Pálinkás-Molnár, M., & Bernáth, L. (2020). Tánc és matematika kapcsolatának vizsgálata első osztályosoknál. *Tánc és Nevelés. Dance and Education, 1*(1), 4-20.
DOI: https://doi.org/10.46819/TN.1.1.4-20

TÁNC ÉS MATEMATIKA KAPCSOLATÁNAK VIZSGÁLATA ELSŐ OSZTÁLYOSOKNÁL

Pálinkás-Molnár Mónika, Magyar Táncművészeti Egyetem Moderntánc MA

Bernáth László PhD, egyetemi tanár, ELTE PPK Pszichológiai Intézet, Magyar Táncművészeti Egyetem Pedagógia és Pszichológia Tanszék

Absztrakt

A tánc és a matematika első hallásra két, egymástól igen távol álló fogalomnak tűnhet. Tanulmányunk elméleti részében azt mutatjuk be, hogy a matematikai és a téri képesség között erős kapcsolat van, továbbá a tánc és a téri képesség között is kimutatható összefüggés. Ebből viszont az a hipotézis következik, hogy a tánc fejleszti a téri képességet és ezen keresztül a matematikai képességet is. Ezt első osztályos gyermekekkel vizsgáltuk.
Az egy hónapig tartó foglalkozások során kreatív gyermektánc és mozgásos drámapedagógiai feladatokat használtunk. A gyermekek előzetes és a foglalkozások utáni tudását egy matematikai és egy téri képességeket mérő feladatsorral mértük. Ennek alapján a matematikai képességek kis mértékben javultak a fejlesztés hatására, ám a téri képességek nem változtak. Ennek lehetséges okait megkíséreltük feltárni.

Kulcsszavak: téri képességek, tánc és matematika, első osztályos tanulók

1. BEVEZETÉS

1.1. Téri képességek

A téri képességeket több fogalommal is jelölik: *téri képességek*ként *(spatial abilities;* például Tosto, Hanscombe, Haworth, Davis, Petrill, Dale & Malykh, 2014), *térkészség*ként *(spatial skills;* például Uttal, Meadow, Tipton, Hand, Alden, Warren & Newcombe, 2013), *vizuális-téri képességek*ként (*visuospatial abilities*; például Crollen & Noël, 2015). A fogalmi problémát egyrészt valószínűleg az okozza, hogy - Newcombe és Shipley (2015) nyomán – ez egy olyan fogalom, ami alá sok részképesség befér, és ezt a sokféleséget jelzi a fogalmak többes száma is (téri képességek). Másrészt a téri képesség definíciója is problémás. A téri képességek fejlesztésével foglalkozó 1984-2009 között megjelent tanulmányok áttekintése alapján Uttal és munkatársai (2013) azt állapították meg, hogy a téri képességeknek nincsen általánosan elfogadott meghatározása.
Uttal és munkatársai (2013) egy kétdimenziós osztályozási rendszert mutatnak be, ahol definíció helyett a különböző téri élmények dimenziók mentén való besorolását javasolják. A téri élmények besorolásakor Newcombe és Shipley (2015) meghatározását veszik át, akik két dimenziót, az *intrinzik–extrinzik* és a *statikus–dinamikus* dimen-

ziót, javasolnak. Ez a két dimenzió négy téri képességet ír le (részletesebben lásd *1. táblázat*): az *intrinzik – statikus* képesség azokat a téri tevékenységeket érinti, amellyel a tárgyak téri konfigurációját, esetleg formáját kódoljuk. Az *intrinzik – dinamikus* képesség azokkal a tevékenységekkel kapcsolatos, ahol a tárgyak téri kódolásának transzformálását végezzük, például növeljük vagy csökkentjük a méretét, esetleg elforgatjuk a tárgyat, ide tartozik a 2D-ből 3D-be való átalakítás. Az *extrinzik – statikus* képességek azok, ahol a tárgyak téri elhelyezkedését, vagy pozícióját kódoljuk más tárgyakhoz vagy egy referenciakerethez viszonyítva. Az *extrinzik – dinamikus* képesség a tárgyak együttesének vizualizálását jelenti egy másik nézőpontból.

Téri képességek	Meghatározás	Példák	Példák a mérőeszközökre
intrinzik – statikus	A tárgyak formájának, téri konfigurációjának kódolása.	láb- vagy karpozíciók	beágyazott figura teszt
intrinzik – dinamikus	A tárgyak téri kódolásának transzformálása (például növeljük a méretét; elforgatjuk a tárgyat; 2D-ből 3D-be való transzformálás).	piruett	mentális forgatás teszt
extrinzik – statikus	A tárgyak téri elhelyezkedését, pozícióját kódoljuk más tárgyakhoz vagy egy referenciakerethez viszonyítva.	egyik táncos pozíciója a másikhoz képest	vízszint teszt
extrinzik – dinamikus	A tárgyak együttesének vizualizálása egy másik nézőpontból. A tárgyak közötti kapcsolatok transzformálása.	perspektíva átvétel	perspektíva átvételen alapuló tesztek

1. táblázat - A négy téri képesség leírása a két dimenzió mentén (Uttal et al., 2013 alapján)

Azt is tudjuk a már említett Uttal és mtsai. által végzett (2013) metaanalízisből, hogy a téri képesség alakítható, a téri képességet fejlesztő tréning hatékony és transzferálható. Viszont a fejleszthetőségnek van egy életkori korlátja. Miller és Halpern (2013) fejlesztő foglalkozást tartott fizikus hallgatóknak, akiknek nem csak a téri képességeik javultak, de a vizsgákon is jobban teljesítettek. Azonban a fejlesztő kurzus során elért eredmény nem volt tartós, 6 hónapon belül eltűnt. Ez pedig megerősíti a Séra, Kárpáti és Gulyás (2002) által a téri képesség fejleszthetőségére megállapított 18 éves életkori felső korlátot.

