

*XIII. Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencia-
Kolozsvár, 2010. május 14-16.*

*A mentális rotáció fejleszthetősége és
összefüggése az intelligenciával*

Szerző: Ördögh Tímea Orsolya

*Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Pszichológia és Neveléstudományok kar,
Pszichológia szak, III.év*

Témavezető tanár:

Dr. Dósa Zoltán

Egyetemi docens

Babeş Bolyai Tudományegyetem
dosa.zoltan@pszichologia.ro

Tartalomjegyzék

1. Kivonat	4
2. Elméleti háttér.....	5
2.1 Téri képességek	5
2.2 A mentális forgatás, mint téri képesség	6
2.3 A mentális rotáció szerepe és kialakulása	8
2.3.1. A mentális rotáció szerepe a tárgyfelismerésben.....	8
2.3.2. A mentális rotáció kialakulása	9
2.3.3. A mentális forgatás fejlődéslélektani megközelítése.....	10
2.3.4. Egyéni és nemek közötti különbségek	11
2.4 A mentális összekapcsolás és módosítás kialakulása.....	12
2.5 A téri képességek neurológiai alapjai.....	14
2.5.1. A legújabb műszerekkel végzett kutatások	15
2.6 A számítógépes játékok hatása a mentális forgatásra	16
2.7 A mentális forgatás fejleszthetősége	17
2.8 A mentális forgatás és az intelligencia közötti összefüggés	18
3. Kutatási rész	20
3.1 Célkitűzések	20
3.2 Hipotézisek.....	20
3.3 Résztvevők	21
3.4 Kísérleti eszközök	21
3.4.1. Az intelligencia mérésére használt eszköz.....	21
3.4.2. Ábraillesztés próba- A 2D ábrák kirakásának vizsgálatára használt eszközök	21
3.4.3. A mentális rotáció mérésére használt eszközök	21

3.4.4.	A fejlesztés során alkalmazott eszközök.....	21
3.4.5.	Az utóméréshez használt eszközök.....	22
3.5.	A kutatás menete	22
3.6.	Eredmények és azok értelmezései.....	22
3.7.	Következtetések	28
3.8.	A kutatás gyakorlati haszna.....	28
3.9.	Hibaforrási lehetőségek.....	29
3.10.	Továbbfejlesztési lehetőségek	30
4.	Könyvészet	31
5.	Mellékletek	37

1. Kivonat

A téri képességek a technika fejlődésével egyre fontosabb helyet foglalnak el életünkben. A mentális forgatás a kognitív, téri képességek eleme, amely fontos szerepet játszik például a matematikában, az orvostudományban, az építészetben, a művészetben. Ezeken kívül az átlagember is sokat használja a mentális forgatást például a tárgyak azonosításában vagy a tájékozódásban (Karádi, 2004).

A mentális forgatás már 5-6 éves korban megjelenhet. Kutatásunkban első és második osztályos gyerekeket vizsgálunk és fejlesztünk, az egyik csoportot számítógépes játékkal, míg a másikat Feuerstein fejlesztő füzetekkel, majd megvizsgáljuk ezek közül melyik bizonyul eredményesebbnek.

Vizsgáljuk, hogy milyen összefüggés van a mentális forgatás és az intelligencia között, valamint, hogy a számítógépes játékokban jártas gyerekek jobban teljesítenek-e a mentális forgatást vizsgáló próbákban, a nem számítógépező résztvevőkhöz képest.

2. Elméleti háttér

2.1 Téri képességek

Mivel a téri képességek fogalma nagyon tág, különböző meghatározások születtek, és különböző kategóriákba sorolták. A téri vizualizáció azt jelenti, hogy képesek vagyunk elképzelni tárgyakat és téri formákat álló vagy mozgó helyzetben.

Lawton és Hatcher (2005) meghatározásában a téri-vizuális képességek azokra a képességekre vonatkoznak, amelyek lehetővé teszik számunkra a környezetben való tájékozódás, a különböző szögekben elforgatott tárgyak elképzelését, valamint a tárgyak elhelyezkedésére való emlékezést. Egy másik meghatározás szerint szimbolikus, nonverbális információ generálásának, átalakításának, reprezentálásának és előhívásának képessége (Linn és Peterson 1985). McGee (1979) modellje szerint a téri képesség legalább két fő összetevőből áll: téri vizualizáció és téri orientáció. Ezek a kutatók eredményei mind azt bizonyítják, hogy a téri képesség egy többdimenziós fogalom.

A téri-vizuális képességek pszichológiájában több téri faktort sikerült mára elkülöníteni. A téri vizualizáció azt jelenti, hogy képesek vagyunk elképzelni tárgyak és téri formák mozgását. Ezeknek a feladatoknak a mentális forgatás vagy mentális hajtogatás műveletei a legjobb példái. A másik téri faktor a téri orientáció, mely a személy azon képességét jelöli, hogy tárgyak megjelenését elképzelje különböző, az észlelő személyhez kötött perspektívákból. Ennek jó példái a téri navigációs vagy perspektívavétel feladatok.

A téri képességek vizsgálata az 1960-as évekig vezethető vissza, ezen belül is fontos szerepet tulajdonítanak a mentális rotáció és a téri percepció képességek vizsgálatának. Korábbi elméletek (Bruner, Olver és Greenfield, 1966) szerint, igen szoros összefüggést találhatunk a képzeleti folyamatok és magasabbrendű kognitív folyamatok között. A mentális rotációnak olyan előfeltételei vannak, mint a sorbarendezés, konzerváció, melyek nélkül a mentális rotáció sem valósulhat meg. Más kutatók is hasonló eredményekre jutottak (Piaget és Inhelder, 1966-1971).

2.2 A mentális forgatás, mint téri képesség

A mentális forgatás egyike a téri képességeknek, a tárgyak síkbeli vagy téri orientációjának belső, elképzelt változását jelenti. A mentális forgatás nem egy egységes folyamat, hanem feldolgozó részfolyamatok összessége: a kép generálása, az előhívás, a kép fenntartása a munkamemóriában, a felülvizsgálata és átalakítása jól elkülöníthető jelenségek, melyek vizsgálati úton elhatárolhatóak (Kosslyn, 1994).

Hegarty és Waller (2004) arra mutattak rá, hogy a perspektívavétel feladatok és mentális forgatás feladatok elkülöníthetőek, annak ellenére, hogy a pszichometriás mérések erős kapcsolatot mutatnak e két képességben. A két faktor korrelációja módszertani okokra vezethető vissza, azaz a perspektívavétel feladatokban nem mindig használnak egocentrikus referenciakeretet a kísérleti személyek. Azok a perspektívavétel feladatok, amelyeket az egocentrikus referenciakeret transzformációja kísér, alkalmasak arra, hogy a téri orientáció és a téri vizualizáció képességeit pontosan megkülönböztessük.

A mentális rotációt tanulmányozó egyik kísérletsorozatban különböző elképzelt tárgyakat vizsgáltak (Cooper, 1975; Cooper és Podgorny, 1976; Cooper és Shepard, 1973; Shepard és Metzler, 1971). Cooper és Shepard alfanumerikus jeleket mutatott a kísérleti személynek vagy normális, vagy pedig megfordított, tükörképes formában. A kísérleti személyeknek azt kellett megítélniük, hogy a bemutatott tesztalakzatok a standard alakzatok normális formái voltak-e. A tesztalakzatokat számos különböző orientációban mutatták be. Általában azt találták, hogy minél jobban el volt forgatva a tesztalakzat az egyenes, standard alakzathoz képest, annál több időre volt szükségük a kísérleti személyeknek a döntés meghozatalára. A kísérleteket számos különböző tárggyakkal végezték el (pl. betűkkel, számokkal, vagy blokkszerű alakzatokkal), és ez az eredmény általános érvényét erősíti.

A kísérletek azt a benyomást keltik, hogy a vizuális képzetek mindazonáltal a tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a tényleges tárgyak, azaz ugyanolyan módon helyezkednek el valamilyen mentális térben, mint ahogyan a fizikális tárgyak a fizikai térben foglalnak helyet, és hogy ezeket a mentális tárgyakat ugyanolyan módon mozgatjuk vagy forgatjuk el, mint a tényleges tárgyakat a tényleges világban.

A képzetek úgy tűnik, valamilyen „kvázi-téri árnyai a 3D tárgyaknak” (Boden 1988). Ha az elképzelt tárgy egyre komplexebbé válik, a kísérleti személyek sokkal kevésbé tudnak helyes

ítéleteket alkotni az elforgatott tárgyak látványáról (Rock, 1973). Mentális forgatás és hajtogatás jellegű feladatokban (Shepard és Metzler, 1971; Shepard és Feng, 1972; Cooper és Shepard, 1973) az elforgatási szög növekedésével a végrehajtási idők lineáris változását tapasztalták, és erre a jelenséget a mentális forgatás ismérvének tekintik. A vizsgálatok olyan eredményeket is felszínre hoztak, miszerint a kép komplexitása hatással van a forgatási teljesítményre, az összetettség növekedése meghosszabbítja a válaszadást (Yuille és Steiger, 1982; Bethell-Fox és Shepard, 1988; Bruyer és Scailquin, 2000). A komplexitásnak akkor van jelentősége, ha az orientáció-függő elemek számát növeljük, hiszen az invariáns elemek számának növelése nem szabadna a forgatási időt meghosszabbítsa.

Just és Carpenter (1985) által javasolt modell szerint a mentális forgatás feladatok végrehajtásában a következő folyamatokat azonosíthatjuk: a *keresés* (azonos részletek felkutatása), a *transzformáció* (a kép elforgatása egy olyan tengely mentén, ami annak helyzetét összhangba hozza a célinger helyzetével), az *összehasonlítás* (a forgatás nyomán keletkező hasonlóság megállapítása) és a *megerősítés* (a forma, helyzet és irány illeszkedésének kifejezése). A folyamatok azonosítására és mérésére a szemfixációs tevékenység követése ad lehetőséget.

Az emberek azon képessége, hogy elforgatott tárgyakat képzeljenek el, döntően a tárgy implicit módon kiválasztott strukturális leírásától függ (Boden, 1988; Hinton, 1979). Hinton ezt gyakorlati úton is bebizonyította.

Wraga és mtsai (2005) azt találták, hogy a két referenciában zajló mentális forgatás művelet különböző kérgi területek aktivitásával jár együtt. A tárgyforgatás esetén a bal premotoros és primér motoros kérgi területek aktivitása jelentősebb (BA 6/4), míg az egocentrikus rotáció (azaz a személy azt képzei el, hogy maga mozog a tárgy körül) esetén a másodlagos motoros kéreg (BA 6) aktivitása volt jelentős. Mindkét forgatás esetén más kérgi régiók (pl. parietális területek) aktivációja is kimutatható volt. A két stratégia tehát két idegi mechanizmus működéséhez kötött, ezért a humán kognitív rendszerben többféle téri-transzformációs mechanizmust feltételezhetünk, melyek különböző a referenciakeretek változásainak és a feladat jellegének függvényében lépnek működésbe

2.3 A mentális rotáció szerepe és kialakulása

A mentális forgatás a kognitív képességek olyan összetevője, amely fontos szerepet játszik az élet számos területén, például a matematikában, az orvostudományban, az építészetben, a művészetben stb. Ezekon kívül az átlagember is sokat használja a mentális forgatást, például a tárgyak azonosításában vagy tájékozódásban (Karádi, 2004).

2.3.1. A mentális rotáció szerepe a tárgyfelismerésben

Tarr és Bulthoff (1995) elképzelésében a humán tárgyfelismerés alapvető folyamata nézőpont-függő mechanizmusokon alapul, főleg a többszörös nézőpont szerepe kiemelkedő, a mentális forgatás feladatokban oly gyakori normál-tükörkép megkülönböztetés pedig hangsúlyozottan nézőpont-függő mechanizmusokra épül (Takano, 1989). Ezzel szemben a Biederman (1987) GSD (geon structural description) elmélete szerint a felismerés alapjául a nézőpontfüggetlen geon struktúrák szolgálnak. A geonok (geometriai ikon) olyan egyszerű háromdimenziós formák, amelyek akármilyen nézetből megkülönböztethetőek, másrészt felismerhetőek akkor is ha hiányosak, gyakorlatilag a geon beazonosítása a tárgy felismerését jelenti.

