

Geometriai és nem-geometriai információk szerepe a gyerekek 2 és 3 dimenziós téri tájékozódásában

Jelige: tulipán

Tartalomjegyzék

Elméleti háttér.....	3
A geometria szerepe a navigációban- állatokon végzett vizsgálatok, mint kiindulópont.....	4
A geometria szerepe a 3 dimenziós téri tájékozódásban- humán vizsgálatok.....	6
A geometria szerepe a 2 dimenziós téri tájékozódásban- humán vizsgálatok.....	8
1.vizsgálat: reorientáció 2 dimenziós térben.....	11
Hipotézis.....	11
Vizsgálati személyek.....	11
Módszer.....	12
Eredmények.....	13
Megvitatás.....	15
2.vizsgálat: reorientáció 3 dimenziós térben.....	17
Hipotézis.....	17
Vizsgálati személyek.....	17
Módszer.....	18
Eredmények.....	18
Megvitatás.....	20
Összefoglalás.....	21
Kitekintés.....	21
Irodalomjegyzék.....	23
Mellékletek.....	29

Elméleti háttér

A tér és a geometria közti szoros kapcsolat nem újkeletű. Filozófusok és tudósok évezredek óta foglalkoznak az elvont numerikus és geometriai koncepciók természetével és eredetével (Spelke 2011; Brannon, Dehaene 2011). Korai feltételezések szerint az összes geometriával kapcsolatos tudásunkat asszociációs képességeink fejlődésével vagy gyors, adaptív tanulással sajátítjuk el, és érzékszerveink segítségével alkalmazzuk a téri strukturális világ felfedezésére (Berkeley, 1709/1975, von Helmholtz, 1885/1962 In. Spelke, Lee, Izard, 2010). Ugyanakkor az innátizmus képviselői azt feltételezik, hogy az állatok és az emberek rendelkeznek egy velük született, univerzális képességgel, minek segítségével alkalmazni tudják a geometriai tulajdonságokat külső tárgyakra és helyzetekre. Különösen hatékony helyváltoztató mozgás során a tárgyak térbeli helyének mentális úton történő megőrzése és felidézése egy a kiindulási ponttól távolabbi helyen (Gallistel, 1990).

Az elmúlt évtizedben több vizsgálat is bizonyította, hogy az emberi kognitív rendszer filogenetikailag ősi, innát és univerzális gyökerekkel bír. Ezért ezeket összefoglalóan az ún. mag-, vagy alapvető ismeretek rendszere névvel illetik (*core knowledge*, Spelke 2011).

Spelke (2011) legalább két magrendszer innát létezését feltételezi, állatokkal és emberekkel végzett vizsgálatokkal megerősítve. A két rendszer: a természetes számok és a természetes geometria magrendszere (Spelke 2011). Dolgozatom szempontjából a természetes geometria magrendszere releváns, mely minimum két, további alrendszerre osztható fel:

1, a navigálható tér geometriai viszonyaiban megjelenő alrendszerre, mely kiterjedt, 3 dimenziós felületek és terek észlelésében jelenik meg, és széles skálán mozog. Jelentősége abban rejlik, hogy ezek a geometriai támpontok hosszútávon is invariánsak, tehát a környezet változása mellett is megbízhatóak maradnak (pl. egy szoba falai, Gallistel, 1990) (Spelke, Lee, Izard 2010). Ezen alrendszer a tér távolság (hosszúság), oldaliság (irány) és szög információit használja a tájékozódó helyzetének azonosítására és meghatározására (Lee, Spelke 2010).

2, kisebb, mozgatható tárgyak alakjában szerepet játszó geometriai alrendszerre (Spelke, Lee, Izard, 2010), amelynek köszönhetően az állatok és az emberek képesek felmérni a környezetükben lévő tárgyak geometriai és vonás alapú információit, valamint a 2 dimenziós mintázatokat, tehát kis kiterjedésű formák felismerésénél és kategorizálásánál használjuk (Lee, Spelke 2010).

Ezen két geometriai alrendszer funkciójában, specializációjában, valamint korlátaikban minőségileg eltérnek, viszont mindkét folyamat az euklideszi geometria törvényeit használja, ugyanis a téri tájékozódás egyaránt támaszkodik a távolság (hosszúság), az oldaliság (irány) és a szög geometriai, valamint a vonás típusú információkra a tér észlelése és a reorientáció során.

A geometria szerepe a navigációban- állatokon végzett vizsgálatok, mint kiindulópont

Az euklideszi geometria alkalmazását Cheng (1986) patkányokon végzett kísérletével demonstrálta. Az állatnak a tér (homogén, téglalap alapú aréna) egyik sarkában elrejtett táplálékot kellett megkeresnie. A helyzetet dezorientációval nehezítették, vagyis miután az állat megtanulta hol található a célhely, kivették az arénából, ezáltal elveszítette a folyamatos, az adott térre vonatkozó frissítés lehetőségét.

Kétféle kísérleti feltételt alkalmazott:

- 1, geometriai feltételt, ami során az állat az étel megkeresésekor a szoba alakját (rövid és hosszú falak arányát) és ezek jobb és bal testfélhez viszonyított relációját tudta használni;
- 2, nem-geometriai feltételt, amelynél az előző feltételeken kívül még további vizuális jelzések (a falak megkülönböztető színe, vagy eltérő mintázatú panelek a tér sarkaiba helyezve) is segítettek az étel megtalálását (1. ábra).

Az eredmények szerint a geometriai helyzetben az állatok a céllokációban és az azzal átlósan szemben lévő sarokban, (ami geometriai szempontból egyenértékű a céllokációval) keresték a táplálékot. A 2. feltételnél azt várták, hogy a patkány a vizuális többletinformációknak köszönhetően a tényleges céllokációt nagyobb gyakorisággal fogja választani, szemben az azzal átlósan elhelyezkedő sarokkal. Ezzel ellentétben, az állat keresési stratégiáját a vizuális jelzés nem befolyásolta. Ennek értelmében az állatok többsége tájékozódása során csak a geometriai tulajdonságokból származó információkra hagyatkozik (Cheng, 1986). Cheng és Newcombe (2005) ennek magyarázatát abban látja, hogy a geometriai információk kódolása automatikusabban történik, szemben a vonás (szín) típusú információkkal (Cheng, Newcombe 2005).

Patkányokon kívül csirkéken (Lee, Spelke, Vallortigara, megjelenés alatt), egereken (Twyman, Newcombe, Gould 2009) és hangyákon is végeztek megfigyeléseket, a vizsgálatok jelentős része Cheng (1986) eredményét erősítette, bár akadnak olyan fajok (pl. halak, Sovrano, Bisazza, Vallortigara 2006), melyek a geometriai és nem-geometriai információt képesek integráltan kezelni.

Mind az állatok mind az emberek esetén a téri tájékozódás során a tér geometriai tulajdonságainak fontosságát három rivális elmélet kísérli meg bizonyítani és magyarázni:

- 1) *Geometriai modul elmélet*: a tér geometriai tulajdonságokra való érzékenysége, melynek segítségével képesek vagyunk elkülöníteni a geometriai (pl. tér alakja) és nem geometriai (pl. szín) információkat (Cheng, 1986; Gallistel, 1990). Ezen nativista nézet szerint a patkányok a reorientációhoz az enkapszulált, modulárisan szerveződő geometriai információt használják, miközben a nem-geometriai jelzéseket nem képesek integrálni. Bár az állatok és a gyerekek még nem, de a felnőttek képesek a geometriai és nem-geometriai információk kombinálására a nyelv segítségével. Hermer-Vazquez és mtsai. (1999) megnehezítették a felnőttek feladatát egy nyelvi feladattal és azt tapasztalták, hogy akik a hozzátartozó nem-verbális tesztben jobban teljesítettek, a nyelvi nehezítés ellenére is jól tudták kombinálni a geometriai és nem-geometriai információkat, míg a rosszabbul teljesítők csak a geometriai információkat használták a tájékozódás során. Ebből arra következtethetünk, hogy a két különböző típusú információ közös használatához szükséges a nyelvi támogatás (Hermer-Vazquez, Spelke, Katsnelson 1999). Tehát a nyelv szerepe jelentős a két egymás számára átláthatatlan modul közötti kommunikációban, hiszen ez mediálja a különböző forrásból származó információt. Ezzel szemben Vallortigara és mtsai. (1990) csirkékkel végzett kísérletéből kiderült, hogy a csirkék képesek a nem-geometriai, vonás alapú információk kezelésére nyelvi képességeik hiányában is. Hasonló eredményeket találtak galambok (Kelly, Spetch, Heth 1998), majmok (Gouteaux, Thinus-Blanc, Vauclair 2001) és halak (Sovrano, Bisazza, Vallortigara 2003) esetén is. Az állatvizsgálatok kritikája rámutat, hogy a térben történő reorientáció sikerének kulcsa csak részben függhet össze a nyelvi képességekkel, valamint a moduláris elképzelés sem támogatott.
- 2) *Adaptív kombináció modell*: komputáción alapuló elképzelés, mely szerint a téri tájékozódás a reorientáció során a különböző forrásokból szerzett információ kombinációjából jön létre a környezeti és az egyéni feltételek függvényében (Huttenlocher, Hedges, Duncan, 1991). A tájékozódás különböző elemeinek legegyszerűbb adaptív komputációja történik, vagyis a több forrásból nyert információ közül a legvalószínűbb, hogy a legegyszerűbbet fogjuk használni. Ebből a könnyebb kódolásból adódik a geometriai információ előnye a vonás alapú (pl. szín) nem-geometriaival szemben (Newcombe, Ratliff 2007). Ebben a folyamatban Cheng (2008) a tapasztalatoknak is fontos szerepet tulajdonít.

- 3) „*Snapshot*” modell: az utóbbi években jelent meg, mint alternatív magyarázat a reorientációs folyamatokra. Cheng (2008) újabb felvetése szerint az állatok és a gyerekek sokkal egyszerűbben tájékozódnak, mint ahogy azt korábban feltételezték, ugyanis magát a vizuális látványt őrzik meg a memóriában és később a tájékozódás során ezt az emlékképet illesztik az aktuális vizuális szcénához. Ezzel a mechanizmussal a fő irányokat képesek vagyunk meghatározni (Cheng, 2008).

A geometria szerepe a 3 dimenziós téri tájékozódásban- humán vizsgálatok

Fontos, de ez idáig megoldatlan kérdés: milyen mértékben képesek az emberek kivonni és használni a geometriai információkat a tájékozódás során?

A távolság (hosszúság), az oldaliság (irány) és a szöginformációk között tapasztalt aszimmetria kialakulása kisgyermekkorba nyúlhat vissza. Az elmúlt évtizedek vizsgálatai a gyerekek efféle szenzitivitását több esetben már néhány órával a születés után is demonstrálni tudták. Például a különböző alakzatok nézési idejének mérése alapján kiderült, hogy azokat a formákat, melyek szögeik méretében és/vagy az oldalak hosszúságában különböztek, hosszabb ideig nézték, tehát azokra sokkal érzékenyebben reagáltak (Slater, Mattock, Brown, Bremner, 1991).

Cheng vizsgálatait adaptálta Hermer és Spelke (1994, 1996) 18-24 hónapos gyerekekre. A kísérlet során egy szabályos téglalap alapú szoba sarkaiban elhelyezett egyik konténer alá elrejtettek egy tárgyat úgy, hogy a vizsgált személy is megfigyelhesse. Ezután megzavarták őt (dezorientáció), majd megkezdődött a tárgy felkutatása (reorientáció). Mind a gyerekeknek, mind a későbbiekben vizsgált felnőtteknek a feladat teljesítéséhez a dezorientációt követően először a téri irányok és pozíciójuk újrakalibrálására volt szükségük, hogy tisztában legyenek saját téri helyzetükkel és így el tudjanak jutni a céllokációhoz, tehát az elrejtett tárgyhöz. Az eredmények szerint a kísérleti személyek a megfelelő helyen és az ezzel átlósan szemben lévő sarokban egyenlő valószínűséggel keresték a tárgyat. Tehát Cheng (1986) eredményeihez hasonlóan a teljesítmény nem javult, a nem-geometriai feltételek mellett az emberek is rotációs hibát vétettek (Hermer, Spelke, 1996). Ez az állapot 6 éves korig figyelhető meg, az életkor előrehaladtával a teljesítmény fokozódik (Nadel, Newcombe, 2001). Elmondható, hogy az állatok önkényesen, függetlenül a nem-geometriai tapasztalatoktól (Chiandetti, Vallortigara, 2008) tanulják meg a tárgyak használatát a természetes környezetükben való tájékozódáshoz (Cheng, Newcombe 2005), addig a gyerekek téri tájékozódási viselkedése szabályos növekedést mutat koruk előrehaladtával és a tapasztalatszerzéssel (Spencer, Hund, 2003).

A geometria téri megismerésben játszott szerepének tisztázásában fontos kérdés, hogy az euklideszi geometria térre vonatkozó tartalmi képezik-e az univerzális emberi térészlelés alapját? Milyen mértékben játszik szerepet az euklideszi geometria a térrel kapcsolatos spontán intuícióinkban? Az univerzalitás vitájában Izard és mtsai. (2011) véleménye szerint az euklideszi geometria alapelvei a téri intuíciókban tükröződnek és progresszív fejlődést mutatnak gyermekkorban, de továbbra is univerzálisnak tűnnek. Ez hogyan lehetséges? Az egyik potenciális válasz a kérdésre az, hogy a geometriai tudás egy olyan általános téri tapasztalatból származik, mellyel mindenki találkozik. A másik lehetséges válasz a mag ismeretekben gyökerezhet (Izard, Pica, Dehaene, Hinchey, Spelke 2011).

A vizsgálatok tükrében kijelenthető, hogy bár teljes dezorientációs helyzet ritkán adódik a valódi tájékozódás során, de kísérleti szempontból mégis érvényesnek tekinthetők, mert megmutatják azon környezeti információkat, melyeket a tájékozódó egyén kódol, illetve amelyekre automatikusan támaszkodik (Lee, Spelke 2010).

