

A TÉRI ORIENTÁCIÓ ÉS A MATEMATIKAI TELJESÍTMÉNY ÖSSZEFÜGGÉSEI KÖZÉPISKOLÁS TANULÓK KÖRÉBEN

Erdei Róbert (PhD)¹

Miskolci Egyetem (Magyarország)

Nagyné Kondor Rita (PhD)²

Debreceni Egyetem (Magyarország)

Cite: Erdei Róbert, & Nagyné Kondor Rita (2025). A téri orientáció és a matematikai teljesítmény összefüggései középiskolás tanulók körében. *Különleges Bánásmód Interdiszciplináris folyóirat [Special Treatment Interdisciplinary Journal]*, 11(3), 17–26.
Idézés: DOI <https://doi.org/10.18458/KB.2025.3.17>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

EP / EE: Ethics Permission / Etikai engedély: KB/2025/0023

Reviewers: *Public Reviewers / Nyilvános Lektorok:*

Lektorok:

1. Egri Tímea (PhD), Miskolci Egyetem (Magyarország)
2. Sipos Dóra Fruzsina (PhD), Debreceni Egyetem (Magyarország)

Anonymous reviewers / Anonim lektorok:

3. Anonymous reviewer (PhD) / Anonim lektor (PhD)
4. Anonymous reviewer (PhD) / Anonim lektor (PhD)

Absztrakt

Kutatások szerint a téri orientáció fejlettsége kulcsfontosságú a természettudományok, technológia, mérnöktudomány és matematika (STEM) megértése szempontjából. Ez alapján kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy kimutatható-e összefüggés középiskolás korcsoportnál a matematika osztályzatuk és két különböző vizuális észlelési jellegű feladatsorban elért teljesítményük között. Az egyik esetben térbeli testek síkbeli hálóját kellett a résztvevőknek kiválasztani megadott lehetőségek közül. Minden testhez 4-4 lehetséges hálót kínáltunk fel. Összesen 13 feladatot kellett megoldaniuk a résztvevőknek. A második feladattípusban szintén négy lehetőség közül kellett kiválasztaniuk a bemutatott ingerrel egyező mintázatot. A minták 5x5-ös négyzetek, amelyek egyre komplexebbek, kezdetben kettő, majd három végül négy szín kombinációjából álltak össze. A kutatásban összesen 32 fő vett részt, közülük 12 fiú és 20 lány, valamennyien gimnáziumi tanulók. A feladatokban elért pontszámok és a matematika 9. osztályban szerzett érdemjegyek közötti korreláció szintjét vizsgáltuk. A statisztikai vizsgálat eredménye alapján azt

¹ Erdei Róbert (PhD), Miskolci Egyetem, Gyógypedagógiai Intézet (Magyarország). E-mail: robert.erdei@uni-miskolc.hu ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3130-5435>

² Nagyné Kondor Rita (PhD), Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék (Magyarország). E-mail: rita@eng.unideb.hu ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2462-9164>

találtuk, hogy a fiúk és lányok teljesítménye között nem mutatkozott szignifikáns eltérés az egyes feladatokban nyújtott teljesítményben. A két különböző feladattípusban nyújtott teljesítmény szoros, pozitív korrelációt mutatott ($p < .05$) egymással, abban az esetben, ha a lányok teljesítményét vettük alapul, illetve akkor is, ha valamennyi diák eredményét hasonlítottuk össze. A matematika érdemjeggyel kapcsolatban sem volt szoros összefüggés. Ennek valószínűsíthető oka a matematika érdemjegyben megjelenő jóval magasabb számítási és alacsony geometriai feladatok aránya. A kutatás korlátja a kis elemszámú minta és a csak gimnáziumi tanulók vizsgálata. A pilot-jellegű vizsgálatunk kapott eredményeit és korlátait figyelembe véve ígéretes a felmérés kiterjesztése nagyobb létszámú, gimnáziumi és technikum tanulókból álló mintára, további tantárgyakkal való kapcsolatot vizsgálva.

Kulcsszavak: középiskolás korosztály, problémamegoldás, STEM, téri orientáció

Diszciplína: neveléstudomány

Abstract

THE RELATIONSHIP BETWEEN SPATIAL ORIENTATION AND MATHEMATICAL PERFORMANCE AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS

Research studies indicate that the development of spatial orientation is crucial for understanding science, technology, engineering, and mathematics (STEM). Based on this, we investigated whether there is a correlation between the mathematics grades of middle school students and their performance on various visual perception tasks. The visual perception tasks we used fell into two categories. In the first, participants had to select the development of 3D shapes from a set of given options. For each 3D shape, we offered 4-4 possible developments. In total, participants had to solve 13 tasks. In the second type of task, they also had to choose a pattern matching the presented stimulus from four possibilities. The patterns were 5x5 squares of increasing complexity, initially consisting of two, then three, and finally four colour combinations. A total of 32 students participated in the survey, comprising 12 boys and 20 girls, all of whom were high school students. The level of correlation between scores on the tasks and grade 9 marks in mathematics was investigated. The results of the statistical analysis revealed no significant difference in performance between boys and girls in each task. The performance in the two different types of functions showed a strong positive correlation ($p < .05$) with each other, both when the performance of girls was considered and when the performance of all students was compared. Furthermore, there was no strong correlation between the mathematics grade score and the other variables. The probable reason for this is the significantly higher proportion of numeracy tasks and a relatively low proportion of geometry tasks in the mathematics grade. A limitation of the study is the small sample size and the fact that only high school students were examined. Considering the results and limitations of our pilot study, it is promising to extend the survey to a larger sample of mixed-grade students from secondary schools and technical schools, investigating the relationship with additional subjects.

Keywords: problem solving, secondary school age group, spatial orientation, STEM

Disciplines: Pedagogy

A vizuális-téri képességek fejlettsége jelentős hatással lehet a természettudományos műveltség, azon belül is a matematikai gondolkodás fejlődésére (Uttal és tsai, 2013), továbbá számos kutatás megerősítette azt, hogy a téri képességek és a tanulók matematikai teljesítménye, illetve a matematikai problémamegoldás között szignifikáns kapcsolat áll fenn (Halim, 2024; Nagy-Kondor, 2024; Sorby, 2009; Turgut és Nagy-Kondor, 2013; Wai, Lubinski és Benbow, 2009), tehát a térszemlélet alapvető szerepet játszik abban, hogy az egyének hogyan értik meg és miképpen képesek megoldani a matematikai problémákat. Ezzel együtt fontos azt is megjegyezni, hogy a matematika nem minden területének van egyértelműen szoros kapcsolata a téri intelligenciával (Darwis és tsai, 2024).

A térbeli gondolkodás kulcsfontosságú a diákok sikeréhez a természettudományok, a technológia, a mérnöki tudományok és a matematika (STEM) területein, illetve elengedhetetlen az anatómia tanulmányozásához, a laparoszkópiában és a robotsebészetben is (Abe és tsai, 2018; Louridas és tsai, 2016; Sagoo és tsai, 2025), ahol a komplex fogalmak megértése gyakran térbeli és vizuális reprezentációkon keresztül történik. Egyidejűleg az is megállapítást nyert, hogy a jó téri készségek előre jelezhetik a STEM területen elért eredményeket, továbbá a pályaválasztást is segíthetik (Shea, Lubinski és Benbow, 2001), míg a térbeli képességek hiányosságai akadályokat gördíthetnek a STEM oktatás elé (Harris, Hirsh-Pasek és Newcombe, 2013; Wai, Lubinski és Benbow, 2009).

A térszemlélet teszten elért eredmények nemi különbségeit feltáró tanulmányok eredményei nem tekinthetők egyértelműnek. Az azonban megállapítást nyert, hogy a férfiak általában magasabb pontszámot érnek el a térbeli készségek tesztjein, mint a nők, különösen a mentális rotációs feladatokban (Voyer, Voyer és Bryden, 1995).

A diákok térbeli gondolkodásának fejlesztése kiemelten fontos, továbbá megfelelő lehetőségek biztosíthatók erre a formális oktatási keretek között

(Newcombe, 2010; Uttal és tsai, 2013; Stieff és Uttal, 2015), illetve játékos, tanórán vagy iskolán kívüli tanulási helyzetekben egyaránt (Gunderson és tsai, 2012). Az eredmények azt sugallják, hogy az ilyen típusú fejlesztéseknek pozitív hatása lehet a matematikában, a természettudományokban és a mérnöki tudományokban is (Nagy-Kondor és Esmailnia, 2021; Uttal és tsai, 2013). Ezáltal az iskolarendszer tudatos fejlesztési stratégiák alkalmazásával hatékonyan és aktívan hozzájárulhat a STEM tudományokhoz szükséges kognitív készségek megerősítéséhez.

A jelen kutatás célja annak vizsgálata, hogy középiskolás tanulók körében kimutatható-e összefüggés a matematika osztályzatuk és a vizuális észlelést, a színmintázatok észlelését, illetve az elemek térbeli elrendezésének felismerését mérő téri orientációs feladatokban nyújtott teljesítményük között. A kutatás pilotjellegű, kiindulópontot nyújthat további, nagyobb mintán végzett vizsgálatokhoz a tanulói profilalkotás, a tantárgyi differenciálás és az oktatási gyakorlat fejlesztésének a céljából.

