

Kognitív képességek változása az életkor függvényében

TDK pályamunka

2023. 01. 11.

Debrecen

Tartalom

1. Bevezetés.....	2
1.1. A kutatási téma.....	2
1.2. A CHC-modell	3
1.2.1. Általános jellemzők	3
1.2.2. Fluid gondolkodás (Gf) és tudás–ismeret (Gc) képességek	3
1.2.3. Munkamemória (Gwm).....	6
1.2.4. Auditív feldolgozás (Ga)	7
1.2.5. További kognitív képességek	7
1.3. A nyelvi képességek nyelvészeti megközelítése	8
1.4. A képességek fejlődése és a kutatási kérdések.....	10
2. Módszertan	12
2.1. Minta	12
2.2. Eszközök	12
2.3. Felhasznált statisztikai módszerek	15
2.3.1. A tesztek megbízhatósága	15
2.3.2. A tesztek faktorstruktúrájának elemzése	15
2.3.3. A képességek változásának globális tendenciái	15
2.3.4. A képességek változásának lokális tendenciái	16
3. Eredmények.....	18
3.1. Leíró statisztika	18
3.2. A tesztek megbízhatósága	19
3.3. A tesztek faktorstruktúrája	20
3.4. A képességek változásának globális tendenciái	21
3.4.1. A képességek mértékének változása.....	21
3.4.2. A képességek varianciájának változása.....	23
3.5. A képességek változásainak lokális tendenciái	24
3.5.1. A képességváltozások mértékének összehasonlítása.....	24
3.5.2. A képességváltozások varianciájának összehasonlítása	25
4. Diskusszió.....	27
Irodalom	33

1. Bevezetés

1.1. A kutatási téma

Az ember kognitív képességeinek vizsgálata történetileg a modern pszichológia gyökereihez nyúlik vissza, s Spearman úttörő munkásságától kezdve napjainkig számos elméleti megközelítés született (Flanagan & McDonough, 2018), mely az egyéni különbségeket vizsgálta. A tesztekben megjelenő egyéni különbségek felhasználhatók specifikus képességek azonosítására, mely képességek azután rendszerbe foglalhatók. Napjaink egyik legszélesebb körben használt elmélete a Cattell–Horn–Carroll-modell (Schneider & McGrew, 2018), mely egyesíti egyfelől a Cattell által megkülönböztetett fluid és kristályos intelligenciát (Cattell, 1941; Cattell, 1943), és az ebből kinőtt, Horn által kifejtett Gf–Gc-elméletet (Horn, 1980) – amely számos specifikus képességet különböztet meg –, másfelől a Carroll által leírt háromszintű hierarchikus modellt (*three stratum theory*) (Carroll, 1993). A röviden CHC-modellnek nevezett képességtaxonómia a kognitív pszichológiai szakirodalomban leírt konstruktumok hierarchikus és multidimenzionális leírására törekszik, s folyamatosan optimalizálják az újabb eredmények alapján (pl. munkamemóriával vagy érzelmi intelligenciával kapcsolatos kutatások eredményeinek integrálásával) (Schneider & McGrew, 2018).

Jelen kutatás fókuszában a nyelvi képességek változásának elemzése áll, melynek keretét a CHC-modell jelenti átfogó és megbízható jellegéből adódóan. A nyelvi képességek egyedi vonása, hogy egyrészt egy szenzitív periódushoz kötött a megjelenésük (Babarczy et al., 2014), ami biológiai meghatározottságot implikál, ugyanakkor további fejlődésük erősen környezet által szabályozott (Kidd et al., 2018). Ebből következően lehetséges, hogy más kognitív képességekhez képest (pl. figyelem, percepció sebesség, mentális forgatás) eltérő fejlődési paraméterek jellemzik az iskoláskorú gyerekek nyelvi képességeit, ahogy például sajátos fejlődési görbe tapasztalható felnőttkorban (20 éves kor után) is (Hartshorne & Germine, 2015).

Az elméleti bevezető a nyelvi képességek és azokkal lehetséges összefüggésben lévő más kognitív képességek bemutatását tartalmazza a CHC-modell keretei alapján kiegészítve nyelvészeti és pszicholingvisztikai kutatások eredményeivel. Ezt követi a kutatási kérdések ismertetése – melyek a tipikus fejlődési tendenciákra vonatkoznak –, majd azok tesztelése empirikus módszerekkel.

1.2. A CHC-modell

1.2.1. Általános jellemzők

A CHC-modell három szintjét az általános képességek (a Spearman által javasolt g (1904)), a széles körű képességek¹ (pl. munkamemória (Baddeley & Hitch, 1974)) és a szűk körű képességek (pl. verbális munkamemória) jelentik (Schneider & McGrew, 2018). Míg az általános képességnek tekintett g státusza erősen vitatott abban az értelemben, hogy valódi pszichológiai konstruktumot tükröz-e vagy pusztán statisztikai következménye a faktoranalízisnek (Horn, 2007), a széles és szűk körű képességek létét illetően konszenzus tapasztalható (Schneider & McGrew, 2018). A taxonómia hierarchiája abból ered, hogy az egyedi tesztek specifikus képességeket tudnak csak mérni (pl. betűk visszamondása sorrendben), viszont adott specifikus képességek bizonyos más specifikus képességekkel jobban korrelálnak, mint másokkal, s ezáltal képességcsoportokat (klasztereket) alkotnak, a kisebb képességcsoportok pedig nagyobb csoportokba szerveződnek. A szintek számának meghatározása praktikus okok által vezérelt és ezáltal önkényes, s az értelmezésben tapasztalhatók eltérések emiatt. Például Carroll eredetileg feltételezett egy általános nyelvi képességet (*language development*), mely köztes lépcsőt jelentett a (széles körű) tudás–ismeret és a szűk körűnek tekintett nyelvi képességek (pl. szókincs, szintaxis) között (Carroll, 1993).

Tartalmilag a CHC-modell jelenleg tizenhét széles körű képességet foglal magában (Schneider & McGrew, 2018), azonban bizonytalanságot jelent a pontos szám meghatározásában egyrészt a szintekhez sorolás nehézsége, valamint a feltételezett, azonban kevésbé kutatott képességek azonosítása (pl. haptikus vagy olfaktoros észlelés). A tizenhét képesség közül kiemelendő történeti és elméleti okoknál fogva az ún. fluid gondolkodás (rövidítve Gf) és a tudás–ismeret (rövidítve Gc) képesség, melyek kontrasztja Cattell gf–gc-elméletében jelenik meg először (Cattell, 1941; Cattell, 1943).

