

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS PROBLÉMAMEGOLDÁS METAKOGNÍCIÓJÁNAK MÉRÉSE A FELSŐOKTATÁSBAN

Revákné Markóczi Ibolya, Máth János**, Huszti Anett* és
Pollner Kitti***

**Debreceni Egyetem, Biológia Szakmódszertani Csoport*

***Debreceni Egyetem, Pszichológia Intézet*

A problémamegoldás a kognitív pedagógia és a pszichológia egyik legszélesebb körben vizsgált területe. Az eddigi kutatások a probléma természetére, a problémamegoldás makro- és mikrostruktúrájára, folyamatára vonatkoztak. A legújabb eredmények már a statikus és a dinamikus problémamegoldás sajátosságairól, azok összehasonlításáról, a metakogníció és a problémamegoldás kapcsolatáról számolnak be (Csíkos, 2007; Greiff és Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke és Csapó, 2013; Molnár, 2006, 2012, 2013a, b).

Napjainkban sokat hallunk arról, hogy a magyar felsőoktatásban a természettudományos alapszakokra belépő hallgatók többsége nem rendelkezik a tanulmányaik megkezdéséhez szükséges megfelelő szintű tudással és képességekkel (Tóth és Radnóti, 2009; Radnóti, 2010a, b; Revákné és Radnóti, 2011). Ezért felsőoktatási intézményeinkben olyan alapozó kurzusok szükségesek, amelyek biztosítják a hallgatók felzárkózását és egyetemi, főiskolai tanulmányaik sikeresebbé tételét. A felzárkóztató kurzusok egyik célja a hallgatók természettudományos kutatáshoz szükséges képességeinek kialakítása és fejlesztése, aminek első lépéseként szükséges diagnosztizálni a fejlesztendő képességek kiinduló szintjét. Ezek ismeretében lehet tervezni és alkalmazni azokat a módszereket, amelyek a kurzusok időtartama alatt a kívánt eredményhez vezethetnek. A vizsgált képességek között jelentős hangsúlyt kap a problémamegoldás, melynek teljesítményszintjét legtöbbször egy adott feladatsor megoldására kapott összpontszámmal értékelünk. Azonban ez a teljesítmény számtalan olyan tényező által meghatározott, amelyek vizsgálata fényt deríthet arra, mi az oka a sikeres vagy sikertelen megoldásnak.

A kutatás során a problémamegoldás tudatosságának hallgatók által történő megítélését elemeztük a metakognitív tevékenységek mérésére szolgáló, Cooper és Urena (2009) által kidolgozott majd általunk adaptált MCAI-kérdőív (*Metacognitive Activities Inventory*) felhasználásával.

Metakogníció és problémamegoldás

Az angol nyelvű szakirodalom egyik értelmezése szerint a metakogníció a kognícióra vonatkozó kogníció (*cognition about cognition*; Metcalfe és Shimamura, 1994). Ez a meghatározás elsősorban azokra a gondolkodási képességekre vonatkozik, amelyek révén ismereteket szerzünk és azokat alkalmazzuk. Brown (1987) a metakogníciót a saját kognitív rendszerünkről alkotott tudásnak és az arra vonatkozó szabályozásnak tekinti (*knowledge and regulation of one's own cognitive system*). Schraw (2001) a gondolkodásunkra és cselekedeteinkre vonatkozó reflektálásként értelmezi (*capacity to reflect of one's own cognitive system*), ami a tudásra vonatkozó ismereteket és azok kontrollját szintén magában foglalja. Metcalfe és Shimamura (1994) szerint a metakogníció a tudásra vonatkozó tudás (*knowing about knowing*), és a megismerési folyamatot már tágabban értelmezik: magában foglalja a meglévő ismereteinket és az azok megszerzéséhez szükséges kognitív képességeinket, illetve a működésére vonatkozó tudást is. A jelenlegi kutatások és a pedagógiai, pszichológiai szakirodalom is ezt a definíciót tekinti elfogadhatóbbnak. Az említetteken túl a ma elfogadott definíciók értelmében a metakogníció olyan tudatos kognitív tevékenység, ami által tudomást szerezhethetünk saját megismerési folyamatainkról, gondolkodásunkról, azokat képesek vagyunk tervezni, nyomon követni, ellenőrizni és szabályozni.

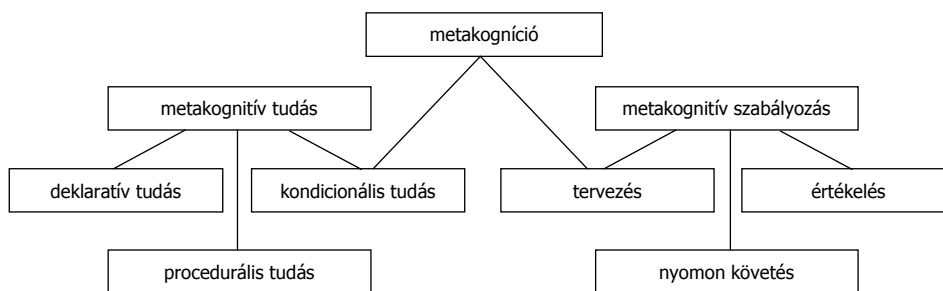
A természettudományos tudás Hur (2003 idézi B. Németh, 2010) szerint a releváns tények, fogalmak, eljárások, módszerek ismeretét, a gondolkodás és a megértés tudományos formáit, az értékeket, a természettudományok jellemzőinek, céljainak, korlátainak, felismerését, a különböző kontextusokban történő alkalmazást, valamint a természettudományok iránti attitűdöt és motivációt jelenti. Ezek közül a metakogníció elemeiként is értelmezhetők a tudományos megismerést szolgáló eljárások, a tudományos gondolkodás és ezek részeként a problémamegoldás. A metakogníció fejlesztésével az iskolában azért kell foglalkozni, mert ezáltal a tanulóknál stabilabbá válnak azok a kognitív sémák, amelyek hatékonyabb gondolkodóvá és problémamegoldóvá teszik őket.

A metakogníció mint mentális tevékenység egy összetett rendszer, melynek elemei – egymással összefüggve – egy szabályozott egységet alkotnak. Flawell (1987 idézi Csíkos, 2007) a metakogníció két alapvető összetevőjét határozza meg: (1) *metakognitív tudás*, (2) *metakognitív tapasztalat*. A *metakognitív tudást* további három részre osztja: (1) személyi változók: arra vonatkozó képesség, hogy ismerjük és tisztában vagyunk saját magunk és mások képességeivel, ismerjük gondolkodásunk mikéntjét; (2) feladatváltozók: a feladatok nehézségének értelmezése; (3) stratégiaváltozók: azt a stratégiát jelenti, amivel elérünk egy kognitív célt (kognitív stratégia), például megoldunk egy problémát és ugyanakkor azt a tudatos stratégiát, amely révén megállapítjuk, hogy a problémát megoldottuk (metakognitív stratégia), a kognitív célt elértük. Ez utóbbi olyan magasabb szintű szabályozó folyamat, amely a kognitív stratégiával negatív visszacsatolásban áll. A *metakognitív tapasztalat* olyan tudatos jelenség, amely egy intellektuális élményt kísér. Ilyen tapasztalat például az, amikor észrevesszük, hogy értjük azt, amit nekünk mondanak. Más kutatók a metakognitív tapasztalatot *metakognitív kontroll*nak nevezik,

amit a meglévő tudásunk működésének szabályozási és kontrollfolyamataként értelmeznek (Nelson és Narens, 1990; Otani és Widner, 2005; Sungur, 2007).

Kluwe (1987) a Flawell által meghatározott két kategóriát a pszichológiában már ismert két fogalom mentén definiálta: a metakognitív tudást *deklaratív tudásként*, a metakognitív tapasztalatot *procedurális metatudásként*. Kluwe szerint a deklaratív metatudás a saját képességeink, kognitív tevékenységünk ismeretét és az arra vonatkozó meggyőződést, a *procedurális metatudása* kognitív folyamatok kontrollját (tervezés, nyomon követés, ellenőrzés) jelenti.

Schraw (2001) modelljében ötvözte Flawell és Kluwe metakognícióról alkotott elméletét. A *metakognitív tudás*nak alárendelte a Flawell által leírt *deklaratív* (tudni, hogy mit) és *procedurális tudást* (tudni, hogy hogyan), melyekhez horizontálisan hozzárendelte a *kondicionális tudást* (tudni, hogy miért és mikor). A Flawell által metakognitív tapasztalatként meghatározott összetevőt *metakognitív szabályozásnak* nevezte, és ebbe az összetevőbe illesztette a tervezés, a nyomon követés és az értékelés dimenziókat (1. ábra).