Elméleti háttér

A térszemléletet a kognitív komponensek komplex rendszereként definiálhatjuk, amely magában foglalja a 3D világ konstruált és érzékelt képei összekapcsolásának képességét (Nagy-Kondor, 2024), amely tehát lehetővé teszi, hogy mentálisan manipuláljuk a tárgyak térbeli helyzetét, irányát és a köztük fennálló viszonyokat. A vizuális-téri képességeket, a téri intelligenciát e fogalom szinonimájaként szokták használni. Howard Gardner (1983) többszörös intelligenciaelmélete ezt a képességet külön komponensként határozta meg, kiemelve annak fontosságát a mindennapi problémamegoldásban és a tudományos gondolkodásban.

A téri képességek közé sorolhatjuk többek között a mentális rotációt, a perspektívaváltást, a téri vizualizációt, valamint a formafelismerést (Linn & Petersen, 1985; Nagy-Kondor és Esmailnia, 2022;

Zacks, 2008), melyek közül a sikeres problémamegoldás alapja a mentális reprezentációk minősége, rugalmassága (Zacks, 2008). A szintén téri képességként szereplő vizuális észlelés, a látott képek feldolgozásának fejlődése a vizuális nevelésnek az egyik kutatott témája (Tóth, 2017). Maier (1998) kutatásában a téri képességek öt ágát különbözteti meg: 1) vizuális észlelés: a függőleges/vízszintes irány rögzítése zavaró információk mellett; 2) téri vizualizáció: olyan típusú helyzetek ábrázolásának képessége, mikor az összetevők egymáshoz képest elmozdulnak; 3) mentális rotáció: háromdimenziós test mentális forgatása; 4) téri kapcsolatok: egy test részei közötti kapcsolatok felismerésének képessége; 5) téri orientáció: adott térbeli helyzetbe való belépés képessége.

Számos tanulmány igazolta, hogy a vizuális-téri intelligencia és a matematikai teljesítmény között szoros kapcsolat áll fenn. Wai, Lubinski és Benbow (2009) kutatása szerint a téri képességek ugyanúgy jelentősek a STEM tudományokban és az ezekhez kapcsolódó pályákon való sikerek eléréséhez, mint a verbális és a numerikus intelligencia. Ezen túlmenően Shea, Lubinski és Benbow (2001) longitudinális vizsgálatában már a serdülőkorban mért téri képességek alapján a felnőttkori tudományos, műszaki orientáció előre jelezhető volt.

A vizuális-téri képességek különösen a geometriai gondolkodásban játszanak kiemelkedő szerepet. Verdine és tsai (2017) szerint a téri képességek hozzájárulnak a geometriai formák azonosításához, a térbeli kapcsolatok megértéséhez, amely képességek kulcsfontosságúak az iskolai matematikaoktatás során.

Kutatások eredményei felhívták a figyelmet arra, hogy a térszemlélet fejlettsége szoros kapcsolatban áll a mérnöki és természettudományos készségek fejlődésével (Nagy-Kondor, 2024). Egyidejűleg megfigyelhető, hogy a vizualizációs és modellezési feladatok jelentős mértékben aktiválhatják a tanulók térbeli gondolkodását (Nagy-Kondor, 2024). Uttal és tsai (2013) kutatása alapján elmondható,

hogy a célzott, rövid ideig tartó térbeli tréningek is szignifikáns, tartós fejlődést eredményezhetnek a tanulók mentális rotációs és téri vizualizációs képességeiben. Stieff és Uttal (2015) szerint a fejlesztő hatás különösen akkor érvényesül, ha a tanulók aktívan részt vesznek a képességek ilyen jellegű fejlesztésében, miközben vizuálisan gazdag környezetben dolgoznak a saját mentális képeik manipulálását használva.

A vizuális kultúrával és a grafikus gondolkodással kapcsolatos kompetenciák, a diagrammatikus gondolkodás a 21. századi oktatás kiemelt elemeivé váltak (Darai és tsai, 2015; Nagy-Kondor és Esmailnia, 2022). A vizuális-téri képességek fejlesztése különösen indokolt, hiszen a tanulók egyre több vizuális információval találkoznak és a tanulási környezet multimodális jellege a téri tájékozódás új formáit követeli meg (Gunderson és tsai, 2012).

Módszer

A vizsgálat célja annak feltárása volt, hogy van-e kimutatható kapcsolat a középiskolás tanulók matematikai tanulmányi eredményei és a vizuális-téri feladatokban nyújtott teljesítményük között. A kutatás kvantitatív jellegű pilotvizsgálat volt.

