraphobic fear levels: Fodors's sex role hypothesis revitalized. *Behaviour Research and Therapy*, 41,795-807.

Burgess, N., Maguire, E. A., O'Keefe, J. (2002). The human hippocampus and spatial and episodic memory. *Neuron*, Vol, 35, 625-641.

Horváth K., Kövér F., Kovács N., Kállai J., Nagy F. (2002) A hippocampus és amygdala MRI-volumetriás vizsgálata egészséges személyekben. *Orvosi Hetilap*, 143, 37. 2145-2151.

Jacobs, W. J., Laurance, H. E., Thomas, K.G.F. (1997). Place learning in virtual space I.: Acquisition overshadowing and transfer. *Learning and Motivation*, 28, 521-541.

Kállai J., Karádi K., Tényi T. (1998). A térélmény kultúrtörténete és pszichopatológiája. Tertia Kiadó, Budapest.

Kállai J., Gál B. (szerk.) (1999). Az első találkozás jelenségvilága a segítő kapcsolatban. Janus/Osiris. Budapest.

Kállai, J. (2004). Téri tájékozódás és szorongás. Janus/Gondolat Kiadó, Budapest

Kállai J., Lábadi Kovács B., Osváth A., Makány T., Karádi K. (2004) A téri reprezentáció különböző szintjei valós és virtuális térben. In: László J., Kállai J., Bereczkei, T. (szerk.) A reprezentáció szintjei. Kognitív Szeminárium Sorozat. Gondolat Kiadó

Kállai, J., Kóczán, Gy., Szabó, I., Molnár P., Varga, J. (1995). An experimental study to operationally define and measure spatial orientation in panic agoraphobic subjects, generalized anxiety and healthy control groups. *Behavioral and Cognitive Psychotherapy*, 23, 145-152.

Kállai J., Kóczán, Gy., Szabados, Zs. (1996). A téri tájékozódás pánik-agorafóbiás személyek célelérő lokomóciója során. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 36. 4-6. 297-315.

Kállai, J., Kosztolányi, P., Osváth, A., Jacobs, W. J. (1999). Attention fixation training: training people to form cognitive maps help to control symptoms of panic disorder with agoraphobia. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, Vol. 30, 4, 273-288

Kállai, J., Karádi, K., Kovács, B. (2000). Influences of fear and anxiety on organization of way-finding and spatial orientation. *Review of Psychology* Vol. 7, No. 1-2, 27-35

Kállai, J., Kerekes, Zs., Osváth, A., Járai, R. (2003) Korai navigációs tapasztalatok, valamint a szorongás és félelmek hatása nők és férfiak tájékozódási stratégiáinak alakulására. *Magyar Pszichológiai Szemle*, LVIII. 3. 319-340.

Kállai, J., Károssy, K., Göcze, P. (2004) Ösztrogén hormonpótlás hatása a szubjektív jólétre és a kognitív funkciókra. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika* 5, 3, 265-276

Kállai, J., Makany, T., Karadi, K., Jacobs, W. J. (2005). Spatial Orientation Strategies in Morris-type Virtual Water Task for Humans, *Behavioural Brain Research*, 159, 2, 187-196.

Kállai, J., Csathó, Á., Kövér, F., Makány, T., Nemes, J., Horváth, K., Kovács, N., Manning, J. T., Nadel, L., Nagy, F. (2005) MRI-assessed volume of left and right hippocampi in females correlates with the relative length of the 2nd and 4th fingers. *Psychiatry Research: Neuroimaging* 140, 199-210

Kállai, J., Karádi, K., Bereczkei, T., Jacobs, W. J., Nadel, L. (2006) Panic disorder with agoraphobic patients' spatial exploration in an extended labyrinth. *Psychiatry Research*, 121-130

Kállai, J., Makány, T., Horvath, D., Csatho, A., Karadi, K., Kovacs, N., Kover, F., Horvath, K., Jacobs, W. J., Nagy, F., Nadel, L. (elfogadva) Thigmotaxis navigation strategy and hippocampus volumetry: A study with Morris type mazes and the neurobehavioural correlates of spatial learning and strategy in female subjects. *Behavioural Brain Research*

Kállai, J., Makány, T., Csathó, A., Horváth, D., Karádi, K., Lábadi, K. B., Járαι, R., Nadel, L., Jacobs, W. J. (elfogadva) Cognitive and affective aspects of thigmotaxis strategy in humans. *Behavioral Neuroscience*

Lábadi, B., Karádi, K., Kállai, J. (2004). Body representation and spatial orientation in small-scale space in blind and sighted children. In: S. Ballesteros., M. A. Heller, (Eds.): Touch, Blindness, and Neuroscience. Viara. Press. Madrid. 97-107.

Lawton, C. A., Kállai J., (2002). Gender differences in wayfinding strategies and anxiety about wayfinding: A cross-cultural comparison. *Sex Roles*, 47, (9-10) 389-401.

Makány, T., Kállai, J. (2004). Human spatial orientation and way-finding analysis with EthoVision in a Real Arena Maze. *Noldus New*, 1. 3.

Makány, T., Karádi K., Kállai J., Nadel. L. (2002) Interference between verbal concept formation and spatial mental rotation in female subjects. *Perceptual and Motor Skills* 95, 227-232.

Morris, R.G.M, (1984). Development of a watter-maze procedure for study spatial learning in the rat. *Journal of Neuroscience Methods*, 11, 47-60.

Osváth, A., Kállai, J., Rózsa, S., Sasvári-Székely, M., Bánki M. Cs. (2002). Cloninger temperamentum és karakter kérdőívénak ismertetése. Biológiai és pszichológiai vonatkozásai *Pszichiátria Hungarica* 17, 2, 168-181.

Rieser, J. J. (1999) Dynamic spatial orientation and the coupling of representation and action. R.G. Golledge (ed.) Wayfinding behavior. Cognitive mapping and other spatial orientation. The Johns Hopkins University Press. 168-190.

Schmidt-Kastner, R., Freund, T. (1991). Selective vulnerability of the hippocampus in brain ischemia. *Neuroscience*, 40, 599-636.

Thinus-Blanc, C. & Gaunet, F. (1997) Representation of space in blind perseons: vision as a spatial sense? *Psychological Bulletin*, 121, 20-42.