1. ábra

A metakogníció összetevői (Schraw, 2001)

Davidson, Deuser és Sternberg (1995 idézi Cooper és Urena, 2009) szerint a metakognitív szabályozás képessége meghatározó szerepet tölt be a problémamegoldás folyamatában, mivel a tervezés, a nyomon követés és az értékelés képességének szintjétől nagymértékben függ az, mennyire hatékony a problémamegoldás. A metakogníció problémamegoldásban betöltött szerepére vonatkozó vizsgálatok arról számolnak be, hogy a metakogníció szintje jó előrejelzője a tanulók problémamegoldásban nyújtott teljesítményének (pl. Desoete, Roeyers és Buysse, 2001; Lester, 1994; Veenman, 2005).

Goos, Galbraith és Reenshaw (2000) szerint a metakogníció és a problémamegoldás fő kapcsolódási pontjai a probléma megértéséhez és reprezentációjához szükséges *releváns információk* gyűjtése, szelektálása és rendezése, a megoldás *tudatos tervezése*, valamint a *megoldási folyamat egyes lépéseinek tudatos nyomon követése*. Artz és Armour (1992) kimutatta, hogy a tanulók problémamegoldásban nyújtott sikertelenségének egyik oka az, hogy nem tudják monitorozni a megoldás közben a mentális folyamataikat, nem ismerik a problémamegoldás egyes lépéseit, ezért a problémamegoldás folyamatát *explicit módon* kell tanítani. Lin (2001) a deklaratív metakogníció fejlesztésének eredményei-

ből arra következtetett, hogy a tudásra vonatkozó meggyőződések, illetve a tárgyi tudás tekintetében leginkább az *implicit módszerek* az eredményesek. *Péntek* (2000) szerint az implicit módszerek kontextuális diverzifikációt és a kontextus strukturálását jelentik, azaz minél több és változatosabb helyzet (feladatok különböző tantárgyi tartalomhoz kötve és különböző szituációkban) megteremtését annak eldöntésére és felismerésére, hogy például az adott probléma megoldása helyes-e vagy sem, hogyan, hányféleképpen gondolkodhatunk egy problémáról, értjük vagy sem a feladatot. *Lin* (2001) arra is felhívta a figyelmet, hogy amennyiben a feladatmegoldás mikéntjére vonatkozó metakognitív kifejezéseket (pl. elolvasom a feladatot, megértem, átgondolom, helyes vagy nem helyes) összegyűjtjük és tudatosan rögzítjük és alkalmazzuk a gyerekekkel, akkor nem sokat érünk el a fejlesztés terén, sőt időnként a megoldás lelassítását és a teljesítmény csökkenését érzük el vele.

Az is vitatott kérdés, hogy a metakogníció fejlesztését tantárgyi tartalmakon keresztül végezzük, vagy azoktól függetlenül működtessük. A fogalmi váltás elmélete szerint a kognitív képességek fejlődése az iskolában többnyire valamilyen tantárgy keretében, a tantárgyi ismeretek elsajátítása közben történik, melyek azt követően transzferálhatók más tudományterületre, illetve jól alkalmazhatók a mindennapi élet problémáinak megoldásában is (*Carey*, 1985). Mindez igaz a metakogníció fejlesztésére is. Mai oktatási rendszerünk a tanóra keretében történő ismeretelsajátítást részesíti előnyben, így ezt a lehetőséget kell figyelembe venni a fejlesztés során. A természettudományos tárgyak közös experimentális jellege lehetővé teszi, hogy az egyik természettudományi óra folyamán elsajátított problémamegoldó stratégiákat a másik természettudományi óra során felmerülő problémák megoldásában is alkalmazhassuk. Így a tantárgyi tartalomhoz kötött metakogníció fejlesztése a természettudományos tantárgyak közötti, valamint a mindennapi élet problémáinak megoldása felé irányuló transzfert tesz lehetővé. A bemutatott kutatási eredmények mind azt igazolják, hogy a problémamegoldás sikerességét befolyásolja az is, mennyire tudatosan végzi feladatát a tanuló a megoldás során. Ezért a tudatosságot fejlesztő implicit és explicit módszereknek egyaránt létjogosultsága van a tanítási órákon.

A problémamegoldás tudatosságának mérése

Mérőeszközök és módszerek

Csíkos (2007) a metakognícióval foglalkozó monográfiájában megállapította, hogy az egészében vett metakogníció értékelésére jelenleg nincs egy mindenki által egységesen elfogadott, megfelelő módszer, illetve mérőeszköz. Kitér arra, hogy korábbi tanulmányok alapján a procedurális metakognitív tudáselemek mérése három fázisban történhet: a feladatmegoldás (1) előtt, (2) közben és (3) után. Az előmérések módszerei között említi a kérdőívek és szóbeli interjúk használatát, menet közben („on-line”) a hangosan gondolkodtatás és megfigyelés módszerét, míg a feladatmegoldás után a kérdőív és az interjúk alkalmazását.

A természettudományos problémamegoldás során a hipotézisek igazolása legtöbbször megfigyelések és kísérletek útján történik. A kísérletek és megfigyelések segítségével adatokat gyűjtünk, azokat táblázatokba, grafikonokba rendezzük és értelmezzük. Az igazolt hipotézisek alapján elméleteket hozunk létre, melyeket struktúra-, folyamat- vagy elméleti modellek formájában prezentálunk (Lin, Chiu és Chou, 2004). A természettudományos problémamegoldás tudatosságára vonatkozó vizsgálatok többségét a fizika és a kémia tantárgy keretein belül végezték, az ott alkalmazott mérési módszerek a Csikos (2007) által bemutatott mérési technikákhoz hasonlóak voltak (Anderson és Nashon, 2007; Meijer, Veenman és Hout, 2006). Ezek a módszerek a mérés célját tekintve két nagy csoportba sorolhatók: (1) a metakogníció egyes elemeinek problémamegoldás közben történő mérése (deklaratív, procedurális és kondicionális tudás, tervezés, nyomon követés és értékelés), valamint (2) a problémamegoldási folyamat egyes lépéseinek tudatosságára vonatkozó mérések.

A metakogníció egyes elemeinek problémamegoldás közbeni mérésére példa a Desoete, Roeyers és Buysse (2001) által kifejlesztett MSA (*Metacognitive Skills and Knowledge Assessment*, metakognitív képességek és tudás értékelése) komplex mérési módszer, mellyel a tanulók matematikai problémamegoldásban nyújtott saját teljesítményükre vonatkozó jóslataikat hasonlították össze a megoldás tényleges eredményével. A mérés során szóbeli interjúkat és írásbeli feladatmegoldást egyaránt alkalmaztak. A két fő metakognitív komponensen (tudás, képesség) belül hét paramétert (deklaratív, procedurális és kondicionális tudás, jóslat, tervezés, nyomon követés és értékelés képessége) vizsgáltak. A deklaratív tudás mérésekor azt kérték a tanulóktól, hogy a feladatok megoldása előtt ránézésre válasszák ki az öt legnehezebb és legkönnyebb feladatot. Ezután megoldották az összes példát. Az értékelés során összevetették a tanulók jóslatait a megoldás tapasztalataikkal és ennek megfelelően pontozták őket. A procedurális metakogníció esetében is a deklaratív tudás-mérés logikájának megfelelően jártak el: azt kérték a tanulóktól, magyarázzák meg, hogyan oldják meg a feladatokat. A kondicionális tudás mérésekor arra kellett válaszolni, miért voltak a feladatok nehezen vagy könnyen megoldhatók. Az MSA-módszer reliabilitásának vizsgálata (Cronbach- α a hét paraméterre: 0,60–0,87) annak közepes megbízhatóságát, míg validitás vizsgálata (első és második mérés közötti korreláció: $r=0,81$, $p<0,01$) megfelelő érvényességét bizonyította.

Meijer és munkatársai (2006) fizikaproblémák megoldásának tudatosságmérésekor a metakogníció sajátos elemein (tervezés, nyomon követés, értékelés) túl már azt is vizsgálták, hogy a problémamegoldás egyes lépéseit (orientáció, elaboráció, végrehajtás) milyen mértékű tudatosság kíséri. A mérés módszere a hangosan gondolkodtatás volt. Anderson és Nashon (2007) középiskolások körében végzett vizsgálata során a metakognitív tudás (monitorozás, tudatosság, értékelés, tervezés) ugyancsak fizikaproblémák megoldására gyakorolt hatását tanulmányozta. Azt tapasztalták, hogy a magasabb szintű metakognitív tudás (különösen a tudatosság) birtokában lévő tanulók rugalmasabban konstruálták a problémamegoldás folyamatára vonatkozó ismereteiket és tudásukat. Kapa (2007) azt vizsgálta, miként hat a metakognitív tudás közeli és távoli transzferje különböző problémák megoldására. A számítógéppel történő feladatmegoldás során azt tapasztalta, hogy a probléma típusától függetlenül a metakogníció magasabb szintje minden esetben sikeresebb problémamegoldással jár.