Az eddigiekkel némileg szakítva, kutatásuk során Hupbach és Nadel (2005) szabályos rombikus környezetet hoztak létre, erősen kihangsúlyozva a szögek közti különbségeket, így 60 és 120 fokos szögeket használtak. Ennek köszönhetően a szögekből származó információ tájékozódásban betöltött szerepét tudták megfigyelni és összehasonlítani egyéb geometriai információk használatának arányával. Négy helyzetet alkalmaztak két változó mentén: a falak azonos színűek voltak, vagy egy közülük megkülönböztető jelzést kapott (más színt), valamint dezorientációval és anélkül végezték el a vizsgálatot. Amikor elrejtettek egy tárgyat az egyik sarokba a 2-3 éves gyerekek mind a 4 helyen egyformán keresték, annak ellenére, hogy a két típusú szög és az oldalviszonyok elég markánsak voltak. 4 éves kor felett a gyerekek már a távolság (hosszúság) és az oldaliság (irány) alapján tudtak tájékozódni, de a szögek alapján továbbra sem. A többi kutatáshoz hasonlóan a megkülönböztető jelzés jelenléte nem mutatott különbséget az azonos jelzésekhez képest. Ők is azt tapasztalták, hogy a célhely sikeres lokalizációja az életkorral egyenes arányosságban nőtt (Hupbach, Nadel 2005). Erre a vizsgálatra alapozva, tovább szűkítve a tájékozódáshoz felhasználható információkat, az oldalviszonyok kizárásával egy kör alakú térben, több helyzetet is létrehoztak a határoló elemek elhagyásával és a szöginformáció kihangsúlyozásával (2. ábra), de ugyanarra az eredményre jutottak (Hupbach, Nadel 2005; Lee, Spelke megjelenés alatt).

Gouteux és Spelke (2001) 3-4 évesek esetén azt tapasztalta, hogy a gyerekek képtelenek voltak háromszög alapú, szintén diszkrét tárgyak által alkotott elrendezésben megtalálni az elrejtett tárgyat, viszont a geometriai információkat megfelelően tudták használni (Gouteux, Spelke, 2001).

Vasilyeva és Bowers (2006) kutatásából kiderült, hogy a 3-4 évesek kevésbé voltak pontosak az elrejtett tárgyak keresésében az 5-6 évesekhez képest, amikor egy egyenlő szárú háromszöget csak diszkrét, azonos tárgyak alkottak. Az idősebb csoportnak a különböző állású szögek közti különbségtétel okozott gondot. Amikor a tárgy a két egyforma szög egyikénél volt elrejtve, a kísérleti személyek hajlamosak voltak a tárgyat a másik, megegyező méretű szögnél keresni, mint a harmadik, egyedi méretűnél. Tehát a gyerekek különbséget tudtak tenni az egyedi (többtől eltérő) és a nem egyedi (nem eltérő) szögek között, viszont az oldalisággal ezt még nem tudták produkálni (Vasilyeva, Bowers, 2006).

Lee, Sovrano és Spelke (2012) 2 éves gyerekeket vizsgált dezorientált helyzetben, rombusz, négyzet, illetve téglalap alapú térben. A kutatás során 8 helyzetet hozott létre (3. ábra) a tér és a benne elhelyezett tárgyak hosszából, a határoló oldalak által bezárt szögek nagyságából, a térben megjelenő távolságból (hosszúságból) és az oldaliságból (irányból) származó információ segítségével. Tapasztalataik szerint a gyerekek a helyes és az azzal szemben elhelyezkedő, megegyező, de ellentétes állású szöget választották céllokációként, mely válaszokhoz utóbbi két tulajdonság segítette őket. Tehát tájékozódásuk során érzékenységet mutattak a távolságból (hosszúságból) és az oldaliságból (irányból) származó információkra, de a szögre vonatkozót nem tudták kezelni (Lee, Sovrano, Spelke 2012).

A bemutatott kísérletek bizonyították, hogy 3 dimenziós térben a szín információ, mint nem-geometria információ, nem segíti a gyerekeket a tájékozódásban, de felmerült a kérdés, vajon amennyiben a határoló oldalak felszín mintázatban különülnek el, a gyerekek eredményei hogyan alakulnak? A gyerekek és az állatok egyaránt érzékenységet mutatnak a felszín mintázatára és a szögek viszonyára kis képek és tárgyak esetén (Spelke, Lee, Izard, 2010). Például, amikor a fényességükben (Nardini, Atkinson, Burgess, 2008), vagy a falakra helyezett anyagok méretében és a minta sűrűségében tértek el a szemben lévő falak, a keresés jól működött. Amikor viszont egy négyzet alapú térben a két szemben lévő oldalon felszíni változások, míg a másik két szemben lévő oldalon a szín információ jelent meg, a gyerekek már nem tudták a szög információt használni (Huttenlocher, Lourenco, 2007).

A geometria szerepe a 2 dimenziós téri tájékozódásban- humán vizsgálatok

Gibson és mtsai (2007) kísérletükben szintén a távolság (hosszúság), az oldaliság (irány) és a szög, vagyis a geometriai információk használatát kívánták vizsgálni az előzőektől eltérő kontextusban, így a 3 dimenziós reprezentációt felváltotta a 2 dimenziós téri ábrázolás. Erre azért volt szükség, mert egy kisgyerek még nem képes a térben megjelenő

összes információt feldolgozni és jelen technika segítségével a vizsgálatvezetők sokkal könnyebben tudták befolyásolni és változtatni az elrendezést és a megjelenő információkat.

A vizsgált személyek (felnőttek és gyerekek) feladata hasonlóan a 3 dimenziós vizsgálatokhoz, a dezorientációt követően az elrejtett figura megtalálása volt a cél. A 2 dimenziós vizsgálatokban ez nem a kísérleti személy, hanem az elrendezés elfordulását, eltolását jelentette. A felnőttek majdnem tökéletesen oldották meg a feladatot, a 3 és 6 évesek viszont nem tudták megfelelően értelmezni az oldaliság (irány) információt, így teljesítményük rosszabb lett (Gibson, Wilks, Kelly 2007). A vizsgálat továbbfejlesztése során 2009-es kísérletében Gibson és mtsai. 3 variációt hoztak létre:

1, Egy egyenlő oldalú háromszög csúcsain *megkülönböztető vizuális jelzéseket* helyezkedtek el, melyek összekötő vonalak nélkül hozták létre az elrendezést. A kísérletben résztvevő gyerekek inkább ezeket a speciális jelöléseket használták, mint az elrendezés geometriai tulajdonságait a cél elérése érdekében (4a. ábra).

2, A *geometriai helyzetben* egyenlő szárú háromszög csúcsain azonos jelölések voltak, melyek szintén összekötő vonalak nélkül hozták létre az elrendezést. Ebben az esetben a kísérleti személy a geometriai tulajdonságok alapján tudta végrehajtani a feladatot (4b. ábra).

3, Amikor a *geometriai feltétel* mellett a csúcsokon elhelyezkedő diszkrét ábrákat összekötő *vonalak* is megjelennek, az elrendezés geometriai tulajdonságai körvonalat és nagyobb hangsúlyt kapnak.

Szignifikáns eredményt kaptak az életkor, az elrendezés mozgása és a jelzőinger típusa között. A 7-8 évesek már gyakorlottak, míg a 9-10 évesek már szinte tökéletesen oldották meg a feladatok mind a három esetben, viszont a 4 és 6 évesek még csak a 3. esetben szerepeltek jól, mert az oldaliság (irány) információt nem tudták megfelelően értelmezni (Gibson és mtsai., 2009).

Az elrejtett figura helyének szempontjából a fiatalabb gyerekek az egyedi sarokban történő elrejtés esetén könnyebben boldogultak, míg az idősebbeknek (9-10 éveseknek) már szinte semmi sem okozott problémát. Gibson és mtsai. kutatásából az is kiderült, hogy ha a gyerekek csak a szögek nagyságából nyert információt használnák, nagyon könnyen megkülönböztethetnék az egyedi sarkot a két nem egyeditől. A 4 évesek az egyedi sarokba rejtett ábrát megtalálták, de amikor a figura egy nem egyedi sarokba került, válaszaikat egyformán osztották el az elrendezés 3 sarka között, rotációs hibát vétettek. A 4-6 évesek még csak a szög információ, míg az idősebbek már az oldaliság (irány) információ alapján is képesek megkülönböztetni a nem egyedi sarokban elrejtett ábrát (Gibson és mtsai., 2009).

A bemutatott kutatások alapján elmondható, hogy a gyerekek a 2 és a 3 dimenziós geometriai térben való tájékozódása a korábban említett 3 geometriai tulajdonság mentén eltérően alakul. Mindkét esetben a távolságból (hosszúságból) származó információ jól működik, viszont a szögekből nyert információt csak a 2 dimenziós alakzatok felismerése, míg az oldaliságból (irányból) származót csak a 3 dimenziós térben való tájékozódás során tudják alkalmazni (5. ábra, Spelke 2011). A bemutatott vizsgálatokból mindössze Hupbach és Nadel (2005) rombusz alakú elrendezésben tapasztalt eredményei térnek el.

1. vizsgálat: reorientáció 2 dimenziós térben

A Gibson-i (2009) kutatásra alapozva, feltételezésem szerint már a 3-4 éves gyerekek 2 dimenziós tájékozódása során is megfigyelhetők azok a különbségek, melyek elsősorban eddig idősebb gyerekeknél nyertek bizonyítást, illetve Spelke (2011) 2 dimenziós térre vonatkozó geometriai információk használata hasonlóan fog megjelenni a speciális deltoid elrendezésben is.

Hipotézis

1. hipotézisem szerint deltoid alakú elrendezésben a 3-4 éves gyerekek 2 dimenziós téri tájékozódási eredményeiből a geometriai és a szín+geometria (megkülönböztető vizuális jelzések) rendszerének összefüggéséből kimutatható, hogy a vizuális többletinformáció nem segíti, hanem nehezíti a tájékozódást, valamint a jelzőingerek (megkülönböztető vizuális jelzések) alkalmazásakor várható a legmagasabb teljesítmény.

2. hipotézisem szerint a deltoid egyedi jól megkülönböztethető szögét a gyerekek mind a 3 feltételben magabiztosan képesek támpontként használni a reorientációhoz, ami utal arra, hogy a gyerekek képesek a szög információt felhasználni a téri kereséses feladatokban.

3. hipotézisem szerint a gyerekek nem lesznek képesek az oldaliság (irány) információ értelmezésére és használatára a 2 dimenziós tájékozódásban.

Vizsgálati személyek

A vizsgálat elvégzéséhez 3 és 4 éves gyerekekre volt szükségem, ennek érdekében két óvodával (Nyugati Városrészi Óvoda és Csiri-biri Óvoda) vettem fel a kapcsolatot. A gyerekekkel a szülők beleegyezését követően, az etikai szabályok betartásával kezdtem el foglalkozni. A vizsgálatot egyesével, az óvoda egy különálló szobájában végeztem el, személyenként körülbelül 8 percet vett igénybe. Összesen 48 gyerek vett részt a kutatásban, 25 fiú és 23 lány. Átlagéletkoruk 3.82 év, életkori szórásuk 0.53.

Módszer

A gyerekek 2 dimenziós téri tájékozódásának felméréséhez a MS Office 2003 PowerPoint alkalmazásával szerkesztett animációkat használtam. Az elrendezés deltoid formájú volt, mert jól elkülönülő sarkai perceptuálisan jobban kiugróak, mint a korábbiakban használt háromszögeké.

A vizsgálatnál két animációt alkalmaztam. Minden gyerek először ugyanazt a bemelegítő animációt nézte végig, ahol sötét háttéren, egy fehér színű deltoid balra és jobbra fordult el 45, illetve 180 fokot úgy, hogy az elfordulást követően visszatért a kiindulási helyzetbe. A gyerekek az elfordulási mozgás folyamatát végigkövethették. Ezután megjelent egy figura (csiga), ami a középállású deltoid közepéről indulva a forma 4 szögébe „ment el”, majd „visszatért” a kiindulási helyre. Az utolsó szögnél a figura „elbújt”, majd az előzőek alapján elfordulás következett és ezek után „előbújt” az ábra. A deltoid 4 szögénél 1-1 egyforma, feltűnő színű kört helyeztem el, ami a figura „rejtekhelyéül” szolgált. A jelzőingerek feltételnél erre nem volt szükség, hiszen maguk a jelzőingerek megfelelőek voltak erre a feladatra. E bemelegítő animáció során a gyerekeknek a deltoid, vagy „papírsárkány” forma mozgását kellett megfigyelniük, valamint beszéddel kiegészítve bemutattam, hogy a következő animációban, a valódi vizsgálati helyzetben a „papírsárkány” mozgására és az „elbújt” figura rejtekhelyére kell odafigyelniük, mert ennek megkeresése lesz a feladatuk.

A 2. animációban az előzőleg leírt formát alkalmaztam, azzal a változtatással, hogy a gyerekeket dezorientáltam, tehát nem látták az elforgatás folyamatát, helyette a középállású kép után egy sötét képkocka jelent meg néhány másodpercre, majd ezt követte a már elforgatott deltoid képe.

A figura elbújtatására a négyből 3 szöget (céllokációt) használtam: bal, jobb, alsó szögeket (6., 7., 8. ábra). A bal és jobb szögeket más néven nem egyedi szögeknek, míg az alsó szöget egyedi szögnek nevezzük.

Az animációt három feltételre bontottam: 1, geometriai jelzések rendszere; 2, szín+geometriai információk rendszere; 3, jelzőingerek rendszere.

Az 1. feltételben pusztán a geometriai információk segítségével (oldalak aránya, hossza, szögek nagysága, irány információ) kellett a gyereknek megmutatni, hogy az "elbújás" és az elforgatás után hol van a figura (6. ábra).

A 2. feltételben a geometriai információkon kívül segítségükre volt egy feltűnő vizuális jelzés, vagyis egy vastag piros vonal (7. ábra). Ebből korábbi elméletekre (Gibson, 2009; Lábadi, megjelenés alatt) alapozva a gyerekek plusz információt kapnak, ami az 1. esethez képest növeli a figura megtalálásainak számát.

A 3. feltételben az alakzat formáját mindössze a szögek helyén elhelyezett, egymáshoz vonallal nem kapcsolódó alakzatok adták (8. ábra). Itt a gyerekeket a feladat végrehajtásában csupán a jelzőingerek segítették.