1.2.2. Fluid gondolkodás (Gf) és tudás–ismeret (Gc) képességek

Cattell a Spearman által leírt általános intelligenciát (Spearman, 1904) két nagy komponensre osztotta: a fluid és kristályos intelligenciára (Cattell, 1941; Cattell, 1943). A fluid intelligencia azt a képességet takarja, mely az általános következtetésekért, a mintázatok felfedezéséért felelős, működéséhez nem szükséges előzetes tudás. Ezzel szemben a kristályos intelligencia a

¹ A *broad ability* és *narrow ability* terminusokat *széles körű képességnek* és *szűk körű képességnek* fordítottam, mivel nem készült még a CHC-modellnek magyar leírása, melyet alapul vehettem volna. A továbbiakban az angol terminusokat zárójelben adom meg, amennyiben a magyar fordítás nem teljesen fedti az eredeti jelentést.

megszerzett tudás alkalmazását jelenti. Azaz ebben a keretben egy új, még nem látott probléma megoldása fluid intelligenciát igényel, egy korábban már látott probléma megoldása, ahol a megoldási lehetőségek már ismertek, pedig kristályos intelligenciát mozgósít.

A két képesség összefüggését illetően Cattell az ún. befektetési elméletet (*investment theory*) javasolta (1987), amely szerint a fluid intelligencia egy örökletes kognitív kapacitást jelöl, melyet az ember a környezet által támasztott kihívásokra használ fel, s a megoldást követően a megszerzett tudás rögzül, „kikristályosodik”, a továbbiakban ez a tudás a kristályos intelligencia részét képezi. A befektetési elmélet szerint tehát a kristályos intelligencia minden esetben a fluid intelligencia alkalmazásának következménye, így a kettő korrelál, amennyiben biztosítottak a személy számára az optimális fejlődés feltételei.

Elméleti problémát jelent azonban, hogy az utóbbi értelemben vett kristályos intelligencia nem értelmezhető kognitív kapacitásként, mivel az egy meglévő tudáskészletet jelent, s szigorúan véve ezáltal egy másik kognitív kapacitás nélkül nincs prediktív ereje, hiszen minden problémamegoldásban a fluid intelligencia vesz részt (Kan et al., 2011). A problémát tovább bonyolítja, hogy a kristályos intelligenciát gyakran azonosítják a verbális és verbalizálható tudással (pl. Horn, 2007), holott a nyelvi képességekhez megbízhatóan társítható kognitív kapacitás (Kidd et al., 2018), s ezáltal a kettő mérése ugyan nehezen választható szét, a különbség megtétele azonban fontos.

A CHC-modellben ezért kisebb módosítással jelenik meg a fluid és kristályos intelligencia fogalma (Schneider & McGrew, 2018). A fluid intelligencia képesség fluid gondolkodásként (*fluid reasoning*, Gf) szerepel, mely definíció szerint

„azon szándékos és kontrollált műveleteket jelenti, melyek újonnan felmerülő problémák megoldását szolgálják, s amely problémák nem oldhatók meg korábban tanult szokásokkal, sémákkal és forgatókönyvekkel.” (p. 93)

A kristályos intelligencia helyett pedig a tudás–ismeret képesség (*knowledge–comprehension*, Gc) fogalmát vezetik be, mely

„az adott kultúrában fontosnak tartott tudás megértésének és közvetítésének (*communication*) képességét jelenti. A Gc tartalmaz mind deklaratív, mind procedurális tudást és magában foglal olyan képességeket, mint a nyelv, szókincs, valamint a tapasztalat, tanulás és akkulturáció eredményezte általános tudás.” (p. 114)

A tudás–ismeret képesség meghatározásában kiemelt szerepet játszik az adott közegben domináns kultúra (Horn, 2007), mely egyrészt implikálja, hogy a kultúra fő közvetítő ereje a nyelv és kommunikáció, másrészt kiemeli a képesség környezet általi meghatározottságát, azaz

a fluid gondolkodással szemben nagyobb hangsúlyt kap a környezet komplexitása és ennek változásának hatása az adott személyre nézve (Cattell, 1987).

A definíció alapján felmerül a kérdés, hogy a tudás–ismeret képesség mekkora arányban tartalmazza a nyelvi képességeket, és ezek elkülöníthetők-e empirikusan és konceptuálisan az általános (kulturális) tudástól. A CHC-modellben a következő szűk körű képességek szerepelnek (Schneider & McGrew, 2018):

1. Nyelvfejlődés (*language development*), mely a nyelvi egységek (szavak, mondatok) megértését és használatát jelöli.
2. Lexikai tudás, mely a szavak, kifejezések jelentését, az általuk jelölt fogalmak részletes ismeretét foglalja magában.
3. Általános tudás, mely az fontosnak ítélt vagy praktikus tudást jelöli az adott kultúrában.
4. Beszédmegértési képesség (*listening ability*)
5. Kommunikációs képesség
6. Grammatikai érzékenység (*grammatical sensitivity*), mely a nyelvet leíró szabályok explicit ismeretét tartalmazza. Fontos kiemelni, hogy ez nem a nyelv használatával azonos, hanem kifejezetten metanyelvi tudást jelöl.

A felsorolásából arra lehet következtetni, hogy amennyiben egyéni különbségekben mutatkozó eltérések adják a kiindulási alapot a kognitív képességek szétválasztásához, több szűk körű képesség kapcsolható a nyelvi tudáshoz. Kognitív pszichológiai szempontból azonban jelentős átfedések feltételezhetők a konstruktumok között, különösen az első kettőt tekintve, mely kérdés nyelvészeti szempontból is érdekes (vö. 1.3.).