A természettudományos problémamegoldás tudatosságának mérése történhet kérdőívek segítségével is. Ez a módszer akkor előnyös, ha egyszerre sok (100 fő fölötti) tanulót vizsgálunk. Ugyanakkor alkalmazásuk több szempontból is kétségbe vonható. A kérdőívek megoldása során a tanulók manipulálhatnak az állítások igazságtartalmának megítélésében, felül- vagy alulértékelhetik önmagukat. Másik probléma, hogy a procedurálistemetatudásra vonatkozó állítások gyakran a metatudásról alkotott metatudásnak tekinthetők. A valóságos kép kialakítását az is nehezíti, ha a tanuló nem érti az állítás tartalmát vagy nem megfelelően kezeli az állítások általánosságát (Csíkos, 2007). Azonban a lehetséges hibaforrások figyelembevételével és korrekciójával a kérdőíves módszer is tökéletesíthető, megbízható és valid mérőeszközzé tehető.

Az MCAI

A Cooper és Urena (2009) által kifejlesztett MCAI (*Metacognitive Activities Inventory*) a metakognitív tevékenységek mérésére szolgáló kérdőív, amely a kémiai problémák megoldásának tudatosságát méri a problémamegoldás folyamatára vonatkozó állítások segítségével. Ezek az állítások azt kérik számon, hogy az általuk megfogalmazott tevékenységet milyen gyakran alkalmazzák a hallgatók a megoldási folyamat során. A megoldás tudatossága arányos az állítások alkalmazásának gyakoriságával (negatív állítások esetén ez az arány fordított). A mérési eredmények alapján tudatosabbá vált az oktatók hallgatókhoz történő hozzáállása is, mivel egyrészt megismerték, hogyan észlelik a hallgatók saját problémamegoldó tevékenységüket és képességüket, másrészt a hiányosságok ismeretében úgy változtatták oktatási módszereiket, hogy azokkal biztosítani tudják a problémamegoldás és a tanulás hatékonyabbá válását.

A kérdőív validitásának és megbízhatóságának javítása érdekében három adatfelvételt valósítottunk meg. Az előmérésben 151 elsőéves és 20 végzős hallgató vett részt. A főmérés is két ütemben történt. Az első mérésben 310 elsőéves hallgató a laboratóriumi gyakorlatok feladatainak megoldása közben töltötte ki a kérdőívet. A főmérés második szakasza az első mérést követő 13. héten, a laboratóriumi gyakorlatok után történt. A főmérés 310 hallgatója közül csak 280-nak volt értékelhető teljesítménye. A mérések során végzett validitási és megbízhatósági vizsgálatok közepes validitásról (a főmérés elő- és utómérése közötti Pearson-korreláció értéke 0,51, $p < 0,01$) és jó megbízhatóságról (Cronbach- $\alpha = 0,74-0,92$) számoltak be.

A kérdőív tartalmának kialakításakor az volt a legfőbb cél, hogy abban a sikeres problémamegoldáshoz szükséges tevékenységekre és képességekre vonatkozó állítások szerepeljenek. Az állításokat, amelyek száma eredetileg 53, egy oktatókból, hallgatókból és pszichológusokból álló szakértői csoport gyűjtötte össze, majd előmérésben tesztelték. A főmérésben már a 29 (21 pozitív és nyolc inverz) állítást tartalmazó végleges kérdőívet alkalmaztuk, amiben az állításokat ötfokú Likert-skálán (1: soha, 2: ritkán, 3: általában, 4: gyakran, 5: mindig) kellett megítélni (pl. Pontosan elolvastam a probléma megfogalmazását, hogy azt teljesen megértsem.)

A végleges változatot Cooper és Urena (2009) strukturális elemzésnek vetette alá, melynek során a metakogníció egyes elemeire vonatkozó belső struktúrát, illetve dimenziókat kerestek. Azonban a faktoranalízissel történő vizsgálat során ezeket a dimenziókat

nem sikerült kimutatni, amit a metakognitív szabályozó képességek elemeinek kölcsönös függőségével és egymástól való elkülönítésük nehézségével magyaráztak. Így viszont a kérdőívben nyújtott teljesítmény megítélése egysíkúvá vált, mivel az csak a kérdőívben elért összpontszám, annak maximális pontszámhoz viszonyított százaléka vagy az egész kérdőívre vonatkozó átlag alapján történhet. Az értékelés kiterjedhet az állítások (itemek) pontszámaira is, ami sokkal informatívabb a tanulók gyengeségeire vonatkozóan, de a szerzők erre az értékelési módra nem tértek ki. Ma, amikor a problémamegoldás folyamatának szerkezetét már több dimenzióban is vizsgálják, természetes igény, hogy a megoldás tudatosságára vonatkozó mérőeszköz is igazodjon ehhez.

Az empirikus vizsgálat jellemzői

A kutatás célja, kérdései

A vizsgálat része annak a 2012 és 2015 között zajló programnak, amelynek keretében azt kutatjuk, hogyan befolyásolja a problémamegoldás tudatossága a természettudományos BSc szakos hallgatók problémamegoldásban nyújtott teljesítményét. A tudatosság mérésére olyan megbízható mérőeszközt kerestünk, amellyel a megoldási folyamat minél több elemének metakognitív sajátosságait fel tudjuk tárni. Ilyen kérdőívnek bizonyult a Cooper és Urena (2009) által kifejlesztett MCAI.

A tanulmányban bemutatott vizsgálat céljai: (1) az MCAI belső struktúrájának és (2) a hallgatók kérdőívben nyújtott teljesítményének elemzése. A vizsgálat fő kérdései: (1) Kimutathatók-e a kérdőívben egymástól elkülöníthető strukturális dimenziók? (2) Milyen a hallgatók egyes strukturális dimenziókra vonatkozó tudatosságának szintje? (3) Milyen kapcsolatban áll az MCAI a problémamegoldás folyamatának szintjét mérő feladatsorban nyújtott teljesítménnyel? (4) Milyen mértékű az MCAI problémamegoldásban nyújtott teljesítményre vonatkozó előrejelzése? (5) Milyen torzító hatások mutathatók a kérdőív állításainak megítélésében? Milyen torzító hatások mutathatók a kérdőív állításainak megítélésében?

Minta, módszer

A vizsgálatot 139 felsőoktatásba belépő biológia BSc szakos egyetemi hallgatóval (103 lány és 36 fiú) végeztük 2012 szeptemberében a Debreceni Egyetemen. Az elsőéves hallgatók tanulmányaik megkezdésekor minden évben szintfelmérő dolgozatot írnak, mellyel a továbbhaladáshoz szükséges tartalmi tudást és képességeket mérjük fel. A felmérést 2012-ben kibővítettük egy természettudományos problémákat tartalmazó feladatsorral, továbbá a megoldás tudatosságát vizsgáló MCAI-kérdőívvel, amit a hallgatók közvetlenül a feladatsor megírása után töltek ki. A problémamegoldásban nyújtott teljesítmény és a megoldásra vonatkozó tudatosság mérését 2013-ban folytatjuk, amelybe biológia, kémia és fizika BSc szakos kezdő és végzős hallgatókat egyaránt be fogunk vonni. A két évfolyam közötti eredmények összehasonlítása után javaslatokat fogalma-

zunk meg a természettudományos problémamegoldó gondolkodás fejlesztését szolgáló módszerek felsőoktatásban történő alkalmazására.

A tanulmányban közölt vizsgálatban adaptált MCAI-t eredetileg kémiai problémák megoldására alkalmazták, amelynek állításait elemezve arra a következtetésre jutottunk, hogy azok általános érvényűek bármely természettudományos probléma megoldására, így az biológia és fizika szakos hallgatók körében is alkalmazható. A kérdőív hallgatók által történő kitöltése – az instrukciók megadása után – 20 percet vett igénybe.

Annak igazolására, hogy létezik-e a kérdőívnek valamilyen belső struktúrája, első lépésként egy tartalmi elemzést végeztünk, melyhez az eddigi, a problémamegoldás folyamatára vonatkozó modelleket vettük alapul (Molnár, 2006). Ezek alapján az állításokat a megoldási folyamat egyes lépéseinek megfelelően különböző dimenziókba soroltuk.