Hogy a gyerekek ne unják meg a vizsgálatot, a 2. animációnál egy másik figurával (katica) folytatódott a játék, valamint a három feltétel közül csak egyet mutattam be nekik, amely alapjaiban ugyanazt a 9 kérdést tartalmazta (9-17. ábrák). A sorozathatás elkerülése végett randomizálással 4 különböző sorrendet hoztam létre. Az eredmények összesítésének egyszerűsítése miatt mind a három feltétel során ugyanezeket a sorrendeket használtam.

Eredmények

Az elemzéshez szükséges statisztikai eljárásokat SPSS 17.0 segítségével végeztem el.

Az összesített eredmények alapján megvizsgáltam, hogy az alkalmazott feltételek (geometria, szín+geometria, jelzőingerek) között megjelenik-e különbség. A vizsgálati személyek közül két gyerek eredményeit ki kellett vennem, mert figyelmetlenségükből fakadóan a 9 kérdésre mindössze 1-1 helyes választ adtak, mely nem közelíti meg a többiek helyes válaszainak átlagát (1. táblázat).

Az egymintás varianciaanalízis alapján a feltételek között megjelenik a különbség ($F(2,45)=54.530$, $p=0.000$) (2. táblázat).

A Bonferroni post-hoc teszt kimutatta, hogy a különbség a jelzőingerek rendszere esetén jelenik meg:

- a geometriai (1.) és a jelzőingerek (3.) rendszere közti átlagtól való eltérés (I-J) = -0.98333, $p=0.000$,
- a szín+geometriai (2.) és a jelzőingerek (3.) rendszere közti átlagtól való eltérés (I-J) = -4.25000, $p=0.000$ (3. táblázat, 18. ábra).

Bevett módszer a reorientációs vizsgálatok elemzésénél a választások ellenőrzése a véletlen valószínűségtől való eltérés alapján. Egymintás T-próbával megválasztottam, hogy a gyerekek helyes válaszai mögött milyen arányban áll megalapozott döntés és mennyi a véletlen valószínűség, vagy a próba-szerencse elvének hatása. A 4 céllokációból adódó 0.25-

ös t -érték mellett kimutatható mindhárom feltételben, hogy a gyermekek a véletlen valószínűség szintje felett választották a helyes lokációt (4-5, 6-7, 8-9. táblázat) (geometria feltételben: $t(bal)=2.250$, $p=0.041$; $t(jobb)=2.843$, $p=0.013$; $t(alul)=4.321$, $p=0.001$; szín+geometria feltételben: $t(bal)=2.843$, $p=0.013$; $t(jobb)=2.505$, $p=0.025$; $t(alul)=3.329$, $p=0.005$; jelzőingerek feltételben: $t(bal)=16.189$, $p=0.000$; $t(jobb)=20.466$, $p=0.000$; $t(alul)=13.856$, $p=0.000$).

Deskriptív eljárással megvizsgáltam a feltételek mentén az adott céllokációk helyes találati arányát, melynek köszönhetően korábbi eredményeimet megerősítettem. További eredmény, hogy a reorientációs kísérletekben ismert rotációs hibát korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan (Hermer, Spelke, 1996) nem tapasztaltam egyik feltételben sem, de a gyerekek mégsem tudták megkülönböztetni az azonos állású, ellentétes irányú szögeket, tehát az oldaliság (irány) információt nem tudták megfelelően alkalmazni (3. hipotézis, 10. táblázat).

Leolvasható az is, hogy az egyedi szög találati aránya megközelítőleg minden feltételben a legmagasabb (2. hipotézis, 10. táblázat), illetve megfigyelhető, hogy a geometria feltételhez képest a szín+geometriaiban az eredmények nagyjából megegyezően alakultak. A jelzőingerek rendszere feltételben minden céllokációban a helyes válaszok megközelítik a maximális értéket (1. hipotézis, 10. táblázat).

Megvizsgáltam a 3 feltétel (független mintás változók=geometria, szín+geometria, jelzőingerek), illetve a 3 lehetséges céllokáció (összetartozó mintás változók=bal, jobb, alul) és a forgatások mértéke közötti kapcsolatot: vajon a forgatás mértékének eltérő hatása van-e a különböző feltételekben? Illetve a feltétel befolyásolja-e a lokációk meghatározását, tehát a gyerekek lokációra való érzékenysége változik-e a feltételenként? Ezek elemzésére kevert mintás varianciaanalízist alkalmaztam.

Az eredmények alapján különbséget találtam a forgatások mértéke ($F(2,86)=16.492$, $p=0.000$), valamint a forgatás mértéke és a feltételek interakciójában ($F(4,86)=4.532$, $p=0.002$). A jelzőingerek feltételben szinte plafonhatást produkáltak a gyerekek, míg a másik két feltételben gyengébbek az eredmények. A forgatás mértékének (45, 180 fok) tekintetében a jelzőingerek rendszerén nem tapasztalható differencia, de a geometria és a szín+geometria feltételekben igen: a 180 fokos forgatás esetén a 45 fokos forgatáshoz képest gyenge teljesítmény mutatkozott meg (11. táblázat, 19. ábra). Ezzel szemben sem a lokációk helye ($F(2,86)=2.202$, $p=ns.$), sem a lokáció és a feltételek interakciójában nem kaptam szignifikáns eredményt ($F(4,86)=0.923$, $p=ns.$) (12. táblázat, 20. ábra). A páros összehasonlítás megerősítette ezt, tehát a szögek között nem jelent meg különbség ($F(2,43)=54.530$, $p=ns.$) (13. táblázat).

Megvitatás

A gyerekek helyes válaszai mögötti megalapozott döntések arányának mértéke a próba-szerencse elve alapján történő kiválasztással szemben azt az eredményt hozta, hogy az elforgatás mértékétől függetlenül mind a 3 (geometriai, szín+geometriai és jelzőingerek rendszere) feltétel, minden céllokációja esetén a gyerekek a véletlen valószínűségénél nagyobb arányban, megalapozott döntés szerint választották ki a „rejtekhelyet”.

A reorientációs kísérletekben ismert rotációs hiba nem jelent meg egyik feltételben sem, tehát a gyerekek nem képesek az azonos méretű, ellentétes állású szögek elkülönítésére, még nem tudják az oldaliság (irány) információt megfelelően alkalmazni pusztán a geometriai információk segítségével, valamint a teljesítmény javulásában a szín információ sem segít. Gibson és mtsai. (2009) eredményei is ebbe az irányba mutatnak. Harmadik, az oldaliságra (irányra) vonatkozó hipotézisemet így igazolni tudtam.

Első hipotézisem második részét, mely feltételezi, hogy a gyerekek a jelzőingerek feltételben teljesítenek a legjobban, eredményeim alátámasztják, hiszen minden céllokáció esetén a korrekt szöget a gyerekek közel 90%-ban választották, mely a jelzőingerek által nyújtott segítségnek köszönhető (10. táblázat).

Gibson (2009) tapasztalatai szerint a 4 és 6 éves gyerekek a jelzőingerek rendszerében még nem tudtak tájékozódni, ezzel szemben vizsgálatom során a 3 feltétel, illetve a 3 lehetséges céllokáció mentén csoportosítva az adatokat, a gyerekek jelzőingerek rendszerében nyújtott teljesítménye eltért a feltételek és a céllokációk mentén is, hiszen mindkét szempontból itt bizonyultak a legsikeresebbnek, eredményeik majdnem plafonhatást produkáltak. Ennek oka az lehetett, hogy a gyerekek a téri tájékozódás használata nélkül is meg tudták oldani a feladatot. Ez az eredmény már a vizsgálat felvétel során is tapasztalható volt, mert a gyerekek szinte minden esetben a deltoidforma sarkainak helyén elhelyezett ábra nevével azonosították az elrejtett figura helyét (pl. „A katica a fa mögött van.”).

A céllokációk mentén történő csoportosítás esetén a gyerekek eredményei kiugróan jobbak voltak az egyedi szögben, tehát a 3-4 évesek 2 dimenziós deltoid elrendezésben a dezorientációt követően jól tudták azonosítani az egyedi szögben elhelyezett céllokációt, a szög egyedisége miatt (20. ábra), így 2. hipotézisem beigazolódott. Gibson és mtsai. (2009) 4 évesekkel az egyedi szögek tekintetében a megkülönböztető vizuális jelzések, a geometriai, és a geometriai+határoló vonalak feltételekben is megegyező eredményt kapott (Gibson és mtsai. 2009).

A forgatás mértéke és a feltételek interakciójában, a jelzőingerek feltételben a gyerekek eredményei szinte plafonhatást mutattak, tehát a forgatás mértéke (45, 180 fok) ebben az esetben nem volt hatással, míg a másik két feltételben igen: a 180 fokos, tehát nagymértékű forgatás esetén a 45 fokos forgatáshoz képest gyenge teljesítmény mutatkozott meg mind a geometriai, mind a szín+geometriai feltételben (19. ábra). Spelke és mtsai. (2010) kutatása szerint a kiindulási és az elforgatott kép illesztéséhez a mentális forgatás során használt templát egyeztetéssel is megoldható a feladat. Az irodalom szerint már 1 éves korban működik a mentális forgatás egyszerű ábráknál, így valószínűsíthető, hogy a vizsgált feladatnál a nem egyedi szögekkel és a 180 fokkal kapcsolatos feladatok az ezzel a technikával való megoldáshoz túl összetettek voltak a gyerekeknek. A 180 fokos tükör illesztés sokszor még a felnőtteknek is gondot okoz (Spelke és mtsai. 2010).

Összefoglalva elmondható, hogy 2 dimenzióban a gyerekek a jelzőingerek rendszere feltételben teljesítenek a legjobban, a szín információ pedig nincs sem segítő, sem gátló befolyással teljesítőkéességükre a reorientáció során. Az egyedi és nem egyedi szögek elkülönítésében már a 3-4 évesek is sikereseknek bizonyultak. Ezen kívül az oldaliság (irány) és a szög információk 2 dimenziós téri navigáció használatában Spelke (2011) feltevése beigazolódott: a gyerekek a szög információt már ebben a korban is tudják használni, míg az oldaliságból (irány) származót nem.

2. vizsgálat: reorientáció 3 dimenziós térben

A 3 dimenziós vizsgálat előzményének tekinthető Spelke (2011) 2 és 3 dimenziós téri reorientáció során történő információ használatának összegzése (5. kép), mely mintájára alkottam meg az általam használt 2 dimenziós kísérleti elrendezést 3 dimenzióban is. Feltételezésem szerint ebben a speciális deltoid formában is beigazolódik, hogy a gyerekek a 2 dimenziós térhez képest a 3 dimenzióban képesek az oldaliság (irány) információ használatára, míg a szögire nem (Spelke 2011). Ezen kívül feltételeztem, hogy a Hermer és Spelke (1996) vizsgálatában a 18-24 hónapos gyerekeken tapasztalt nem geometriai szín információ gátló hatása az életkor előrehaladtával csökkenni fog.

Hipotézis

1. hipotézisem szerint a 3-4 éves gyerekek 3 dimenziós deltoid alakú elrendezésben képesek lesznek a színből származó többletinformáció megfelelő használatára, tehát a szín+geometria feltételben jobban fognak teljesíteni a geometriai feltételhez képest.

2. hipotézisem alapján a gyerekek az egyedi szögeket jól meg tudják különböztetni, míg a nem egyedi szögek felismerésében nem lesznek sikeresek, tehát az oldaliság (irány) információ használatára nem lesznek képesek.

Vizsgálati személyek

A vizsgálat elvégzéséhez további 3 és 4 éves gyerekekre volt szükségem, ennek érdekében újabb óvodával (Budai Nagy Antal utcai Tagóvoda) vettem fel a kapcsolatot. A gyerekekkel a szülők beleegyezését követően, az etikai szabályok betartásával kezdtem el foglalkozni. A vizsgálatot egyesével, az óvoda egy különálló szobájában végeztem el, mely személyenként körülbelül 10 percet vett igénybe. Összesen 37 gyerek vett részt a kutatásban, 20 fiú és 17 lány. Átlagéletkoruk 4.05 év, életkori szórásuk 0.50.

Módszer

Az előzőekhez hasonlóan deltoid alapú teret alkalmaztam, mely 120 és 180 cm-es elemekből épült fel. A vizsgálatot a 2 dimenziós vizsgálat mintájára ültettem át a 3 dimenziós térbe, viszont csak két feltételben: 1, geometriai és 2, szín+geometriai információk rendszerén végeztem el. Előbbinél a 4 fal egyszínű, fehér volt (21. ábra), míg utóbbinál vörös színt kapott ugyanaz az oldal, mely a 2 dimenziós vizsgálat 2. feltételében is eltért (22. ábra). A tér 4 sarkában 1-1 egyforma konténert helyeztem el.

A vizsgálat során a gyerekek a tér közepére álltak, majd közösen egy plüss állatot rejtettünk a megfelelő helyen lévő konténerbe. Ezután következett a dezorientációs fázis, mely során a vizsgálati személy becsukta a szemét, majd néhányszor körbeforgattam és a 4 oldal közül az előre meghatározottal szemben állítottam meg. Erre a sorozathatás elkerülése végett volt szükség. Ezt követte a reorientáció, mely során megkértem a gyereket, válassza ki azt a konténert, melyben véleménye szerint a plüss állat rejtőzhet.

A gyerekeket random módon 2 csoportra osztottam. Mindegyikük részt vett a geometriai és a szín+geometria feltételben, csoportonként változtatva, hogy melyik feltétel feladatait kellett előbb teljesíteniük. Módszertani megfontolásból 1-1 gyereknél feltételenként 2-2 céllokációt duplán használtam fel, tehát csoportonként 2 randomizált sorrendet alkalmaztam. A dezorientációt követően változtattam, a gyerekek melyik határoló oldallal szemben kezdik meg a reorientációt, tehát az elforgatás mértékét variáltam a feltételenként előforduló azonos céllokációk mentén. A vizsgálat során a deltoid mind a 4 szögét alkalmaztam céllokációként, így a két nem egyedi (bal, jobb) és a két egyedi (hegyes és tompa) szöget.