Ettől függetlenül az általános tudásról feltételezhető, hogy fogalmilag különbözik a nyelvi tudástól a verbalizálhatóság ellenére. Az empirikus adatok azonban vegyesebb képet festenek. Mint ahogy Kan és mtsai kiemelik (2011), a tudás–ismeret képesség statisztikai szempontból teljes mértékben egyezhet a nyelvi képességgel, amely felveti, hogy az általános tudás (s valószínűleg a többi alkomponens) vagy nem különbözik, vagy legalábbis oly mértékben átfed a nyelvi képességgel, hogy azok gyakorlati szempontból elválaszthatatlanok egymástól. Ugyanerre a kérdésre Schipolowski és mtsai más választ adnak, ugyanis az általuk vezetett kutatás kicsi, de szignifikáns különbséget talált a nyelvi képesség és az általános tudás között, mely a kettő konstruktum határozott elkülönítését implikálja (2014). A kapcsolat Langacker szerint leírható úgy, hogy a lexikális egység „az enciklopédikus tudás elérésének egy strukturált, részben meghatározott mód[ja]” (Andor, 2005, p. 38).

Az átfedések alapján gyakorlati szempontból a nyelvi képességek egy komponensre redukálhatók. Ez a redukció ugyan atipikus esetekben (pl. afáziák, kommunikációs zavarok) nem állja meg a helyét, hiszen a mondatértés és -produkció sérülhet szókincset érintő változások nélkül (Bánréti, 2014), azonban mégis oly mértékben összekapcsolódó hatásokról lehet szó, melyek tipikus fejlődés esetében egymás szintjéhez konvergálnak. Ezt alátámasztja például az a megfigyelés, hogy a nagyobb szókincsű (nagyobb lexikai tudású) gyerekek komplexebb szintaktikai szerkezeteket használnak (nyelvfejlődés képesség) (Hoff et al., 2017), mely természetesen jobb kommunikációs képességeket eredményez.

A tudás–ismeret és fluid gondolkodás képességekről elmondható, hogy míg előbbi teljes mértékben lefedi a nyelvi képességekben tapasztalható egyéni különbségeket – akár azt is feltételezve, hogy ez egyetlen változóval megragadható –, utóbbi legfeljebb másodlagos tényezőként játszhat szerepet a nyelvhasználatban. Kiemelendő azonban, hogy a fluid gondolkodás a konceptuális elhatárolása ellenére – a tesztelések eredményei alapján – szignifikáns kovarianciát mutat más képességekkel, például a vizuális-téri feldolgozással vagy a már említett tudás–ismeret képességgel modalitástól függően (Schneider & McGrew, 2018).

1.2.3. Munkamemória (Gwm)

A fluid gondolkodás mellett a nyelvhasználathoz kapcsolódó másik jelentős, modalitásfüggetlen kapacitás a munkamemória, melynek egyik alkotórésze kifejezetten a nyelvi ingerek megtartásáért és manipulációjáért felelős fonológiai hurok (Baddeley, 2012). A munkamemória biztosítja a kommunikációhoz elengedhetetlen szintaktikai struktúrák produkcióját és megértését, valamint szerepet játszik a szavak hatékony elsajátításában is (Gathercole & Baddeley, 1989). Jelenlegi ismereteink szerint a verbális munkamemória a legjobb prediktora a nyelv procedurális elemeinek – a szintaktikai szerkezeteknek – használatában mutatkozó egyéni különbségeknek (Kidd et al., 2018).

A munkamemória a CHC-modellben Gwm-ként rövidített széles körű képességeként szerepel (Schneider & McGrew, 2018). A munkamemória további felosztása a Baddeley és Hitch által javasolt koncepciót (1974) követi, mely ún. téri-vizuális vázlattömbre, fonológiai hurokra és a kettőt összekötő központi végrehajtóra osztja a képességet. Fontos különbség, hogy a CHC-modell jelenlegi formájában nem követi a 2000-ben javasolt módosításokat, mely a munkamemória negyedik komponenseként bevezeti az ún. epizodikus puffert (Baddeley, 2000).

1.2.4. Auditív feldolgozás (Ga)

Míg az előzőekben modalitásfüggetlen, általános képességekről volt szó, a nyelvi ingerek szekvenciális feldolgozásában az auditoros képességek is szerepet játszanak (legalábbis a halló személyek számára). A CHC-modellben szereplő auditív feldolgozás (Ga) olyan széles körű képességként szerepel, melynek definíciója Conzelmann és Süß munkáját követi (Schneider & McGrew, 2018):

„Az auditoros feldolgozás azon képesség, mely lehetővé teszi a hallási ingerek megkülönböztetését, felidézését, módosítását és kreatív felhasználását. A hallási inger fogalma magában foglalja a zenei, környezeti és beszédhangok teljességét.”
(Conzelmann & Süß, 2015, p. 28)

A hallási észleléssel kapcsolatban megjegyzendő, hogy a beszédhangkülönbségekre való érzékenység már néhány hónapos kortól megjelenik (Eimas et al., 1971), az anyanyelv beszédhangjainak releváns különbségeire való érzékenység, azaz az anyanyelv hangkészletének felismerése 12 hónapos korig kialakul (Kuhl, 2004), s a későbbiekben csak a beszédhangok megkülönböztetésének finomodása zajlik 12 éves korig (Hazan & Barrett, 2000). Mindez pedig arra enged következtetni, hogy a hallási feldolgozást mérő tesztek inkább szolgálnak támpontként a tipikus és atipikus beszédfejlődésű személyek azonosítására, mint a tipikus fejlődésű személyek között meglévő egyéni különbségek mérésére.

1.2.5. További kognitív képességek

A CHC-modellben szereplő további kognitív képességek is bizonyos mértékben összefüggésbe hozhatók a nyelvi képességekkel, azonban ezen összefüggések vagy pszicholingvisztikai szempontból kevésbé vizsgáltak (pl. hosszú távú memória, kognitív sebesség), vagy elméleti szempontból elenyészőnek minősíthetők (pl. vizuális feldolgozás, numerikus feldolgozás). Ez alól kivételt képez az írás–olvasás képessége, mely széles körű képességként közvetlenül kapcsolódik a verbális képességekhez, azonban ki kell emelni, hogy míg a beszéd az ember fejlődéstörténetéhez kapcsolható, s minden tipikus fejlődésű gyerek esetében megjelenik, addig az írás és olvasás néhány ezer éves kulturális terméknek tekinthető, amelyhez nem adaptálódott oly mértékben az emberi elme, hogy azt biológiailag vagy funkcionálisan önálló képességnek tekintsük. Ehelyett az írás–olvasás képessége a már előzőekben említett képességek összjátékának tekinthető, mely a vizuális ingerek feldolgozásától a pszichomotoros képességeken át a hosszú távú memóriáig szinte minden képességre támaszkodik (Schneider & McGrew, 2018). Ebből a szempontból míg a verbális képességek fejlődéséből az írás–olvasás

fejlődésére lehet következtetni, az írás–olvasás fejlődéséből visszakövetkeztetni a verbális képességek fejlődésére már csak közvetetten és korlátozottan lehetne.