A hallgatónak a kérdőívben azt kellett megítélni, hogy azt a tevékenységet, amelyre a kérdéses állítás vonatkozik, milyen gyakran alkalmazza a problémamegoldás során. Ezzel állást foglalt amellett, hogy tudatában van az adott tevékenységnek, illetve azt is meg tudja ítélni, hogy azt milyen gyakorisággal használja a problémamegoldás során. Ezért az egyes dimenziókhoz tartozó itemek az általuk jelölt tevékenységek tudatosságáról adtak felvilágosítást, amit a dimenziókban elért átlagokkal fejeztünk ki. A dimenziók tudatossági szintjének különbségeit az ANOVA egyváltozós varianciaanalízis segítségével, a dimenzióátlagok nemek szerinti különbségeit kétmintás t-próbával vizsgáltuk. A hallgatók reális megítélését befolyásoló lehetséges hatások vizsgálatára klaszteranalízist és lineárisregresszió-számítást alkalmaztunk.

A feladatsor öt feladatból állt (egy számításos és négy szöveges, tudományos és mindennapi problémát bemutató feladat). Példafeladat: Tételezzük fel, hogy orvosként találkozol egy olyan beteggel, akinek a tüdejében nem operálható, igen nagyméretű, előrehaladott állapotban lévő rosszindulatú daganat van. Amennyiben a tumort nem pusztítjuk el, a beteg meghal. A tumor roncsolásának egyik eszköze a sugárterápia. Abban az esetben, ha a tumort nagy intenzitású sugarakkal bombázzák, a tumor ugyan pusztul, de a környező egészséges szövetek is jelentősen károsodnak. Ha a sugárzás kis intenzitású, akkor az egészséges szövetek megőrzik eredeti állapotukat, viszont a tumor változatlan formában fennmarad. A kemoterápia lehetőségét a betegnél egyéb okok miatt kizárták.

1. Mi az orvos problémája?
2. Milyen előzetes információk állnak rendelkezésére a probléma megoldásához?
3. Milyen feltételezéssel élhet a megoldásra vonatkozóan?
4. Hogyan hajtaná végre a kezelést? Mi a megoldás?
5. Adjon magyarázatot a megoldásra!”

A feladatok értékelése a megoldási folyamat lépéseire vonatkozott. A pontozás dichotóm történt (1. táblázat).

1. táblázat. A problémamegoldó feladatsor értékelésének szempontjai

A vizsgált fázisok	Tevékenységek	Értékelés
A probléma	A probléma megértése	Megértette: 1 pont Nem értette meg: 0 pont
	A probléma reprezentációja	A megértett problémát le tudja írni, rajzolni, grafikonon ábrázolni: 1 pont A megértett problémát nem tudja helyesen reprezentálni: 0 pont
	A megoldáshoz szükséges releváns információk összegyűjtése	Valamennyi szükséges információt megtalálta: 1 pont Az információk hiányosak, vagy nincs: 0 pont
	Releváns információk közötti kapcsolat bemutatása	A kapcsolatot megtalálta és bemutatja: 1 pont Nem mutat be kapcsolatot: 0 pont
A megoldási terv és végrehajtása	Hipotézisek megfogalmazása	Hipotéziseket fogalmaz meg: 1 pont Hipotézisek nincsenek: 0 pont
	A megoldási terv indoklással együtt történő leírása	Van és az indoklás magyarázza a választott tervet: 1 pont Az indoklás nem magyarázat a tervre: 0 pont
	Különböző megoldási tervek közötti váltás	Egynél több megoldási terv indoklással: 1 pont Nincs több megoldási terv: 0 pont
	A megoldás végrehajtása. a megoldás	A megoldás helyes és összefügg a megoldási tervvel: 1 pont Nincs több megoldási terv: 0 pont
Értékelés	A megoldás indoklása	Indoklás van és helyes: 1 pont Indoklás van, de nem helyes, illetve nincs: 0 pont
	A megoldása összevetése a problémával	Van és helyes: 1 pont Van, de nem helyes vagy nincs: 0 pont
	Egy jobb megoldás érdekében a megoldási folyamat újrasztruktúrálása	A megoldás végén rájön, hogy van más megoldás is, vagy megoldása helytelennek bizonyul, amire rájön és újra kezdi a folyamatot: 1 pont Nincs más perspektívája: 0

Ebben a vizsgálatban csak a feladatsor hallgatónkénti összpontszámát vettük figyelembe, amikor azt tanulmányoztuk, hogy az MCAI összpontszáma és annak itemei milyen mértékben korrelálnak egymással. Ezzel az MCAI problémamegoldásra vonatkozó előrejelzését vizsgáltuk.

Eredmények

A MCAI értékelésének első lépéseként vizsgáltuk annak megbízhatóságát. A kérdőívre vonatkozó Cronbach- α 0,85, ami összhangban van a Cooper és Urena (2009) által meghatározott reliabilitásmutatókkal (Cronbach- α : 0,74–0,92). Ebből adódóan a kérdőív megbízhatóságát a mi mintánkon is igazoltuk.

A hallgatók kérdőívben mutatott teljesítményének mérése előtt annak belső struktúráját elemeztük – Cooper és Urena (2009) a faktoranalízis révén nem tudott a metakogníció szerkezetére vonatkozó belső struktúrát feltárni. A kérdőív tartalmi elemzésének eredményeként 11 dimenziót hoztunk létre (zárójelben közöljük a dimenzió itemeit): (1) a probléma megértése (1., 27.), (2) a probléma reprezentációja (2., 12.), (3) a megoldáshoz szükséges információk gyűjtése (3., 22., 24.), (4) a megoldáshoz szükséges releváns információk kiválasztása (4., 10., 16.), (5) a hipotézisalkotás (21., 26.), (6) a megoldás tervezése (7., 18., 19.), (7) a megoldás végrehajtása (6., 8., 11., 15., 28., 29.), (8) a megoldás ellenőrzése (20.), (9) a megoldás és a probléma összevetése (5., 9., 17., 23.), (10) a kreativitás megítélése (13.), és a (11) a megoldást kísérő érzelmi megnyilvánulás, emóció (14., 25.). Annak igazolására, hogy az egyes dimenziókhoz valóban az adott itemek tartoznak, belső korrelációs vizsgálatot végeztünk Ennek eredményeit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat. Az MCAI dimenzióin belüli itemek szignifikáns korrelációs (Spearman) értékei

Dimenziók	A dimenzióhoz tartozó itemek	Itemek közötti szignifikáns korreláció
A probléma megértése	1., 27.	0,31
A probléma reprezentációja	2., 12.	0,41
A megoldáshoz szükséges információk gyűjtése	3., 22., 24.	3. és 24. item: 0,16 22. és 24. item: 0,29
A releváns információk kiválasztása	4., 10., 16.	4. és 16. item: 0,27 10. és 16. item: 0,31
Hipotézisalkotás	21., 26.	0,19
A megoldás tervezése	7., 18., 19.	7. és 18. item: 0,22 7. és 19. item: 0,22 18. és 19. item: 0,45
A megoldás végrehajtása	6., 8., 11., 15., 28., 29.	6. és 11. item: 0,24 8. és 15. item: 0,24 11. és 28. item: 0,25 15. és 28. item: 0,22
A megoldás ellenőrzése	20.	—
A megoldás és a probléma összevetése	5., 9., 17., 23.	5. és 9. item: 0,17 5. és 17. item: 0,41 5. és 23. item: 0,17 9. és 23. item: 0,28 17. és 23. item: 0,29
A kreativitás megítélése	13.	—
A megoldást kísérő érzelmi megnyilvánulás	14., 25.	0,28

A 2. táblázat adatai alapján a 29. item („Ha egy megoldáshoz kísérletezni is kell, és azt nem tudom jól végrehajtani, megkérek valakit, hogy segítsen és én megjegyzem, amit csinált.”) nem korrelál szignifikánsan egyik itemmel sem. Ennél az itemnél két dolgot kellett a hallgatónak megítélni. Egyrészt azt felülbírálni, hogy a kísérletet képes-e jól végrehajtani, másrészt egy egészen más, motivációs jellegű tevékenységet, ami abból fakad, hogy szeretné a feladatot jól végrehajtani, amihez segítséget kér vagy nem. Így ez az item egy komplex elbírálás alá esik, és valószínű, hogy a hallgatók a motivációs elemet érzik erősebbnek a megítélés során. A hallgatók egyes dimenziókban elért tudatosági szintjét úgy értékeltük, hogy megnéztük a dimenziókhoz tartozó átlagokat (3. táblázat).