Eredmények

Az elemzéshez szükséges statisztikai eljárásokat SPSS 17.0 segítségével végeztem el.

A 3 dimenziós vizsgálatokban a gyerekek elforgatására a dezorientáció miatt volt szükség, így a módszer részének tekinthető, hogy a 2 dimenzióhoz hasonlóan az elforgatás iránya nem befolyásolja az eredményeket.

Az összesített eredmények alapján, a random csoportok figyelembevételével megvizsgáltam az alkalmazott feltételek (geometria, szín+geometria) között megjelenik-e különbség. A kevert mintás varianciaanalízis kimutatta, hogy a feltételek között megjelent a

várt különbség ($F(1,31)=17.612, p=0.000$), míg a feltételek mentén a gyerekek csoportokba sorolása között a csoportosítás és a nem tekintetében sem tapasztaltam különbséget (F csoportosítás $(1,31)=2.742, p=0.108$) (F nem $(1,31)=1.791, p=0.190$) (14-15. táblázat, 23. ábra).

A 2 dimenziós vizsgálathoz hasonlóan ellenőriztem a választásokat a véletlen valószínűségtől való eltérés alapján. Az egymintás t-próba eredményeiből a 4 alkalmazott céllokációból adódó 0.25-ös t-érték mellett kimutatható mindkét feltételben, hogy a gyermekek a véletlen valószínűség felett választották a helyes lokációt (geometriai feltételben: $t=4.199, p=0.000$ és szín+geometria feltételben: $t=8.120, p=0.000$) (16-17. táblázat).

Deskriptív eljárással megvizsgáltam a feltételek mentén az adott céllokációk helyes találati arányát, mely szerint a gyerekek sikeresebben reorientálódtak a színes falat is tartalmazó helyzetben, mint a pusztán geometriai információval bíróban (1. hipotézis). A céllokációk felénél legalább 35%-kal javult a teljesítmény. A céllokációval szemközti sarkot egyik esetben sem választották a gyermekek többször, mint magát a céllokációt, tehát nem vétettek rotációs hibát (18. táblázat).

Az egymintás T-próbát céllokációnként értelmezve is elvégeztem. Ebben az esetben is 0.25-ös t-értékkel dolgoztam. A geometriai feltétel alsó céllokációját kivéve minden esetben szignifikáns eredményt kaptam, mely az elrendezés tekintetében az egyedi szög. (19-20. táblázat).

Az alkalmazott négy szöget a korábban említett egyedi és nem egyedi szögek felosztás alapján feltételenként összegeztem, így az egyenes állású deltoid felső, tompa és alsó, hegyes céllokációban nyújtott teljesítmény összege alkotta az egyedi szögeket, míg a bal és jobb azonos méretű, de ellentétes állású céllokációkban nyújtott teljesítmény összege pedig a nem egyedi szögeket. Ez alapján kevert mintás varianciaanalízist végeztem, hogy kiderüljön az egyedi szögek vajon tényleg jobban segítenek-e a 3 dimenziós téri tájékozódásban a gyerekeknek. Az eredmények szerint (feltételek x szög típusok) mind a feltételek ($F(1,31)=13.755, p=0.001$), mind a szög típusok között is megjelenik különbség ($F(1,31)=9.658, p=0.004$), tehát a gyerekek a szín+geometria feltételben, míg a szögek tekintetében az azonos szögek esetén teljesítettek jobban (2. hipotézis) (21. táblázat, 24. ábra).

Megvitatás

A gyerekek a geometriai és a szín+geometria feltételek mentén választásaikban a véletlen valószínűségi szint felett döntöttek a helyes lokáció mellett. A reorientációs kísérletekben ismert rotációs hibát egyik feltételben sem tapasztaltam, tehát a céllokációval szemközti sarkot a gyerekek egyik esetben sem választották többször, mint magát a céllokációt (18. táblázat).

A geometria és a szín+geometria feltétel között tapasztalt eltérés megmutatta, hogy a 3-4 éves gyerekek utóbbi feltételben sikerebben reorientálódtak a szín adta többlet információnak köszönhetően (23. ábra). Ezt az állítást Hermer és Spelke (1996) kutatása cáfolta téglalap alapú elrendezésben (Hermer, Spelke 1996). Az eredmények közti eltérés véleményem szerint az elrendezések formájában lehet. Az elrendezésekben közös a két-két különböző hosszúságú oldal, de a téglalap szögei azonosak, míg a deltoid 3 különböző méretű szöggel is rendelkezik, mely hozzásegíthette a gyerekeket a jobb teljesítményhez. Ezek tükrében 1. hipotézisem megerősítést nyert.

A leíró statisztika megmutatta, hogy az egyedi és azonos szögek elkülönítése jól működik (24. ábra) és a két azonos (bal és jobb) szögben mért eredményeket hangsúlyozva is jól elkülönül a két feltétel: elkülönítésük gyengén működött a geometriai feltételben, míg a szín+geometria feltétel esetén sikerebben teljesítettek (18. táblázat). Előbbi oka az lehet, hogy a gyerekek a 3 dimenziós téri tájékozódásuk során 3-4 éves korukban még nem képesek az oldaliság (irány) információt használni a tisztán geometriai helyzetben. Ennek értelmében Spelke (2011) gondolatával szemben áll eredményem, melynek két lehetséges okot tulajdonítok, ami a geometriai információkra való érzékenység veleszületettségének és univerzalitásának vitájára éleződik ki. Az eredmények tükrében Izard és mtsai. (2011) elképzeléséhez hasonlóan progresszíven fejlődő, de innát tulajdonságnak vélem a geometriai magrendszert (Izard és mtsai. 2011), hiszen bizonyos geometriai információk használatára képesek voltak a gyerekek, míg másokra még nem.

Érdekes, hogy a szín+geometriai helyzetben a két azonos méretű céllokáció helyes találati arányát megvizsgálva leolvasható, hogy a gyermekek nagyobb arányban találták meg az indirekten jelzett céllokációt (bal), mint a közvetlenül, a színes fal által jelzettet (jobb). Ebben az esetben 40% feletti teljesítmény javulást tapasztaltam. Ennek oka az lehet, hogy a szín információ indirekt hatása érvényesül, vagyis közvetlenül nem, de közvetetten segíti a gyereket a tájékozódásban. Következtetésként elmondható, hogy a gyerekek 3 dimenziós

térben a szín információ segítségével képesek, míg nélküle nem képesek az oldaliság (irány) információ megfelelő használatára. Ezzel egyik részben igazoltam, másik részben cáfoltam 2. hipotézisemet, mely ellentmond Spelke (2011) megállapításainak (5. ábra).

Összefoglalva elmondható, hogy 3 dimenziós térben a gyerekek a szín+geometria feltételben jobban teljesítenek, vagyis a szín információ segíti a reorientációt, illetve az oldaliság (irány) információ használata is a szín használatával mutatott jobb eredményt. Az azonos és egyedi szögek elkülönítésében a 3-4 évesek sikeresnek bizonyultak. Ezáltal a szögek és az oldaliság (irány) információk 3 dimenziós használatában Spelke (2011) kimutatása (5. ábra) nem igazolódott be: a gyerekek a szögből és az oldaliságból (irány) származót csak részben, a szín információval együtt tudták alkalmazni.

Összefoglalás

Összefoglalva elmondható, hogy a szín információnak míg 2 dimenzióban nincs sem segítő, sem gátló hatása, addig 3 dimenzióban segítőtenyezőként funkcionál a reorientáció során. Az egyedi és nem egyedi szögek elkülönítésében mindkét dimenzióban sikeresnek bizonyultak a 3-4 évesek, viszont az oldaliság (irány) információ használatában 2 dimenzióban nem voltak sikeresek, de 3 dimenzióban a szín információ indirekt hatása mentén kettéválasztható a teljesítményük: a szín jelenléte segítőtenyezőként funkcionált a reorientáció során (22. táblázat).

Kitekintés

A továbbiakban érdemes lenne neurofiziológiai eljárások segítségével vizsgálatot végezni, mely a 2 és a 3 dimenziós tájékozódás során aktiválódó agyi területek azonosítására szolgálna. Sok kutatás született hasonló témakörben, de eredményeik szerteágazóak. Legtöbb megegyező aktivációs terület a PPA (parahippocampal place area), a RSC (retrosplenial cortex) (Epstein 2008), több hippocampális és striatális (Doeller, King, Burgess 2007), illetve kérgi terület (Ohnishi, Matsuda, Hirakata, Ugawa 2006) involváltságát mutatja, azonban az eredmények nem egységesek. Véleményem szerint a kutatásokban alkalmazott tesztíngerek ugyan tartalmazzák a reorientáció során használatos információkat, de formájuk túlságosan művi képet állít elő, mely okozhatja a szerteágazó aktivációs területek megjelenését.

Érdemes volna foglalkozni deltoid elrendezésben hasonló korú gyerekek térképezési feladatokban nyújtott teljesítményével. Eredményeik vajon hogyan alakulnának, ha a két dimenziót összekapcsolva, 2 dimenziós képből 3 dimenziós konstruálása volna a feladatuk, és fordítva? Bluestein és Acredolo (1979) szerint a 3 évesek még nem látják az összefüggést (Bluestein, Acredolo 1979), viszont 4 és 5 évesek már sikeresek az ilyen funkciót igénylő feladatokban, képesek tárgyakat a térben, egy kialakított belső modell segítségével alkalmazni a megkülönböztetésre (Liben, Yekel 1996). Úgy vélem deltoid alapú elrendezésben már a fiatalabbak is sikerebben teljesítenének.

Irodalomjegyzék

Bluestein, N., Acredolo, L. (1979). Developmental changes in map-reading skills. *Child Development*, 50, pp. 691-697.

[http://wexler.free.fr/library/files/bluestein%20\(1979\)%20developmental%20changes%20in%20map-reading%20skills.pdf](http://wexler.free.fr/library/files/bluestein%20(1979)%20developmental%20changes%20in%20map-reading%20skills.pdf)

Cheng, K. (1986). A purely geometric module in the rat's spatial representation. *Cognition*, 23, pp. 149-178.

<http://eebweb.arizona.edu/faculty/dornhaus/courses/materials/papers/Cheng%20spatial%20learning%20module%20in%20rats.pdf>

Cheng, K. (2008). Whither geometry? Troubles of the geometric module. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, pp. 355-361.

Cheng, K., Newcombe, N., S. (2005). Is there a geometrical module for spatial orientation? Squaring theory and evidence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12 (1), pp. 1-23.

<http://cogs200.pbworks.com/f/Cheng%2005%20Is-there.pdf>

Chiandetti, C., Vallortigara, G. (2008). Is there an innate geometric module? Effects of experience with angular geometric cues on spatial re-orientation based on the shape of the environment. *Animal Cognition*, 11 (1), pp. 139-146.

<http://www.springerlink.com/content/m3536j8107034025/>

Doeller, C. F., King, J. A., Burgess, N. (2007). Parallel striatal and hippocampal system for landmarks and boundaries in spatial memory. *PNAS*, 105 (15), pp. 5915-5920.

<http://www.pnas.org/content/105/15/5915.full.pdf+html>

Epstein, R. A. (2008). Parahippocampal and retrosplenial contributions to human spatial navigation. *Trends in Cognitive Science*, 12 (10), pp. 388-396.

Gallistel, C. (1990). *The organization of learning*. Cambridge, MA: MIT Press.

Gibson, B. M., Leichtman, M. D., Costa, R., Bemis, R. (2009). The use of geometric properties of 2D arrays across development. *Learning and Motivation*, 40, 95-108.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WMT-4TRHCC3-1&_user=2075307&_coverDate=05%2F31%2F2009&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000056087&_version=1&_urlVersion=0&_userid=2075307&md5=a98ba81982d3bb0e2dd3f62424140eeb&searchtype=a

Gibson, B. M., Wilks, T., Kelly, D. (2007). Rats learn to use geometry cues during search for a goal. *Journal of Comparative Psychology: General*, 121, pp. 130–144.

Gouteux, S., Spelke, E. S. (2001). Children's use of geometry and landmarks to reorient in an open space. *Cognition*, 81, pp. 119–148.

<http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/gouteux2001.pdf>

Gouteux, S., Thinius-Blanc, C., Vauclair, J. (2001). Rhesus Monkeys Use Geometric and Nongeometric Information During a Reorientation Task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130 (3), pp. 505-519.

<http://sites.univ-provence.fr/wpsycle/documentpdf/DocVauclair/GouteuxJEPGEN01.pdf>

Hermer, L., Spelke, E. S. (1994). A geometric process for spatial reorientation in young children. *Nature*, 370, pp. 57-59.

<http://www2.psych.ubc.ca/~hhyeung/psyc412/HermerSpelke.pdf>

Hermer, L., Spelke, E. S. (1996). Modularity and development: the case of spatial reorientation. *Cognition*, 61, pp. 195-232.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6T24-3W268TB-6-2&_cdi=4908&_user=2075307&_pii=S0010027796007147&_origin=search&_coverDate=12%2F31%2F1996&_sk=999389996&view=c&wchp=dGLbVzW-zSkzS&md5=c02fe85e563e91ed16c699ebd86db8ef&ie=/sdarticle.pdf

Hermer-Vazquez, L., Spelke, E., S., Katsnelson, A. S. (1999). Sources of Flexibility in Human Cognition: Dual-Task Studies of Space and Language. *Cognitive Psychology*, 39, pp. 3–36.

http://pdn.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=272451&_user=2075307&_pii=S0010028598907137&_check=y&_origin=search&_zone=rslt_list_item&_coverDate=1999-08-31&wchp=dGLbVBA-zSkzS&md5=63de1df21577647aa1ea76f888adaf20/1-s2.0-S0010028598907137-main.pdf

Hupbach, A., Nadel, L. (2005). Reorientation in a rhombic environment: No evidence for an encapsulated geometric module. *Cognitive Development*, 20, pp. 279-302.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W47-4G35XP9-1&_user=2075307&_coverDate=06%2F30%2F2005&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000056087&_version=1&_urlVersion=0&_userid=2075307&md5=f80c616def69e265dab8de09b7308875&searchtype=a

Huttenlocher, J., Hedges, L. V., Duncan, S. (1991). Categories and particulars: Prototype effects in estimating spatial location. *Psychological Review*, 98 (3), pp. 352-376.