1.2. Téri és matematikai képességek kapcsolata

A számolással kapcsolatos agyi területek átfedik a téri reprezentációért felelős területet a fali (parietális) lebenyben (Hubbard, Piazza & Dehaene, 2005). Így ha az egyik területet aktivizáljuk, az a másikra is hatással lesz, ezért viselkedéses szinten is van kapcsolat a numerikus és a téri képességek között. Ezt a legkülönbözőbb korosztályoknál, változatos feladattípusok alkalmazása során számos vizsgálat megerősíti, például 0-3 napos újszülötteknél (De Hevia, Izard, Coubar, Spelke & Streri, 2014). Az 5 éves kori téri képesség szignifikánsan bejósolja a 8 éves kori teljesítményt a számlálási-, összeadási- és kivonási feladatokban (Gunderson, Ramirez, Beilock & Levine, 2012). Általános iskolás gyermekeknél 4 éves longitudinális vizsgálatban azt mutatták ki, hogy a téri és a matematikai képesség között kapcsolat van (Lachance & Mazzocco, 2006). Egyetemistákat vizsgálva pedig azt mutatták ki, hogy a mentális forgatási feladatban nyújtott teljesítmény és a numerikus képesség (számok nagyság szerinti összehasonlítása, sorba rendezése) között van kapcsolat (Thompson, Nuerk, Moeller & Kadosh, 2013).

Ha a téri és a matematikai képesség között van kapcsolat, és a téri képesség fejleszthető, akkor ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a téri képesség fejlesztésével a matematikai képesség is fejlődik. Ezt az utóbbi néhány évben két tanulmány is vizsgálta. Cheng és Mix (2014) 6-8 éves gyermekeknél azt az eredményt kapták, hogy 40 perces mentális forgatásos gyakorlás után javul a teljesítmény a mentális forgatási tesztben, de a téri viszonyok tesztben nem. Érdekes az az eredményük, hogy bizonyos matematikai feladatokban (kiegészítés, pl. 3+_=8) jobbak voltak a mentális forgatást gyakorló gyermekek, de az egy- és többjegyű műveletekben nem.

Krisztián, Bernáth, Gombos és Vereczkei (2015) azt vizsgálták, hogy 11-12 éves, számolási nehézséggel küzdő gyermekek matematikai képessége fejleszthető-e origamival és 3D alakzatok hajtogatásával. Elméletük azon alapszik, hogy az origami hajtogatása, és a háromdimenziós formákkal való játék fejleszti a szem-kéz koordinációt, segíti az irányok észlelését, a tájékozódást és a térérzékelést. Ez utóbbi pedig pozitív hatással lehet a számolásra. A kísérletben 5-6. osztályos gyermekeket vizsgáltak. A gyermekeket egy kísérleti és két kontrollcsoportba véletlenszerű módon sorolták be, úgy, hogy a matematikai nehézséggel diagnosztizáltak egyik fele a kísérleti csoportba, másik fele az első kontrollcsoportba került. A második kontroll csoportba pedig a szintén 5-6. osztályos, de matematikai problémákat nem mutató gyerekek kerültek. A kísérlet 10 héten keresztül tartott, heti 60 perces origami foglalkozásokkal. Az eredmények azt mutatták, hogy a kísérleti csoportnál a téri képesség annyira javult a fejlesztés hatására, hogy utolérték a második, normál kontrollcsoport teljesítményét és jelentősen javultak a számolásos feladatokban is.

Általánosítva, a jobb téri képesség segíti a matematikai feladatok megoldását, pl. a szöveges feladatok esetében a pontosabb mentális modell megalkotását teszi lehetővé, amitől könnyebb a feladatmegoldás (Mix, 2019).

1.3. Téri képességek és a tánc

Az elmúlt két évtized pszichológiai kutatásai közül a mozgásképzelet vizsgálata egyre intenzívebbé vált (Bernáth, Krisztián & Séra, 2018). Táncos szemmel nézve különösen érdekes tényeket tár fel a szakirodalom. Finke 1979-es tanulmányában írt a funkcionális ekvivalencia hipotéziséről, miszerint a mentális képzelet funkcionálisan ekvivalens, azaz működési szempontból megegyező a fizikai tárggyal vagy eseménnyel. Erre alapozva fejlődött ki a táncosok és sportolók körében már népszerűvé vált mentális gyakorlás, ami azt jelenti, hogy a mozgás kivitelezése nélkül, „fejben játszunk le" bizonyos mozdulatokat, technikákat (Moran,1996).

Mabel Esworth Todd nevéhez fűződik az Ideokinézis, amely segítségével könnyen közös nevezőre juthat a tánc oktatása és tanulása (Phyllis, 2015). Arra a tényre támaszkodott, hogy az agyban elképzelt irányok, síkok, képek és hasonlatok összefüggésben állhatnak a valódi fizikai helyzetekkel és mozdulatokkal. Ez a módszer a táncos technikákhoz rendkívül jó alapot adott azáltal, hogy kevesebb, elvontabb, de lényegre törőbb instrukciókat kapnak a táncosok. Például egy forgás kivitelezéséhez elég lehet annyit mondani, hogy „Képzeld azt, hogy egy búgócsiga vagy!" Ahelyett, hogy „Húzd be a hasad! Emeled fel a fejed! Tartsd a központod! Húzd ki a hátad! Nyújtsd ki a térded! Törekedj felfele! Tartsd a karod!" stb.

A téri képességek, kiváltképp a mentális forgatás fejlesztésére kreatív táncos foglalkozásokat dolgozott ki Jansen, Kellner és Rieder (2013). A kísérletben 31 második osztályos lány és 34 fiú vett részt, őket osztották két csoportra. A kontrollcsoport testnevelés órán, míg a kísérleti csoport kreatív táncos foglalkozáson vett részt öt héten keresztül. Az ilyen, és ehhez hasonló kreatív foglalkozások a tánc és a zene segítségével aktiválják az agyat és a testet. A kreatív táncban a gyermekek konkrét koreográfia betanulása helyett maguk alkothatnak mozdulatokat, kifejezhetik személyiségüket, megeleveníthetik fantáziájukat. A kísérletvezető hétről hétre egy új témát dolgozott fel az óra keretén belül. Az eredmények azt mutatták, hogy mindkét csoportnál fejlődött, de a kísérleti csoportban jobban fejlődött a mentális forgatási képesség.