3. táblázat. Az MCAI dimenzióiban elért átlagok és szórások (N=139)

Dimenziók	Átlag	Szórás
A probléma megértése	4,60	0,67
A probléma reprezentációja	3,51	0,79
Információk gyűjtése	3,39	0,67
A releváns információk kiválasztása	3,86	0,61
Hipotézisalkotás	3,23	0,67
A megoldás tervezése	3,54	0,78
A megoldás végrehajtása	3,58	0,51
A megoldás ellenőrzése	3,30	1,08
A megoldás összevetése a problémával	3,98	0,68
Kreativitás	3,20	1,22
Emóció	4,22	0,82

A dimenziók közötti eltérés mértékét ismételt mérések (*Repeated Measure*) ANOVA-elemzéssel vizsgáltuk ($F(10)=40,24$, $p<0,01$, $\eta^2_p=0,93$). A 11 dimenzió átlagai között szignifikáns eltérés mutatkozott. Ezen belül a probléma megértése és az emóció dimenziókban érték el a hallgatók a legmagasabb átlagot. Az emóció és a probléma megértése dimenziók átlagához hasonlóan a releváns információk kiválasztása és a megoldás összevetése a problémával dimenziók között sem volt szignifikáns eltérés. Az ezt követő és egyben a legtöbb dimenziót tartalmazó csoport a probléma reprezentációja, információk gyűjtése, a megoldás tervezése, a megoldás ellenőrzése, a megoldás végrehajtása dimenziók átlaga, melyek együtt a problémamegoldás folyamatának jelentős hányadát ölelik fel.

Az eredmények alapján a hallgatók a probléma megértésére vonatkozó tevékenységekről gondolják azt, hogy a leggyakrabban alkalmazzák problémamegoldás során. A sikeres megoldási folyamatot gyakran érzelmi reakciók, megelégedettség kíséri, de az is előfordul, hogy nem foglalkoznak azzal, milyen érzés a válasz megtalálása. A probléma reprezentációjára, az információgyűjtésre, továbbá a megoldás kivitelezésének egyes fázisaira (tervezés, végrehajtás, ellenőrzés) vonatkozó tevékenységek megítélésében nincs szignifikáns különbség. A megoldási folyamat során a hipotézisalkotásról gondolják azt,

hogy a legkevésbé alkalmazzák és ugyanígy kreatívnak is kevésbé érzik magukat. Ez utóbbi két dimenzió átlaga ellentmond egy olyan korábbi vizsgálatnak, amelyben kiskolások problémamegoldási folyamatának struktúráját elemezték, és abban a hipotézisalkotással analóg „jóslatok” volt az egyik legerősebb elem (Revákné, 2010). Amennyiben ezek az eredmények későbbi mérések során is megismétlődnek, érdemes elgondolkozni azon, milyen hibát követünk el az alsó tagozat és a középiskola utolsó éve között, aminek következtében a tanulók hipotézisalkotási képessége és tevékenysége a kreativitással együtt ilyen mérvű romlást szenved.

4. táblázat. Az egyes dimenziók átlagai közötti különbségek nemek szerint

<i>Dimenziók</i>	<i>Nem</i>	<i>Átlag</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
A probléma megértése	lány	4,71	3,02	p<0,01
	fiú	4,40		
A probléma reprezentációja	lány	3,58	1,29	n. s.
	fiú	3,40		
Információk gyűjtése	lány	3,42	0,48	n. s.
	fiú	3,37		
A releváns információk kiválasztása	lány	3,88	0,50	n. s.
	fiú	3,81		
Hipotézisalkotás	lány	3,27	1,08	n. s.
	fiú	3,12		
A megoldás tervezése	lány	3,59	0,56	n. s.
	fiú	3,51		
A megoldás végrehajtása	lány	3,64	2,54	p<0,05
	fiú	3,39		
A megoldás ellenőrzése	lány	3,42	2,80	n. s.
	fiú	3,05		
A megoldás összevetése a problémával	lány	3,99	0,30	n. s.
	fiú	3,95		
Kreativitás	lány	3,15	-1,29	n. s.
	fiú	3,45		
Emóció	lány	4,32	1,96	p=0,05
	fiú	4,04		

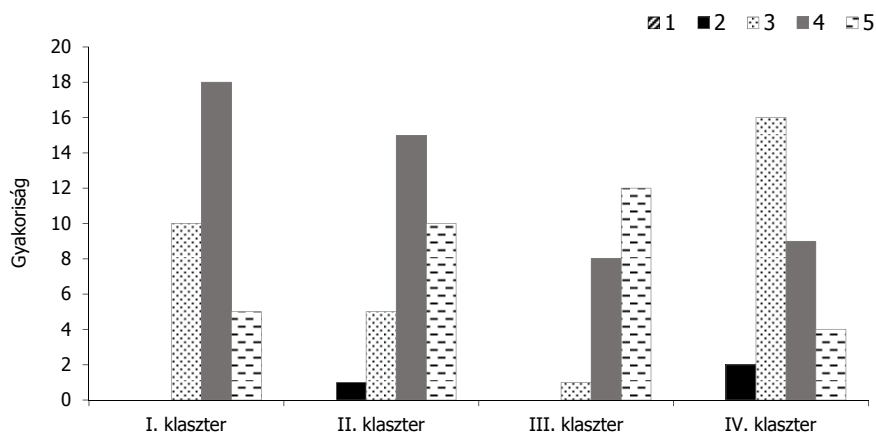
A dimenzióátlagok nem szerinti megoszlását tekintve csak a *probléma megértése*, a *megoldás végrehajtása* és a *megoldást kísérő emóció* dimenziók között volt szignifikáns eltérés a lányok és a fiúk között (4. táblázat). Messzemenő következtetést ennek a három

dimenzióatlagnak az eltéréseiből nem lehet levonni, amit a két nem teljes kérdőívre vonatkozó átlagának nem szignifikáns különbsége is igazol (lányok: 3,73, fiúk: 3,59, $t=1,77$, $p>0,05$).

A kérdőív egészére vonatkozó átlag érték 3,67, ami 72%-os tudatossági szintre utal (a Cooper és Urena által végzett mérések esetében ez 73–80%). Azt, hogy ez a tudatossági szint mit jelent a problémamegoldás sikerességét illetően, akkor tudjuk megmondani, ha az MCAI-ben és a problémamegoldásban nyújtott teljesítményt összevetjük egymással (erre az összehasonlításra ebben a tanulmányban nem térünk ki).

A kérdőív állításaira vonatkozó reális megítéléseket befolyásoló hatásokat klaszteranalízissel és regresszióanalízissel vizsgáltuk. Cooper és Urena (2009) szerint a kérdőív eddigi alkalmazásai során, bár nem magas korrelációs értékekkel, de szignifikáns előrejelzést adott az összpontszám a problémamegoldás sikerét illetően (az MCAI összpontszáma és a problémamegoldásban nyújtott teljesítmény összpontszáma között a Pearson-korreláció értéke 0,16–0,52, a feladatsor Cronbach- α értéke 0,78). A mi vizsgálatunkban a feladatsor és az MCAI összpontszáma között is gyenge szignifikáns korrelációt kaptunk ($r=0,23$, $p<0,01$), ami további, ezt az összefüggést eredményező esetleges torzító hatások felderítésére ösztönzött bennünket.

A torzító hatások sorában elsőként azt vettük figyelembe, hogy az emberek gyakran szubjektíven foglalnak állást a nekik feltett kérdésekben. Ez olyan tényező, ami egy kérdőívvel végzett vizsgálat eredményeit jelentős mértékben torzíthatja. Ezek alapján a 29 ítemes kérdőív válaszait hierarchikus klaszteranalízissel elemeztük. A 16. ítemre adott pontszámok alapján az 2. ábrán látható négy, jól elkülöníthető klaszterből álló mintázatot találtunk. Ez a mintázat a legtöbb ítem esetében hasonló volt, ami miatt ez típusmintázatnak tekinthető.