Huttenlocher, J., Lourenco, S. F. (2007). Coding location in enclosed spaces: Is geometry the principle? *Developmental Science*, 10 (6), pp. 741–746.

http://silccenter.org/publications_pdfs/huttenlocher_2007_enclosed_spaces.pdf

Izard, V., Pica, P., Dehaene, S., Hinchey, D., Spelke, E. S. (2011). Geometry as a universal mental construction. In E. Brannon, S. Dehaene (Ed.), *Space, Time and Number in the Brain: Searching for the Foundations of Mathematical Thought* (pp. 319-332). Attention & Performance XXIV, Oxford University Press.

<http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/IzardetalChapter11.pdf>

Kelly, D., M., Spetch, M. L., Heth, C. D. (1998). Pigeons' (*Columba livia*) encoding of geometric and featural properties of a spatial environment. *Journal of Comparative Psychology*, 112 (3), pp. 259-269.

<http://pigeon.psy.tufts.edu/ccs/pubs/files/8382-KellyetalJCP1998.pdf>

Lábadi, B., Leipold, A., Horváth, D. Á. (2010). Gyermekek téri tájékozódása reorientációs helyzetben (megjelenés alatt)

Lee, S. A., Sovrano, V. A., Spelke, E. S. (2012). Navigation as a source of geometric knowledge: Young children's use of length, angle, distance, and direction in a reorientation task. *Cognition*.

Lee, S. A., Spelke, E. S. (2008). Children's use of geometry for reorientation. *Developmental science*, 11 (5), pp. 743-749.

http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/leespelke_2008.pdf

Lee, S. A., Spelke, E. S. (2010). A modular geometric mechanism for reorientation in children. *Cognitive Psychology*, 61 (2), pp. 152-176.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010028510000174>

Lee, S. A., Spelke, E. S. (2010). Two system of spatial representation underlying navigation. *Experimental brain research*, 206 (2), pp. 179-188.

<http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/Lee%20and%20Spelke%20Spatial%20Rep%202010.pdf>

Lee, S. A., Spelke, E. S. (megjelenés alatt). Navigation as a source of geometric knowledge: young children's use of distance, direction, and angle in a disoriented search task.

Lee, S. A., Spelke, E. S., Vallortigara, G. (megjelenés alatt) Spontaneous reorientation behavior in chicks: Evidence against imagematching processes underlying reorientation.

Liben, L., Yekel, C. (1996). Preschooler's understanding of plan and oblique maps: the role of geometric and representational correspondence. *Child Psychology*, 67, pp. 2780-2796.

Nardini, M., Atkinson, J., Burgess, N. (2008). Children reorient using the left/right sense of coloured landmarks at 18–24 months. *Cognition*, 106 (1), pp. 519–527.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010027707000601>

Newcombe, N.S., Ratliff, K. R. (2007). Explaining the development of spatial reorientation: Modularity-Plus-Language versus the Emergence of Adaptive Combination. In. Plumert, J.M., Spencer, J. P. (Ed.) *The Emerging Spatial Mind* (pp. 53-76). Oxford University Press.

Ohnishi, T., Matsuda, H., Hirakata, M., Ugawa, Y. (2006). Navigation ability dependent neural activation in the human brain: An fMRI study. *Neuroscience Research*, 55., pp. 361-369.

Slater, A., Mattock, A., Brown, E., Bremner, J. G. (1991). Form perception at birth: Cohen and Younger (1984) revisited. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51 (3), pp. 395-406.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022096591900846>

Sovrano, V. A., Bisazza, A., & Vallortigara, G. (2003). Modularity as a fish (*Xenotoca eiseni*) views it: Conjoining geometric and nongeometric information for spatial reorientation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, pp. 199–210.

http://cprg.psy.unipd.it/pdf/SOVRANO%20et%20al_2003_Modularity_JourExpPsyc.pdf

Sovrano, V., Bisazza, A., Vallortigara, G. (2006). How fish do geometry in large and small spaces. *Animal Cognition*, 10 (1), pp.47–54.

<http://www.springerlink.com/content/1717871p630n86h6/>

Spelke, E. S. (2011). Natural number and natural geometry. In E. Brannon, S. Dehaene (Ed.), *Space, Time and Number in the Brain: Searching for the Foundations of Mathematical Thought* (pp. 287-317). Attention & Performance XXIV, Oxford University Press.

<http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/SpelkeChapter18.pdf>

Spelke, E., Lee, S. A., Izard, V. (2010). Beyond Core Knowledge: Natural Geometry. *Cognitive Science*, pp. 1-22.

<http://www.wjh.harvard.edu/~lds/pdfs/Spelke%20Lee%20Izard%202010.pdf>

Spencer, J. P., Hund, A. M. (2003). Developmental continuity in the processes that underlie spatial recall. *Cognitive Psychology*, 47 (4), pp. 432-480.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010028503000999>

Twyman, A., D., Newcombe, N. S., Gould, T. G. (2009). Of mice (*Mus musculus*) and toddlers (*Homo sapiens*): evidence for species-general spatial reorientation. *Journal of Comparative Psychology*, 123 (3), pp. 342–345.

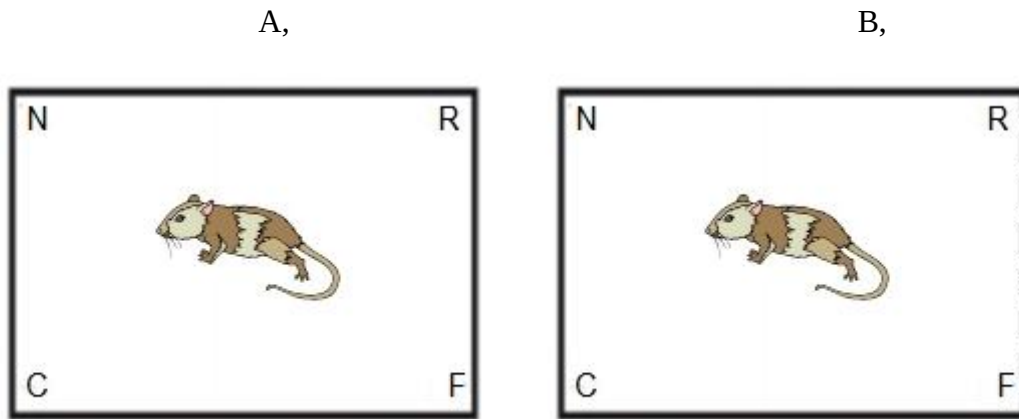
http://spatiallearning.org/publications_pdfs/twyman_etal_2009.pdf

Vallortigara, G., Zanforlin, M., Pasti, G. (1990). Geometric modules in animals' spatial representations: A test with chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Jornal of Comparative Psychology*, 104 (3), pp. 248-254.

Vasilyeva, M., Bowers, E. (2006). Children's use of geometric information in mapping tasks. *Journal of Experimental Child Psychology*, 95 (4), pp. 255–277.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022096506000622>

Mellékletek

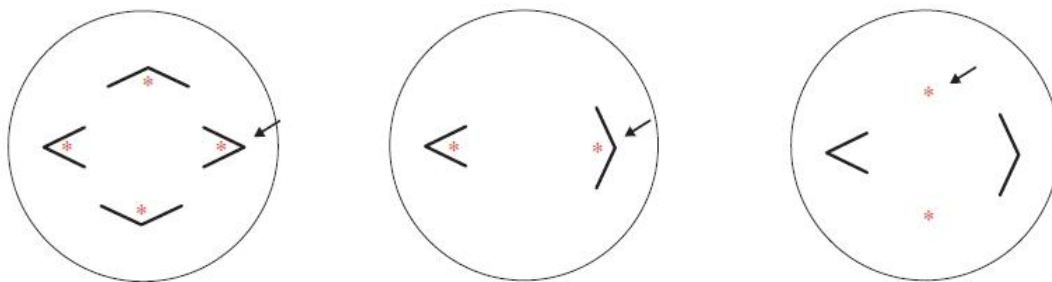


1. ábra: Cheng (1986) által használt elrendezés lemodellezése:

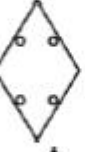
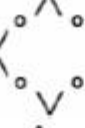
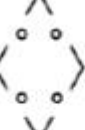
A: geometriai feltétel, B: nem geometriai feltétel.

Cheng előbbi fehér falakkal végezte, míg utóbbit három fehér és egy fekete fal segítségével hozta létre, melyet a szaggatott vonal demonstrál.

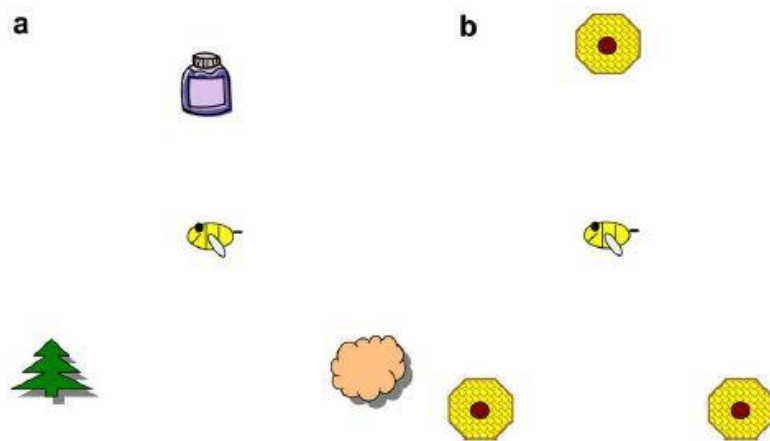
C=céllokáció, R=rotációs hiba, F=céltól messzebbi lokáció, N=célhoz közelebbi lokáció



2. ábra: Hupbach és Nadel (2005) kísérleti elrendezései

	Proportion of geometric searches	Success?
Exp. 1 	0.73	Yes
Exp. 2 	0.70	Yes
Exp. 3 	0.56	No
Exp. 4 	0.54	No
Exp. 5 	0.45	No
Exp. 6 	0.69	Yes
Exp. 7 	0.45	No
Exp. 8 	0.69	Yes

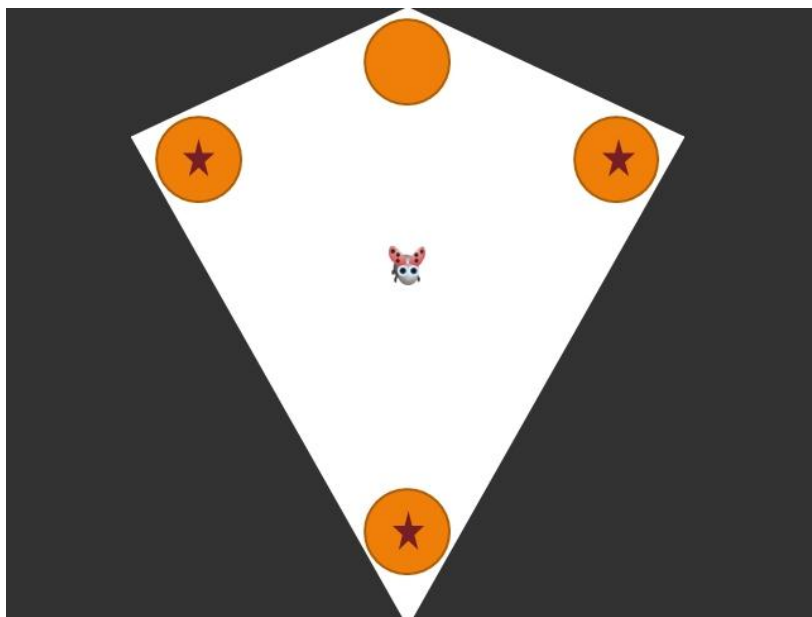
3. ábra: Lee (2012) kutatási elrendezései



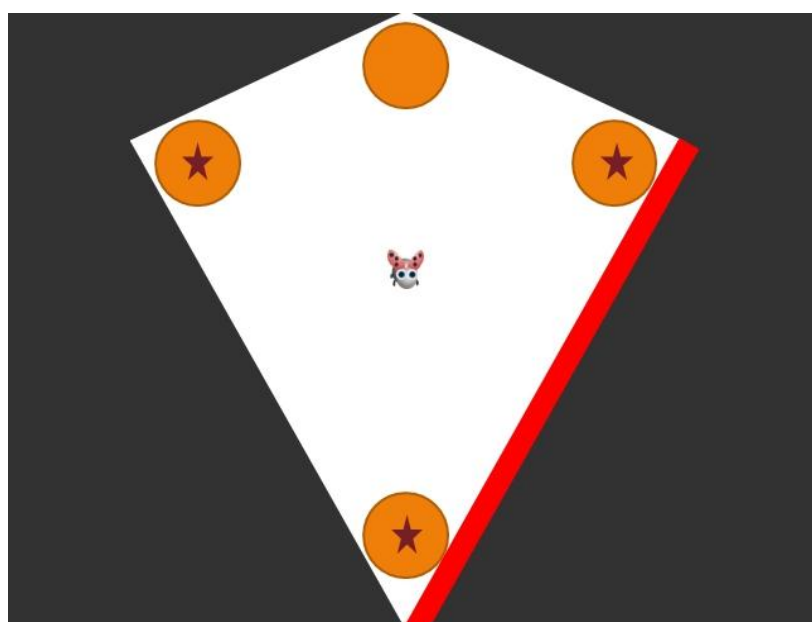
4. ábra: Gibson és Spelke (2009) megkülönböztető vizuális jelzések (a) és geometriai helyzete (b)

	Távolság (hosszúság)	Szög	Oldaliság (irány)
3 dimenziós tájékozódás (Spelke 2011)	✓	✗	✓
2 dimenziós tájékozódás (Spelke 2011)	✓	✓	✗

5. ábra: A 2 és 3 dimenziós térben megjelenő távolság (hosszúság), szög és oldaliság (irány) információk kezelése (Spelke 2011)