Minta

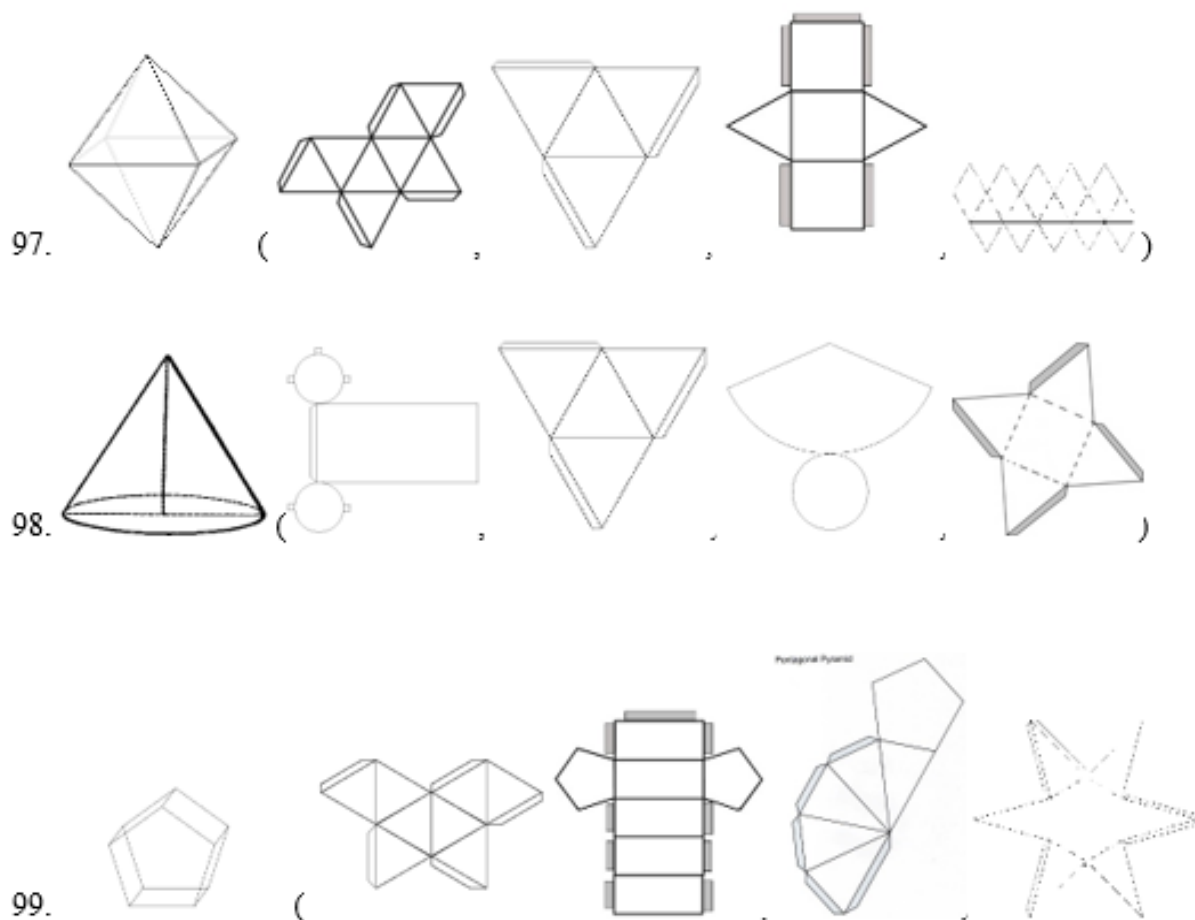
A vizsgálatban 32 tanuló vett részt, ebből 12 fiú és 20 lány, valamennyien gimnáziumi kilencedik évfolyamos diákok. A vizsgálatban részt vevő tanulók egy kelet-magyarországi, megyei jogú város egyik gimnáziumának diákjai. A tanulók önkéntes alapon, tanári közvetítéssel csatlakoztak a felméréshez.

Eszközök

A diákok térszemléletének mérésére kétféle feladatsort alkalmaztunk:

1. Testhálós feladatsor: a tanulónak 13 különböző háromdimenziós testhez kellett kiválasztaniuk a megfelelő síkbeli hálót, négy lehetőség közül (lásd: 1. ábra).

1. ábra: a testbálós feladatsor néhány feladata (forrás: a Szerzők)



2. Színmintás feladatsor:

5 darab 5x5-ös színes négyzetrácsos mintázat felismerése volt a cél, különböző színek kombinációkkal (2, 3, illetve 4 szín). Négy opció közül kellett kiválasztani az eredeti mintával egyezőt (lásd: 2. ábra). A minták egyre komplexebbek, kezdetben kettő, majd három végül négy szín kombinációjából álltak össze.