1.3. A nyelvi képességek nyelvészeti megközelítése

Abból kiindulva, hogy a képességekben rejlő egyéni különbségek felhasználhatók annak vizsgálatára, hogy mely látens konstruktumok különböznek, és melyek azonosak, az elsődleges nyelvi képességek összegezhethetők egyetlen széles körű képességben (tudás–ismeret képesség, Gc), s azon belül is valószínűleg egyetlen szűk körű képességben (nyelvelsajátítás, LD). Mindez azonban korántsem egyértelmű a nyelvészeti és pszicholingvisztikai szakirodalmat összevetve.

Az 1950-es évektől uralkodó, Chomsky nevével fémjelzett generatív nyelvészeti megközelítés egyik alapvető gondolata, hogy a grammatika – azaz egy adott nyelvre jellemző morfológiai, szintaktikai szabályok gyűjteménye – autonóm rendszernek minősül, mely a nyelv fonológiai, szemantikai komponenseitől függetlenül működik s a grammatikai műveletekhez nem társíthatók konkrét vagy absztrakt jelentések (Chomsky, 1957; Chomsky, 1981). A grammatika autonómiája implicálja a Croft által komponenciális modellnek (*componential model*) nevezett felosztást (Croft, 2001), mely önálló fonológiai, szintaktikai és szemantikai összetevőket, valamint az azokat összekapcsoló szabályokat (*linking rules*) feltételez, s a szavakat mint összetevőkön átívelő reprezentációkat kezeli. Ez a felosztás, mely a chomskyánus paradigmán kívül is széles körben elterjedt a nyelvészetben (vö. Head-driven Phrase Structure Grammar (Pollard & Sag, 1993) vagy Lexical Functional Grammar (Bresnan, 1982)), markáns különbséget tesz a lexikális egységek (azaz szavak, rögzült kifejezések) mentális reprezentációi és a nyelvtani szabályok (vagy gyakoriságon alapuló mintázatok) mentális reprezentációi között (Tomasello, 1998).

Ez a dichotómia érhető tetten abban a fejlődépszichológiai megfigyelésben, miszerint az anyanyelv grammatikájának többségét a tipikus fejlődésű gyerekek körülbelül hatéves korukig elsajátítják (Babarczy et al., 2014), míg a lexikai egységek (a szókincs) elsajátítása felnőtt korban sem áll meg. Fontos azonban kiemelni azt a szempontot, hogy egy adott nyelvben a grammatikai szerkezetek száma lehatárolható (ez a kiindulási alapja a nyelvtaníróknak), míg a szavak és kifejezések száma korlátlan, így egy felnőtt személy magabiztosan állíthatja, hogy ismeri anyanyelve minden szabályát (vagy legalábbis túlnyomó többségét), míg ez a szókinccsel kapcsolatban nem mondható el.

Mindenesetre a megkülönböztetés pszicholingvisztikai munkákban is tetten érhető (Tomasello, 1998), hiszen az egyéni különbségek jóval feltűnőbbek és konzisztensebbek a

szókincset illetően, mint a szabályok implicit ismeretét illetően (Kidd et al., 2018), holott az anyanyelv szintaktikai mintázatainak elsajátítása – a széles körben bevett elképzeléssel ellentétben – hat éves korban sem mondható teljesnek, (pl. angol 10 éves gyerekek 50%-a érti a tárgyi vonatkozó mellékmondatos szerkezeteket, illetve kevesebb, mint 25%-a érti a beágyazott mellékmondatos szerkezeteket (Bishop, 2003)), valamint érzékeny tesztelési paradigmákkal (pl. reakcióidő-méréssel) a felnőtt népességben is kimutatható szignifikáns variabilitás a szintaktikai szerkezet megértésének tekintetében (Kidd et al., 2018).

Az utóbbi három évtizedekben a generatív nyelvészeti megközelítéssel szemben egyre népszerűbbé váltak az ún. funkcionalista vagy kognitív nyelvészeti megközelítések (Tomasello, 1998; Tolcsvai Nagy, 2017), melyek megkérdőjelezik a grammatika autonómiájára vonatkozó előfeltételezést, s a szavak mint jelentés–forma párok (Saussure, 1997) koncepcióját kiterjesztik a szintaktikai mintázatokra is (pl. Langacker kognitív nyelvtanában (Langacker, 2007) vagy Fillmore konstrukciós nyelvtanában (Fillmore & Kay, 1993)). Ebbe a keretbe helyezhető – a talán legambiciózusabb megközelítés –, Croft radikális konstrukciós nyelvтана (Croft, 2001), mely lexikon-szintaxis kontinuumot feltételezve minden nyelvi egységet ún. konstrukcióként kezel, beleértve a szavak (pl. *kék*), idiomatikus kifejezések (pl. *terhére van*), szintaktikai kategóriák (pl. főnév, alany) és szintaktikai szerkezetek (pl. múlt idő kifejezése) teljes repertoárját. Minden konstrukció egy forma–funkció párt jelöl, melyben a forma a fonológiai megvalósulást, a funkció pedig a lexikai és diskurzusbeli jelentést fedi le.

A konstrukció fogalmának feltételezése azért jelentős kognitív pszichológiai nézőpontból, mert a szótár–szabály dichotómia feloldása egybevághat a már ismertetett empirikus adatokkal, miszerint egy mögöttes oksági mechanizmus (látens változó) feltételezése lefedheti az egyéni különbségekben tapasztalt variabilitást. Ezáltal a nyelvi képességek – gyakorlati megfontolásból történő – redukciója interdiszciplináris keretbe illeszthető.

A képességmérést illetően különbséget kell tenni az elsajátított tudásnak és a tudás elsajátításának mérése között. Elméletileg az elsajátított tudás jó prediktora lehet magának a kognitív folyamatnak, azaz átlagnál nagyobb szókincs esetén feltételezhető, hogy az adott személy szótanulási képessége is átlagon felüli (Fernald et al., 2006). Ezzel szemben mégis kritika vethető fel az egyén–környezet interakcióját figyelembe véve, hiszen a nagy szókincs eredhet átlagos képesség és ingergazdag környezet (pl. felsőoktatás) kölcsönhatásából is.