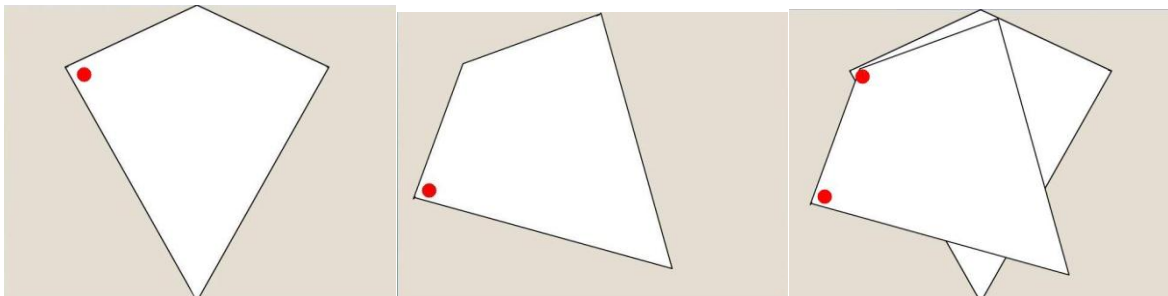
6. ábra: A céllokációk helye a geometriai feltételben



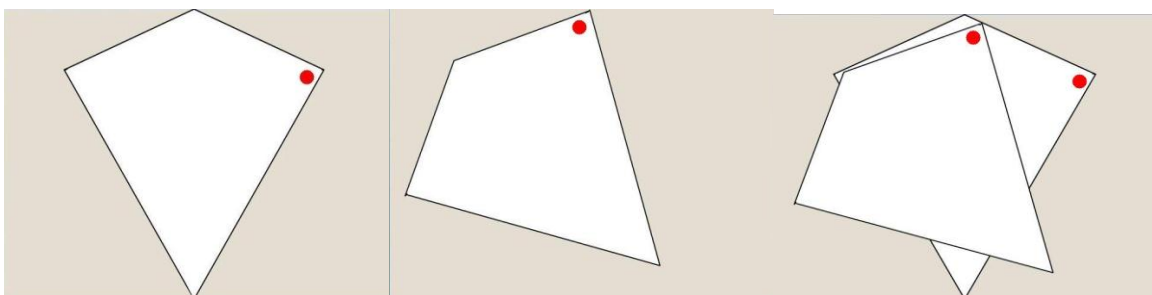
7. ábra: A céllokációk helye a szín+geometria feltételben



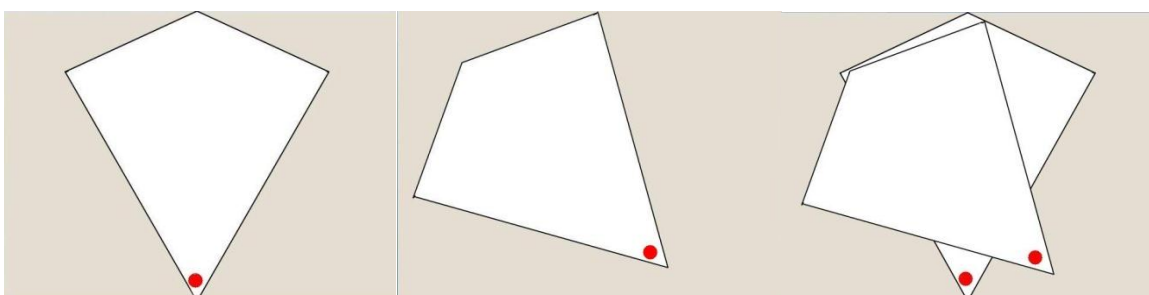
8. ábra: A céllokációk helye a jelzőingerek feltételben



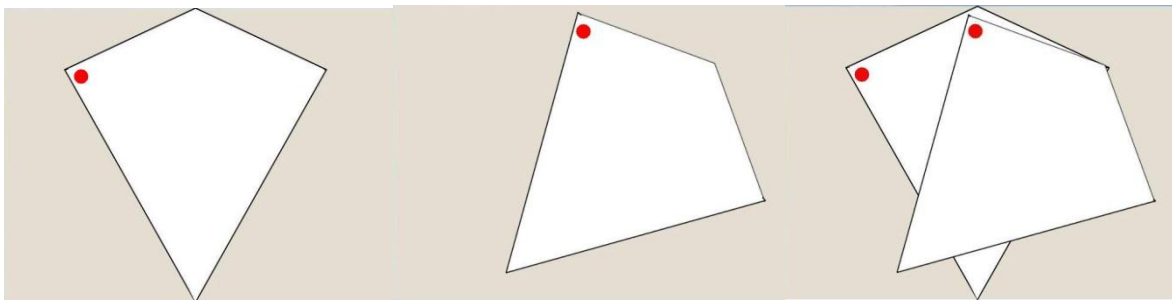
9. ábra: Balra történő 45 fokos forgatás, céllokáció a bal szögben



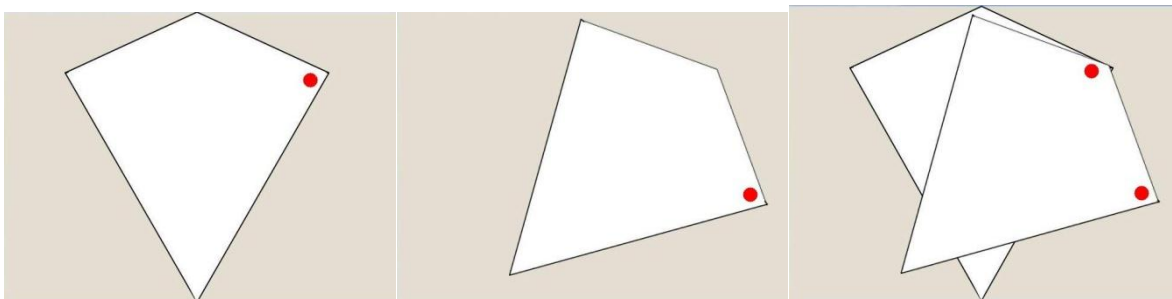
10. ábra: Balra történő 45 fokos forgatás, céllokáció a jobb szögben



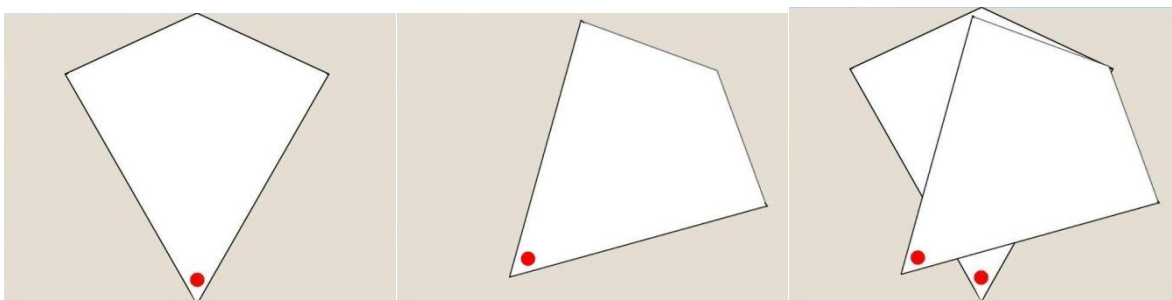
11. ábra: Balra történő 45 fokos forgatás, céllokáció az alsó szögben



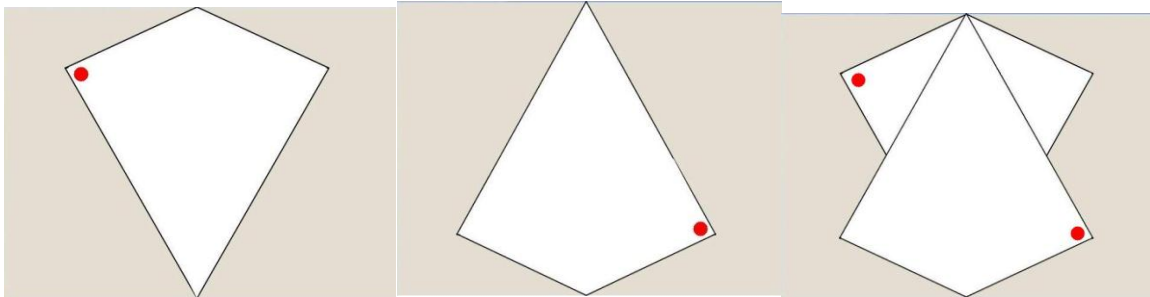
12. ábra: Jobbra történő 45 fokos forgatás, céllokáció a bal szögben



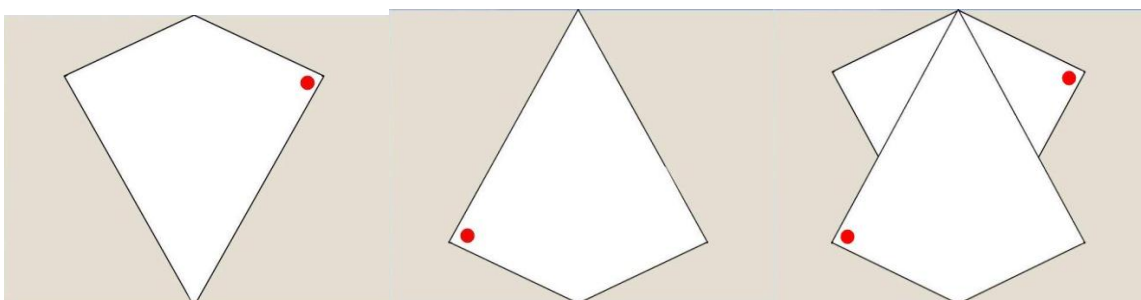
13. ábra: Jobbra történő 45 fokos forgatás, céllokáció a jobb szögben



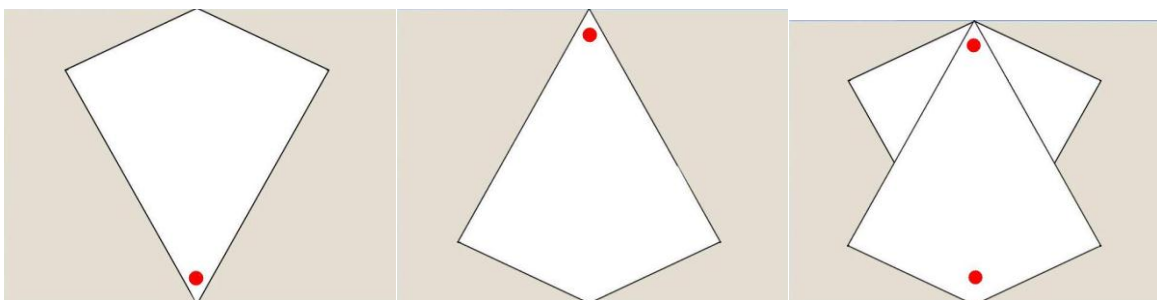
14. ábra: Jobbra történő 45 fokos forgatás, céllokáció az alsó szögben



15. ábra: 180 fokos forgatás, céllokáció a bal szögben



16. ábra: 180 fokos forgatás, céllokáció a jobb szögben



17. ábra: 180 fokos forgatás, céllokáció az alsó szögben

Descriptives

SUM

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% ConfidenceIntervalforMean		Minimum	Maximum
					LowerBound	UpperBound		
geom.	15	4,2667	1,66762	,43058	3,3432	5,1902	2,00	7,00
szín+geom.	15	4,0000	1,06904	,27603	3,4080	4,5920	2,00	6,00
jelzőing.	16	8,2500	1,00000	,25000	7,7171	8,7829	6,00	9,00
Total	46	5,5652	2,34428	,34565	4,8691	6,2614	2,00	9,00

1. táblázat: A feltételek mentén a gyerekek teljesítményének átlagai

ANOVA

SUM

	Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
BetweenGroups	177,371	2	88,686	54,530	,000
WithinGroups	69,933	43	1,626		
Total	247,304	45			

2. táblázat: A feltételek között megjelenő különbség

MultipleComparisons

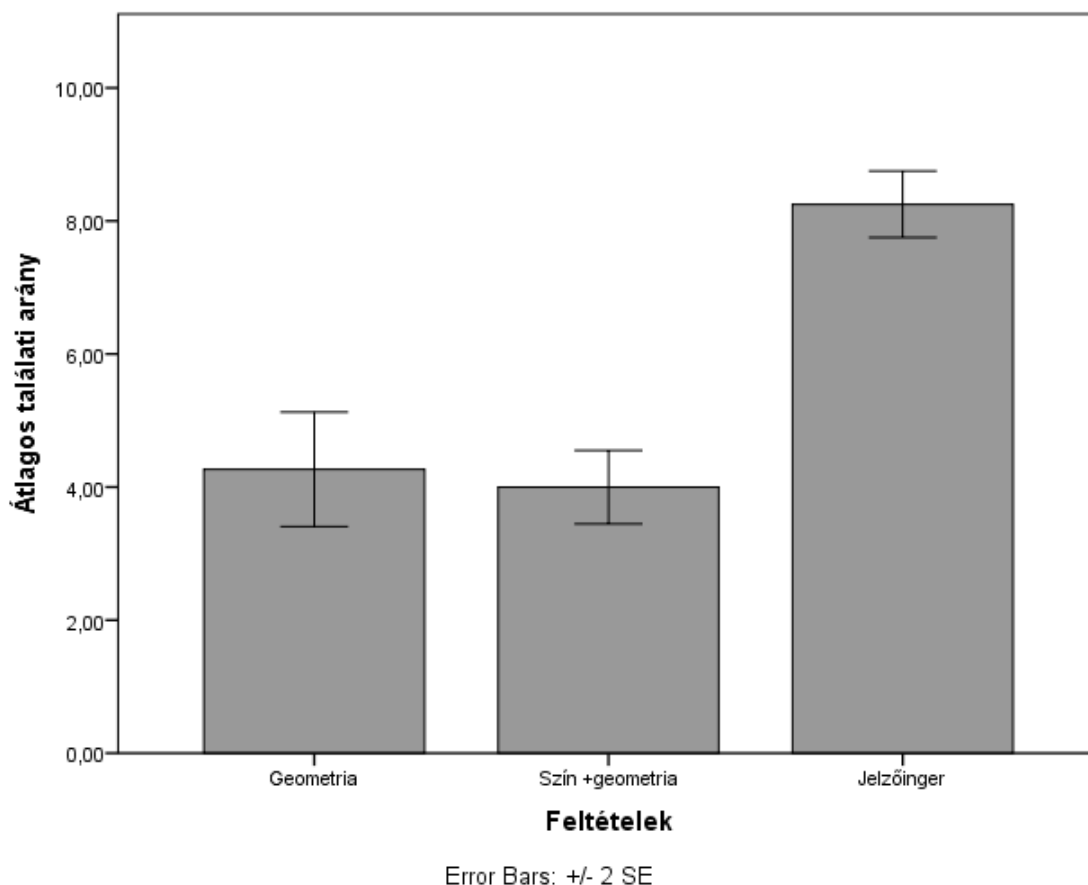
DependentVariable: SUM

Bonferroni

(I) feltétel	(J) feltétel	MeanDiffere nce (I-J)	Std. Error	Sig.	95% ConfidenceInterval	
					LowerBound	UpperBound
geom.	szín+geom.	,26667	,46567	1,000	-,8934	1,4268
	jelzőing.	-3,98333*	,45834	,000	-5,1252	-2,8415
szín+geom.	geom.	-,26667	,46567	1,000	-1,4268	,8934
	jelzőing.	-4,25000*	,45834	,000	-5,3918	-3,1082
jelzőing.	geom.	3,98333*	,45834	,000	2,8415	5,1252
	szín+geom.	4,25000*	,45834	,000	3,1082	5,3918

*. The meandifference is significantatthe 0.05 level.