Hayward és Williams (2000) azt tapasztalták, hogy a háromdimenziós ábrák mélységben történő 20°, 40° és 60°-os elforgatása nem minden esetben eredményezi a felismerési idő növekedését. A kísérleti személyek az egyik feladatban az elforgatott ábrák differenciálását a tárgy központi elemének színe és formája alapján tehették meg, másik esetben egy széli, nem központi részének színe és formája alapján, míg harmadik esetben csupán forma alapján. A szín tehát, mint a forgatásra érzéketlen vonás nézőponttól függetlennek tekinthető, míg a forma alakja a forgatás hatására változik, ez tehát nézőpontfüggő. Az utóbbi két esetben a forgatás valóban azt eredményezte, hogy a felismerési idő megnövekedett a forgatási szöggel arányosan, viszont a szín és forma, mint központi elem helyzetében nem ez történt, a felismerési idő lényegesen nem változott a szögnövekedéssel. Ez az eredmény megerősíti azt a hipotézist, miszerint a nézőpont effektus kontextus függvénye, vagyis előfordulhat, hogy egy nézőpont-független elem (jelen esetben a szín) is megkönnyítheti a hasonló tárgyak diszkriminációját.

2.3.2. A mentális rotáció kialakulása

A mentális forgatás kísérleti vizsgálata most már három és fél évtizedre tekint vissza, és egyre növekvő érdeklődés övezi ezt a jelenséget, ami az agyi képalkotó technikák és pszichofiziológiai eljárások fejlődésének köszönhető (Dósa, 2004). Piaget és Inhelder (1966-1971) úgy gondolták, hogy 7-8 éves kor körül a gyerekek képessé válnak mentális műveletek elvégzésére, azaz információkat logikai úton összekapcsoló, elválasztó és átalakító mentális „cselekvésekre”. E képesséjükre építenek, amikor a bélyegeiket aszerint rendezik, hogy milyen országból valók, és milyen értékeket képviselnek, vagy amikor egy dobozból bonyolult új játékot készítenek. Jobbak a világos (explicit) stratégiák kialakításában, mert végig tudják gondolni az esetleges viselkedésmódokat, és még a cselekvés előtt, gondolatban tudnak rajta változtatni (Cole és Cole, 2006). Bruner, Olver és Greenfield, (1966) szerzők szerint a kinetikus, transzformációs képzet 8-10 éves korra alakul ki, ekkorra a kísérleti személy már képes lesz megállapítani, hogy egy tárgy képe azonos-e az elforgatott tárgy képével, vagy egy elforgatott tükörképet lát. Ez a konkrét operacionális értelem időszaka.

Marmor (1975) volt az első, aki gyerekeknél vizsgálta a mentális forgatást. Az volt a célja, hogy megdöntse Piaget és Inhelder megállapítását, mely szerint a gyerekek nem képesek kinetikus képeket reprezentálni hét-nyolc éves korukig. Marmor kimutatta, hogy az 5 éves gyerekek is használnak mentális forgatást a két dimenziós ábrák megoldására, habár kétszer annyi időre volt szükségük a mentális forgatásnál, mint a 8 éveseknek. Más tanulmányok is igazolták ezeket az eredményeket és azt a következtetést vonták le, hogy a mentális forgatás képessége már 5 éves korban jelen van (Wiedenbauer és Jansen-Osmann, 2005).

A gyermekeknél talált egyes eredmények a felnőttekétől különböző, sajátos mentális eljárást, azaz nem holisztikus stratégiát valószínűsítenek, melyben csupán a kiugró komponensekre figyelnek (Rosser, 1994; Courbois, 2000). Piaget szerint a gyerekek azért gondolkodnak hibásan és zavarosan, mert még képtelenek valódi mentális műveleteket végezni. A kisgyermekkori kognitív fejlődést olyan folyamatként fogta fel, amelynek során fokozatosan eltűnnek a valódi műveleti gondolkodás útjában álló korlátok. Piaget azt feltételezte, hogy a kisgyermekkori gondolkodás fő sajátossága az „egyoldalúság”. Az óvodások nem képesek figyelmüket egyetlen kiugró szempontnál többre összpontosítani („centrálítani”), bármiről próbálnak is gondolkodni (Cole és Cole, 2006).

2.3.3. A mentális forgatás fejlődéslélektani megközelítése

A hatvanas évektől napjainkig végzett rengeteg kutatás ellenére, még mindig kérdés, hogy honnan származik a téri tudás. Egyre nagyobb teret hódít az az elképzelés, miszerint a téri-vizuális képesség a megismerő rendszer kiindulópontjául szolgálhatott, a teri információfeldolgozásra szolgáló agykérgi struktúrák korai evolúciós termékek, melyek szoros összefüggésben lehettek az elődök fizikai térhez kötött sikeres életmódjával.

A mentális képek kialakulásának folyamatában nem ragadható meg egyértelműen a hierarchikus rendszer felépítés, mint a fentebb bemutatott értelmi fejlődés esetében, így a képek szerkezeti felépítése sem könnyen hozzáférhető.

A téri-vizuális fejlődés magyarázata, az általános kognitív fejlődés magyarázatának mintájára, a három legerőteljesebb kognitív fejlődéseméleti megközelítésben különböző módon bontakozik ki. A Piaget fejlődésemélete alapján nyugvó konstruktivizmus szerint a kisgyermek téri-vizuális rendszere topografikus jellemzők köré szerveződik. A tér topográfiájának vizualizálási képessége a téri fejlődés mozgatórugója kisgyermekkorban. A megismerés elsődleges forrásai a vizuális, mozgásos és tapintási elemek térbeli és időbeli összefonódásából adódnak, az így létrejött egocentrikus észleleti terek nem rendelkeznek az euklidészi tér geometriai sajátosságaival, perspektívát és mértéket nem tartalmaznak. Ezt a teret olyan topologiai fogalmakkal lehet leírni, mint a közelség, elkülönültség, határolás, befoglalás, zártság és folyamatosság.

Később a projektív térben a gyermek képes felfogni az elkülönült tárgyak közötti összefüggéseket, de csak a 8-10 éves korú gyermek gondolkodik euklidészi térben is, megtanul absztrakt tárgyak segítségével megoldani téri-vizuális jellegű feladatokat, és pontosan használja a mérték fogalmat (Piaget és Inhelder, 1966/1971).

A nativista álláspont szerint a téri fejlődésben kontinuitás tapasztalható, a fejlődés építőkövei a modulárisan szerveződött tudásstruktúrák. A megfigyelhető változások a téri modul érésének a viselkedéses szinten történő leképeződései, a fejlődés okai az örökölt struktúrák finomodásával és augmentációjával, vagy a független modulok kapcsolatainak erősödésével magyarázhatóak. A harmadik nagy irányzat, az empiricizmus képviselői a fejlődést a kognitív kapacitás és képességek progresszív akkumulációjával magyarázzák, és kiemelten fontosnak tartják a környezeti inputot és a téri jellegű tapasztalatokat.

Kutatások bizonyítják, hogy az alacsonyabb szintű kognitív folyamatok születésünktől fogva operacionálisak, ezen elemi képességek kiterjesztése egyre bonyolultabb információegységek feldolgozását teszi lehetővé (Johnson, 2003).

2.3.4. Egyéni és nemek közötti különbségek

A mentális forgatás vizsgálatokor nem tekinthetünk el az egyéni és a nemek közötti különbségektől sem.

A gyakorlás szerepe, mint minden képesség esetében egyértelműen kimutatható, ennek egyik hétköznapi bizonyítékát Emmorey, Klima és Hickok (1998) írja le. Egy összehasonlító vizsgálatban azt találták, hogy az amerikai halláskárosultak jelnyelvet használó személyek mentális forgatási teljesítménye felülmúlta a normálisan halló, és a jelnyelvet nem használó társaikét. Ennek magyarázata abban rejlik, hogy a jelnyelv használói igen gyakoroltak a beszélő (pontosabban jelző) téri jelzéseinek kódolásában, ami azt feltételezi, hogy meg kell tanulniuk, hogy 180°-kal elfordítsák a jeleket a korrekt értelmezés érdekében.

Az egyéni különbségeken túlmutatóan azonban, a mentális forgatás egyike azon kognitív képességeknek, melyben a nemek közötti különbségek leginkább megragadhatóak. Elfogadott tény, hogy a férfiak általában jobban teljesítenek téri-vizuális jellegű feladatokban, mint a nők, különösképpen igaz ez a mentális forgatásban (Geary, Gilger és Elliott-Miller, 1991; Kállai, Kovács és Karádi, 2001; Siegel-Hinson és McKeever, 2002; Weiss és mtsai, 2003; Astur és mtsai, 2004).

Melancon (1994) szerint a férfiak nagyobb matematikai és tudományos érdeklődése mögött is a meghúzóó ok ezek jobb téri-vizuális képességeiben keresendő, ugyanakkor hangsúlyozza, hogy ezek a képességek fejleszthetőek, így a nemek közötti különbségek kiegyenlíthetőek.

A vizsgálatokban a 2D ábrák esetében a nők és férfiak között nem mutattak ki teljesítménybeli különbséget, azonban a 3D ábrák esetében a férfiak lényegesen jobban teljesítettek, kevesebbet hibáztak (Roberts és Bell, 2003; Rilea, Roskos, Ewoldsen és Boles 2004).

A téri képesség nem minden összetevője mentén mutathatóak ki a nemek közötti különbségek, általában a feladatok összetettségének manipulációja tesz lehetővé különbségtételt, tehát a rendelkezésre álló mérőeszközök funkcionalitása nagymértékben meghatározza, hogy fogunk vagy sem különbségeket találni.

Alington, Leaf és Monaghan (1992) a gyakorlási hatás mellett egy másik fontos aspektusra is felhívják a figyelmet, arra, hogy az eredeti háromdimenziós ábrák szegmenseinek árnyalt színezésével a nők és férfiak egyaránt jobban teljesítettek, mitöbb a különbségek is eltűntek. A redundáns színelem egy második információfeldolgozási csatorna használatát teszi lehetővé (a téri elrendezés mellett) és ez felgyorsítja a feladat végrehajtását. Érdeemes szem előtt tartani, hogy a valóságos világ több stratégiát kínál a benne mozgó embernek, mint a mesterséges kísérleti körülmények.

2.4 A mentális összekapcsolás és módosítás kialakulása

Piaget két klasszikus “centrálásos” példája óriási hatással volt a kisgyermekkorai fejlődést vizsgáló későbbi kutatásokra; mindkettő azt kívánta szemléltetni, hogyan korlátozza a gyermek gondolkodását, ha egy probléma esetén egyetlen szempontot vesz figyelembe, a többit nem (Piaget, Inhelder, 1966-1971).

Az első, talán a leghíresebb piaget-i példa a művelet előtti és konkrét műveleti gondolkodás különbségét mutatja. Ennek lényege az, hogy az iskolások már képesek mentálisan összekapcsolni és módosítani a tárgyakra vagy eseményekre vonatkozó információt. A gyerekeknek két egyforma poharat mutatnak, amelyekben ugyanannyi víz van. Ezután a szemük láttára az egyikből egy harmadikba öntik a vizet. Ez a pohár keskenyebb és magasabb a másik kettőnél, így a víz szintje magasabbra kerül. A 3 és a 4 évesek ezek után azt állítják, hogy az átöntés után az új pohárban valahogy megnőtt a víz mennyisége. (Cole és Cole, 2006).

Piaget úgy érvelt, hogy a gyerekek azért hibáznak, mert a problémának csak az egyik összetevőjére összpontosítanak – ebben az esetben csak a pohárban lévő víz magasságára. Képtelenek egyidejűleg figyelembe venni a pohár magasságát és szélességét (Piaget, Inhelder, 1966-1971). Ameddig a Piaget próbával mért eredmények szerint a gyermeknél nincs kialakulva a tömegmegmaradás képessége, addig a mentális összekapcsolás és módosítás is feltehetően hiányzik.

Amint képessé válnak mentális műveletek elvégzésére, határozottan tagadják, hogy a víz mennyisége megváltozna, feltehetően azért, mert képesek a probléma több szempontját figyelembe venni egyszerre. Ez a képesség teszi lehetővé, hogy fejben összevegyék a szélesség és a magasság változásának viszonylagos hatásait. A megfigyelt események fordítottját is végig

tudják gondolni, vagyis, hogy mi történne, ha a vizet visszaöntենék az eredeti pohárba (Cole és Cole, 2006).

A második klasszikus eset szintén azt mutatja, hogy a gyerekek nem képesek két szempont összehangolására. Amikor óvodásoknak egy kupac fából készült gyöngyöt mutatnak, amelyek többsége barna, a többi fehér és azt kérdezik tőlük, hogy melyikből van több, barna gyöngyből vagy gyöngyből, akkor azt válaszolják, hogy barnából.

Piaget szerint ezt a hibát azért követik el, mert egyszerre csak egy szinten tudnak osztályozni. Felfogják, hogy a gyöngyöknek két alosztályuk van (barna és fehér) és azt is megértik, hogy a gyöngyök egy közös osztályt alkotnak (fából készült gyöngyök), ezt a két szintet azonban nem képesek összevetni. Piaget elmélete szerint az iskolások az osztályozásnak mindkét szintjét képesek egyidejűleg figyelembe venni, ezért ők nem követnek el ilyen hibákat (Cole és Cole, 2006).