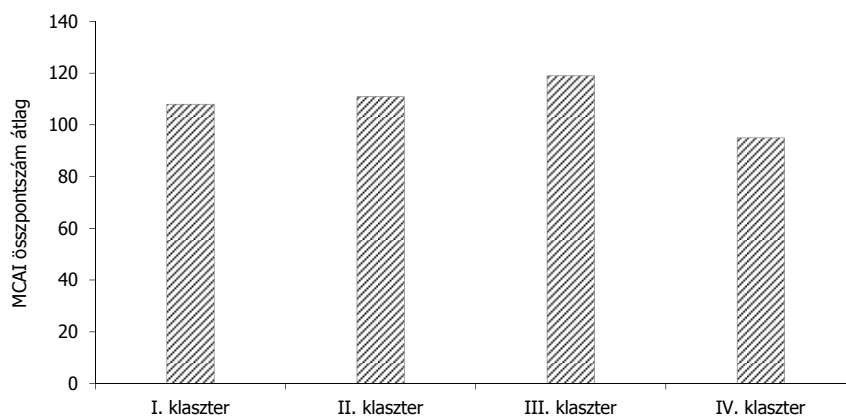


2. ábra

A hallgatók klaszterekbe sorolása az MCAI 16. ítemének értékei alapján

Az I. klaszterbe (N=34) tartoznak azok, akik a Likert-skálán többnyire a 4-es értéket választják, de bizonyos kérdésekben ettől eltérnek a 3-as vagy az 5-ös érték irányába. A II. klaszterben (N=40) lévőknél a tipikus válasz a 4-es vagy az 5-ös. A III. klaszterben (N=23) a legtöbb item esetében az 5-ös, míg a IV. klaszterben (N=40) a 3-as a tipikus válasz, de néhány kérdésben ettől eltérő értékek is vannak.

A legtöbb hallgató a II. (a gyakran 4-es vagy 5-ös értéket adók) és a IV. (a gyakran 3-ast adók) klaszterbe tartozik. A 3. ábra adatai alapján a klaszterek MCAI- összpontszám átlagai is jól elkülöníthetők egymástól. Ezek alapján a legnagyobb átlagot a legtöbbször 5-ös értéket adók, míg a legkisebbet a leggyakrabban 3-as értéket adó hallgatók érték el.



3. ábra

Az egyes klaszterekbe tartozó hallgatók MCAI-n elért összpontszámainak átlaga

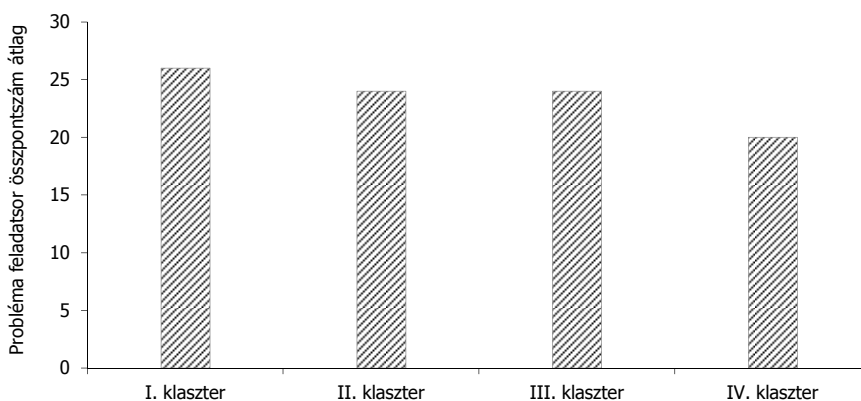
Vizsgáltuk a négy klaszter nemek szerinti megoszlását a teljes kérdőívre vonatkozóan. Bár a III. klaszterben csak két fiú van, összességében a klaszterek között nincs szignifikáns eltérés a nemek arányát illetően (5. táblázat).

5. táblázat. A nemek megoszlása a klaszterekben (teljes kérdőívre vonatkozóan)

Nem/összesen	I. klaszter tipikus 4	II. klaszter tipikus 4-5	III. klaszter tipikus 5	IV. klaszter tipikus 3	Összesen
Lány	24	29	21	28	102
Fiú	12	11	2	12	37
Összesen	34	40	23	40	139

Megvizsgáltuk azt is, hogy az egyes klasztereknek van-e jelentésük a problémamegoldás szempontjából, azaz mennyire különböznek egymástól a feladatsor összpontszám átlagai tekintetében. Az egyszempontos varianciaanalízis eredménye alapján az eltérés

szignifikáns ($F(3,13)=4,26$, $p<0,01$). A legmagasabb összpontszámot az I., majd a II. és III., végül a IV. klaszterbe tartozó hallgatók érték el (4. ábra). Ha abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a problémamegoldásban nyújtott teljesítményt a megoldási folyamat tudatossága befolyásolja, akkor ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy a problémamegoldás tudatossága tekintetében önmagukat többnyire 5-ösre értékelő hallgatók felülértékelik magukat és a feladatsorban nyújtott teljesítményük a jósolthoz képest gyengébb eredményt mutat. Ez feltételezhetően zavaró tényező a valóságos megítélés feltárása szempontjából. Reálisabb a kép az I. és IV. klaszter hallgatói körében, ahol a tudatosságot jelző négyes értékek dominanciája összhangban van a feladatsorban tanúsított magasabb összpontszámmal, illetve a többnyire 3-ast adók esetében a feladatsorban elért alacsonyabb összpontszámmal.

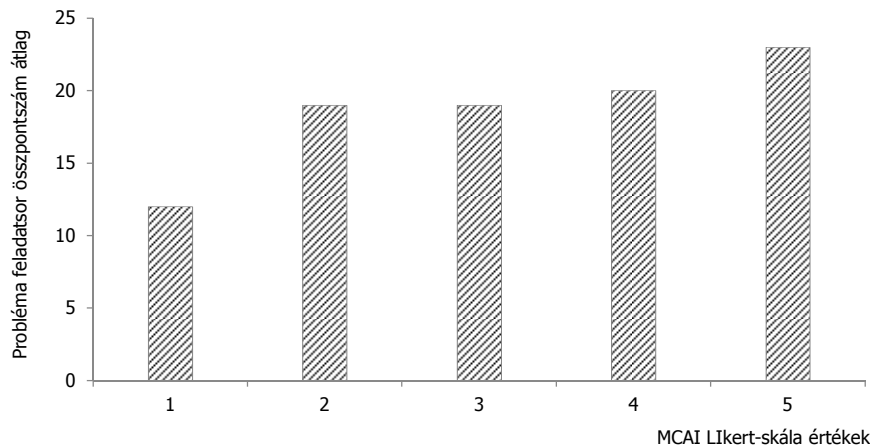


4. ábra

Az egyes klaszterekbe tartozó hallgatók probléma feladatsorban elért összpontszáma

Mivel az MCAI és a problémamegoldásban nyújtott teljesítmény összpontszám átlagai közötti összefüggés vizsgálata során alacsony volt a korrelációs együttható értéke ($r=0,23$, $p<0,01$), ezért az összefüggések további elemzése végett azt vizsgáltuk, hogy klaszterenként nézve milyen kapcsolatot van az MCAI itemei és a feladatsor összpontszáma között. A Pearson-korrelációk értékeit elemezve szignifikáns eredményeket csak a IV. (többnyire 3-as értéket adók) klaszter esetében kaptunk: 3. item ($r=-0,34$, $p<0,05$); 9. item ($r=-0,45$, $p<0,01$); 10. item ($r=-0,39$, $p<0,05$); 15. item ($r=0,21$, $p<0,05$); 20. item ($r=-0,38$, $p<0,05$); 21. item ($r=-0,32$, $p<0,05$).

A korreláció a 15. item kivételével negatív. Ezt úgy értékelhetjük, hogy a IV. klaszter hallgatói esetében a problémamegoldás folyamatának tudatos követése, az arra történő folyamatos odafigyelés inkább gátolja a problémamegoldásban nyújtott teljesítményt. A korreláció vizsgálata nem ragadja meg tökéletesen ezeknek a kapcsolatoknak a jellegét, amit leginkább az 5. és 6. ábra mutat.