Az aktuális kutatásokat megelőzően, a XX. század egyik úttörője, Lábán Rudolf is foglalkozott a tánc és a tér kapcsolatával. Életét annak szentelte, hogy a században megjelenő új mozdulatszemléletnek teret nyisson és formát adjon (Fuchs, 2009). A mozdulatok erőit megragadva alakított ki egy, a matematikában is használatos, de attól lényegileg eltérő rendszert, a koordináta-rendszer. Míg a matematikában a két- vagy háromdimenziós, derékszögű koordináta-rendszer szolgál alapul, amikor egy számot, egyenletet, függvényt, síkidomot, esetleg térbeli alakzatot szeretnénk meghatározni, addig Lábán rendszerében négydimenziós tér ad keretet a mozdulatoknak (Fügedi, 2008). Ez a négy irányvonal a *súly* (amely nehéz vagy könnyű), a *tér* (célirányos vagy iránytalan), az *idő* (természetesen lassú vagy gyors) illetve az áramlás (ami pedig szabad és kötött lehet). A négy dimenzióhoz tartozó szélsőértékek segítségével próbálta leírni a mozdulatok minőségét.

Továbbá, Lábán Rudolf 12 mozdulatból álló lendületskálát épített fel, melyekben az utolsó mozdulat mindig visszatér a kiindulási helyzetbe (Fügedi, 2008). Ezeket a mozdulatokat az emberi test köré képzelt ikozaéder segítségével alkotta meg. Elméletében a 12 szög alkotta test csúcsai között ívelő átlók adtak teret a mozdulatoknak. Azoknak a mozdulatoknak, amelyeket ő maga inkább lendületeknek nevezett, és melyeknek természete a matematikából ismert vektorokéval mutat hasonlóságot. A vektorok ugyanis megmutatják az elmozdulás irányát és nagyságát, sőt, két vektornak szögét is meg tudjuk állapítani, ami újabb lehetőséget teremt a térbeli testek tanulmányozására. Amilyen egzakt módon leírható a matematika, olyan egyértelmű leírást keresett Lábán a táncnak. Elképzelései valóban egyedülállóak.

1.4. Tánc és a matematika

Dienes Zoltán a matematika tanítás világhírű, magyar származású kutatója, aki talán először hozta be a matematika tanításába a táncot és a zenét, összekapcsolta az apai (Dienes Pál) matematikai, és az anyai (Dienes Valéria) mozdulatművészeti örökségét. A tanulók saját mozdulataival érzékeltetve eszméltette rá tanítványait a matematikai és zenei absztrakciók közös vonásaira (Benedek, 2018).

Amerikai kutatók (Shaffer & Stern, 2001; Simanta, 2014) többféle módszert fejlesztettek már ki annak érdekében, hogy óvodás korosztálytól a felnőttekig, kreatívabbá és interaktívabbá tegyék a matematika tanulását. Nem csak hatékonyabb, és sikeresebb lesz így a tanuló, de önértékelése, és szociális készsége is pozitív irányba fejlődhet.

Egy, az Amerikai Egyesült Államok Kereskedelmi Minisztériumának 2011-es jelentése szerint, az akkor tudományos, technológiai, mérnöki, vagy matematikai pályát választók csupán 24%-a volt nőnemű (Katie, 2014). Ugyanezen jelentés szerint a STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics,) szakmában dolgozó nők átlagosan 33%-al kerestek többet azon társaiknál, akik más szakmákban dolgoztak. Ezeket a statisztikai adatokat figyelembe véve szeretett volna segíteni a lányoknak Kirin Sinha, hogy bátran lépjenek a STEM szakmák egyikébe. Kirin nevéhez fűződik a 2012-ben megalapuló SHINE program (Supporting, Harnessing, Inspiring, Nurturing, Empowering). Célkitűzése a támogatás, hasznosítás, inspirálás, gondozás, és a képességfejlesztés. Ez a tanítási mód egyesíti a táncot, a mozgást és a matematikát. Alapja az úgynevezett kinezio-tanulás (vagy mozgás-tanulás), ami lényegében annyit jelent, hogy a test módszeres mozgásának eredményeként jobban rögzül az információ a tanulókban.

Sinha középiskolás lányokat toborzott Bostonból, Cambridge-ből, és mentorokat hívott az MIT-ről (Massachusetts Institute of Technology), hogy dolgozzanak együtt a lányokkal és segítsenek végrehajtani a mozgásba ágyazott matematikai feladatokat (Simanta, 2014). Például:

> Megfogták egymás kezét, és a talajra helyezett négyzetrácsos felületen térbeli alakzatokat formáltak. Majd átalakultak, hogy tengelyesen tükrözzék az adott formát. Vagy vegyük például a 3x+y algebrai kifejezést, ahol az x egy forgást, az y pedig egy ugrást jelent. A lányok feladata, hogy megalkossák azt a rövid koreográfiát, amiben három forgást egy ugrás követ. Majd, ha a mentorok új instrukciót adnak például zárójelek hozzáadásával: 3(x+y), akkor a következő feladat, hogy felismerjék a lányok, mit kell változtatni a koreográfián.

Az ilyen játékos feladatok és az instrukciók segítettek megérteni a lineáris algebra illetve a valószínűség számítás rejtelmeit. A megkoreografált táncmozdulatok pedig illusztrálták a trigonometria alapelveit. Később a táblánál oldottak meg matematikai feladatokat azok alapján, amit tanultak. Az órákat sokszor örömtánccal zárták a móka kedvéért. A nyolchetes tréningek végén az eredmények magukért beszéltek (Katie, 2014). A lányok jegyei közepesről kiválóra változtak, közel 300%-ban megnőtt a feladatmegoldó készségük, az önbizalmuk pedig 100%-ban fejlődött.

Shaffer és Stern 2001-ben publikált könyvében olyan módszereket gyűjtöttek össze, amelyekkel egyszerre igyekeznek segítséget nyújtani a matematika tanároknak és a koreográfusoknak. Az egyik ilyen módszer a következő:

> A „tapsold el a nevedet" című játék során megismerkedhetnek a gyermekek a ritmus fogalmával anélkül, hogy bármilyen zenei előképzettséggel rendelkeznének. A gyakorlatok 15-60 percesek és bárhol lehet végezni őket, de célszerű, ha mindenki számára biztosítva van egy minimális mozgástér. A játékvezető megkéri a gyermekeket, hogy ritmizálják el a keresztnevüket azzal az utasítással, hogy a nevükben szereplő magánhangzók tapsot, a mássalhangzók pedig ütést jelentenek. Például: a M-Á-R-I-A ütés-taps-ütés-taps-taps lenne. Gyakorolják addig saját nevüket, amíg már gondolkodás nélkül megy, az ütés és a taps hossza pedig megegyezik. Következő lépésként két dologra kéri őket. Egyrészt, hogy a nevük kezdő elemét tegyék hangsúlyossá, és így is gyakorolják ki a saját ritmusukat, másrészt pedig, hogy álljanak párokba. Ekkor, egyszerre elkezdve a ritmust, azonos tempóban, megszakítás nélkül folytassák. Mivel az első betű, azaz minta (például taps 't', ütés 'ü') már hangsúlyos, és az bizonyos periódusonként visszatér, feltehetjük a kérdést, hogy ha a párban állók egyszerre kezdik el ritmizálni a nevüket, hányadik ütem után találkozik a hangsúlyos ütemük. Tehát, mikor fogják újra egyszerre elölről kezdeni a sort? Ha például az egyikük neve 4 ütemből áll, a másikuké pedig 6-ból, értelem szerűen 12 ütem után találkoznak újra. Ez pedig, a 4-es és a 6-os legkisebb közös többszöröse. Az ütés és a csapás teljes testet igénylő mozgással is helyettesíthető, így kialakulhat egy kisebb koreográfia, amivel eltáncolják a saját nevüket.

Noha a táncot régóta használják a matematikai képességek fejlesztésére, ennek hatásvizsgálata csak nagyon kevés tanulmányban szerepel. Ezek egyike Hajdú (2012) szakdolgozatában bemutatott vizsgálat, amelyben első osztályos gyermekeknek egy éves időtartamban, heti rendszerességű néptánc foglalkozásokat vezetett. A fejlesztés hatására ezeknek a gyermekeknek a matematikai teljesítménye az év eleji méréshez képest javult év végére, szemben a csak testnevelés órákon résztvevő gyermekek teljesítményével.

Feltételezésünk szerint a tánc, a téri képességek fejlesztésén keresztül, a matematikai képességet is fejleszti. Ezért egy olyan kombinált, kreatív táncot és mozgásos drámapedagógiai játékokat ötvöző fejlesztést dolgoztunk ki, mellyel az első osztályosok matematikai képességei javulhatnak.

2. MÓDSZEREK

2.1. Kísérleti személyek

A kísérletben első osztályos, tehát ~7 éves gyermekek vettek részt. Tekintve, hogy egy hónap alatt az első osztályos gyermekek kísérleti foglalkozás nélkül is fejlődnek, kontrollcsoport bevonásával vizsgáltuk a tanulókat. A kísérleti csoport 8 lányból és 16 fiúból állt, a kontrollcsoportban pedig 9 lány és 9 fiú volt. A feladatsorokat mindkét csoport megírta.

2.2. Eljárás

A kísérletben a gyermekek képességeit egy két részből álló tesztsorral vizsgáltuk. Az egyik része becslést, egyenlőséget és egyenlőtlenséget kiegészítő feladatokat, és konkrét matematikai műveleteket, a másik része pedig a téri gondolkodásukat mérő feladatokat tartalmazott. A bemeneti feladatsor kitöltése után négy héten keresztül, heti kétszer 45 perces foglalkozásokon vett részt a kísérleti csoport. A kontrollcsoportnak ezalatt testnevelés órája volt. A foglalkozások lezárultával, egy hónap eltelte után, ismét megírták a tesztet, ami feladataiban hasonló volt az elsőhöz, némi változtatással.

A foglalkozásokat úgy építettük fel, hogy egyaránt tartalmazzanak kreatív gyermektáncos és mozgásos drámapedagógiai játékokat, illetve, hogy az óra alapvető eleme legyen a zene.

2.3. A kreatív gyermektánc és a mozgásos drámapedagógiai játékok

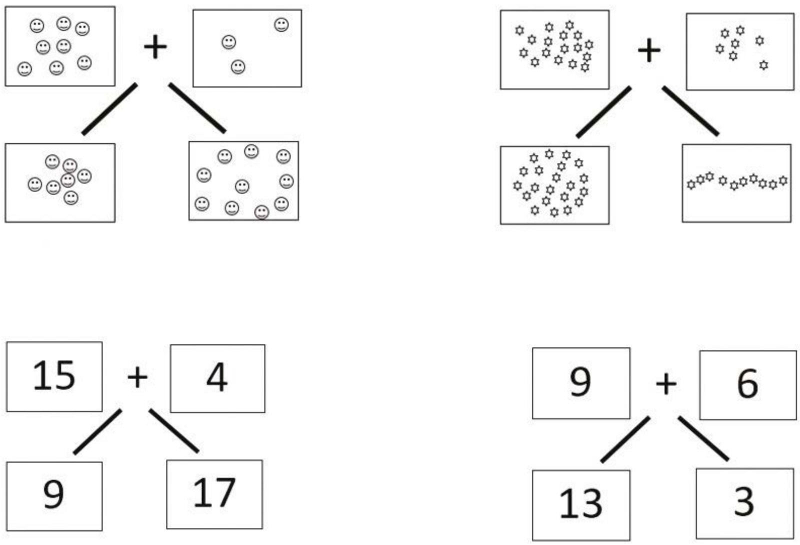
Mindkét technika leginkább a 4-12 éves korosztályú gyermekek fejlesztésére alkalmas. A kreatív gyermektánc az érzelmek és gondolatok kifejezése tánccal, ami elősegíti a kreativitást, a motorikus és az emocionális fejlődést, továbbá az interperszonális kapcsolatok fejlődését (Kézér, 2018). Azon túl, hogy játékos, fantáziadús feladatokkal fejlődik a gyermek mentális és szociális képessége, megismerkedhet a térhasználattal, a ritmussal, a zene különböző stílusaival, a táncóra didaktikai felépítésével, vagy akár a koreográfia alkotási folyamatával.