Marmor (1975) azonban kimutatta, hogy már az óvodás gyerekek is képesek lehetnek mentális összekapcsolásra és módosításra, ami azt mutatja, hogy nagyon eltérőek, különbözőek lehetnek az egyéni belüli különbségek. A neopiaget-iánusok fenntartják, hogy a tudás elsajátítása szakaszokban valósul meg, de úgy vélekednek, hogy egyéni különbségek vannak abban, hogy ki milyen gyorsan jut át egy szakaszon, a tudás különféle területein.

Platt és Cohen (1981) a Marmor-féle kísérletet gyakorlott és nem gyakorlott 5 és fél és 8 és fél éves gyermekekkel ismételték meg, a gyakorlás szerepét bizonyítandó. A feladatban használt inger egy mackó képe volt, egyik mancsán egy piros kesztyűt viselt, s az elforgatott ábra azonos vagy tükörkép jellegűt kellett megállapítaniuk a személyeknek. Eredményeik részben alátámasztják a Marmor által tett észrevételeket, azaz az 5 évesek is megtaníthatóak a kinetikus képzetek használatára, azonban gyakorlás nélküli helyzetben a lineáris eloszlást nem sikerült kimutatniuk, vagyis az 5 évesek spontán módon nem alkalmazták a mentális forgatás stratégiát.

Foulkes és mtsai (1989) 5, 6, 7, és 8 évesek forgatási és konzervációs teljesítménye közötti kapcsolatot ellenőrizte. A két kognitív művelet közötti kapcsolat a 6 és 7 éves csoportnál volt szembetűnő, ahol az alanyok mintegy fele bizonyult egyaránt jó forgatónak és konzerválónak. Az életkori határértékek felé közelítve viszont azt észlelték, hogy a 6 éveseknél vannak jó forgató, de gyenge konzerváló személyek, míg a 7 éveseknél jó konzervációs teljesítménnyel, de gyenge forgatással bíró alanyok.

2.5 A téri képességek neurológiai alapjai

A kisgyermekkor kezdetén az agy súlya a felnőtt agy súlyának körülbelül 50 százalékát teszi ki. Hatéves korra az agy végleges súlyának 90 százalékát éri el (Huttenlocher, 1994; Le Cours, 1982). Ez a növekedés legnagyobb részét a mielinizáció folyamatának köszönhető, amely felgyorsítja az idegi impulzusok átadását az agy különböző területein belül és azok között. A mielinizáció tempójával kapcsolatos bizonyítékokkal összhangban állnak azok a tanulmányok, amelyek az agyi elektromos aktivitás változását vizsgálták kisgyermekkorban, s kognitív feladatok végzése közben az agyhullámok frekvenciájának és méretének gyors növekedését mutatták ki (Fischer és Rose, 1996; Thatcher, 1997).

Az agy relatív éretlensége magyarázhatja a gyerekek korlátozott problémamegoldó, téri vizualizációs képességeit. Például a rövid távú munkaemlékezetet támogató hippokampusz alacsony szintű mielinizációja felelős lehet a kisgyerekek korlátozott emlékezeti kapacitásáért, s ezáltal azokért a nehézségekért, amelyek akkor jelentkeznek náluk, amikor egyszerre több dolgot kell a fejükben tartaniuk. Hasonlóképpen a frontális kéreg vagy e kérget más területekkel összekötő kapcsolatok éretlensége megmagyarázhatja, miért nem tudja a gyerek átvenni egy másik ember nézőpontját, vagy miért nem képes előrevetíteni egy cselekvés következményeinek sikertelenségét. Mivel ezeknek az általános biológiai korlátoknak eltérő pszichológiai következményeik vannak attól függően, hogy a feladat, amit a gyerek elé tárunk, milyen kognitív elvárásokat támaszt, ez a megközelítés is az időszakra jellemző fejlődési egyenetlenség megértésének egy lehetőségét jelenti.

A kognitív fejlődés egyenetlenségének újabb forrása az, hogy a mielinizáció és a dendritformálódás nem egyenletes mértékben zajlik az idegrendszerben. Amikor egy agyterület gyorsabb ütemben fejlődik a többinél, vagy amikor az idegpályák, amelyek bizonyos területeket összekötnek, „átesnek” egy hirtelen mielinizáción, azok a pszichológiai folyamatok, amelyekért ezek a területek felelősek, szintén gyors változásokon mennek keresztül. Magas szintű teljesítmény valószínűleg akkor jelenik meg, amikor az adott feladat egy magasán fejlett terület aktivitását igényli, s ennek megfelelően alacsony szintű teljesítményre akkor számíthatunk, ha a kívánt feladat egy még éretlen terület aktivitását veszi igénybe (Cole és Cole, 2006).

A jelenlegi megfigyelések szerint az agyféltekék inkább folyamatorientáltak, ami azt jelenti, hogy a jobb félteke a téri információk feldolgozására és elemzésére specializálódott, míg

a bal félteke a verbális adatok feldolgozására. Kutatások kimutatták, hogy a parietális lebenyek fontos szerepet játszanak a mentális forgatásban. Azok a személyek, akiknél a jobb poszteriori terület sérült több hibát követtek el a mentális forgatást igénylő feladatokban és több időre is volt szükségük, mint azok a személyek, akiknél az agy bal poszteriori része sérült. A mentális forgatás tehát nagy valószínűséggel a jobb agyfélteké aktivációjával társul (Roberts és Bell, 2003). Cohen és mtsai.(1991) kutatásukban funkcionális mágneses rezonancia módszerrel kimutatták, hogy háromdimenziós ábrák mentális forgatása során a felső parietális és a homloklebenyi szemmező területei voltak a legaktívabbak (Roberts és Bell, 2003).

Pozitronemissziós tomográf (PET) vizsgálatokban kimutatták, hogy vannak kisebb eltérések az agy legaktívabb területei között mentális rotációt igénylő feladatok végzése során férfiaknál és nőknél.

2.5.1. A legújabb műszerekkel végzett kutatások

A napjainkban végzett kutatások viselkedéses adatai megerősítik a korai eredményeket (Shepard és Metzler, 1971; Shepard és Feng, 1972; Cooper és Shepard, 1973a, 1973b), az utóbbi évtizedben a mentális forgatás kutatása igen nagy érdeklődésnek örvendett a pszichofiziológiai és agyi képalkotási eljárások lehetőségeinek tökéletesedésével. Ezek a technikák lehetővé teszik a mentális folyamat idegi korrelátumainak feltérképezését, a kérgi lokalizáció kérdésen túlmutatva a funkcionális összetettség elemzéséhez nyújtanak alapot, az egyéni és nemek közötti különbségek viselkedéses adatait kiegészítik a kérgi lateralizációra és a sajátos stratégiák nyomán megjelenő aktivációs mintázatokra vonatkozó adatokkal. A modern leképezési eljárások és a kérgi elektromos tevékenység regisztrálási lehetőségei egymást kiegészítve a mentális folyamat téri és idői jellemzőit pontosan leírják, így talán túlzás nélkül állíthatjuk, hogy ezek a kutatások „felfrissítették” és aktualizálták a mentális képzelet problémakörét.

Az fMRI vizsgálat (Wraga és mtsai, 2005) adatai szerint a tárgy mozgásának elképzelése és a saját test mozgásának elképzelése nyomán kialakuló aktivitásmintázatokban különbségek fedezhetőek fel, ami megerősíthet abban, hogy a különböző stratégiák különböző lokációjú idegi mechanizmusokat aktiválnak. Korábbi, képalkotási eljárással végzett kutatások ugyancsak arra utalnak, hogy a téri-transzformációs koordináták váltása nyomán az idegi tevékenységben is jelentős változások figyelhetőek meg.

Kosslyn és mtsai (2001) egyik kísérletükben kérgi aktivációt mértek, mialatt a vizsgálati személyek a Shepard és Metzler (1971) által használt háromdimenziós ábra forgatási feladatát hajtották végre. Előzőleg azonban a háromdimenziós forma fából készült modelljének mozgását kétféleképpen mutatták be a kísérleti személyeknek, egyesek saját kezükkel forgatták el a mozgatható modellt, míg mások azt látták, hogy a modellt egy elektromotor forgatja. Utána a személyeknek azt mondták, hogy a mentális forgatási feladatok során képzeljék el a rotációt, oly módon, ahogy azt a bemutatás során látták. Érdekes eredmény, hogy azoknál a személyeknél, akik a forgatást saját kezüleg végrehajtották (belső mozgatóerő) jelentős motoros kérgi aktivitást (M1) tapasztaltak, ellenben azoknál, akik az elektromotor általi forgatást látták (külső forgatóerő) ez az aktivitás hiányzott. Eszerint a primér motoros kortexen megfigyelhető aktivitás a belső mentális képzeleti stratégiához kötött, vagyis az elképzelt belső mozgatóerő is M1 aktivitást eredményez. A szerzők szerint ez nem azt jelenti, hogy a mentális forgatás helyszíne a motoros kortex, hanem inkább azt, hogy a folyamat komputációs fázisa egy más kérgi régióban zajlik (pl. hátsó parietális lebeny) a motoros kéreg viszont a végrehajtásért felel.

A mentális forgatásban külön kiemelendő a felső frontális sulcus (BA 6) és az intraparietális sulcus alsó részeinek jelentős aktivációja (BA 7). Ezeken a területeken szignifikánsan erősebb volt az aktiváció a mentális forgatás alatt, mint a másik feladatban. A frontális vizuális mezőben regisztrált különbségek valószínűleg a mentális forgatásban használt nagyobb számú szemmozgással magyarázhatóak (Carpenter és mtsai, 1999), a felső frontális sulcus a téri munkamemóriában tölt be szerepet. A mentális forgatás lateralizációjára nem találtak meggyőző bizonyítékokat.

2.6 A számítógépes játékok hatása a mentális forgatásra

A számítógépek bevezetése révén az osztályban bekövetkező változások nagyban függenek attól, hogy hány van belőlük, milyen hatékonyak, és hogyan használják őket. Egyes iskolákban a számítógépek teljesen megváltoztatták az oktatás szerveződését (Kafai és Reisnick, 1996; Littleton és Light, 1999).

Kutatások bizonyítják, hogy a férfiak több számítógépes tapasztalattal rendelkeznek, jobbak a számítógépes játékokban (Roberts és Bell, 2000). Több tanulmányban kimutatták a számítógépes tapasztalat hatását a téri képességekre és fejleszthetőségét. A geometriai

képességek fejlesztésével szintén kimutatható a téri tesztekben nyújtott jobb teljesítmény. Később ezeket a kutatásokat kiterjesztették a számítógépes vizsgálatokra, ezen belül is a számítógépes játékok hatására. A számítógép különböző alkalmazásai olyan téri képességeket feltételeznek, mint a téri vizualizáció vagy a mentális forgatás.

Az olyan számítógépes és videojátékok, mint a Blockout (3D), Tetris (2D), Tycoon (3D) geometria elemek forgatását és pontos elhelyezését feltételezi, ami javítja a téri teszteken elért eredményt. Néhány tanulmány rávilágított arra, hogy ezeken a teszteken szerzett előnyökre számítógépes játékok által lehet szert tenni, persze fontos megjegyezni, hogy nem minden számítógépes játék jelent konstruktív hatást a mentális képességekre. Quaiser-Pohl és mtsai.(2006) kutatásukban azt találták, hogy a fiúk több időt fordítanak számítógépes játékokra, mint a lányok. Az eltérő teljesítmény a téri feladatokban a számítógépes gyakorlás után függ azoknak a téri képességeknek a típusától, amelyek szükségesek és attól, hogy mennyire illenek össze a tesztelt képességek, és azok, amelyek a számítógépes játékokban szükségesek.

2.7 A mentális forgatás fejleszthetősége

A képesség fejleszthetősége és rotációs stratégia taníthatósága nem kérdéses. A mentális rotáció fejleszthetőségét gyerekek esetében kevesen vizsgálták. A mentális forgatás fejlesztése és fejleszthetősége esetében a hangsúlyt az egyéni fejlesztésre helyezték, mivel könnyebben kimutatható az egyéni belüli fejlődés és túl nagyok az egyéni különbségek. A mentális rotáció képessége nagyon különböző egy korosztályon belül, ezért a legcélszerűbb mindenkit saját képességéhez képest fejleszteni.

Az iskolai tantervben ugyan nem szerepelnek, de fontos szerepet játszanak bizonyos tantárgyakban, mint például a térmértanban és tudományos problémamegoldásban.