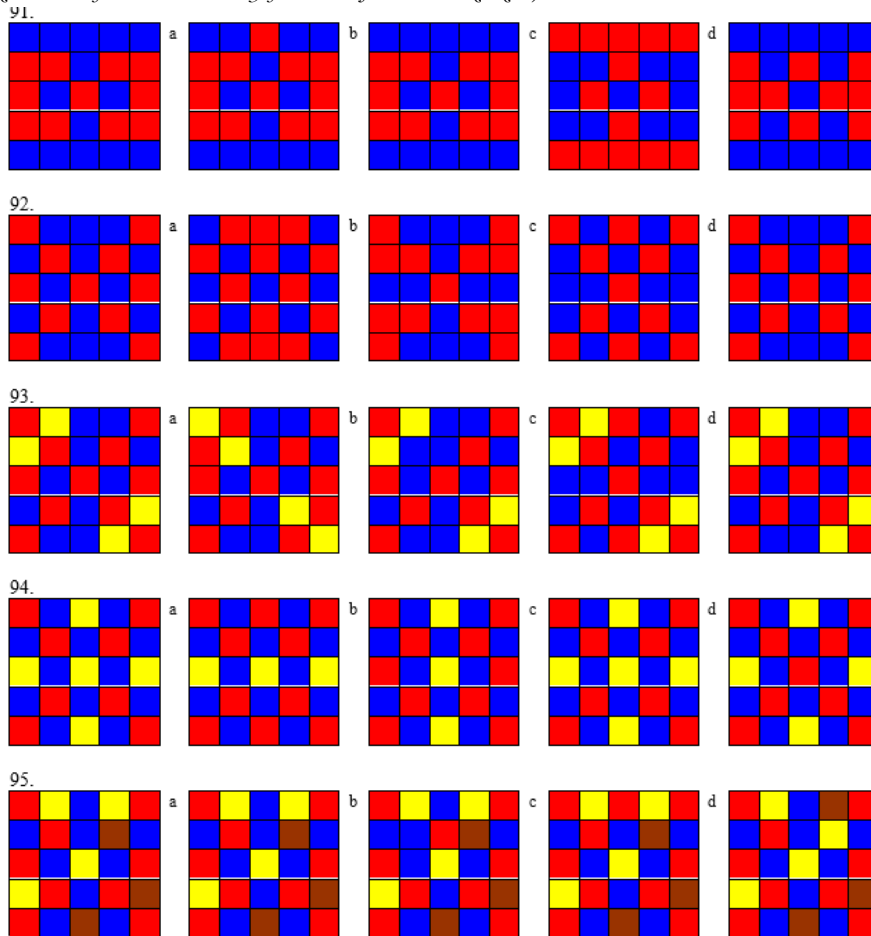
A tanulók ezen kívül megadták a 9. év végi matematika osztályzatukat. Az értékelés során a

feladatokban elért pontszámokat összegeztük és statisztikailag elemeztük.

Eljárás

A feladatokban elért pontszámokat, valamint a matematika osztályzatokat SPSS szoftverrel elemeztük, és a matematika osztályzattal való összefüggést, illetve térszemlélet feladatsorban elért eredmény nemi különbségeit vizsgáltuk.

2. ábra: a színmintás feladatsor néhány feladata (forrás: a Szerzők)



Eredmények

A térszemléletmérő tesztek eredményei a következő tendenciákat mutatták:

A két vizuális-téri feladattípus (testhálós és színmintás) eredményei szignifikánsan pozitív korrelációt mutattak egymással abban az esetben, ha a teljes minta adatait vizsgáltuk ($r = .401$; $p < .05$), illetve, ha csak a lányok adatait vizsgáltuk ($r = .465$; $p < .05$). A fiúk esetében ez az összefüggés nem volt szignifikáns ($r = .332$; $p > .05$).

A matematika osztályzat és a téri-vizuális feladatok eredményei között nem volt kimutatható erős kapcsolat (például $r = .208$ és $.154$ az összes

diák esetében), egyik vizsgált csoportban, illetve egyik feladattípussal kapcsolatban sem.

A kutatás során azt találtuk, hogy a fiúk és lányok között sem a felhasznált észlelési feladatokban nyújtott teljesítményükben, sem pedig a matematika érdemjegyben nincs statisztikailag szignifikáns különbség.

A statisztikai vizsgálat eredménye alapján azt találtuk, hogy a fiúk és lányok teljesítménye között nem mutatkozott szignifikáns eltérés az egyes feladatokban nyújtott teljesítményben. A két különböző feladattípusban nyújtott teljesítmény szoros, pozitív korrelációt mutatott ($p < .05$) egymással, abban az

esetben, ha a lányok teljesítményét vettük alapul, illetve akkor is, ha valamennyi diák eredményét hasonlítottuk össze. A matematika érdemjeggyel kapcsolatban sem volt szoros összefüggés.