A két technika közt alapvető különbség azonban, hogy mennyi információt aduk a gyermekeknek a feladat meghatározásakor. Ha drámapedagógiai játékról beszélünk, akkor lehet konkretizálni, egyértelműsíteni a feladat leírást, akár a szerepek kiosztását vagy a feladat különböző megoldásait. A kreatív gyermektánc órán viszont csak a lényeges információkkal szükséges ellátni a gyermekeket. Röviden, tömören megfogalmazzuk a feladatot, hogy ők is értsék, majd a továbbiakat rájuk bízzuk. Hogy milyen szerepeket választanak, azokba miként élik bele magukat, mennyi részt vállalnak a feladatokból, az az ő dolguk. A pedagógus feladata, hogy a játékokat úgy gyűjtse össze és találja ki, hogy azok bizonyos szempontrendszernek megfeleljenek. Ez alapján lehet besorolni a játékokat az óra bemelegítő, fő vagy levezető szakaszába, és így lehet felmérni a gyermekek képességeit az adott területeken. Ilyen területek a koordináció, térhasználat (térszintek, irányok, síkok stb.), idő használata (mozgás dinamikája), ritmusérzék, saját és társainak helyzete, súlyhasználat, áramlás stb. (Kézér, 2018).

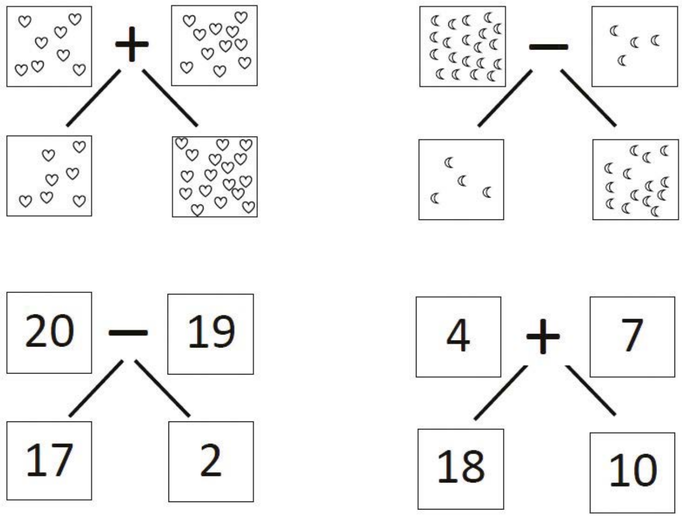
2.4. A bemeneti és kimeneti feladatsorok

A matematikai képességet vizsgáló feladatsor Hajdú (2012) alapján a következő elemekből állt: Becslést mérő (*1.* és *2. ábra*), egyenlőséget és egyenlőtlenséget kiegészítő (*3. ábra*), és konkrét műveleti feladatok (*4. ábra*). Ez utóbbi esetén elkülöníthető az eredményjelző és a behelyettesítős módszer. Az első két feladat az analóg nagyság reprezentációs rendszer működésével áll kapcsolatban, a harmadik feladat pedig az egzakt számolással (Dehaene, 1992; Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu & Tsivkin, 1999).

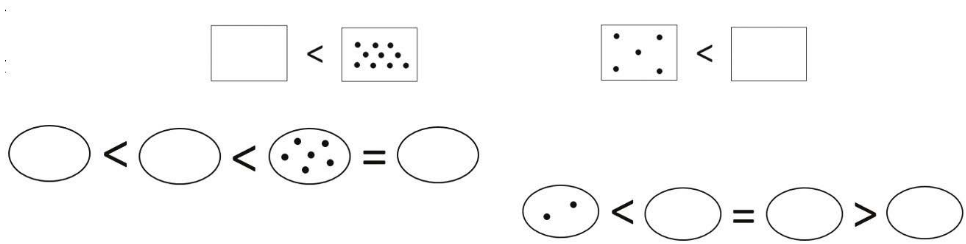
A bemeneti- és kimeneti feladatsor szinte ugyan az volt, mégis némi eltérés volt közöttük azért, hogy ki lehessen szűrni az emlékezetből történő megoldásokat. A *2. ábra* ezt a példát mutatja be. Egy hozzávetőleges időkeretet is adtunk a feladatokhoz, de legtöbb esetben hamarabb végeztek a gyermekek az egyes részekkel.



1. ábra: Példa a becslést mérő feladatokra – a bemeneti feladatsorból



2. ábra: Példa a becslést mérő feladatokra – a kimeneti feladatsorból



3. ábra: Példa az egyenlőséget és egyenlőtlenséget kiegészítő feladatokra

$12 + 6 = \boxed{}$ $\qquad$ $17 - 4 = \boxed{}$

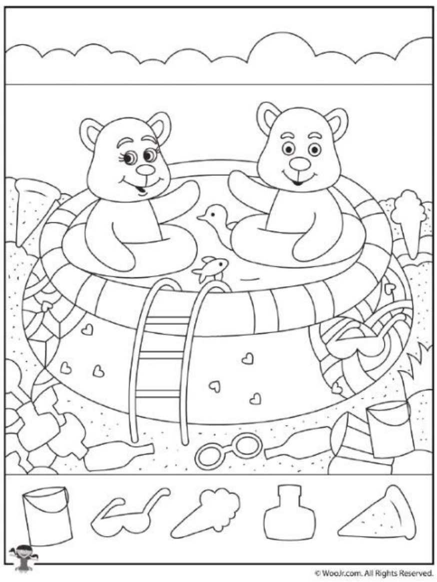
$7 - 2 = \boxed{}$ $\qquad$ $9 - \boxed{} = 4$ $\qquad$ $11 + 5 = \boxed{}$