E dilemma feloldásában megoldást jelenthet az ún. statisztikai tanulási paradigmák fejlesztése, melyek kontrollált feltételek mellett rögzítik, milyen hatékonysággal tanulnak az emberek új nyelvi mintázatokat (Saffran et al., 1996). A statisztikai tanulási paradigmákat alkalmazták már felnőtt (Lukics & Lukács, 2021) és gyerek mintákon (Lukács et al., 2021),

melyek ígéretes lehetőségnek bizonyulnak az egyéni különbségek mérésében. Ugyanakkor nem tisztázott, hogy a statisztikai tanulás mögött milyen látens konstruktumok rejlenek, valamint az is kérdéses, hogy a különböző paradigmák ugyanazt mérik-e és milyen megbízhatósággal (Kidd et al., 2018). Lehetséges, hogy a statisztikai tanulás a CHC-modellben leírt fluid gondolkodással vagy a munkamemóriával áll összefüggésben, ám az is előfordulhat, hogy önálló, még rendszerbe nem foglalt képességet takar.

Jelenlegi nyelvészeti ismereteink alapján (funkcionalista nézőpontból) tehát elsődleges nyelvi képességként egy látens változó, a nyelvi konstrukciók ismerete határozható meg. Feltételezhetően ez a nyelvi képesség azonosítható a CHC-modell tudás–ismerethez (Gc) tartozó szűk körű képességeivel, s emellett feltételezhetően több, másodlagos képesség is szerepet játszik a nyelvi ingerek produkciójában és megértésében, melyek kapcsolata további kutatást igényel.

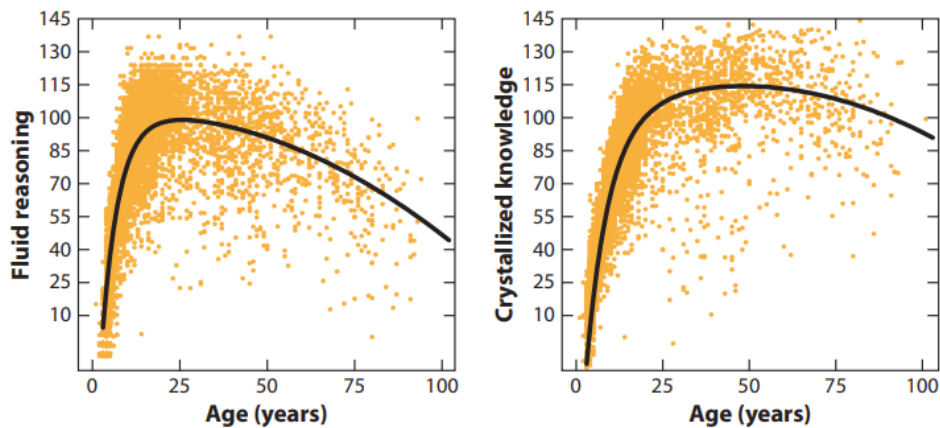
1.4. A képességek fejlődése és a kutatási kérdések

A korábbiakban ismertetett kognitív képességek fejlődéséről számos eredmény áll rendelkezésre a pszichológiai tesztek széles körű alkalmazásának köszönhetően (Carroll, 1993). A CHC-modellben szereplő konstruktumokat tekintve a legkorábbi eredmények a Gf és Gc képességekkel kapcsolatban születtek, melyek rámutattak, hogy a két képesség eltérő fejlődési görbével jellemezhető (Horn, 1980). Míg a fluid gondolkodás a munkamemóriával együtt a fiatal felnőttkor után hanyatlani kezd, a tudás–ismeret képesség (vagy kristályos intelligencia) a fiatal felnőttkort követően is fejlődik vagy stagnál (Horn, 1991) (l. 1. ábra). Általánosságban elmondható, hogy a különböző kognitív képességek különböző fejlődési görbékkel írhatók le akár a CHC-modellt vesszük alapul (McGrew et al., 2014), akár más modellt (Hartshorne & Germine, 2015; Schaie & Willis, 2017).

Mivel a tesztek által implikált kognitív-képesség-felosztás nem változik a fejlődéssel (Taub & McGrew, 2004), ezért az iskoláskorú gyerekek fejlődésének vizsgálatában is érvényes kiindulópont a CHC-modell (Schneider & McGrew, 2018). Azonban míg a képességek változása jól elkülöníthető felnőttkorban, körülbelül 20 éves korig közel lineáris fejlődés tapasztalható mindegyik képességnél populáció szinten (Hartshorne & Germine, 2015). Kérdésként az merülhet fel, hogy a képességek milyen mértékben fejlődnek az iskoláskor alatt (az iskoláskor kezdetéhez viszonyítva), s e tendenciák különböznek-e az elődleges és másodlagos nyelvi képességek között.

1. ábra

A fluid gondolkodás és a tudás–ismeret (kristályos tudás) képességek fejlődési görbéi



Megjegyzés. Keresztmetszeti vizsgálatok eredményei a fluid gondolkodás és tudás–ismeret képességek populációbeli eloszlásáról (Forrás: Tucker-Drob, 2019).

A képességmérés egy másik előnye a fejlődés abszolút növekedésének leírásán túl, hogy a képesség populációbeli eloszlásáról, azaz az adott korcsoportbeli varianciájáról is képet kaphatunk. A korcsoportra jellemző variancia elárulja egyrészt, hogy az adott életkor átlagához viszonyítva mekkora kilengés tapasztalható az alacsony és magas képességű gyerekek között, mely rávilágíthat, hogy mely időszakban lehet szükséges intervenciók alkalmazása. Másrészt a csoportok varianciájának elemzése abban is támpontot adhat, hogy mely képességek fejlődésében játszik nagyobb szerepet a környezeti faktor. Amennyiben az öröklött tulajdonságok dominálják egy adott képesség kibontakozását, akkor korcsoportonként közel azonos variancia várható lineáris fejlődést feltételezve (azaz a hasonló képességű gyerekek hasonlóan jól teljesítenek életkortól függetlenül), ezzel szemben a környezeti faktorok jelentős szerepe esetén eltérő varianciák várhatók a különböző korcsoportokban. Utóbbi esetben például a jobb képességű gyerekek ideális feltételek mellett hatványozottan fejlődnek hasonló képességű, ám szerényebb lehetőséggel rendelkező társaikhoz képest, azaz ugyanazon populációban nagyobb szórás, s ezáltal nagyobb variancia várható.