Az eredmények azt mutatják, hogy a vizuális-téri feladatokban való jártasság összefügghet egymással, de ez nem minden csoport esetében jelentkezik egyformán. A fiúk és lányok között különbség tapasztalható a stratégiahasználat és az észlelés pontossága tekintetében. A matematika érdemjeggyel való alacsony korreláció valószínűsíthető oka az lehet, hogy az osztályzatok döntően számítási teljesítményen alapulnak, jóval kevésbé a térszemléletet igénylő feladatokon. Feltételezhetően jóval magasabb volt a számítási és alacsony a geometriai feladatok aránya.

A fenti eredmények megerősítik a vizuális-téri képességek és a geometriatudás közötti kapcsolatot, de arra is rávilágítanak, hogy az iskolai teljesítmény és az ilyen típusú kognitív képességek között nincs mindig egyértelmű összefüggés.

Megvitatás

A vizsgálat célja annak feltárása volt, hogy a vizuális-téri feladatokban nyújtott teljesítmény milyen kapcsolatban áll a középiskolás tanulók matematikai osztályzataival, valamint a feladattípusokon elért eredmények nemi eltéréseinek feltárása. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kétféle vizuális észlelési feladat – a síkbeli testhálók és a színminták felismerése – között szignifikáns kapcsolat mutatkozott, különösen a lányok esetében. Ez megerősíti a korábbi kutatások eredményeit, amelyek szerint a vizuális-téri intelligencia komponensei egymással összefüggnek, és szoros kapcsolatban állnak a geometriai gondolkodással (Hertanti és tsai, 2024).

Ugyanakkor a fiúk és lányok közötti különbség azt jelzi, hogy a nemi eltérések a stratégiahasználat, kognitív stílus és motiváció területén is megjelenhetnek – melynek pontos feltárására további kvalitatív vizsgálatok szükségesek.

A matematika osztályzatokkal való gyenge kapcsolat oka lehet, hogy az iskolai értékelési rendszer nem tükrözi a tanulók valós kognitív profilját (Hejnová és tsai, 2024). A matematikai teljesítmény az esetek többségében az algebrai, számolási, szöveges feladatokra helyezi a hangsúlyt, miközben a geometriai, térbeli gondolkodási képességek háttérbe szorulnak. Ez különösen problémás lehet abban az esetben, ha a tanulók pályaválasztása a STEM tudományok irányába történik, ahol a megfelelő térszemlélet alapvető.

A vizsgálat további jelentősége abban rejlik, hogy egyszerű, iskolai környezetben is jól alkalmazható mérőeszközökkel képes volt érzékeny különbségeket feltárni a tanulók között. A testhálós és színmintás feladattípusok jól tükrözik azokat a kognitív műveleteket (mentális rotáció, vizuális észlelés, formaegyezés), amelyek meghatározzák a térszemléletet.

A kutatás eredményei az iskolai gyakorlat számára is lényegesek. A vizuális-téri képességek célzott fejlesztése nemcsak a geometriai készségek, hanem a teljes matematikai gondolkodás fejlesztéséhez is hozzájárulhat (Verdine és tsai, 2017).

Ezért lényeges, hogy: 1) A tanórai keretek között tudatosan növekedjen a geometriai és térbeli feladatok aránya. 2) A tanórán helyet kapjanak olyan tevékenységek, amelyek mentális rotációt, térbeli képzelőerőt, síkból térbe való átmenetet (kétdimenzió és háromdimenzió közötti váltásokat) igényelnek. 3) A pedagógusképzés során is kiemelt szerepet kapjon a téri képességek fejlesztési lehetőségeinek minél szélesebb körű megismertetése, használatának begyakorlása. 4) A tananyag számos részén tudatosan használjuk a digitális eszközöket (pl. térbeli tervezőprogramok, AR/VR alkalmazások) a vizualizációs képességek fejlesztéséhez. 5) A differenciált feladatkiosztásnál vegyük figyelembe a tanulók eltérő kognitív és téri képességeit.

A tanulók vizuális-téri készségeinek megismerése segíthet a tanulási módszerek személyre szabásában, különösen azon tanulók számára, akik alul-

teljesítenek a számolásközpontú értékelésekben, de erős vizuális képességekkel rendelkeznek. Az interdiszciplináris megközelítés használata (pl. matematika és művészeti tárgyak összekapcsolása) tovább erősítheti a kompetenciaalapú oktatás hatékonyságát.