$\boxed{} + 8 = 10$ $\qquad$ $\boxed{} - 6 = 3$

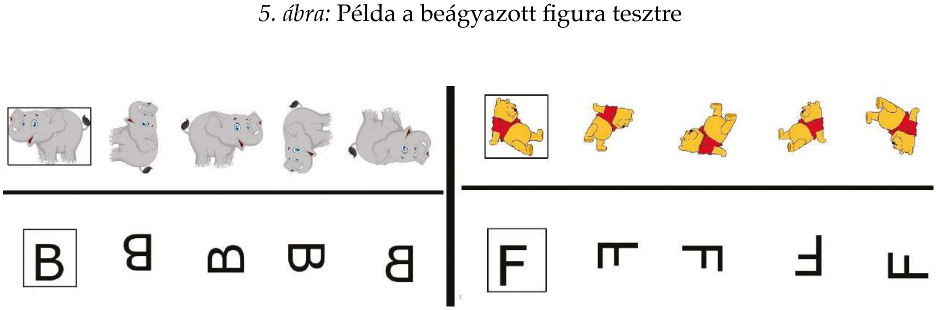
$12 + \boxed{} = 18$

4. ábra: Példa a konkrét műveleti feladatokra

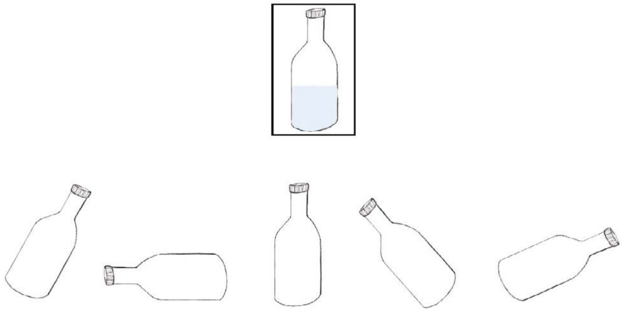
A kísérletben használt feladatsor téri képességekre vonatkozó része az *1. táblázat*-ban látható példa tesztekből áll. Beágyazott figura teszt az első osztályos gyermekek nyelvére fordítva például az, mikor megadott kis figurákat kell megtalálniuk egy nagyobb, összetettebb képen (*5. ábra* – woojr.com, 2020). A mentális forgatás tesztelése Jansen és mtsai. (2013) nyomán mesefigurák és nyomtatott nagybetűkkel történt (*6. ábra*). A mintafigurához képest négy választási lehetőségből három el van forgatva 90°, 180° vagy 270°-al. Egy azonban meg van tükrözve és néhol el van elforgatva. Ez a figura egyszerű forgatással nem illeszthető az alapfigurához. Vízszinttesztként Piaget és Inhelder (1956) nyomán 5 eldőlt palackot kellett „megtölteniük" vízzel azáltal, hogy berajzolják és kiszínezik a vizet a palackban (*7. ábra*). A perspektíva átvétel feladatot Kozhevnikov és Hegarty (2001) felnőtt feladatsorából adaptáltuk gyermekek számára. A feladatban egy plüssállat helyzetébe kellett beleképzelni magukat, és kiválasztani a négy lehetőség közül azt, ahogy ő láthatja az előtte heverő tárgyakat (*8. ábra*).



5. ábra: Példa a beágyazott figura tesztre



6. ábra: Példa a mentális forgatásos feladatokra



7. ábra: Példa a vízszinttesztes feladatokra

8. ábra: Példa a perspektíva átvételes feladatokra

2.5. A foglalkozások menete

A játékok szempontrendszerének meghatározása során Lábán Rudolf mozgáselemző elméleteit (Lábán, 1926/2008), Kézér Gabriella órai jegyzeteit (2018) és Gabnai Katalin könyvét (1987) használtuk. A feladatok meghatározásakor a következő szempontok egyikére, vagy több ötvözésére figyeltünk:

- Térhasználat – térszintek, síkok, irányok, tengelyek
- egymáshoz viszonyított helyzetek
- Idő – lassú-gyors mozgás
- Súly – súly-erő összefüggéseinek vizsgálata
- Testrészek közötti kapcsolat – koordináció, ügyesség
- Ritmus – zeneismeret
- Stílus – stílusérzék

Példa egy mozgásos drámapedagógiai játékra:

> „Páros tükör" – Ez a játék arról szól, hogy válasszanak maguknak egy (lehetőleg ellenkező nemű) párt, álljanak szemben egymással és képzeljék azt, hogy köztük egy teljesalakos tükör áll. Egyikük a vezető, másikuk a követő. A vezető elkezd mozogni, táncolni a zenére, a követő feladata pedig az, hogy pontosan utánozza társát úgy, hogy tükörképben legyen vele. Majd szerepcsere.

Példa egy kreatív gyermektánc játékra:

„Játék a hurkapálcákkal" – Elbeszélgettünk arról, ki milyen alakzatokat ismer, majd 4-5 fős csoportonként hurkapálcákat adtunk nekik. Azokból kellett csoportonként egy alakzatot kirakniuk. Szép és egyértelmű háromszög, négyszög, téglalap, rombusz és nyolcszög keletkezett. A játék az volt, hogy a térben mozogva táncoljanak, és mikor egy-egy alakzat közelébe érnek, azt „rajzolják le" a térben valamely testrészükkel. Ebben a feladatban szorosan összekapcsolódott a geometria a táncolással. Öröm volt nézni, ahogy játékos módon, de eltáncolják a matematikát.

3. EREDMÉNYEK

A matematikai és a téri feladatok bemeneti- és kimeneti mérési eredményeit a 2. és *3. táblázat*ok mutatják.

Kísérleti csoport N=24	Átlag	Szórás
matek be	12,62	3,04
matek ki	13,62	2,26
téri be	11,79	2,57
téri ki	14,08	2,50
becslés be	3,12	1,11
becslés ki	3,16	1,16
egyenlő(tlen)ség be	3,04	1,16
egyenlő(tlen)ség ki	3,25	0,94
számolás be	6,45	1,69
számolás ki	7,20	0,83
perspektíva ismerős be	1,08	0,88
perspektíva ismerős ki	1,58	0,58
perspektíva új helyzet be	1,37	0,64
perspektíva új ki	1,04	0,90
perspektíva be	2,45	1,31
perspektíva ki	2,62	1,37
mentális forgatás be	2,12	1,45
mentális forgatás ki	2,75	1,39
vízszint be	2,21	1,02
vízszint ki	3,71	1,08
rejtett figura be	5,00	0
rejtett figura ki	4,99	0,02

2. táblázat: A kísérleti csoport leíró statisztikai adatai

Kontrollcsoport N=18	Átlag	Szórás
matek be	13,88	1,45
matek ki	13,38	2,09
téri be	11,22	3,33
téri ki	13,77	2,53
becslés be	3,72	0,46
becslés ki	3,44	0,70
egyenlő(tlen)ség be	3,16	0,92
egyenlő(tlen)ség ki	2,94	1,10
számolás be	7,00	0,97
számolás ki	7,00	1,02
perspektíva ismerős be	1,44	0,70
perspektíva ismerős ki	1,72	0,46
perspektíva új helyzet be	1,05	0,87
perspektíva új ki	1,00	0,76
perspektíva be	2,50	1,29
perspektíva ki	2,72	1,07
mentális forgatás be	1,88	1,49
mentális forgatás ki	3,16	1,15
vízszint be	2,00	1,45
vízszint ki	3,17	0,98
rejtett figura be	4,83	0,51
rejtett figura ki	4,72	0,57