Azok a tanulók akik fejlesztették téri képességeiket, sokkal ügyesebbek az alternatív megoldási stratégiák megtalálásában, ezáltal fejleszve az általános matematikai problémamegoldó képességeiket (De Lisi és Wolford, 2002). Willis és Schaie (1988) kéz és konkrét tárgyak mentális forgatását alkalmazta az absztrakt figurák forgatása előtt, ezáltal jobb teljesítményt érve el (Lizarraqa és Ganuza, 2003).

De Lisi és Wolford (2002) egy számítógépes játék kapcsán számolnak be erős gyakorlási hatásról és stratégiatanulásról. A vizsgálatban a pretesztek alapján a kísérleti és kontrollcsoport

teljesítménye nem különbözött, azonban egy számítógépes rotációs feladat (Tetris) 30 perces gyakorlása már a poszttesztek különbségéhez vezetett. A mentális forgatás preteszt feladatban a fiúk jobban teljesítettek, mint a lányok. A preteszt és a Tetris játék eredményei között nem találtak összefüggést, ez arra enged következtetni, hogy különböző stratégiát alkalmaztak a két feladatban, a posztteszt és a Tetris eredmények azonban szignifikánsan együvváltoztak, azaz a számítógépes gyakorlás valószínűleg arra volt jó, hogy a játékban használt mentális forgatás stratégiát a posztteszt feladatban hasznosítsák.

2.8 A mentális forgatás és az intelligencia közötti összefüggés

A mentális forgatás és az intelligencia közötti összefüggésre különböző eredmények születtek. Waber, Carlson és Mann (1982) a mentális forgatás képességében bekövetkező serdülőkori változásokat tesztelték, a Cooper és Shepard (1973a) betűforgatási próbájának adaptált változatával. A kísérletben különböző életkorú (11 és 13 évesek) alsó és középosztálybeli gyermekeket hasonlítottak össze, egy mentális betűforgatás próbában, valamint intelligencia és téri képességeket mérő pszichometriai próbák mentén. A korcsoportok között mennyiségi különbségeket kevésbé, inkább minőségi eltéréseket tapasztaltak. A téri képességek pszichometriai eredményei alapján elmondható, hogy a tesztben eredményesebb gyermekek jobban teljesítenek a kronometrikus mentális forgatás próbában is. A teljesítményben nem találtak nembeli különbségeket, ez megerősíti azt a feltételezést (Kail, Pellegrino és Carter, 1980), hogy a nemek közötti különbségek nem gyermekkorban, hanem késő serdülőkortól jelentkeznek. Különbségeket tapasztaltak viszont a szocioökonómiai helyzet mentén, a kisebb korcsoportban az alsóosztályból származó gyermekek a sebesség és pontosság szerint is rosszabbul teljesítettek, mint a középosztálybeli társaik.

Az intelligencia szerepe nem egyértelmű a mentális forgatás feladatban, ilyen jellegű különbségek azonban voltak a szociális helyzet szempontú csoportosításban, a különbségek magyarázatára a szociális háttérből fakadó neuronális érési különbségek vagy az eltérő motivációs alapok hozhatóak fel.

Colom, Escorial és Rebollo (2004) viszont arról számol be, hogy egyetemistáknál nemi különbségeket találtak a Raven Progresszív Matrixok intelligenciatesztben, s ennek forrását a teszt téri vizuális jellegében vélik felfedezni. A Raven PM az egyik legközismertebb és

legmegbízhatóbb mérőeszköze az általános intelligenciának (g). A kísérleti személyek közül a férfiak átlagosan 4.3 IQ ponttal jobb eredményeket értek el, ugyanakkor a mentális forgatás feladatban is jobban teljesítettek, mint a nők.

Inagaki és mtsai.(2002) bebizonyították, hogy mint képességeink nagy része a téri képességek is hanyatlásnak indulnak a felnőttkor derekán, azonban ez a hanyatlás egyenletes és uniform.

A mentális forgatás stratégiája elsajátítható és fejleszhető (Waber, Carlson és Mann, 1982; De Lisi és Wolford, 2002), leginkább az intelligenciatesztek téri-vizuális komponensével (Colom, Escorial es Rebollo,2004) és a matematikai képességgel (Reuhkala, 2001) hozható összefüggésbe.

3. Kutatási rész

3.1 Célkitűzések

Azt szeretnénk kimutatni, hogy a mentális forgatás az első és második osztályos (7-9 éves) gyerekeknél mérhető és fejleszhető számítógépes játékokkal, és különböző fejlesztő programokkal. Szeretnénk választ kapni arra a kérdésünkre is, hogy azok a második osztályos gyerekek, akik eddig is játszottak számítógépes játékokat, jobban teljesítenek-e a mentális forgatás próbában.

Egy másik célkitűzésünk az, hogy megvizsgáljuk, hogy a számítógépes játékok vagy a Feuerstein által kialakított téri vizualizációt fejlesztő füzetek bizonyulnak hatásosabb fejlesztő eszköznek rövid távon a mentális forgatást igénylő próbákban.

Szeretnénk bebizonyítani, hogy a számítógépes játékoknak nem csak destruktív hatásuk lehet, ahogyan ezt a szülők általában gondolják, hanem csak meg kell válogatni, hogy mi az amit hagyunk, hogy játszanak a gyerekek és mi az, amit nem.

Célunk, hogy megvizsgáljuk, hogy azok a gyerekek, akik jobban teljesítenek a színes Raven teszten jobb eredményt érnek el a mentális forgatás próbában, gyengébben teljesítő társaikhoz képest, vagyis összefüggésben áll-e az intelligencia a mentális forgatással.

3.2 Hipotézisek

1. A téri-vizuális jellegű számítógépes játékokban gyakorlott gyerekek jobban teljesítenek a mentális rotáció próbában.
2. A nem verbális intelligencia és a mentális forgatás között pozitív összefüggést feltételezünk.
3. A téri-vizuális képesség papír-ceruza és számítógépes formában gyakorlása nem eredményez számottevő különbséget a fejlődésben.

3.3. Résztvevők

Kutatásunkban összesen 60 első és második osztályos tanuló vett részt, amelyből 40 tanuló step by step, míg 20 tanuló hagyományos oktatású osztályba jár. A kísérleti csoportba 40 tanuló került. Random módon kerültek a Feuerstein füzetekkel vagy a számítógépes játékkal fejlesztett csoportba. A nemek szerinti megosztás a kutatásban résztvett személyek között 28 lány és 32 fiú. Az átlagéletkor 7 év és 9 hónap. A legkisebb, kutatásban résztvett tanuló 6 éves és 11 hónapos, míg a legnagyobb 9 éves és 3 hónapos.

3.4. Kísérleti eszközök

3.4.1. Az intelligencia mérésére használt eszköz

Színes Raven- gyerekeknek szóló, nem verbális, kultúrafüggetlen, született intelligenciát mérő teszt.

3.4.2. Ábraillesztés próba- A 2D ábrák kirakásának vizsgálatára használt eszközök

Második lépésben az általunk készített, 2D ábrákat illesztették össze. Kiraktak 5 ábrát (pl. téglalapot, négyzetet, kört) kisebb összeillő darabokból, amelyek fokozatos nehézségűek voltak és közben időt mértünk (a különböző ábrák különböző színűek).

3.4.3. A mentális rotáció mérésére használt eszközök

Alkalmaztuk az általunk kialakított mentális rotációt mérő próbalapokat (lásd a mellékletben), amelyeken 10 feladat szerepelt és néhány alapvető kérdés a számítógépezéses szokásokat illetően.

3.4.4. A fejlesztés során alkalmazott eszközök

A fejlesztés során alkalmaztunk 2D számítógépes játékot (*Tetris*), valamint *Feuerstein Fejlesztő Füzetei (FIE BASIC)* közül a kisgyermeknél is alkalmazható téri képességeket fejlesztő füzetet *Pontok Szerveződése* címmel (*Organization of Dots*).

3.4.5. Az utóméréshez használt eszközök

Használtuk az első felmérésnél alkalmazott ábrák analóg formáit, valamint egy hasonló nehézségű, általunk kialakított próbalapot (lásd a mellékletben).

3.5. *A kutatás menete*

Kutatásunkban összesen 60 tanuló vett részt, amelyből 20 hagyományos oktatású és 40 step by step osztályba járt, továbbá 19 tanuló első, valamint 41 tanuló második osztályba. Kutatásunk öt hétig tartott. Először minden tanulóval felvettük a Színes Raven tesztet, meghatározván a intelligenciaszintjüket. A 60 vizsgálati személyből a teszt alapján 3 értelmi fogyatékosnak bizonyult, azonban kiemelkedően magas intelligenciányadossal rendelkező résztvevőket is találtunk (128-as IQ), ezért nem hagytuk ki a kutatásból az értelmi fogyatékos tanulókat sem. Random módon kiválasztottuk a kísérleti és a kontroll csoportba tartozó tanulókat. A kísérleti csoportba 40, míg a kontroll csoportba 20 kisiskolás került.

Mindkét csoport megoldotta az ábraillesztési, valamint az általunk kidolgozott mentális forgatás próbalapot, ami alatt mértük a megoldáshoz szükséges időt. A kísérleti csoport 4 hetes fejlesztésben vett részt. A kísérleti csoport egyik fele a Feuerstein fejlesztő füzetekből a *Pontok Szervezése* című füzetekkel, míg a kísérleti csoport másik része a *Tetris* nevű 2D számítógépes játékon gyakorolt. A fejlesztés négy héten keresztül folytatódott, minden hétköznap 2-2,5 óra gyakorlással.

Ezek után a poszteszt következett, amely a kísérleti és a kontroll csoportban is egyformán valósult meg. Megoldották az ábraillesztési feladatokat és a mentális forgatás próbalap egy általunk kidolgozott analóg változatát, ami alatt ezúttal is mértük a megoldások helyességét valamint a megoldáshoz szükséges időt.

Az nyersadatokat statisztikai módszerekkel dolgoztuk fel adatokká.

3.6. *Eredmények és azok értelmezései*

A nemek szerinti megosztás a kutatásban részt vett személyek között 28 lány és 32 fiú. A színes Raven intelligenciatesztben elért legalacsonyabb pontszám 12 pont, amely 69-es IQ-nak felel meg az ő életkorában (értelmi fogyatékos), míg a legmagasabb pontszám a 30,

azonban a legmagasabb IQ érték 128, aki 29 pontot gyűjtött a teszt során. A kutatásban résztvevő személyek átlagpontszáma 22,84, míg az átlagintelligencia 104.

A megkérdezett első és második osztályos tanulók közül 37 szokott rendszeresen számítógépes játékokon játszani (kb. 3-4 óra egy héten), míg 23 nem. Azok a tanulók, akik szoktak számítógépen játszani jobban teljesítettek a mentális rotációt vizsgáló feladatlapban, átlagpontszámuk 9,30 volt a pretesztben, míg a nem számítógépező résztvevők 7,91 átlagpontszámot értek el, valamint eredményünk szignifikáns különbséget mutatott ($p < 0,05$). A második tesztben, az ábraillesztésben, szintén szignifikánsan jobb eredményt értek el a számítógépező tanulók (számítógépezők: 3,18, nem számítógépezők 2,30 átlagpontszám). A többi eredményhez hasonlóan a számítógépező gyerekek hamarabb oldották meg a feladatokat, átlagosan 1 perccel, ahol szintén szignifikáns különbséget találtunk ($p < 0,05$).

A fejlesztés utáni eredmények szerint a két kísérleti csoport között nem találtunk számottevő különbséget, egyiket sem nevezhetjük hatékonyabbnak, ugyanis nem találtunk szignifikáns különbséget a két csoport fejlődése között. A Feuerstein füzetekkel fejlesztett csoport az utómérésben szignifikáns különbséget mutat ($p < 0,05$), míg az átlagpontszám 8,90-ről 9,55-re javult. A számítógépes játékkal fejlesztett csoport hasonló javulást mutat, 8,75-ös átlagpontszámról a feladatlapban a posztesztben 9,40-es átlagpontszámot értek el, valamint ebben az esetben is szignifikáns különbséget találtunk. A kontroll csoport esetében a javulás nem számottevő (8,65-ről 8,80-ra nőtt), azonban ebben az esetben nem találtunk szignifikáns különbséget. Az ábraillesztés esetében is szignifikáns változást találtunk mindkét kísérleti csoport esetében, azonban a kontroll csoport esetében a javulás minimális és nincs szignifikáns összefüggés.

Korrelációt vizsgálva az IQ és a próbákon elért eredmények között szignifikáns összefüggést mutattunk ki az IQ és a próbákon elért eredmények között is, vagyis a két változó korelál. A két oktatási módszert vizsgálva nem találtunk különbséget a pretesztben a step by step és a hagyományos oktatású osztályok között. Az intelligenciahányados és az életkor között szintén nem találtunk összefüggést, azonban azok a tanulók esetében, akik szoktak számítógépen játszani szignifikánsan nagyobb intelligenciahányadost mértek.