A kutatás korlátai

A jelen kutatás korlátait mindenképpen érdemes figyelembe venni a további kutatási irányok meghatározásakor, valamint az eredmények értelmezésekor:

- *Mintanagyság és összetétel:* A kutatás egyik korlátja a kis létszámú, csupán 32 fős minta, amely kizárólag gimnáziumi tanulókból állt, nem biztosít reprezentatív képet a középiskolás korosztályról. A technikum tanulókat, valamint különböző évfolyamok bevonása jelentősen bővítené a következtetések érvényességi körét.
- *Matematika tantárgy érdemjegye:* További korlátot jelent, hogy a vizsgálatunk során csupán a matematika osztályzatot vizsgáltuk a matematika tudás mérésére. A matematika osztályzat mellett érdemes lehet standardizált matematikai teszttel is mérni a vonatkozó képességeket és tudást, illetve további tárgyak érdemjegyét is vizsgálni.
- *Feladattípusok korlátozott köre:* Korlátnak tekinthető továbbá, hogy bár a vizsgálatban használt két feladattípus jól mérte a téri észlelési készségeket, de más típusú vizuális-téri műveletek (pl. térképolvasás, mozgás vizualizáció) jelen kutatásból kimaradtak.
- *Longitudinális hatás vizsgálatának hiánya:* Végezetül a pilot jellegű kutatás korlátja, hogy egyelőre nem vizsgáltuk, hogy a téri készségek miként fejlődnek az irodalmi előzményben említett tanulási folyamatok hatására.

A kutatás értékét növeli, hogy rávilágít olyan pszichológiai összefüggésekre, amelyek gyakran rejtve maradnak az iskolai értékeléskor. Javasolható tehát a kutatás korlátait figyelembe véve a további

kutatások kiterjesztése kvalitatív interjúkra, longitudinális adatfelvételre, továbbá a különféle tanulási környezetek összehasonlítására a minta növelésével és további feladattípusok használatával.

Konklúziók

A jelen vizsgálat során szerzett tapasztalatok alapján a jövőben a következő témák kutatása irányába lehet haladni, amelyeket nagyobb mintán érdemes vizsgálni például: 1) A geometriai témakörök aránya a matematikai teljesítményben. 2) A nemek szerinti stratégiahasználat elemzése vizuális feladatoknál. 3) A térorientáció és vizuális észlelés fejleszthetősége hosszú távú beavatkozásokkal. 4) Az affektív tényezők (pl. szorongás, motiváció) és a téri orientáció kapcsolata. 5) Tantervi szinten a STEM tantárgyak integrált fejlesztésének lehetőségei.

A vizsgálat rávilágított arra, hogy a téri orientációs és vizuális észlelési képességek összefüggnek egymással, és jelentős szerepet játszanak a tanulók matematikai problémamegoldó stratégiáinak megértésében. A két feladattípus közötti korreláció, valamint a nemek szerinti eltérések azt jelzik, hogy a vizuális-téri képességek nem csupán a matematikai teljesítménnyel, hanem kognitív stratégiákkal, illetve tanulási preferenciákkal is kapcsolatban állnak.

A jelen kutatás fontos kiindulópontként szolgálhat a téri képességek pedagógiai és tantervi integrációjához. A vizsgálat eredményei alapján világossá vált, hogy a hagyományos értékelési rendszerek nem képesek teljes egészében feltárni a tanulók kognitív erősségeit, különösen akkor, ha azok nem az iskolai matematika szokványos, verbálisan és numerikusan mért formáihoz kapcsolódnak.

A tanulmány egyrészt arra ösztönöz, hogy a pedagógiai gyakorlat tudatosan reflektáljon a tanulók vizuális-téri profiljára, másrészt arra, hogy a jövő kutatásai fókuszáljanak a kognitív sokféleség didaktikai és fejlesztéspolitikai vonatkozásaira egyszerre. A vizuális-téri képességek jelentőségének elismerése, mérése, fejlesztése nem csupán a

matematika, hanem a műszaki, a művészeti tantárgyak, az orvostudomány, valamint az egész életen át tartó tanulás szempontjából is alapvető jelentőségű.

Hosszabb távon olyan oktatási folyamatok kialakítására lenne szükség, amely egyformán hangsúlyt fektet a különböző kognitív képességterületekre, illetve képes érzékenyen reagálni a tanulói sokféleségre. A térbeli gondolkodás fejlesztése ebben a folyamatban a tanulási sikeresség egyik alapfeltétele.