Jelen kutatás két kérdése tehát arra vonatkozik, hogy (1) iskoláskorú gyerekeknél (6-18 év) tapasztalható-e különbség a nyelvhez kapcsolódó képességek (Gf, Gc, Gwm, Ga) fejlődésében, illetve (2) tapasztalható-e változás a korcsoportok varianciájában a nyelvhez kapcsolódó képességeket (Gf, Gc, Gwm, Ga) illetően. Míg előbbi kérdés megválaszolásában összehasonlítási alapot nyújthatnak a korábbi kutatások (McGrew et al., 2014), utóbbi kérdést még nem vizsgálták.

2. Módszertan

2.1. Minta

A kutatás kérdéseinek vizsgálata a Woodcock–Johnson Kognitív Képességtesztek IV magyar adaptációjához gyűjtött adatainak elemzésével történt, az adaptáció magyar, iskoláskorú gyerekeket (6-18 éveseket) tartalmazó 1330 fős reprezentatív keresztmetszeti mintával készült, melyben a reprezentativitás érvényes mind nemre, lakhelyre, iskolatípusra és településtípusra vonatkozóan. A minta életkori bontását az 1. táblázat tartalmazza. A széles életkori spektrum és a reprezentatív minta lehetővé teszi, hogy korcsoportokra bontva is megbízható következtetéseket lehessen levonni mind a csoportközi változásokról (pl. 7 és 8 évesek összehasonlítása), mind a képességek változásáról (pl. fluid gondolkodás változása 6-tól 18 éves korig).

1. táblázat

A minta összetétele

<i>Korcsoport</i>	<i>Fő</i>	<i>Átlag</i>	<i>Medián</i>	<i>Szórás</i>
6	76	6,7	6,71	0,19
7	126	7,49	7,49	0,28
8	122	8,47	8,47	0,29
9	110	9,53	9,54	0,29
10	111	10,5	10,5	0,30
11	114	11,5	11,4	0,29
12	103	12,5	12,4	0,29
13	107	13,5	13,4	0,30
14	103	14,5	14,4	0,27
15	105	15,5	15,5	0,26
16	114	16,5	16,5	0,31
17	102	17,5	17,5	0,29
18	37	18,2	18,2	0,16

2.2. Eszközök

A CHC-modell osztályozását számos képességmérő teszt közvetve (pl. Golay et al., 2013; Wechsler et al., 2014) vagy közvetetten (pl. Ottensmeier et al., 2015; Süß & Beauducel, 2015) alkalmazza, ezek közül az elméleti koncepciót legteljesebb formában a Woodcock–Johnson Kognitív Képességtesztek IV (WJ IV) valósítja meg (Schrack et al., 2014), mivel ezen teszteket kifejezetten a CHC-modell alapján készítették. A WJ IV nemzetközileg egyre szélesebb körben elfogadott mérőeszköz (sztenderdizált változatai készültek Európától Indonéziáig (Schneider & McGrew, 2018)). Jelen kutatáshoz e negyedik kiadás magyar adaptációja szolgált alapul,

melyhez a feladatok fordítása és az adatfelvétel elkészült, az értékelő szoftver kialakítása pedig folyamatban van.

Jelen kutatás a nyelvi képességekre fókuszálva négy széles körű képességet (Gc, Gf, Gwm és Ga) vizsgált, melyek mindegyikéhez a WJ IV-ben két-két teszt tartozik (bizonyos esetben egy teszt több altesztre bomlik). A képességek és tesztek összesítését a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A felhasznált tesztek és az általuk mért széles körű képességek

<i>Széles körű képességek</i>	<i>Tesztek</i>	<i>Altesztek (ha vannak)</i>
Tudás–ismeret (Gc)	1. Szókincs	1A. Képi szókincs
		1B. Szinonimák
		1C. Antonimák
	8. Általános tudás	8A. Hol? 8B. Mi?
Fluid gondolkodás (Gf)	2. Számsorozatok	
	9. Szabálykeresés	
Munkamemória (Gwm)	3. Verbális figyelem	
	10. Számok fordított sorrendben	
Auditív feldolgozás (Ga)	5. Fonológiai feldolgozás	5A. Szóelőhívás
		5B. Szófluencia
		5C. Hanghelyettesítés
	11. Álszóismétlés	

A tesztek és altesztek rövid bemutatása

Tudás–ismeret (Gc) képesség:

- 1A. Képi szókincs: A vizsgálati személynek meg kell neveznie egy rajzolt képen látható tárgyat (pl. esernyőt).
- 1B. Szinonimák: A vizsgálati személynek meg kell neveznie egy szót, amely ugyanazt jelenti, mint az elhangzott célszó (pl. *rét* – *mező*).
- 1C. Antonimák: A vizsgálati személynek meg kell neveznie egy szót, amely az ellenkezőjét jelenti a célszónak (pl. *keskeny* – *széles*).
- 8A. Hol?: A vizsgálati személynek meg kell neveznie, hogy általában hol található egy adott tárgy (pl. *tűzhely* – *konyhában*).
- 8B. Mi?: A vizsgálati személynek meg kell neveznie, hogy általában mire használják az adott tárgyat (pl. *élesztő* – *sütéshez, tészta kelesztésére*).

Fluid gondolkodás (Gf) képesség:

2. Számsorozatok: A vizsgálati személynek meg kell mondania egy számsorozat következő tagját (pl. 7, 5, 3, ?).
9. Szabálykeresés: A vizsgálati személynek azonosítania kell egyszerű geometrikus formák közül azt, amely valamely szabály alapján illik vagy épp nem illik a többi forma közé (pl. szín vagy forma alapján).

Munkamemória (Gwm) képesség:

3. Verbális figyelem: A vizsgálati személynek fejben kell tartania elhangzó szavakból és számokból álló rövid sorozatokat, majd az elhangzottakkal kapcsolatban felelni egy kérdésre (pl. „öt kutya ló kilenc”; *mi volt az első állat?*).
10. Számok fordított sorrendben: A vizsgálati személynek egy elhangzott számsorozatot kell visszamondani fordított sorrendben (pl. 7 4 8, válasz: 8 4 7).