3. táblázat: A feltételek között megjelenő különbség részletezése



18. ábra: A feltételek között megjelenő különbség ábrázolása

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bal arány	15	,4000	,25820	,06667
jobb arány	15	,4222	,23458	,06057
alul arány	15	,6000	,31371	,08100

One-Sample Test						
	Test Value = 0.25					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
bal arány	2,250	14	,041	,15000	,0070	,2930
jobb arány	2,843	14	,013	,17222	,0423	,3021
alul arány	4,321	14	,001	,35000	,1763	,5237

4-5. táblázat: Geometriai feltételben a véletlen valószínűségtől való eltérés

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bal arány	15	,4222	,23458	,06057
jobb arány	15	,4222	,26627	,06875
alul arány	15	,4889	,27794	,07176

One-Sample Test

	Test Value = 0.25					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
bal arány	2,843	14	,013	,17222	,0423	,3021
jobb arány	2,505	14	,025	,17222	,0248	,3197
alul arány	3,329	14	,005	,23889	,0850	,3928

6-7. táblázat: Szín+geometriai feltételben a véletlen valószínűségtől való eltérés

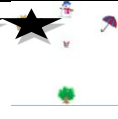
One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bal arány	16	,8958	,15957	,03989
jobb arány	16	,9375	,13437	,03359
alul arány	16	,9167	,19245	,04811

One-Sample Test

	Test Value = 0.25					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
bal arány	16,189	15	,000	,64583	,5608	,7309
jobb arány	20,466	15	,000	,68750	,6159	,7591
alul arány	13,856	15	,000	,66667	,5641	,7692

8-9. táblázat: Jelzőingerek feltételben a véletlen valószínűségtől való eltérés

									
Korrekt	0.58	0.38	0.35	0.48	0.40	0.38	0.92	0.94	0.88
Rotációs hiba	0.13	0.27	0.31	0.29	0.27	0.17	0.02	0.00	0.04
Egyéb	0.29	0.35	0.33	0.21	0.33	0.44	0.06	0.06	0.08

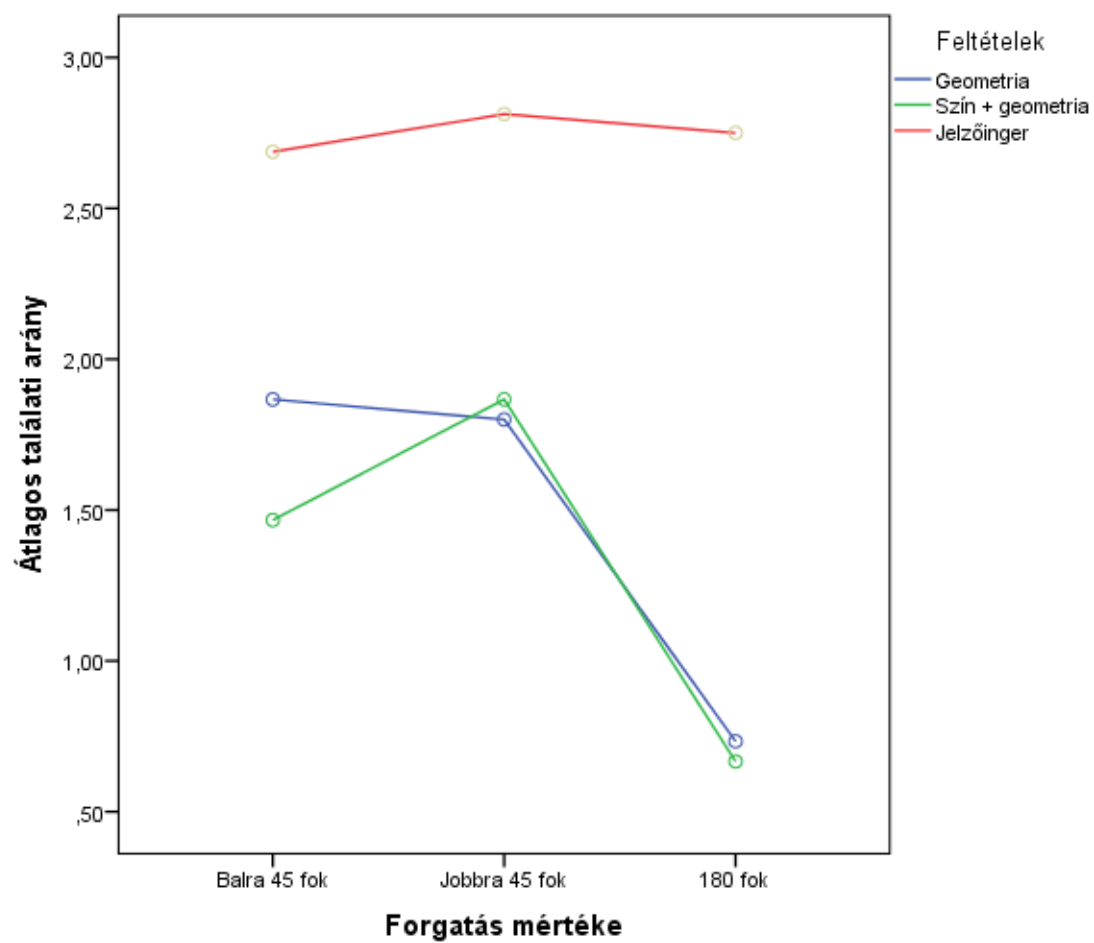
10. táblázat: Az egyes feladatokban mért összesített teljesítmények

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	MeanSquare	F	Sig.
forgatás	Sphericity Assumed	15,549	2	7,775	16,492	,000
	Greenhouse-Geisser	15,549	1,872	8,305	16,492	,000
	Huynh-Feldt	15,549	2,000	7,775	16,492	,000
	Lower-bound	15,549	1,000	15,549	16,492	,000
forgatás * feltétel	Sphericity Assumed	8,545	4	2,136	4,532	,002
	Greenhouse-Geisser	8,545	3,744	2,282	4,532	,003
	Huynh-Feldt	8,545	4,000	2,136	4,532	,002
	Lower-bound	8,545	2,000	4,273	4,532	,016
Error(forgatás)	Sphericity Assumed	40,542	86	,471		
	Greenhouse-Geisser	40,542	80,505	,504		
	Huynh-Feldt	40,542	86,000	,471		
	Lower-bound	40,542	43,000	,943		

11. táblázat: A lokációra való érzékenység a feltételek és a forgatás mértékének tükrében



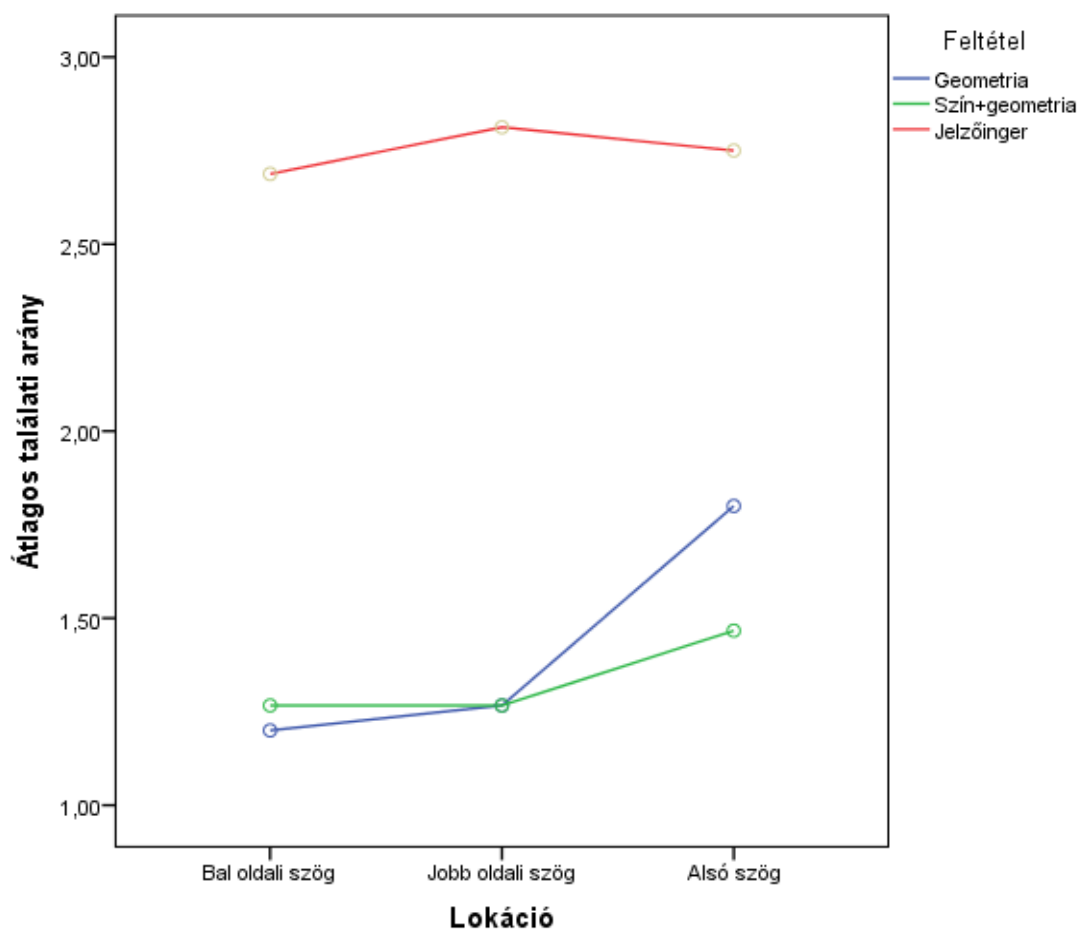
19. ábra: A különbség a forgatások mértéke és a feltételek interakciójában

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
lokáció	Sphericity Assumed	2,095	2	1,047	2,202	,117
	Greenhouse-Geisser	2,095	1,871	1,120	2,202	,120
	Huynh-Feldt	2,095	2,000	1,047	2,202	,117
	Lower-bound	2,095	1,000	2,095	2,202	,145
lokáció * feltétel	Sphericity Assumed	1,755	4	,439	,923	,455
	Greenhouse-Geisser	1,755	3,741	,469	,923	,450
	Huynh-Feldt	1,755	4,000	,439	,923	,455
	Lower-bound	1,755	2,000	,877	,923	,405
Error(lokáció)	Sphericity Assumed	40,897	86	,476		
	Greenhouse-Geisser	40,897	80,432	,508		
	Huynh-Feldt	40,897	86,000	,476		
	Lower-bound	40,897	43,000	,951		

12. táblázat: A lokációra való érzékenység a feltételek és a lokáció helyének tükrében



20. ábra: A különbség a lokációk és a feltételek interakciójában

PairwiseComparisons

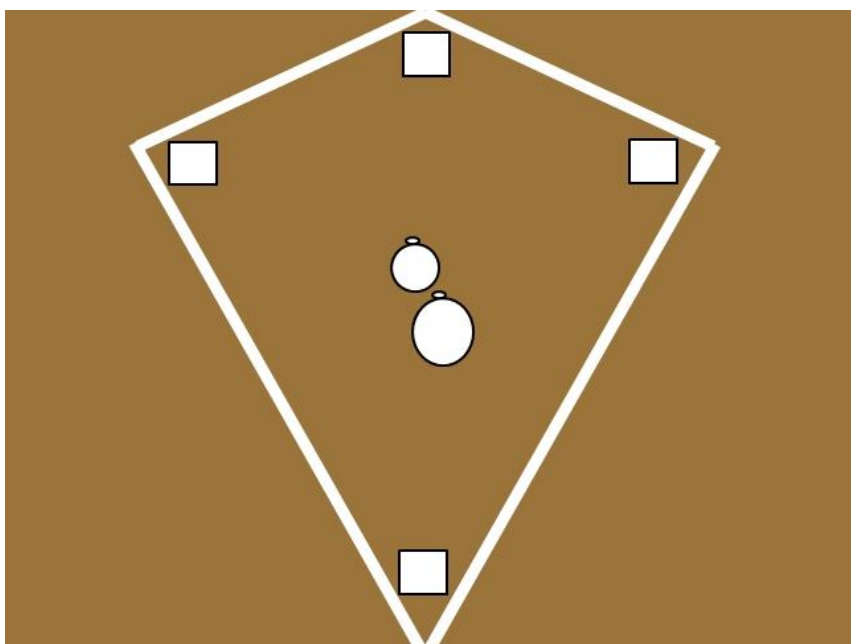
Measure: MEASURE_1

(I) lokáció	(J) lokáció	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
bal	jobb	-,064	,125	,611	-,315	,187
	alsó	-,288	,157	,075	-,605	,030
jobb	bal	,064	,125	,611	-,187	,315
	alsó	-,224	,148	,137	-,521	,074
alsó	bal	,288	,157	,075	-,030	,605
	jobb	,224	,148	,137	-,074	,521