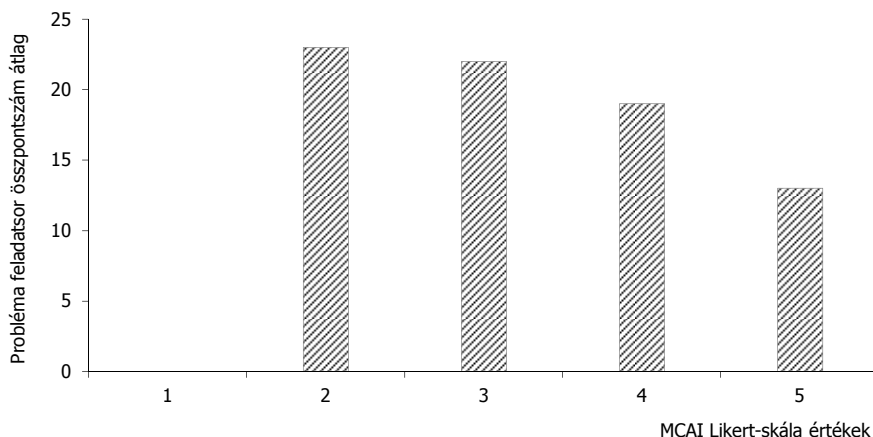
5. ábra

A Likert-skálán különböző értékeket adók probléma feladatsorban elért összpontszámai a 15. itemben („Mindent leírok a megoldás során”)

Az egyes értékeket adó hallgatók feladatsorban elért összpontszámát tanulmányozva azt látjuk, hogy amennyiben szignifikáns is volt a korreláció (akár negatív, akár pozitív), a „mindig” (5-ös érték) vagy a „soha” (1-es érték) egyetlen esetben sem járt nagyobb teljesítménnyel, mint a mellette levő kategória. Mindez azt a véleményünket erősíti, hogy kevés olyan mentális tevékenység van, amit „soha” vagy „mindig” alkalmazni a legjobb megoldás lenne. Ekkor ugyanis hiányzik a mérlegelés, ami a gondolkodás fontos jellemzője. Például a 9. item és a feladatsor összpontszámának kapcsolata azt mutatja, hogy minél gyakrabban alkalmazza valaki azt a módszert, hogy a megoldás elfogadása előtt újra átgondolja a megoldás célját, annál gyengébb a teljesítménye (6. ábra). A 15. item esetében a nagyobb gyakoriság általában a feladatsor nagyobb összpontszámához vezet, de a „mindig” válasz itt sem javít az „általában”-hoz képest (5. ábra).

A feladatsor összpontszáma és a MCAI itemei közötti kapcsolatról a korrelációk sok információt nyújtanak, de semmit nem mondanak arról, hogy ezek a kapcsolatok a feladatsor összpontszáma előrejelzése tekintetében kiegészítik-e egymást és így előrejelző erejük összeadódik, vagy lényegében ugyanazt a dolgot jelzik előre. Ennek kiderítésére többváltozós lineárisregresszió-számítást végeztünk a stepwise opció segítségével, ami addig bővíti az előrejelzésbe bevont független változók (az MCAI itemei) körét, amíg ez az előrejelzés erejét növeli. Esetünkben a 9. és a 20. item került ebbe a körbe negatív együtthatóval (standardizált béta-együtthatók: -0,41, -0,40) és a 15. item pozitív együtthatóval (standardizált béta-együttható: 0,33). A három itemből számított előrejelzés és a feladatsor összpontszáma közötti korreláció 0,64, ami erős.

A természettudományos problémamegoldás metakogníciójának mérése a felsőoktatásban



6. ábra

A Likert-skálán különböző értékeket adók probléma feladatsorban elért összpontszámai a 9. itemben („A megoldás elfogadása előtt ismételten átgondolom a problémamegoldás célját”)

Az eredmények értelmében a IV. klaszterben a teljesítményre kimondottan hátrányos, ha valaki folyton újra ellenőrzi magát. Ugyanakkor a megoldás közbeni folyamatos ellenőrzés és a megoldás elfogadása előtti aggodalom két különböző veszély, nem ugyanannak a dolognak két megnyilvánulása. Ha a feladatsor összpontszámának előrejelzésénél figyelembe vesszük, hogy a szignifikáns korrelációk nem valódi linearitást jelentenek a szélsőséges kategóriák esetén, és az előrejelző itemeket korrigáljuk (a megfelelő válaszkategóriákat összevonjuk), akkor az előrejelzés tovább javítható. A feladatsor összpontszáma és az MCAI-itemek közötti kapcsolatot a többi klaszterre (I., II., III.) is elvégeztük, s nem találtunk összefüggéseket.

Az eredmények értelmében az MCAI-itemek és a feladatsor összpontszáma között korrelációk szignifikáns kapcsolatot mutatnak. Az MCAI itemei alapján négy klasztert különítettünk el, amik jól leírhatók a tipikusválasz-eloszlásokkal. Ez a tipizálás egy általános, itemeken túlmutató, a kérdőív egészéhez való viszonyt mutat. Az elemzésből az is kiderült, hogy mintánkban a hallgatók felülértékelik önmagukat, ami torzítja a kérdőív állításainak reális megítélését. A felülértékelés okát a hallgatók önértékelésének gyengeségében látjuk, aminek fejlesztése egyre égetőbb feladat már az általános- és középiskolában is. A hallgató csak arról tud reálisan nyilatkozni, amit ismer és megért. Ebben a kérdőívben a vizsgálatban résztvevő hallgatók a problémamegoldás tudosságának megítéléséről adtak számot, amivel korábban a közép- és általános iskolai tanulmányaik során nem foglalkoztak. A tanulság az, hogy amennyiben véleményalkotást vagy az igazságtartalom megítélését kérjük a tanulóktól, hallgatóktól, arra előzetesen fel kell őket készíteni, hogy tisztában legyenek azzal, miről ítélnének.

Összegzés

A tanulmányban az MCAI, a problémamegoldási folyamat tudatosságának elemzésére szolgáló mérőeszközt mutattuk be egy empirikus vizsgálat ismertetése során. A vizsgálatot a felsőoktatásba belépő, természettudományokat tanuló, alapképzésben részt vevő hallgatókkal végeztük. A mérőeszköz kiválasztása és tesztelése része annak a programnak, amelynek keretében a hallgatók problémamegoldásának hiányosságait és a korrekciós lehetőségeket kutatjuk. Az adaptált mérőeszköz a *Cooper* és *Urena* (2009) által kifejlesztett MCAI, mely 29, a természettudományos (kémiai) problémamegoldási folyamatot kísérő metakognitív tevékenységre vonatkozó állítást tartalmaz. *Cooper* és *Urena* (2009) szerint vizsgálataikban nem sikerült a metakognitív tudás és szabályozás elemeit tartalmazó belső struktúrát kimutatni, így ők a kérdőív belső szerkezetének további strukturális elemzésével nem foglalkoztak.

Vizsgálatunk során kitértünk arra, hogyan csoportosíthatók az állítások a problémamegoldás folyamata szempontjából. A tartalmi elemzés alapján 11 dimenziót tudtunk elkülöníteni (a probléma megértése, a probléma reprezentációja, a megoldáshoz szükséges információk gyűjtése, a megoldáshoz szükséges releváns információk kiválasztása, a hipotézisalkotás, a megoldás tervezése, a megoldás végrehajtása, a megoldás ellenőrzése, a megoldás és a probléma összevetése, a kreativitás megítélése és a megoldást kísérő érzelmi megnyilvánulás, emóció), melyek mentén már pontosabb kép adható a problémamegoldás folyamatának tudatosságára vonatkozó állítások megítéléséről.

Vizsgáltuk, hogy az egyes dimenziókban a hallgatók által elért átlagok között van-e szignifikáns különbség. Az eredmények szerint a hipotézisalkotásra és a kreativitásra vonatkozó tevékenységek megoldás közben történő alkalmazását a hallgatók a többi dimenzióhoz képest szignifikánsan kisebb gyakoriságúnak ítélték meg, ami elgondolkodtató ennek a két képességnek a közoktatásbeli fejlesztését illetően.