Auditív feldolgozás (Ga) képesség:

- 5A. Szóelőhívás: A vizsgálati személynek meg kell neveznie egy szót, amelyben egy adott hang adott helyen szerepel (pl. olyan szó, amelynek a közepén szerepel a /gy/ hang).
- 5B. Szófluencia: A vizsgálati személynek meg kell neveznie annyi szót amennyit tud, amelyek egy bizonyos hanggal kezdődnek adott időn belül (pl. olyan szavak, amelyek /s/ hanggal kezdődnek).
- 5C. Hanghelyettesítés: A vizsgálati személynek egy elhangzó szót kell utasításnak megfelelően megváltoztatni, melynek eredménye egy másik értelmes szó (pl. „*Cseréld ki a robban szóban mindkét /b/ hangot /p/ hangra!*”)
11. Álszóismétlés: A vizsgálati személynek egy elhangzott álszót (pl. *gulkentli*) kell megismételnie.

Megemlíthető különbség az adaptációban, hogy az 1A. Képi szókincs alteszt az eredeti Woodcock–Johnson Kognitív Képességtesztek IV-ben nem szerepel, az alteszt a vele rokon Woodcock–Johnson Szóbeli Tesztek IV-ből (*WJ IV Tests of Oral Language*) származik (Schrank et al., 2014), melynek nem készült még magyar adaptációja.

2.3. Felhasznált statisztikai módszerek

2.3.1. A tesztek megbízhatósága

A kutatás során felhasznált tesztek megbízhatóságát (reliabilitását) két mutató jellemzi. A teljes mintát figyelembe véve McDonald ω mutatók lettek számolva Jamovi 2.2.2 szoftverrel (Revelle, 2019; The jamovi project, 2021; R Core Team, 2021), valamint a tesztek megbízhatósága ki lett egészítve az ún. felezéses megbízhatóság (*split-half reliability*) mutatóival. Ez utóbbinál a tesztek páros-páratlan tételek mentén lettek ketté bontva, mivel a feladatok nehézség szerint sorba vannak rendezve a tesztfelvétel során, s a páros-páratlan kettéosztás biztosítja, hogy mindkét tesztfélbe ugyanannyi könnyű és nehéz feladat jusson. A két tesztfél együttjárásának kiszámítása Pearson-korrelációval történt (r_{12}). A tesztekhez tartozó korrelációs koefficiens a Spearman-Brown-formulával lett korrigálva. A felezéses megbízhatóság és a Spearman-Brown-formula alkalmazása MATLAB szoftverrel (MATLAB, 2021) történt.

2.3.2. A tesztek faktorstruktúrájának elemzése

A tesztek faktorstruktúrájának azonosítása Structural Equation Modellel (SEM) készült, melynek alapjául az eredeti WJ Kognitív Képességtesztek IV faktorstruktúrája szolgált. A feltételezett faktorstruktúra összehasonlítási alapját egy hierarchikus, látens változókra épülő modell képezte. A SEM elemzés a JASP 0.16.3 (JASP Team, 2022) szoftver Structural Equation Model kiegészítő csomagjával (Rosseel, 2012; Kline, 2015) készült.

2.3.3. A képességek változásának globális tendenciái

2.3.3.1. A képességek mértékének változása

A képességek változásának globális, azaz a minta teljességére vonatkozó tendenciáinak vizsgálata két szempont szerint történt. Egyrészt az életkor növekedésével a pontszámok átlagos növekedése várható, mely 6-18 év között lineáris fejlődési modellel írható le (McGrew et al., 2014). Másrészt az életkor növekedésével lehetséges, hogy a variancia is változik bizonyos képességek esetében különböző interakciós hatások következtében.

Annak tesztelésére, hogy a képességek fejlődésében tapasztalható-e eltérés, lineáris regressziós modell alkalmazható az egész minta adataira illesztve. A képességek fejlődésének összevetése a regressziós modellek meredekségének összehasonlításával történt, mivel egy képesség nagy mértékű fejlődése együtt jár egy nagyobb meredekséget mutató modellel.

A meredekségek összehasonlítását a sztenderdizált β mutatók 95%-os konfidenciaintervallumai alapozták meg, melyek alapján leolvasható, hogy mely meredekségek

különböznek szignifikánsan (átfedő konfidenciaintervallumok esetén nincs statisztikailag szignifikáns eltérés.) A konfidenciaintervallumok közlése azért alkalmasabb a meredekségeken végzett post-hoc hipotézistesztek (pl. Student-féle t-teszt), helyett, mivel így nem várható az első fajú hiba valószínűségének növekedése, amely a szignifikanciaszint korrekcióját tenné szükségessé. A lineáris regressziós modellek kiszámítása MATLAB szoftverrel (MATLAB, 2021) történt.

2.3.3.2. A képességek varianciájának változása

A második kutatási kérdés megválaszolására, mely a varianciák korral való növekedésére vonatkozik, egyoldali F-teszt lett alkalmazva, melynek nullhipotézise szerint egy adott minta varianciája nem nagyobb, mint egy másik mintáé. Az összehasonlítás elvégzéséhez a mintát korcsoportokra kellett osztani (l. 1. Melléklet), majd a vizsgált fejlődés két végpontjához tartozó 6 és 7 évesek, valamint a 17 és 18 évesek csoportja lett összehasonlítva. Amennyiben valóban tapasztalható variancianövekedés a korral, annak meg kell jelennie a két csoport különbségében.

Azért egyoldali F-teszt került alkalmazásra, mivel elméleti alapon nem magyarázható a képességek varianciájában való csökkenés, mely azt jelentené, hogy egy adott képességet illetően az egyéni különbségek egyre kisebbek lennének, azaz az öröklött és környezeti tényezők egyre kisebb szerepet játszanának a teljesítményben. Esetlegesen előforduló szigorúan monoton csökkenés a varianciában a feladat problémás jellegére utal, hiszen például plafonhatás esetében mind az átlag feletti, mind az átlag alatti képességű gyerekek magas pontokat érnének el.

Tesztenként az F-teszt csak két korcsoport összehasonlítására lett kiterjesztve annak érdekében, hogy az elsőfajú hiba valószínűsége ne növekedjen. Az egész mintát jellemző tendenciákra a varianciák konfidenciaintervallumainak összevetéséből következtethetünk. Az F-tesztek MATLAB szoftverrel (MATLAB, 2021) készültek.