Eszköz	Számítógépezés	Átlag	Szórás	t-érték	P
Előmérés feladatlap	igen	9,30	0,812	4,292	<0,001
	nem	7,91	1,676		
Előmérés ábraillesztés	igen	3,78	1,250	4,445	<0,001
	nem	2,30	1,259		
Előmérés idő	igen	3,145	0,878	-3,341	<0,01
	nem	3,943	0,931		

1.táblázat A számítógépes játékokban gyakorlott és nem jártas résztvevők eredményei az előmérésben

Eszköz	Átlag	Szórás	t-érték	p
Előmérés feladatlap	8,90	1,373	-3,577	<0,001
Utómérés feladatlap	9,55	0,826		
Előmérés ábraillesztés	3,45	1,538	-4,682	<0,001
Utómérés ábraillesztés	4,20	1,152		
Előmérés idő	3,490	1,216	4,235	<0,001
Utómérés idő	2,955	0,838		

2.táblázat A Feuerstein füzetekkel fejlesztett csoport elő- és utómérés közötti különbségei

Eszköz	Átlag	Szórás	t-érték	p
Előmérés feladatlap	8,75	1,118	-3,322	<0,01
Utómérés feladatlap	9,40	0,598		
Előmérés ábraillesztés	2,95	1,468	-3,943	<0,001
Utómérés ábraillesztés	3,55	1,317		
Előmérés idő	3,66	0,689	4,531	<0,001
Utómérés idő	3,23	0,716		

3. táblázat A számítógépes játékkal fejlesztett csoport elő- és utómérés közötti különbségei

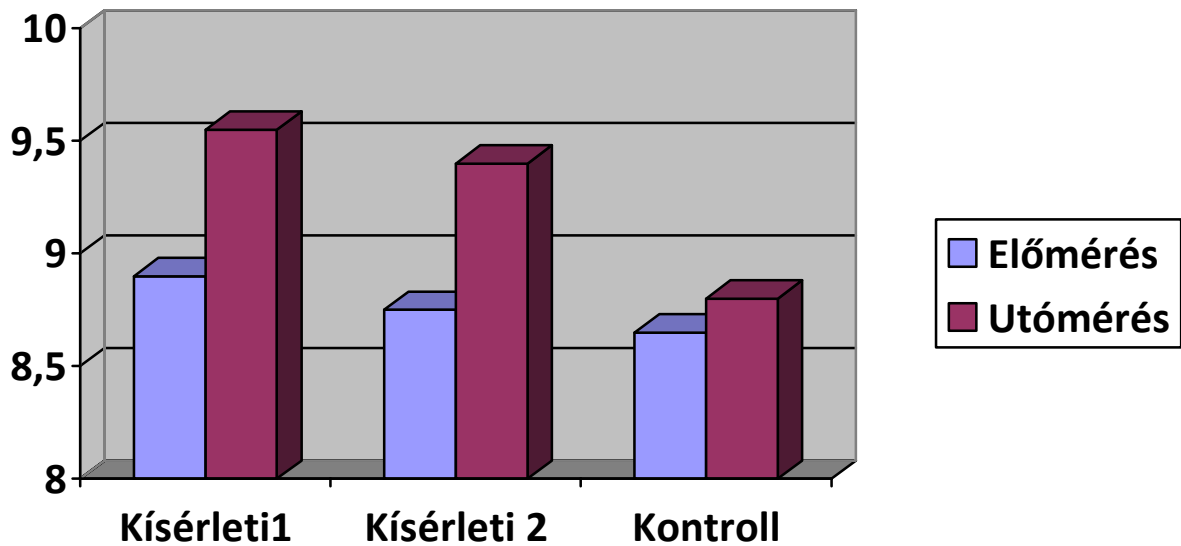
Eszköz	Átlag	Szórás	t-érték	p
Előmérés feladatlap	8,65	1,663	-1,143	0,267
Utómérés feladatlap	8,80	1,436		
Előmérés ábraillesztés	3,25	1,333	0,000	1,000
Utómérés ábraillesztés	3,25	1,118		
Előmérés idő	3,205	0,936	-1,219	0,238
Utómérés idő	3,280	0,925		

5. táblázat A kontroll csoport eredményei elő és utóméréskor

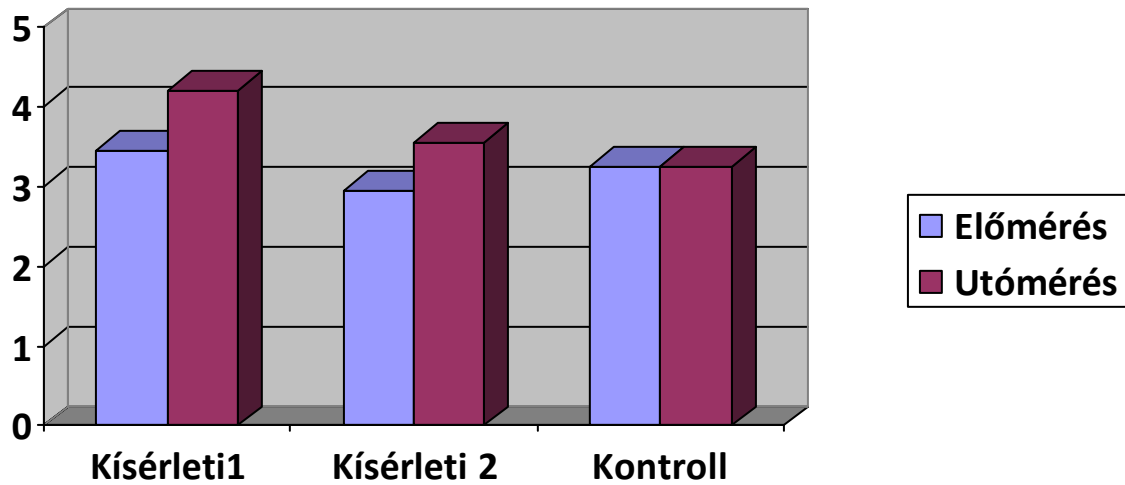
Eszköz	Fejlesztés	Átlag	Szórás	t-érték	p
Utómérés feladatlap	fejlesztő füzet	9,55	0,826	0,658	0,150
	számítógépes j.	9,40	0,598		
Utómérés ábraillesztés	fejlesztő füzet	4,20	1,152	1,662	0,650
	számítógépes j.	3,55	1,317		
Utómérés idő	fejlesztő füzet	2,955	0,838	-1,113	-0,274
	számítógépes j.	3,230	0,716		

2. táblázat A két típusú fejlesztés hatásainak összehasonlítása

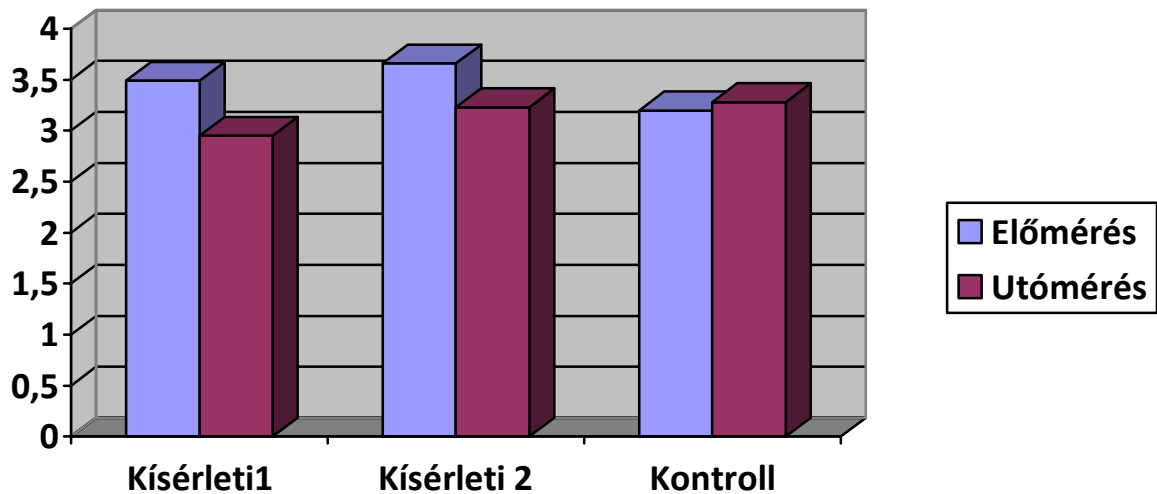
1.ábra A feladtalapban mutatott különbségek a csoportok között az elő és utómérésben



2.ábra Az ábraillesztés próbában mutatott különbségek a csoportok között az elő-és utómérésben



3.ábra A feladatok megoldásához szükséges idő a csoportok között az elő és utómérésben



3.7. Következtetések

Kutatásunkban a mentális rotációt vizsgáltuk első és második osztályos tanulónál. Beavatkozás előtti első hipotézisünk, mely szerint azok a gyerekek, akik eddig is játszottak számítógépes játékokat jobban fognak teljesíteni a mentális rotáció próbákban beigazolódott, mivel az összes feladatban szignifikánsan jobb volt, valamint szignifikánsan gyorsabban is dolgoztak. Mindezek alapján arra következtethetünk, hogy a számítógép használata lehet konstruktív hatással is a gyermek teljesítményére, csak a játékot kell megválogatnunk, és nem a gyermeket eltiltani a számítógéptől. Ezt a pozitív teljesítményt azonban nem írhatjuk egyértelműen a számítógép használatának a javára, mivel valószínűleg a szociális helyzet is közrejátszik ebben a pozitívabb teljesítményben, ugyanis akinek van otthon számítógépe, annak a szociális háttére is feltehetően jobb.

Második hipotézisünk, mely szerint a nem verbális intelligencia és a mentális forgatásban való teljesítmény között pozitív összefüggés van, beigazolódott, ugyanis szignifikánsan jobban teljesítettek a próbákban a magasabb intelligenciahányadossal rendelkező résztvevők, valamint gyorsabban is oldották meg a feladatokat.

A beavatkozás utánra vonatkozó hipotézisünk, mely szerint azok a résztvevők között, akik a papír-ceruza feladatokkal gyakoroltak és akik a számítógépes játékon nem lesz számottevő különbség a fejlődésben szintén beigazolódott, ugyanis a különbségek a két fejlődési eredmény között nem számottevőek, valamint nem szignifikánsak, a fejlesztés hatása azonban mindkét esetben szignifikáns javulást mutat, a fejlődés pozitív volt. A kontroll csoportnál a poszttesztben a pretszthez közel álló értékeket értek el és nem szignifikáns a fejlődés. Mivel a feladatlapon és a számítógép használata egyaránt eredményesnek bizonyult a mentális forgatás fejlesztése terén, ezért az oktatásban is sikeresen lehetne alkalmazni bármelyiket.

3.8. A kutatás gyakorlati haszna

Az, hogy miként reprezentáljuk a világot a „fejünkben”, évszázadokon keresztül a legnagyobb kérdés volt a filozófiában, a pszichológiában és a nyelvészetben. Paivio (1986) felvetette, hogy talán ez a legnehezebb probléma, melyet a tudománynak meg kell oldania (Eysenck és Keane, 2003). Kutatásunkkal szerettünk volna alátámasztani néhány előző kutatás

eredményeit, valamint az összefüggéseket megvizsgálni. Mivel a mindennapi életben fontos szerepet játszik a munkamemória, a kognitív térképek, valamint többek között a tárgyak fejben való elforgatása fontos, hogy minél többet megtudjunk ezekről, valamint működésükről.

Szeretnénk felhívni a figyelmet arra, hogy mivel a mentális rotáció eredményeink szerint sikeresen fejleszthető, így a tájékozódás képességét is javíthatjuk valamint a mértani, matematikai képességeket, amivel javíthatjuk az iskolai teljesítményt.

Mivel a fejlesztő füzetes és a számítógépes fejlesztés egyaránt hatásosnak bizonyult, így az iskolai tevékenységekbe mindkettőt vegyesen és/vagy felváltva be lehetne illeszteni a jobb iskolai teljesítmény, valamint az életben való boldogulás könnyebb elérése érdekében.

Továbbá szeretnénk rávilágítani, hogy a számítógépes játékok fejleszthetik a gyerekek bizonyos képességeit, így nem a számítógéptől kell őket eltántorítani, hanem a játékokat kell megválogatni. A rendszeresen (heti több alkalommal) számítógépező gyerekek pozitívabb eredményt értek el mind az intelligenciatesztben, mind a mentális rotációt mérő próbákban, valamint a reakcióidejük is szignifikánsan gyorsabb volt, ezért a számítógép akár az intelligenciára közvetlenül is pozitív hatással lehet.