3. táblázat: A kontrollcsoport leíró statisztikai adatai

A matematikai feladatok összesített eredményeinek és a téri feladatok összesített eredményeinek a kapcsolata gyenge, $r=0,285$ $p=0,06$. Az egyes részfeladatok kapcsolatait elemezve azt kaptuk, hogy a háromféle matematikai feladat és a négyféle téri feladat közül csak a számolás és az ismerős helyzetben vizsgált perspektíva átvétel között van egyedül egy közepes kapcsolat, $r=0,415$ $p<0,01$. Akik jobbak a perspektíva átvételben, azok jobbak a számolásban és megfordítva, a gyengébb perspektíva átvétel gyengébb számolási teljesítménnyel jár együtt.
A fejlesztés hatékonyságát kevert mintás varianciaanalízissel vizsgáltuk, ahol az összesített matematika pontszámokat hasonlítottuk össze a bemeneti és a kimeneti mérésnél a kísérleti és a kontrollcsoportnál. Szignifikáns interakciót kaptunk a mérések és a csoportok között – $F(1,40)=4,44$ $p<0,05$ $n_p^2=0,100$ – a kreatív táncos csoport a kimeneti mérésnél jobban teljesített, mint a bemeneti mérésnél, de a kontrollcsoportnál nem volt változás.

A téri feladatoknál szintén kevert mintás varianciaanalízist alkalmaztunk. A kimeneti mérésénél javult a teljesítmény a bementi méréshez képest – $F(1,40)=56,39$ $p<0,01$ $n_p^2= 0,585$. A csoportok között nem volt különbség - $F(1,40)=0,31$ $p>0,05$ $n_p^2= 0,008$, - és a javulás mindkét csoportnál egyforma volt (nem volt interakció) - $F(1,40)=0,16$ $p>0,05$ $n_p^2= 0,004$).

4. MEGVITATÁS

A téri és a matematikai képességek közötti kapcsolat idegrendszeri alapja a téri és matematikai képességekért felelős agyi régiók jelentős neuronális átfedése (Hubbard et al., 2005). Ez a kapcsolat viselkedéses szinten is kimutatható már óvodás korban is (Gunderson et al., 2012). Korábbi vizsgálatokból tudjuk, hogy a téri képesség fejleszthető (Uttal et al., 2013). Ennek egyik lehetősége a kreatív tánc (Jansen et al., 2013). A téri képesség fejlesztésével viszont a matematikai képesség javítható (Cheng & Mix, 2014; Krisztián et al., 2015).

Feltételezésünk szerint a tánc, a téri képességek fejlesztésén keresztül, a matematikai képességet is fejleszti. Ezért egy olyan kombinált, kreatív táncot és drámapedagógiai játékokat ötvöző fejlesztést dolgoztunk ki, mellyel az első osztályosok matematikai képességei javulnak. Az eredmények azt mutatják, hogy az ismerős helyzetben vizsgált perspektíva átvételi feladat (extrinzik – dinamikus téri képességek) és a matematikai számolásos, konkrét műveleti feladatok között van közepes kapcsolat. Továbbá a kísérleti csoport matematikai feladatsorban elért eredménye a kimeneti tesztnél jobb volt, mint a bemenetinél, míg a kontrollcsoport eredménye nem változott jelentősen. Azonban ezzel az eredménnyel érdemes óvatosan bánni, mert a javulás mértéke minimális. A téri képességeket vizsgáló feladatsort mindkét csoport ügyesebben oldotta meg a kimeneti tesztben. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy bár van kimutatható kapcsolat bizonyos feladatok között, a kísérlet egésze kis mértékben igazolja az alapfeltevésünket.

Ennek okai a következők lehetnek:

1. A kísérletben részt vevő gyermekek száma, tehát a mintaelemszám igen alacsony volt. A kísérleti csoport 8 lányból és 16 fiúból, a kontrollcsoport pedig 9 lányból és 9 fiúból állt. Ahhoz, hogy statisztikailag jobban kimutatható eredményeket kapjunk, több gyermek bevonására lenne szükség.
2. Az eredmények egyes pontokon plafonhatást mutatnak, vagyis a gyermekek egyes feladatokban kimagaslóan jól teljesítettek. Ez arra utal, hogy számukra mind a be- mind a kimeneti feladatsorban ezek a feladatok túl könnyűek voltak. Ilyen például a beágyazott figura teszt. Más feladatok esetén, például a mentális forgatásnál, viszont túl nehéznek bizonyult a feladat, a gyermekek nagy része 0 pontot ért el, azaz egyáltalán nem tudta megoldani.
3. A becslést mérő feladatnál azt vettük észre, hogy a gyermekek számolni kezdték az alakzatokat, és a kapott eredményt hasonlították össze. Így a feladat lényegétől eltérően oldották meg azt.
4. A bemeneti feladatsort hétfőn délelőtt, a kimenetit pedig négy héttel később, péntek délután írták meg. A két időpont eltérő mentális állapotot válthat ki,

ezért hasonló kísérletben érdemes figyelni, hogy a be- és kimeneti feladatsorok megírása szinte azonos körülmények közt történjen. Emellett arra is érdemes figyelni, hogy a kísérleti- és kontrollcsoportokkal ugyan az a személy írassa meg a tesztet. Mivel ez a korosztály az olvasást még csak most tanulja, nem biztos, hogy mindenki értelmezni tudja a feladatot, és a kiegészítő instrukciók igen fontosak lehetnek.

5. Elképzelhető, hogy a foglalkozások időtartama túl rövid volt vagy nem volt elég intenzív. Jansen és munkatársai (2013) hasonló kísérletükben öt héten keresztül, heti háromszor 45 percet foglalkoztak a gyermekekkel. Hajdú (2012) egy egész tanéven keresztül vizsgálta a csoportokat, mialatt néptánc-foglalkozásokat tartott a kontrollcsoportnak. A jelen kísérlet négy hétig tartott, heti kétszer 45 perces foglalkozásokkal.
6. A kreatív gyermektáncos és mozgásos drámapedagógiai játékok felépítése és levezetése különös figyelmet igényel. Ahhoz, hogy a foglalkozások valóban fejlesszék a téri képességeket, a feladatok szisztematikus kitalálásán túl a gyermekeknek adott instrukciók érzékenysége is fontos. Főként a kreatív gyermektáncban lényeges az, hogy a gyermek elsősorban önálló képzeletét használva oldja meg a feladatot, saját belső mentális reprezentációit használva. Bármiféle többlet információ zavarhatja az alkotása folyamatát.
7. A vizsgálat szempontjából az a tény sem elhanyagolható, hogy az iskolában, a mindennapos testnevelés órák keretén belül minden elsőosztályos gyermek részt vesz néptánc foglalkozáson heti egy alkalommal. Ez is okozhatja a kiemelkedően magas eredményeket és a két csoport közti alacsony különbséget.