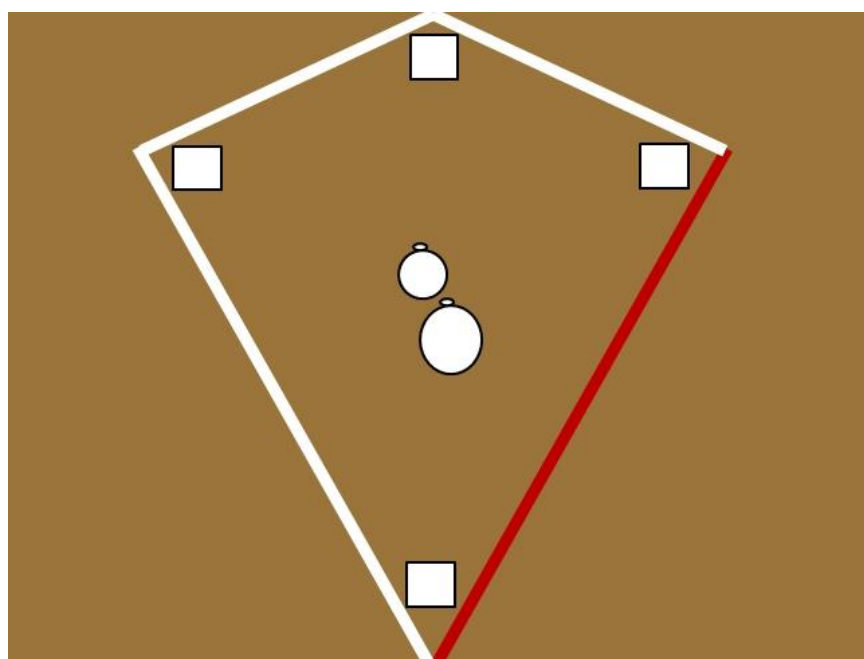
Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

13. táblázat: A szögek között megjelenő különbség



21. ábra: 3 dimenziós geometriai feltétel elrendezése



22. ábra: 3 dimenziós geometria+szín feltétel elrendezése

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
feltétel	Sphericity Assumed	11,459	1	11,459	17,612	,000
	Greenhouse-Geisser	11,459	1,000	11,459	17,612	,000
	Huynh-Feldt	11,459	1,000	11,459	17,612	,000
	Lower-bound	11,459	1,000	11,459	17,612	,000
feltétel * nem	Sphericity Assumed	1,166	1	1,166	1,791	,190
	Greenhouse-Geisser	1,166	1,000	1,166	1,791	,190
	Huynh-Feldt	1,166	1,000	1,166	1,791	,190
	Lower-bound	1,166	1,000	1,166	1,791	,190
feltétel * jbcso	Sphericity Assumed	1,784	1	1,784	2,742	,108
	Greenhouse-Geisser	1,784	1,000	1,784	2,742	,108
	Huynh-Feldt	1,784	1,000	1,784	2,742	,108
	Lower-bound	1,784	1,000	1,784	2,742	,108
Error(feltétel)	Sphericity Assumed	20,170	31	,651		
	Greenhouse-Geisser	20,170	31,000	,651		
	Huynh-Feldt	20,170	31,000	,651		
	Lower-bound	20,170	31,000	,651		

14. táblázat: A feltételek között megjelenő különbség

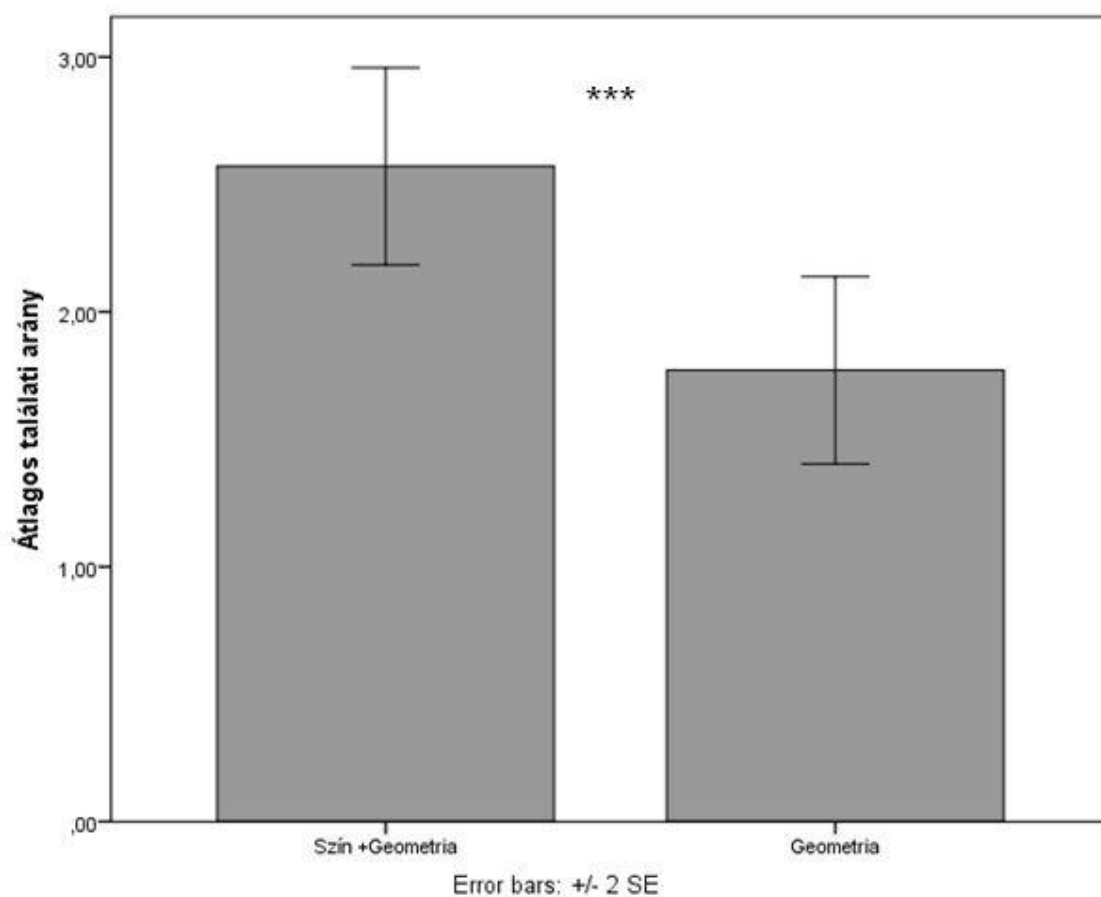
Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	321,344	1	321,344	163,012	,000
nem	,600	1	,600	,304	,585
csoportosítás	,113	1	,113	,057	,813
nem * csoportosítás	,006	1	,006	,003	,955
Error	61,110	31	1,971		

15. táblázat: A csoportba sorolás és a nem tekintetében megjelenő különbség



23. ábra: A feltételek között megjelenő különbség ábrázolása

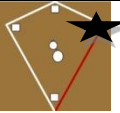
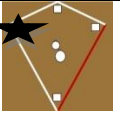
One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Szín+geom. arány	35	,6429	,28624	,04838
Geom.arány	35	,4429	,27174	,04593

One-Sample Test

	Test Value = 0.25					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Szín+geom. arány	8,120	34	,000	,39286	,2945	,4912
Geom.arány	4,199	34	,000	,19286	,0995	,2862

16-17. táblázat: Geometriai és a szín+geometria feltételben a véletlen valószínűségtől való eltérés

								
Korrekt	0.48	0.31	0.53	0.45	0.53	0.68	0.58	0.88
Rotációs hiba	0.13	0.16	0.19	0.23	0.13	0.13	0.10	0.00
Egyéb	0.38	0.53	0.28	0.33	0.34	0.20	0.33	0.13

18. táblázat: Az egyes feladatokban mért összesített teljesítmények

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Geom.bal. arány	20	,4250	,37258	,08331
Geom.jobb. arány	15	,6000	,28031	,07237
Geom.alul. arány	15	,2667	,31997	,08262
Geom.felül. arány	20	,5250	,41279	,09230
Szín+geom. felül.arány	15	,5333	,29681	,07664
Szín+geom. alul.arány	20	,6500	,32847	,07345
Szín+geom. jobb.arány	20	,5500	,45595	,10195
Szín+geom. bal.arány	15	,8333	,24398	,06299

One-Sample Test

	Test Value = 0.25					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Geom.bal. arány	2,101	19	,049	,17500	,0006	,3494
Geom.jobb. arány	4,836	14	,000	,35000	,1948	,5052
Geom.alul. arány	,202	14	,843	,01667	-,1605	,1939
Geom.felül. arány	2,979	19	,008	,27500	,0818	,4682
Szín+geom. felül.arány	3,697	14	,002	,28333	,1190	,4477
Szín+geom. alul.arány	5,446	19	,000	,40000	,2463	,5537
Szín+geom. jobb.arány	2,942	19	,008	,30000	,0866	,5134
Szín+geom. bal.arány	9,260	14	,000	,58333	,4482	,7184

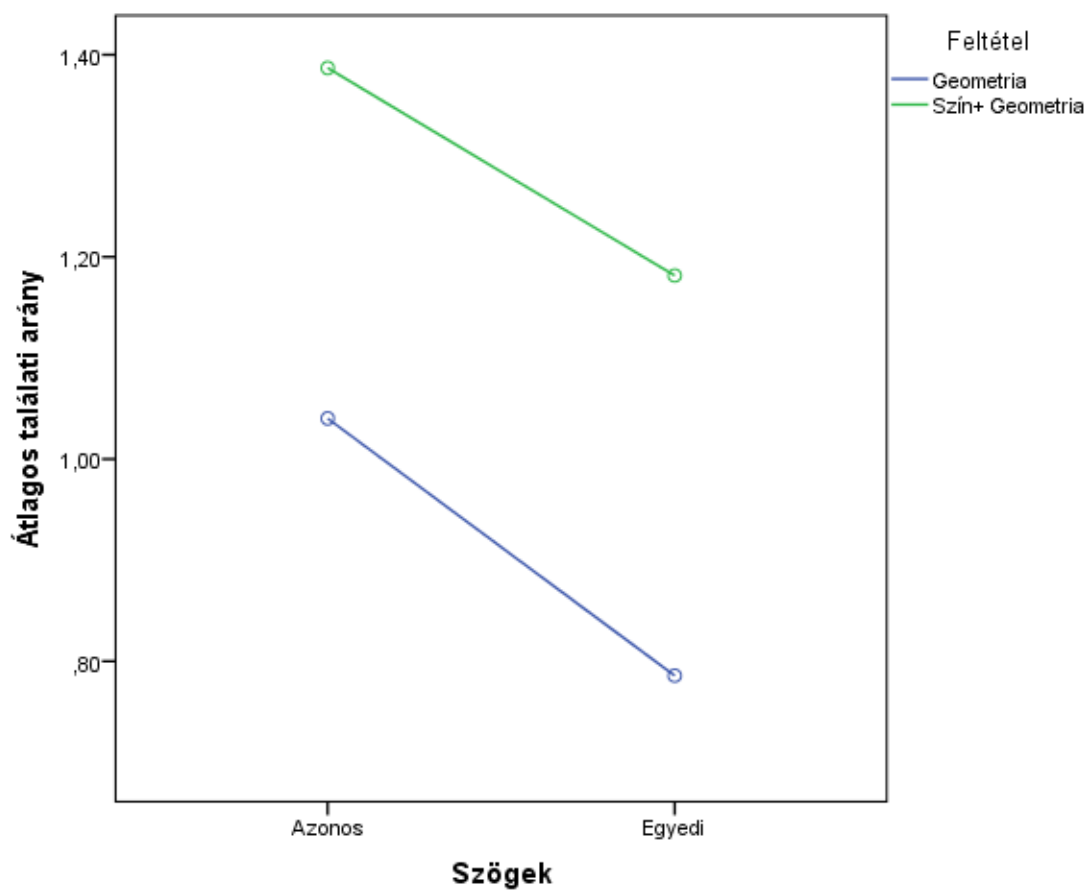
19-20. táblázat: Az egyes feladatokban mért összesített teljesítmények

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
feltétel	Sphericity Assumed	4,632	1	4,632	13,755	,001
	Greenhouse-Geisser	4,632	1,000	4,632	13,755	,001
	Huynh-Feldt	4,632	1,000	4,632	13,755	,001
	Lower-bound	4,632	1,000	4,632	13,755	,001
Error(feltétel)	Sphericity Assumed	10,439	31	,337		
	Greenhouse-Geisser	10,439	31,000	,337		
	Huynh-Feldt	10,439	31,000	,337		
	Lower-bound	10,439	31,000	,337		
szögek	Sphericity Assumed	1,776	1	1,776	9,658	,004
	Greenhouse-Geisser	1,776	1,000	1,776	9,658	,004
	Huynh-Feldt	1,776	1,000	1,776	9,658	,004
	Lower-bound	1,776	1,000	1,776	9,658	,004
Error(szögek)	Sphericity Assumed	5,701	31	,184		
	Greenhouse-Geisser	5,701	31,000	,184		
	Huynh-Feldt	5,701	31,000	,184		
	Lower-bound	5,701	31,000	,184		
feltétel * szögek	Sphericity Assumed	,020	1	,020	,041	,841
	Greenhouse-Geisser	,020	1,000	,020	,041	,841
	Huynh-Feldt	,020	1,000	,020	,041	,841
	Lower-bound	,020	1,000	,020	,041	,841
Error(feltétel*szögek)	Sphericity Assumed	15,397	31	,497		
	Greenhouse-Geisser	15,397	31,000	,497		
	Huynh-Feldt	15,397	31,000	,497		
	Lower-bound	15,397	31,000	,497		

21. táblázat: A feltételek és a szög típusok között megjelenő különbség



24. ábra: A feltételek és a szög típusok között megjelenő különbség ábrázolása

	Szög		Oldaliság		Szín
	Szín	Ø szín	Szín	Ø szín	
2 dimenzió	✓	X	X	X	✓
3 dimenzió	✓	X	✓	X	✓

25. ábra: Vizsgálatomban tapasztalt geometriai tulajdonságok használata 2 és 3 dimenzióban