3.9. Hibaforrási lehetőségek

Hibaforrási lehetőséget jelenthet az, hogy csak azt tartottuk szem előtt, hogy az összes résztvevő I vagy II.osztályos legyen, azonban ez akár 3 év különbséget is jelenthet a tanulók között, ugyanis 6 év 10 hónaptól 9 év 1 hónapig változó életkorú gyerekekkel dolgoztunk, ami viszont a kisgyerekeknél nagyon nagy értelmi különbségeket jelenthet. Az átlagtól jóval alacsonyabb vagy jóval nagyobb életkorú gyerekeket azonban nem állt módunkban kihagyni a kevés mintaszám miatt. Ezt a különbséget minimalizálva a résztvevők random módon kerültek a csoportokba, így a csoport átlagéletkora nagyon hasonló volt, és mivel csoportokat hasonlítottunk össze, így a hibaforrási lehetőséget is minimalizáltuk.

Továbbá hibaforrási lehetőséget jelenthet az is, hogy a kutatásban résztvevett kontroll csoport hagyományos oktatásban részesül, valamint két osztály step by step oktatású, akik a kísérleti csoportba kerültek. A step by step osztályokban jóval többet játszanak és külön tevékenység van építészet megnevezéssel, ami előnyt jelenthetett számukra a 2D ábrák összeillesztésében a hagyományos oktatásban részesülő társaikkal szemben, ahol jóval kisebb

hangsúlyt fektetnek ilyen jellegű foglalkozásokra. A hagyományos osztályba járó tanulókat nem állt módunkban a kísérleti csoportba sorolni a zsúfolt, frontális oktatású tanítás miatt nem tudták vállalni a négy hetes fejlesztést. Az eredmények azonban azt mutatták, hogy a pretesztben a két típusú osztály eredményeit összehasonlítva a pontszámbeli különbség nem volt számottevő, így a hibalehetőség is minimális.

3.10. Továbbfejlesztési lehetőségek

Érdekes lenne megfigyelni, hogy hogyan alakulna a teljesítmény 3D-ös ábrák esetében, hogy milyen összefüggés van a 2D és 3D ábrák forgatása között és a 3D számítógépes játékokkal való fejlesztést.

Hasznos lenne vizsgálni és fejleszteni olyan gyerekeket is, akiknek téri orientációs nehézségeik vannak. Érdekes lenne kutatni, hogy milyen mértékű összefüggés van a téri képességek és a tájékozódás vagy a matematikai osztályzatok között. Ezt azonban főként V-VIII osztályos tanulóknál lehetne vizsgálni, ahol mértant is tanulnak. Esetleg, hogy a kitűnő vagy elégtelen mértan osztályzatok prediktívek-e a mentális forgatás képességére való tekintettel.

Vizsgálni lehetne továbbá a mentális rotáció és a térképkészítési képességek összefüggését, valamint, hogy például a számítógépes stratégiajátékok hogyan befolyásolják a mentális forgatás képességét. További érdekes eredményeket lehetne kapni, ha vizsgálnánk milyen összefüggés van a mentális rotáció és a többi téri képesség között, valamint például a jó mentális forgatás képessége mennyire prediktív a többi téri képességre vagy az intelligenciára.

Egy longitudinális kutatás kimutathatná, hogy a mentális forgatás képességének megjelenésétől mennyit fejlődik körülbelül 12 éves korig, míg ez a képesség állandósul, valamint ez a fejlődés mennyire egyenletes, esetleg a különböző oktatási típusok mennyire fejlesztik ezt a képességet.

4. Könyvészet

1. Alington, D.E., Leaf, R.C., Monaghan, J.R. (1992): Effects of stimulus color, pattern, and practice on sex differences in mental rotation task performance. *The Journal of Psychology*, 126(5), 539-553
2. Astur, R.S., Tropp, J., Sava, S., Constable, R.T., Markus, E.J. (2004): Sex differences and correlations in a virtual Morris water task, a virtual radial arm maze, and mental rotation. *Behavioural Brain Research*, 151, 103-115
3. Bethel-Fox, C. E., Shepard, R. N. (1988): Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 12-23
4. Biederman, I. (1987): Recognition by components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115-147.
5. Boden, M. (1988): *Computer models of mind*. Cambridge University Press, Cambridge
6. Bruyer, R., Scailquin, J. (2000) Effects of aging in the generation of mental images. *Experimental Aging Research*, 26, 337-351.
7. Bruner, J.S., Olver, R.O., Greenfield, P.M. (1966): *Studies in cognitive growth*. Wiley Press
8. Carpenter, P.A., Just, M.A.; Keller, T.A.; Eddy, W., Thulborn, K. (1999): Graded functional activation in the visuospatial system with the amount of test demand. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 9-24
9. Cole. M., S. L. Cole (2003): *Fejlődéslélektan*. Osiris kiadó, Budapest
10. Colom, R., Escorial, S., Rebollo, I. (2004): Sex differences on the Progressive Matrices are influenced by sex differences on spatial ability. *Personality and Individual Differences*, 37(6), 1289-1293

11. Cooper, L.A., Shepard, R.N. (1973): Chronometric studies of the rotation of mental images. In Chase, W.G. (Ed.) *Visual Information Processing*. Academic Press, New York
12. Cooper, L.A., Podgorny, P. (1976): Mental transformation and visual comparison processes: Effects of complexity and similarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 503-514.
13. De Lisi, R. Wolford, J. L. (2002): Improvin children's mental rotation abillity accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology*, 163 (3), 272-282
14. Dósa Z. (2004): A vizuális és motoros forgatás kérgi folyamatai és lokalizációja: az elektrofiziológiai és képalkotási eljárások eredményei. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, 5, 125-138
15. Dósa Z. (2004): Az agykérgi lateralizáció különbségei a mentális forgatás nemek közötti összehasonlításában. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, 5, 259-265
16. Dósa Z. (2005): A gyermekkori mentális képi műveletek és a konzerváció összefüggéseinek vizsgálata kombinációs feladatokban. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 60(3)
17. Dósa Z. (2006): *A mentális kép és a forgatás pszichológiája*. S.C. F&F International SRL.
18. Emmorey, K., Klima, E., Hickok, G. (1998): Mental rotation within linguistic and non-linguistic domains in users of American sign language. *Cognition*, 68, 221-246
19. Eysenck, M. W., Keane, M. T. (2003): *Kognitív Pszichológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 230-231
20. Fisher, K. W., Rose, S. P. (1996): Dynamic growth cycles of brain and development. In R. Thatcher, G. R. Lyon, J. Rumsey, N. Krasnegor (Eds.), *Developmental neuroimaging: Mapping the development of brain and behavior*. New York: Academic Press.
21. Foulkes, D., Sullivan, B., Hollifield, M., Bradley, L. (1989): Mental rotation, age, and conservation. *Journal of Genetic Psychology*, 150(4), 449-451.

22. Geary, D.C., Gilger, J.W., Elliott-Miller, B. (1991): Gender differences in threedimensional mental rotation: a replication. *Journal of Genetic Psychology*, 153(1), 115-117
23. Hayward, W.G., Williams, P. (2000): Viewpoint dependence and object discriminability. *Psychological Science*, 11(1), 7-12.
24. Hegarty. M., Waller, D. (2004): A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32, 175-191.
25. Hinton, G. (1979): Some demonstrations of the effects of structural descriptions in mental imagery. *Cognitive Science*, 3, 231-250.
26. Huitt, W., Hummel, J. (2003): Piaget's theory of cognitive development. *Educational Psychology Interactive*.

<http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/cogsys/piaget.html>
27. Huttenlocher, P.R. (1994): Synaptogenesis in human cerebral cortex. In G. Dawson, K. W. Fisher (Eds.), *Human behavior and the developing brain*. New York, Guilford Press.
28. Inagaki, H., Meguro, K., Shimada, M., Ishizaki, J., Okuzumi, H. and Yamadori, A. (2002): Discrepancy between mental rotation and perspective-taking abilities in normal aging assessed by Piaget's three-mountain task, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(1), 18-55.
29. Just, M.A., Carpenter, P.A. (1985): Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability, *Psychological Review*, 92, 137-172.
30. Johnson, S.P. (2003): The nature of cognitive development. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 102-104.
31. Kail, R., Pellegrino, J., Carter, P. (1980): Developmental changes in mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 102-116
32. Kafai, Y., Resnick, M. (1996): *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

33. Kanbe, F. (2001): Mental rotation of random lined figures, *Japanese Psychological Research*, 43(3), 141-147.
34. Karádi K., Kállai J., Lábadi B. (2001): *Ablak a mentális rotációra: A mentális forgatás pszichológiája*. *Pszichológia* 3, 293-305
35. Kosslyn, S.M. (1994): *Image and brain*. Cambridge, MA, MIT Press.
36. Kosslyn, S.M., Ganis, G., Thompson, W.L. (2001a): Neural foundations of imagery. *Nature Reviews / Neuroscience*, 2, 635-642.
37. Kosslyn, S.M., Thompson, W.L., Wraga, M., Alpert, N.A. (2001b): Imagining rotation by endogenous versus exogenous forces. Distinct neural mechanisms. *NeuroReport*, 12, 2519-2525.
38. Lawton, C. A., Hatcher, D., & Blair, B. J. (2005): *Gender differences in visual memory and spatial manipulation*. American Psychological Society, Chicago, IL.
39. Littleton, K., Light, P. (1999): *Learning with computers: Analyzing productive interaction*. New York: Routledge.
40. Lizarraqa, M. L. S., Ganuza, J. M. (2003): Improvement of mental rotacion ability in girls and boys, *Sex Roles: A Journal of Research*.
41. Marmor, G.S. (1975): Development of kinetic images: When does the child first represent movement in mental images? *Cognitive Psychology*, 7, 548-559
42. Marmor, G.S. (1977): Mental rotation and number conservation: Are they related? *Developmental Psychology*, 13, 320-325
43. McGee, M.G. (1978a): Effect of two problem solving strategies on mental rotation test scores. *The Journal of Psychology*, 100, 83-85
44. Quaiser-Pohl, C. Geiser, C. és Lehmann, W. (2005): The relationship between computer-game preference, gender, and mental rotation ability. *Personality and Individual Differences* 40, 609-619

45. Paivio, A. (1986): *Mental Representations: A dual coding approach*. Oxford University Press, Oxford
46. Piaget, J., Inhelder, B. (1966/1971): *Mental Imagery in the Child*. Routledge & Kegan Paul, London
47. Piaget, J., Inhelder, B. (1966/1999): *Gyermeklélektan*. Osiris, Budapest
48. Piaget, J. (1963/1970): Az értelmi műveletek és fejlődésük. In Piaget, J. *Válogatott tanulmányok*. Gondolat, Budapest
49. Platt, J.E., Cohen, S. (1981): Mental rotation task performance as a function of age and training. *The Journal of Psychology*, 108, 173-178.
50. Rilea, S.L., Roskos-Ewoldsen, B., Boles, D. (2004): Sex differences in spatial ability: A lateralization of function approach. *Brain and Cognition*, 56, 332-343
51. Rescher, B., Rappelsberger, P. (1999): Gender dependent EEG-changes during a mental rotation task. *International Journal of Psychophysiology*, 33, 209-222
52. Reuhkala, M. (2001): Mathematical skills in ninth-graders: relationship with visuo-spatial abilities and working memory. *Educational Psychology*, 21(4), 387-399
53. Roberts, J.E., Bell, M. A. (2000): Sex differences on a computerised mental rotation task disappear with computer familiarization. *Perceptual and Motor Skills* 91, 1027-1034
54. Rock, I. (1973): *Oriental and form*. New York: Academic Press
55. Rosser, R.A. (1994): Children's solution strategies and mental rotation problems: the differential salience of stimulus components, *Child Study Journal*, 24(2), 153-169.
56. Salat A. E., Séra L. (2002): A téri vizualizáció fejlesztése transzformációs geometriai feladatokkal. *Magyar Pedagógia* 102(4), 459-473
57. Séra L., Kárpáti A., Gulyás J. (2002): *A térszemlélet*. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése. Comenius Bt., Pécs

58. Shepard, R.N., Metzler, J. (1971): Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703
59. Shepard, R.N., Feng, C. (1972): A chronometric study of mental paper folding. *Cognitive Psychology*, 3, 228-243
60. Siegel-Hinson, R.I., McKeever, W.F. (2002): Hemispheric specialization, spatial activity experience, and sex differences on tests of mental rotation ability. *Laterality*, 7(1), 59-74
61. Takano, Y. (1989): Perception of rotated forms: A theory of information types. *Cognitive Psychology*, 21, 1-59
62. Tarr, M.J., Bülhoff, H.H. (1995): Is human object recognition better described by geon-structural-description or by multiple-views? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 1494-1505
63. Waber, D.P., Carlson, D., Mann, M (1982): Developmental and differential aspects of mental rotation in early adolescence. *Child Development*, 53, 1614-1621
64. Wiedenbauer G., Jansen-Osmann P. (2005): Manual training of mental rotation in children. *Learning and Instruction*
65. Weiss, E., Siedentopf, C.M., Hofer, A., Deisenhammer, E.A., Hoptman, M.J., Kremser, C., Golaszewski, S., Felber, S, Fleischhacker, W.W. & Delazer, M. (2003): Sex differences in brain activation pattern during a visuospatial cognitive task: a functional magnetic resonance imaging study in healthy volunteers. *Neuroscience Letters*, 344, 169-172
66. Wraga, M., Shepard, J.M., Church, J., Inati, S., Kosslyn, S.M. (2005): Imagined rotations of self versus objects: an fMRI study. *Neuropsychologia*, in press
67. Yuille, J.C., Steiger, J.H. (1982): Nonholistic processing in mental rotation: Some suggestive evidence. *Perception and Psychophysics*, 31, 201-209.