A dimenziók átlagai között a nemek viszonylatában csak három dimenzió esetében találtunk szignifikáns különbséget (a probléma megértése, a megoldás végrehajtása és a megoldást kísérő érzelmi megnyilvánulás, emóció). Ezekben a dimenziókban a lányok átlagai magasabbak, ami feltételezésünk szerint abból adódik, hogy a lányok lelkiismeretesebbek, precízebbek, komolyabban veszik a feladatukat a problémamegoldás közben a fiúkhoz képest. A kérdőív és a problémamegoldásban nyújtott teljesítmény összpontszámainak kapcsolata gyengének, de szignifikánsnak bizonyult, aminek a lehetséges okát megvizsgáltuk. Ennek során elemeztük, hogy a hallgatók milyen klaszterekbe csoportosíthatók az MCAI itemeire adott pontszámok gyakorisága alapján, s négy klasztert tudtunk elkülöníteni. A hallgatók klaszterekbe történő eloszlása alapján azt a következtetést vontuk le, hogy többségük felülértékeli önmagát, ami komoly zavaró tényező lehet a valós eredmények kialakításában. A négy klaszter közül egyedül a IV. klaszter (többnyire 3-ast adók) volt az, ami a legtöbb szignifikáns összefüggést (bár ezek negatív értékek) mutatta az MCAI itemeinek átlagai és a feladatsor összpontszáma között. Az ő esetükben a negatív érték azt jelenti, hogy a problémamegoldás sikerességét csökkenti az, ha explicit módon folyamatosan arra figyelnek megoldás közben, hogy éppen milyen, a problémamegoldással kapcsolatos tevékenységet végeznek. Ezen eredmények alapján az

MCAI önmagában jól méri a problémamegoldás folyamatának tudatosságát, azonban a problémamegoldás folyamatát vizsgáló feladatsorban nyújtott teljesítményre vonatkozó előjelző szerepe a mi mintánkban nem volt meggyőző. Az itemek átlagai és a feladatsor összpontszáma közötti alacsony korreláció oka azonban nemcsak a kérdőív gyenge előjelző értéke lehet. Okozhatja ezt az is, hogy a problémamegoldás sikerét a megoldási folyamat explicit tudatossága (sok más befolyásoló tényező mellett) eleve csak kismértékben befolyásolja, vagy a felülértékelés (és az alulértékelés is) torzítja az egyébként erősebb kapcsolatot. Ezek a feltételezések további kutatás tárgyát képezik, mint ahogy az is, hogy a metakogníció milyen arányban járul hozzá ahhoz, hogy valaki sikeres problémamegoldóvá váljon. A további vizsgálatok során a MCAI továbbfejlesztését látjuk indokoltnak. Lényeges, hogy a feladatsorok értékelését az MCAI struktúrájával is minél pontosabban egyeztessük. Vizsgálatunk lényeges tanulsága az is, hogy a hallgatók önértékelésének fejlesztése sürgető feladat az oktatás minden szintjén.

A tanulmány az OTKA (K-105262) támogatásával készült.

Irodalom

- Anderson, D. és Nashon, M. (2007): Predators of knowledge construction: Interpreting students' metacognition in an amusement park physics program. *Science Education*, **91**. 2. sz. 298–320.
- Artz, A. F. és Armour-Thomas, E. (1992): Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, **9**. 137–175.
- B. Németh Mária (2010): A természettudományi tudás/műveltségértelmezései nemzeti standardokban. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 92–100.
- Brown, A. L. (1987): Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F. E. és Kluwe, R. H. (szerk.): *Metacognition, motivation and understanding*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey. 65–116.
- Carey, S. (1985): On the origin of casual understanding. In: Sperber, D., Premack, D. és Premack A. J. (szerk.): *Casual cognition*. Clarendon Press, Oxford. 268–302.
- Cooper, M. és Urena, S. (2009): Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving. *Journal of Chemical Education*, **86**. 2. sz. 240–245.
- Csíkos Csaba (2007): *Metakogníció. A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Desoete, A., Roeyers, H. és Buysse, A. (2001): Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, **34**. 435–449.
- Goos, M., Galbraith, P. és Renshaw, P. (2000): A money problem: A source of insight into problem solving action. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, **80**. 128–151.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J. és Csapó, B. (2013): Complex problem solving in educational contexts – something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, **105**. 2. sz. 36–379.
- Kapa, E. (2007): Transfer from structured to open-ended problem solving in a computerized metacognitive environment. *Learning and Instruction*, **17**. 688–707.

- Kluwe, R. H. (1987): Executive decisions and regulation of problem solving behavior. In: Weinert, F. E. és Kluwe, R. (szerk.): *Metacognition, motivation and understanding*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey. 31–64.
- Lin, X. D. (2001): Designing metacognitive activities. *Educational Technology Research and Development*, **49**. 23–40.
- Lin, H. S., Chiu, H. L. és Chou, C. Y. (2004): Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. *International Journal of Science Education*, **23**. 101–112.
- Lester, F. K. (1994): Musings about mathematical problem solving research: 1970–1994. *Journal for Research in Mathematics Education*, **25**. 6. sz. 660–675.
- Meijer, J., Veenman, J. és Hout, W. B. (2006): Metacognitive activities in text-studying and problem solving: Development of a taxonomy. *Educational Research and Evaluation*, **12**. 209–237.
- Metcalf, J. és Shimamura, A. P. (1994): *Metacognition: knowing about knowing*. MIT Press, Cambridge.
- Molnár Gyöngyvér (2006): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2012): A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3-11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, **112**. 1. sz. 41–58.
- Molnár Gyöngyvér (2013a): Mindennapi helyzetekben alkalmazott problémamegoldó stratégiák változása. *Iskolakultúra*, 7–8. sz. 31–43.
- Molnár Gyöngyvér (2013b): Terület-specifikus komplex problémamegoldó gondolkodás fejlődése. In: Molnár Gyöngyvér és Korom Erzsébet (szerk.): *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése*. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest. 161–180.
- Nelson, T. O. és Narens, L. (1990): Metamemory: A theoretical framework and new findings. *The Psychology of Learning and Motivation*, **26**. 125–141.
- Otani, H. és Widner, R. L. (2005): Metacognition: New issues and approaches. *The Journal of General Psychology*, **132**. 4. sz. 329–334.
- Péntek Imre (2000): Tudatos és implicit metakognitív folyamatok a problémamegoldásban. *Erdélyi Pszichológiai Szemle*, **1**. 2. sz. 85–97.
- Radnóti Katalin (2010a): Elsőéves fizika BSc-s és mérnökhallgatók fizikatudása. *A fizika tanítása*, **18**. 1. sz. 8–16.
- Radnóti Katalin (2010b): Elsőéves hallgatók kémiatudása. *A kémia tanítása*, **18**. 1. sz. 13–24.
- Revákné Markóczi Ibolya (2010): A 9-10 éves tanulók természettudományos problémamegoldó stratégiájának vizsgálata. *Magyar Pedagógia*, **110**. 1. sz. 53–71.
- Revákné Markóczi Ibolya és Radnóti Katalin (2011): A felsőoktatásba belépő hallgatók biológiatudása egy felmérés tükrében. *A biológia tanítása*, **19**. 2. sz. 3–13.
- Schraw, G. (2001): Promoting general metacognitive awareness. In: Hartman, H. J. (szerk.): *Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice*. Kluwer, London. 3–16.
- Sungur, S. (2007): Contribution of motivational beliefs and metacognition to students' performance under consequential and nonconsequential test conditions. *Educational Research and Evaluation*, **13**. 2. sz. 127–142.
- Tóth Zoltán és Radnóti Katalin (2009): Elsőéves BSc-hallgatók sikeressége egy meghatározó reagenssel kapcsolatos számítási feladat megoldásában. *Középiskolai kémiai lapok*, **36**. 5. sz. 375–390.
- Veenman, M. V. J. (2005): The assessment of metacognitive skills: What can be learned from multimethod designs? In: Artelt, C. és Moschner, B. (szerk.): *Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis*. Waxmann, Berlin. 75–97.

ABSTRACT

IBOLYA MARKÓCZI REVÁK: MEASURE OF METACOGNITION IN SCIENTIFIC PROBLEM-SOLVING AT THE TERTIARY LEVEL

The importance of metacognition in learning and problem-solving in a large variety of fields has been addressed by a number of authors (see *Cooper* and *Urena*, 2009). Metacognitive competence has been found to be a useful predictor of effective problem-solving (*Veenman*, 2005). However, metacognitive inventories still display some wobbliness. One of the major problems is the validity and reliability of the questionnaire regarding the measure of metacognitive activities. The aim of the present study is to investigate the reliability and interval structure of the MCAI (Metacognitive Activities Inventory), which was designed by *Cooper* and *Urena* (2009) to specifically assess students' metacognitive competence in problem-solving. Data was collected in autumn 2012 from 139 biology BSc students in their first year as part of a study of scientific problem-solving skills within the framework of a three-year research programme at the University of Debrecen. The correlation between means of MCAI items and total points for problem-solving achievement was investigated. Each student completed a worksheet with five scientific and everyday problems as well. Due to low correlation ($r=0.227$; $p<0.05$), a cluster analysis was carried out. The students can be grouped into four clusters. On the other hand, students' exaggerated self-assessment was detected by cluster and regression analysis, which alters the real judgements of the MCAI statements. The MCAI items must be corrected in order to increase the prediction for problem-solving.

Magyar Pedagógia, **113**. Number 4. 221–241. (2013)

Levelezési cím / Address for correspondence:

Revákné Markóczi Ibolya és Máth János, Debreceni Egyetem Ökológia Tanszék, Biológia Szakmódszertani Csoport, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1.

Husztí Anett és Pollner Kitti, Debreceni Egyetem Pszichológia Intézet, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1.