Irodalomjegyzék

Benedek, A. (2018). Dienes Valéria és Dienes Zoltán mint a matematika kommunikációelméleti filozófiájának előfutárai. *Kellék, 60*, 61–110.

Bernáth, L., Krisztián, Á., & Séra, L. (2018). Mentális gyakorlás – téri képességek. In G. Bolvári-Takács, A. Németh, & G. Perger, G. (Eds.), *Táncművészet és intellektualitás. VI. Nemzetközi Tánctudományi Konferencia a Magyar Táncművészeti Egyetemen 2017. november 17– 18.* (pp. 48–55). VI. Nemzetközi Tánctudományi Konferencia.

Cheng, Y., & Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of Cognition and Development, 15*(1), 2-11. https://doi.org/10.1080/15248372.2012.725186

Crollen, V., & Noël, M-P. (2015). Spatial and numerical processing in children with high and low visuospatial abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, *132*, 84–98. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.12.006

Dehaene, S. (1992). Varietes of numerical abilities. *Cognition*, *44*, 1–42. https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90049-N

Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence. *Science, 284*, 970-974. https://doi.org/10.1126/science.284.5416.970

De Hevia, M. D., Izard, V., Coubart, A., Spelke, E. S., & Streri, A. (2014). Representations of space, time, and number in neonates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111*, 4809–4813. https://doi.org/10.1073/pnas.1323628111

Finke, R. A. (1979). The functional equivalence of mental images and error of movement. *Cognitive Psychology, 11*, 235–264. https://doi.org/10.1016/0010-0285(79)90011-2

Fuchs, L. (Ed.). (2009). *Lábán Rudolf – Táncnak szentelt élet*. L' Harmattan Kiadó.

Fügedi, J. (Ed.). (2008). *Lábán Rudolf - Koreográfia*. L' Harmattan Kiadó.

Gabnai, K. (1987). *Drámajátékok gyermekeknek, fiataloknak, felnőtteknek*. Tankönyvkiadó.

Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock S. L., & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: the role of the linear number line. *Developmental Psychology, 48*(5), 1229–1241. https://doi.org/10.1037/a0027433

Hajdú, I. G., (2012). *A kognitív fejlesztés mérésének lehetőségei kisiskoláskorban a számolási műveletek tükrében* [MA Szakdolgozat]. Magyar Táncművészeti Főiskola.

Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nat Rev Neurosci, 6*, 435–448. https://doi.org/10.1038/nrn1684

Jansen, P., Kellner, J., & Rieder, C. (2013). The Improvement of Mental Rotation Performance in Second Graders after Creative Dance Training. *Creative Education, 4*(6), 418–422. https://doi.org/10.4236/ce.2013.46060

Katie, W. (2014, October 13). Can't do math? Dance it out. *CNN Business.* https://money.cnn.com/2014/10/13/smallbusiness/shine-math-stem/

Kézér, G. (2018). Kreatív gyermektánc, II. félév, MTE.

Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory & Cognition, 29*(5), 745–756. https://doi.org/10.3758/BF03200477

Krisztián, Á., Bernáth, L., Gombos, H., & Vereczkei, L. (2015). Developing numerical ability in children with mathematical difficulties using origami. *Perceptual and Motor Skills, 121*(1), 233–243. https://doi.org/10.2466/24.10.PMS.121c16x1

Lábán, R. (1926/2008): *Koreográfia*, L'Harmattan Kiadó.

Lachance, J. A., & Mazzocco, M. M. M. (2006). A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children. *Learning and Individual Differences, 16*, 195–216. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.12.001

Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2013). Can spatial training improve long-term outcomes for gifted STEM undergraduates? *Learning and Individual Differences, 26*, 141–152. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.03.012

Mix, K. S. (2019). Why Are Spatial Skill and Mathematics Related? *Child Development Perspectives, 13*(2), 121–126. https://doi.org/10.1111/cdep.12323

Moran, A. P. (1996). *The psychology of concetration in sport performers: A cognitive analysis.* Hove: Psychology Press.

Newcombe, N. S., & Shipley, T. F. (2015). Thinking about spatial thinking: new typology, new assessments. In J. S. Gero (Ed.), *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*. 179–192. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9297-4_10

Phyllis, X. Q. (2015, April 30). Ideokinesis and dance. *Integrated Movement Ideas*, https://integratedmovement-ideas.weebly.com/integrated-movement-ideas/ideokinesis-and-dance

Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. Routledge and Kegan Paul.

Séra, L., Kárpáti, A., & Gulyás, J. (2002). *A térszemlélet*. Comenius Bt.

Shaffer, K., & Stern, E. (2001). *Math Dance with Dr. Shaffer and Mr. Stern*. United States of America: Preliminary Edition.

Simanta Roy's interview with Kirin Sinha (2014, August 8). Dancing with math: If X were a twirl and Y a jump. *Rediff get ahead*. http://www.rediff.com/getahead/slide-show/slide-show-1-specials-dancing-with-math-if-x-were-a-twirl-and-y-a-jump/20140808.htm#1

Thompson, J. M., Nuerk, H., Moeller, K., & Kadosh, R., C. (2013). The Link Between Mental Rotation Ability and Basic Numerical Representations. *Acta Psychologica*, *144*, 324–331. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.05.009

Tosto, M. G., Hanscombe, K., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Petrill, S. A., Dale, P. S., Malykh, S., Plomin, R., & Kovas, Y. (2014). Why do spatial abilities predict mathematical performance?. *Developmental* Science, 17, 462–470. https://doi.org/10.1111/desc.12138

Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, *139*, 352–402. https://doi.org/10.1037/a0028446

Woojr.com. (2020). *Kids activities*. https://www.woojr.com/printable-summer-hidden-pictures/easy-summer-hidden-pictures/