5. Mellékletek

NÉV: _____ ÉLETKOR: _____ NEM: _____

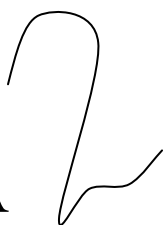
OSZTÁLY: _____ JÓ VÁLASZOK SZÁMA: _____ MEGOLDÁSI IDŐ: _____

1. Szoktál számítógépen játszani? _____
2. Milyen játékokat játszasz? _____

1



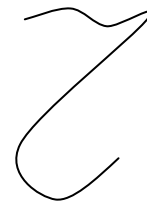
A



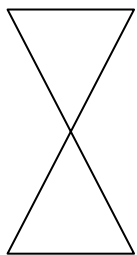
B



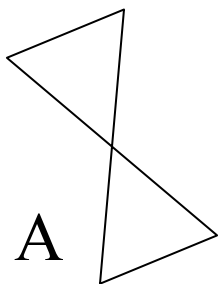
C



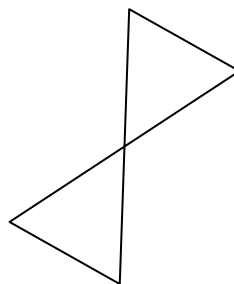
2



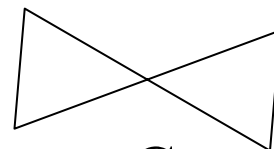
A



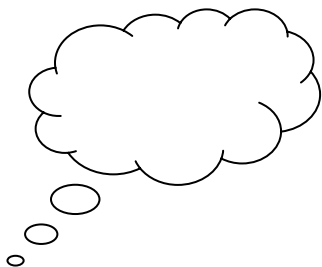
B



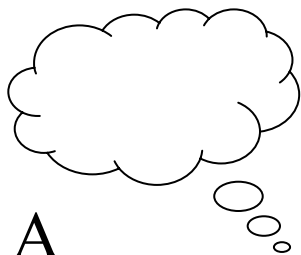
C



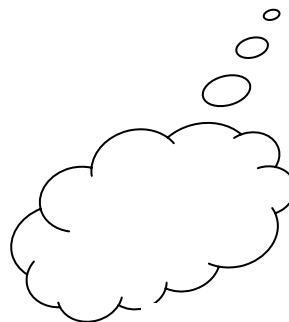
3



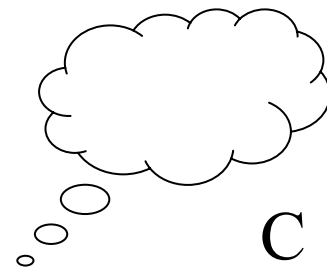
A



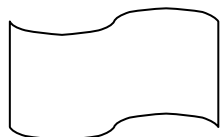
B



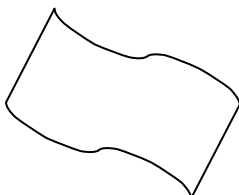
C



4



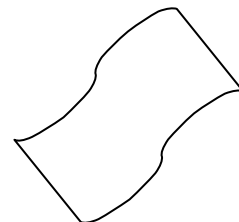
A



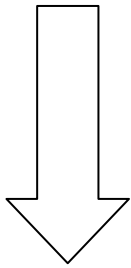
B



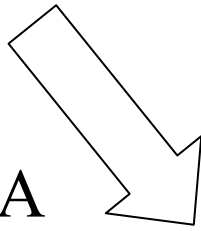
C



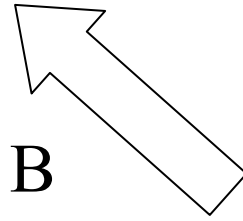
5



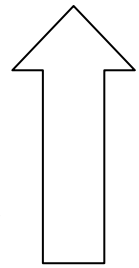
A



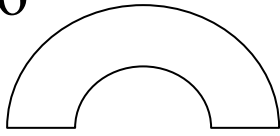
B



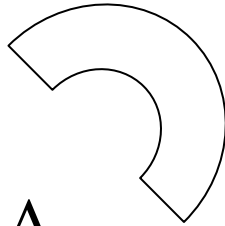
C



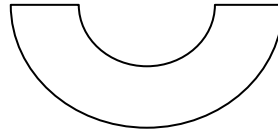
6



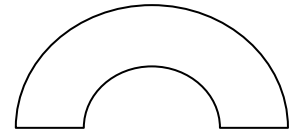
A



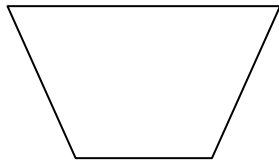
B



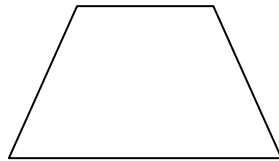
C



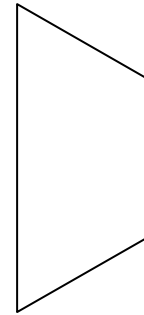
7



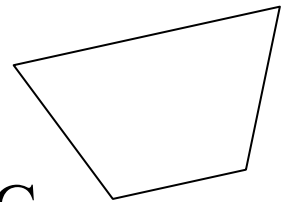
A



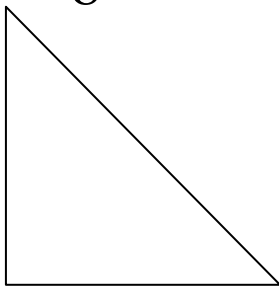
B



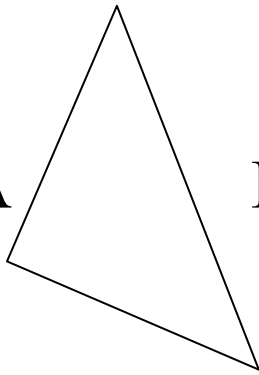
C



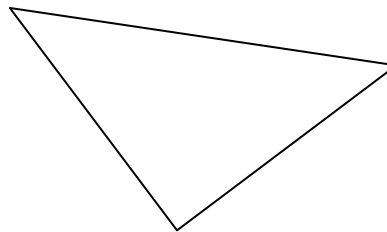
8



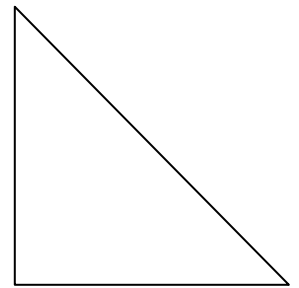
A



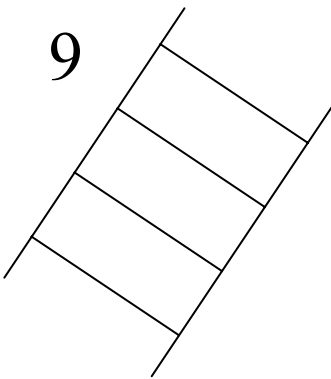
B



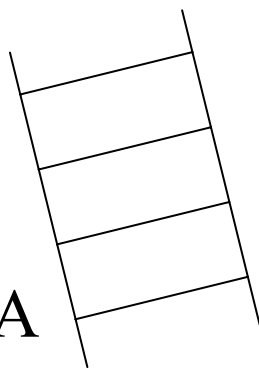
C



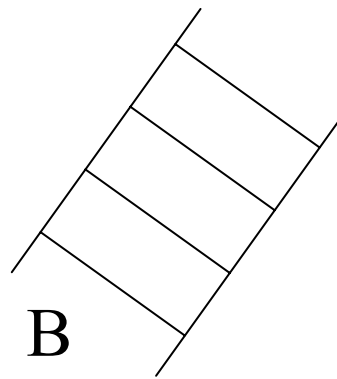
9



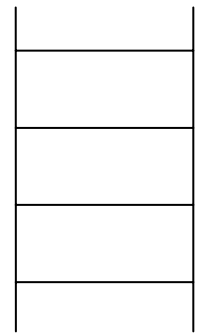
A



B

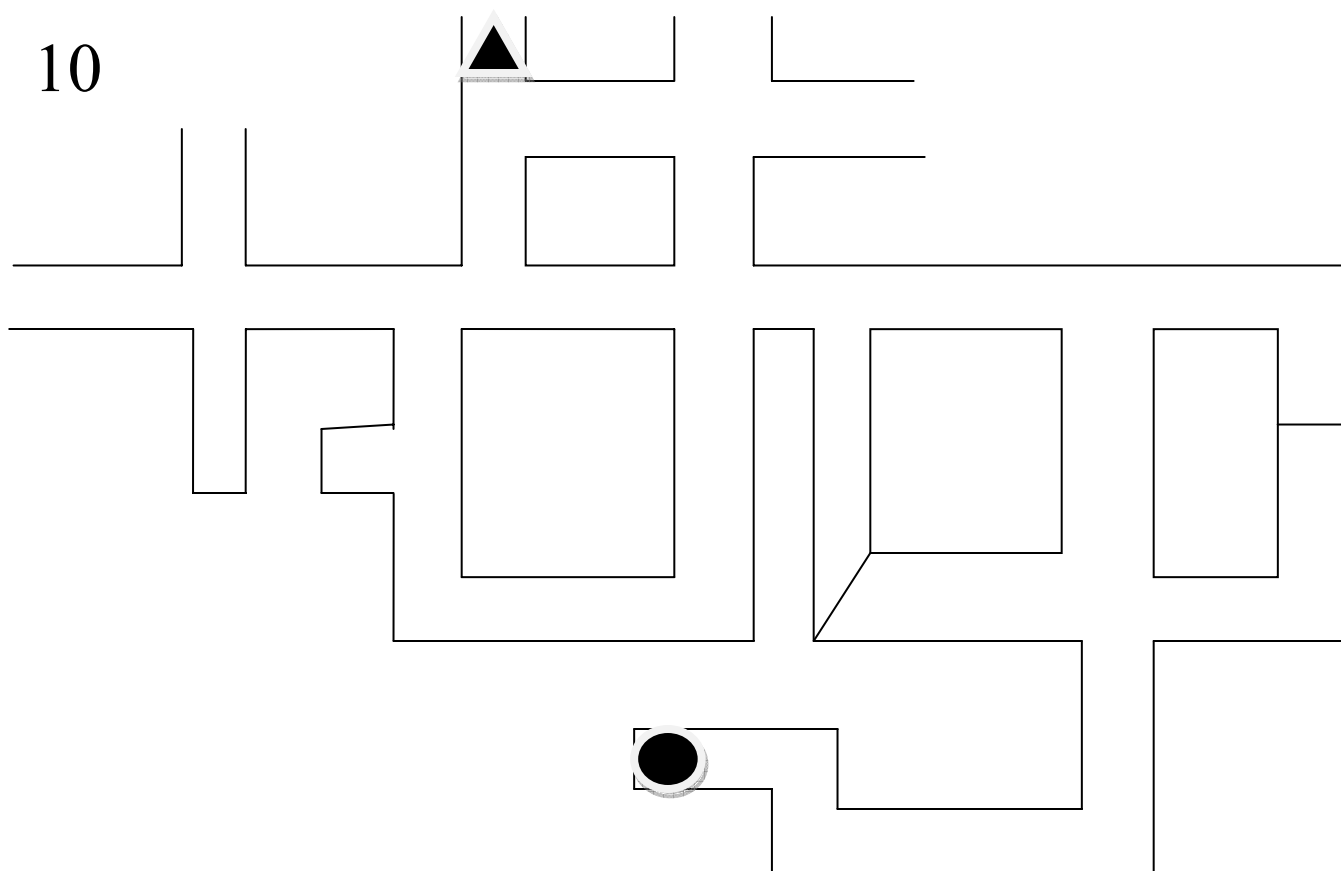


C



Mutassátok meg a legrövidebb utat, ahol eljuttathatjuk a háromszöget a körhöz.