Irodalom

- Abe, T., Raison, N., Shinohara, N., Shamim Khan, M., Ahmed, K., & Dasgupta, P. (2018). The effect of visual-spatial ability on the learning of robot-assisted surgical skills. *Journal of Surgical Education*, 75 (2), 458–464. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.08.017>
- Darai, G., Filep, G., Nagy-Kondor, R., & Sziki, G. (2015). Dynamics Experiments Applying NI Devices and LabVIEW. *Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering*, ISBN 978-963-473-917-3, 38–43.
- Darwis, R. H., Mashuri, S., Tahmir, S., & Talib, A. (2024). The Relationship between Spatial and Linguistic Intelligence with Mathematical Problem Solving Abilities. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 50 (6), 40–48. DOI <https://doi.org/10.9734/ajess/2024/v50i61392>
- Halim, F. (2024). The Effect of Spatial, Logical Mathematical and Emotional Intelligence on Students' Mathematics Learning Achievement. *Jurnal Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5 (2), 16–25. DOI <https://doi.org/10.24114/jfi.v5i2.64432>
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books, ISBN 0465024343
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2012). The Role of Parents and Teachers in the Development of Gender – Related Math Attitudes. *Sex Roles*, 66, 153–166. DOI <https://doi.org/10.1007/s11199-011-9996-2>
- Harris, J., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2013). A new twist on studying the development of dynamic spatial transformations: Mental paper folding in young children. *Mind, Brain and Education*, 7 (1), 49–55. DOI <https://doi.org/10.1111/mbe.12007>
- Hejnova, E., Eisenmann, P., Loukotova, L., & Pribyl, J. (2024). Pupils' School Performance and Their Cognitive Abilities to Solve Problems. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 17 (1), 55–66. DOI <https://doi.org/10.7160/eriesj.2024.170105>
- Hertanti, A., Aprisal, A., Fitriani, F., & Wustqa, D. U. (2024). Mathematical Logical Intelligence, Visual-Spatial Intelligence, and Learning Motivation: Which Variables Affect Mathematics Problem Solving Ability? *Jurnal Tadris Matematika*, 5 (1), 1–10. DOI <https://doi.org/10.47435/jmt.v5i1.2642>
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56 (6), 1479–1498. DOI <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Louridas, M., Szasz, P., de Montbrun, S., Harris, K. A., & Grantcharov, T. P. (2016). Can we predict technical aptitude? *Annals of Surgery*, 263 (4), 673–691. DOI <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000001283>
- Maier, P. H. (1998). Spatial geometry and spatial ability – How to make solid geometry solid? In E. Cohors-Fresenborg, K. Reiss, G. Toener, and H.-G. Weigand, editors, *Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics 1996*, Osnabrueck, 63–75.
- Nagy-Kondor, R. (2024). Spatial Intelligence: Why Do We Measure? *Annales Mathematicae et Informaticae*, 60, 228–236. DOI <https://doi.org/10.33039/ami.2024.03.001>
- Nagy-Kondor, R., & Esmailnia, S. (2022). Development of Spatial Ability Extra Tasks (SAET): Problem Solving with Spatial Intelligence. *Quality & Quantity*, 56, 3751–3768. DOI <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01284-7>
- Nagy-Kondor, R., & Esmailnia, S. (2021). Polyhedrons vs. Curved Surfaces with Mental Cutting: Impact of Spatial Ability. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18 (6), 71–83. DOI <https://doi.org/10.12700/APH.18.6.2021.6.4>
- Newcombe, N. S. (2010). Picture This: Increasing Math and Science Learning by Improving Spatial Thinking. *American Educator*, 34 (2), 29–35.
- Sagoo, M. G., Lam, P. Y., Theivendran, S., & Wingate, R. (2025). Exploring the potential malleability of spatial skills through anatomy teaching: A quantitative study among medical students. *Anatomical Sciences Education*, DOI <https://doi.org/10.1002/ase.70071>
- Shea, D. L., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93 (3), 604–614. DOI <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.604>
- Sorby, S. A. (2009). Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students. *International Journal of Science Education*, 31 (3), 459–480. DOI <https://doi.org/10.1080/09500690802595839>
- Stieff, M., & Uttal, D. (2015). How much can spatial training improve STEM achievement? *Educational Psychology Review*, 27 (4), 607–615. DOI <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9304-8>

- Tóth, A. (2017). A színpercepció és színértelmezés mérésnek tartalmi keretei általános iskolás diákok körében. *Iskolakultúra*, 27 (1-12), 34–43.
DOI <https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2017.1-12.34>
- Turgut, M., & Nagy-Kondor, R. (2013). Comparison of Hungarian and Turkish prospective mathematics teachers' Mental Cutting performances. *Acta Didactica Universitatis Comenianae*, 13, 47–58.
- 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 (2), 352–402.
DOI <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2017). Spatial skills, their development, and their links to mathematics. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 82 (1), 7–30.
DOI <https://doi.org/10.1111/mono.12280>
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117 (2), 250–270. DOI <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.2.250>
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101 (4), 817–835.
DOI <https://doi.org/10.1037/a0016127>
- Zacks, J. M. (2008). Neuroimaging studies of mental rotation: A meta-analysis and review. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20 (1), 1–19.
DOI <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20013>