10

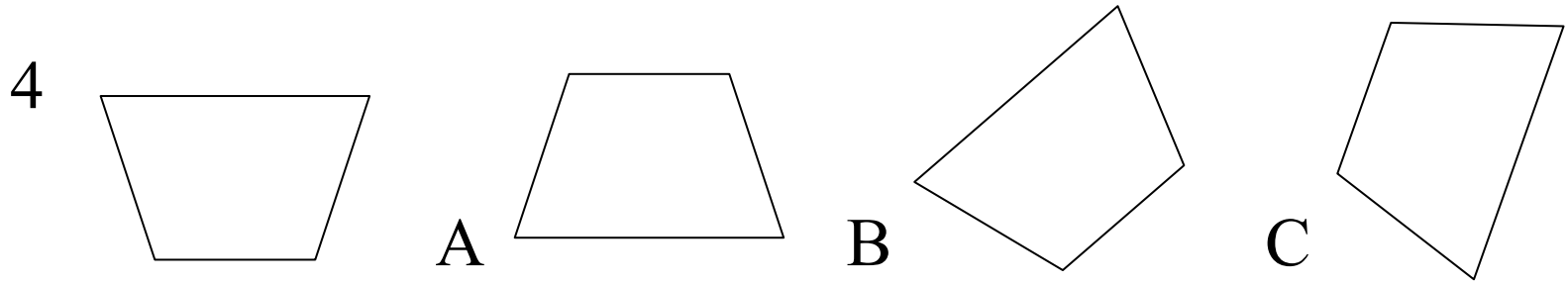
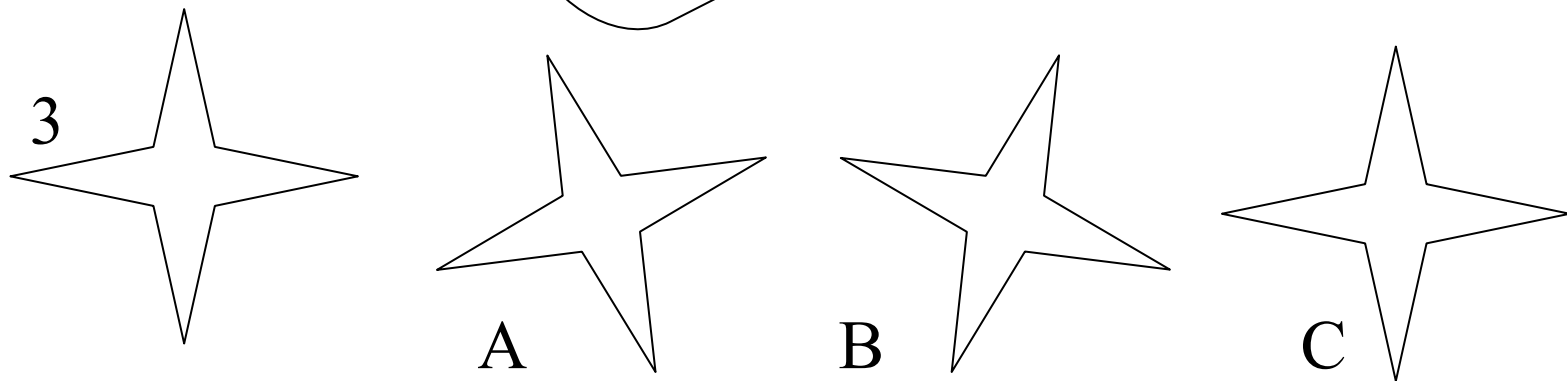
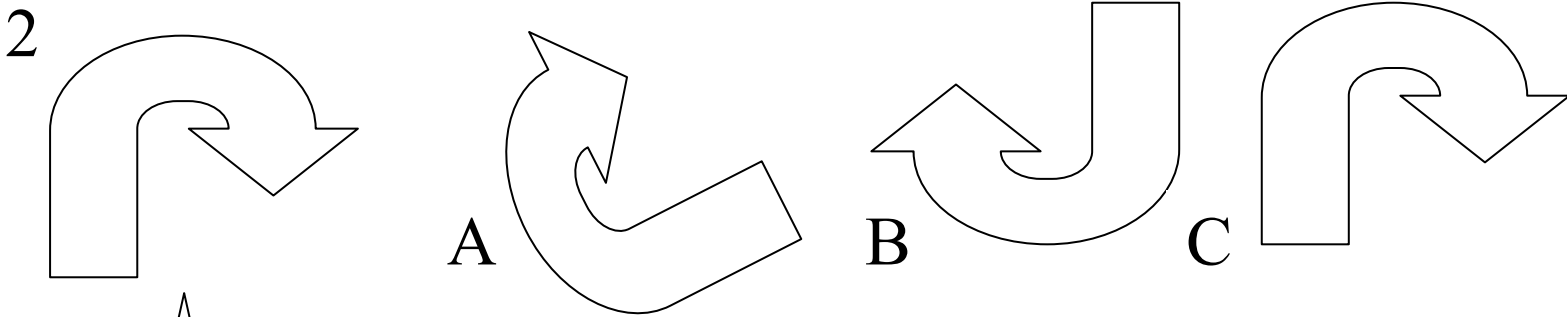
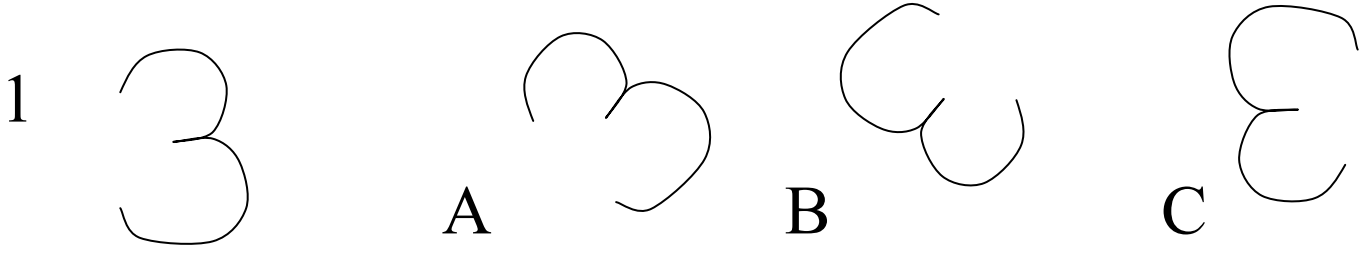


II Próbalap

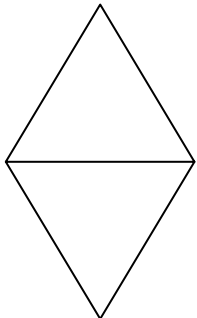
NÉV: _____ ÉLETKOR: _____ NEME: _____

OSZTÁLY: _____ JÓ VÁLASZOK SZÁMA: _____ MEGOLDÁSI IDŐ: _____

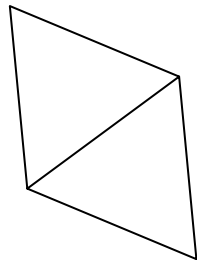
1. Szoktál számítógépen játszani? _____
2. Milyen játékokat játszassz? _____



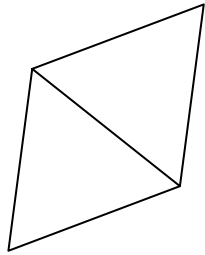
5



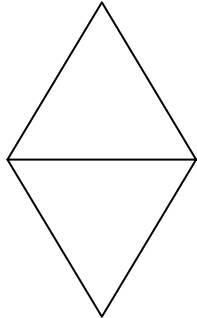
A



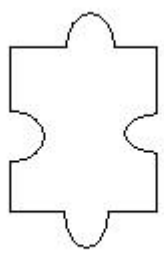
B



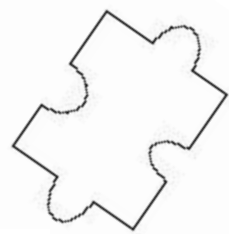
C



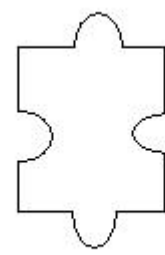
6



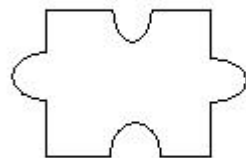
A



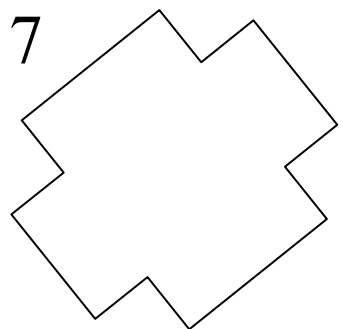
B



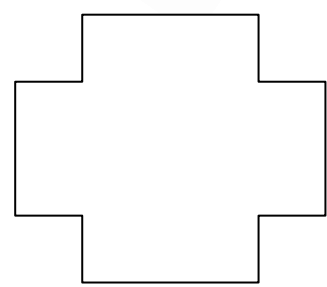
C



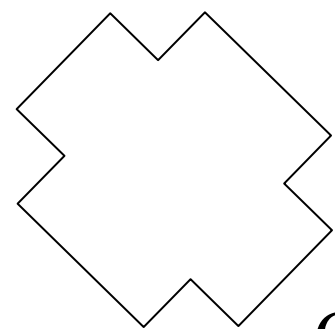
7



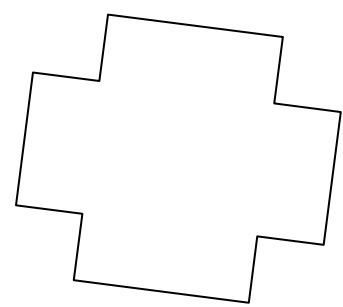
A



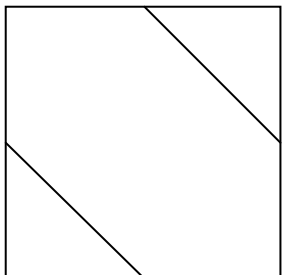
B



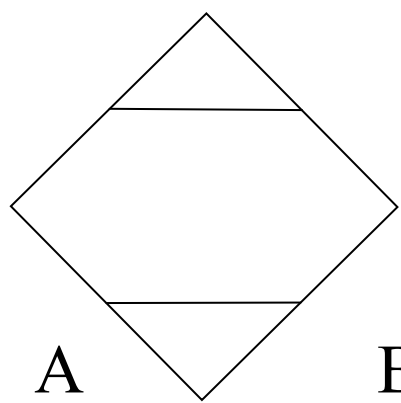
C



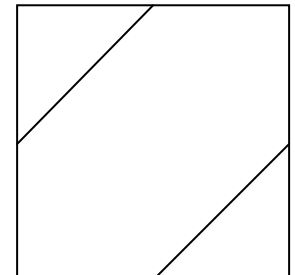
8



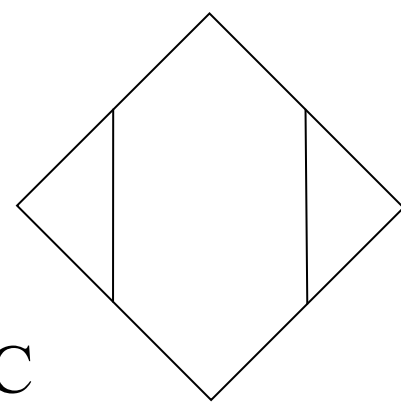
A



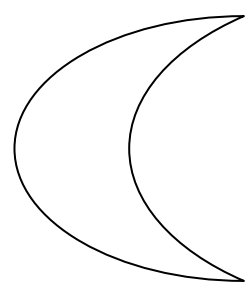
B



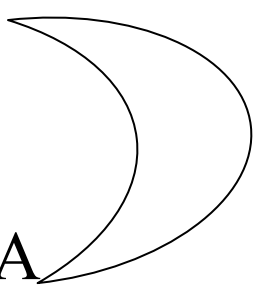
C



9

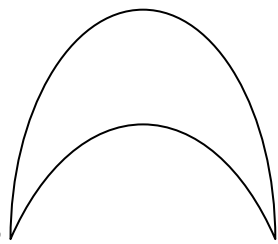


A

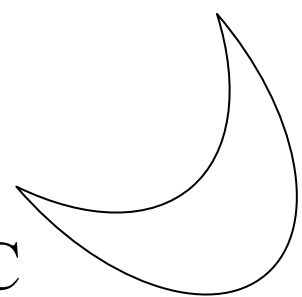


3

B



C



Mutassátok meg a legrövidebb utat, ahol eljuttathatjuk a háromszöget a körhöz.