2.3.4. A képességek változásának lokális tendenciái

A keresztmetszeti kutatások támpontot adnak arra vonatkozóan, hogy mely képességek milyen eloszlással fordulnak elő a populációban, s milyen csoportszinten megjelenő tendenciák tapasztalhatók feltéve, hogy a kohorszhatások elenyésző mértékűek. A minták reprezentativitásából ered, hogy a képességek mint látens változók normális eloszlása feltételezhető (ezek mérésével kapott pontszámok valóban normális eloszlást mutatnak). A képességekre vonatkozó további előfeltételezés, hogy azok fejlődése számos biológiai és környezeti változó eredményeként értelmezhető (pl. epigenetikai hatások, környezeti faktorok), s

ennek megfelelően a populációt jellemző képességváltozás is leírható normális eloszlásként (a centrális határeloszlás-tétel következményeként), azaz a gyerekek többségénél átlagos fejlődési ütem tapasztalható, egy részükénél azonban átlagnál kisebb, egy részükénél átlagnál nagyobb fejlődés mutatkozhat meg egy azon időtartamon belül. Ha elfogadjuk ezt a két feltételezést, miszerint

1. a mért képességek a mérési időponttól függetlenül normális eloszlást követnek, illetve
2. két mérés között tapasztalható változások (fejlődés) mértéke csoportszinten normális eloszlást követ,

akkor a populációból vett két reprezentatív mérésből megbízhatóan lehet következtetni a populációt jellemző fejlődési tendenciákra az adott időintervallumra vonatkoztatva.

Amennyiben két normális eloszlású változót összeadunk (pl. K képesség t_1 időponthoz tartozó eloszlását és a Δt változás/fejlődés eloszlását), annak eredménye szintén normális eloszlású változó lesz (jelen esetben K képesség t_2 időponthoz tartozó eloszlása), melynek átlaga a kiinduló két változó átlagának összege lesz (vö. Átlagok összegének tétele (Lemons, 2002)), varianciája pedig a kiinduló két változó varianciájának összege lesz feltéve, hogy a két változó egymástól független (= kovarianciájuk 0) (Varianciák összegének tétele, (Lemons, 2002)). Tehát ismerve t_1 és t_2 időponthoz tartozó eloszlások átlagát és varianciáját, becslést lehet tenni a csoportszinten mutatózó képességfejlődés átlagára és varianciájára. E mutatók kiszámítása MATLAB szoftverrel (MATLAB, 2021) történt.

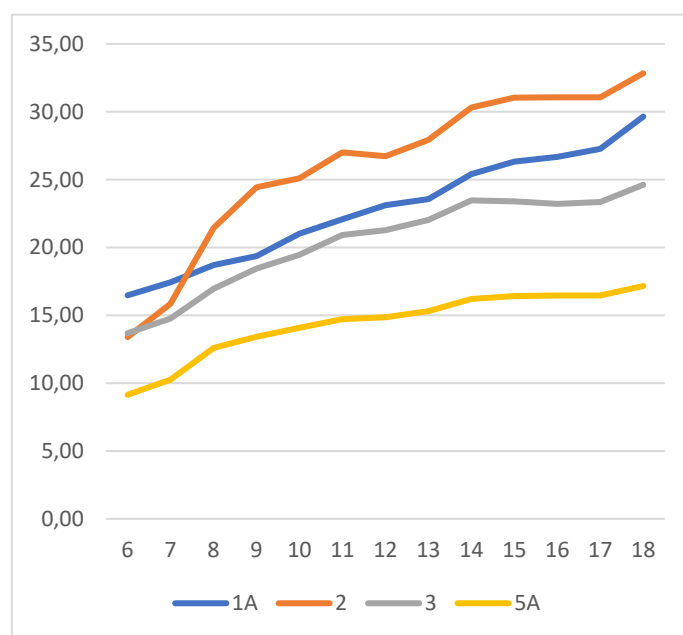
3. Eredmények

3.1. Leíró statisztika

A tesztek pontszámaira vonatkozó fontosabb paramétereket a 3. táblázat tartalmazza. A tesztek átlagpontszámainak és szórásuknak a korcsoportonkénti bontása az 1. Mellékletben olvasható. A tesztek pontjainak eloszlásai normáloszlást mutatnak két kivétellel: az 5C. teszt esetében a ferdeség és csúcsosság nullától való jelentős eltérése, valamint a medián és maximum azonossága jelentős eltérést jeleznek, a 9. teszt esetében pedig az eloszlás hisztogramjából lehet következtetni a normáloszlástól való eltérésre. (A normáloszlás vizsgálata hagyományos normalitástesztekkel (pl. Shapiro–Wilk-teszt, Kolmogorov–Smirnov-teszt) a minta nagysága miatt nem kivitelezhető, ugyanis $N=1000$ felett a legkisebb eltérések is szignifikánsként jelennének meg.) Az 5C. és 9. teszt esetében tehát plafonhatás tapasztalható (l. 1. Melléklet), amely miatt ezen teszteken bizonyos további elemzések nem végezhetők.

2. ábra

A pontszámok növekedése az 1A. (Gc), 2. (Gf), 3. (Gwm) és 5A. (Ga) tesztek esetében



Megjegyzés. A grafikonról leolvasható, hogy a példaként kiválasztott tesztek esetében a pontszámok szigorúan monoton növekedése tapasztalható az életkor növekedésével. Az adatok az életkori csoportok átlagából származnak. A szigorúan monoton növekedés a többi teszténél is érvényes (l. 1. Melléklet táblázatai).

3. táblázat

A tesztek pontszámainak paraméterei az egész mintát figyelembe véve

Tesztek	Átlag	Medián	Szórás	Min.	Max.	Ferdeség	Csúcsosság
1A	22,5	22	5,05	11	38	0,41	-0,34
1B	10,1	10	4,76	0	28	0,39	-0,03
1C	18,3	19	5,22	0	31	-0,45	-0,21
2	25,7	26	7,31	3	42	-0,34	-0,10
3	20,2	21	4,61	2	36	-0,32	0,17
5A	14,3	15	3,51	1	21	-0,45	0,08
5B	15,4	15	8,06	0	53	0,48	0,39
5C	14,3	17	4,65	0	17	-1,97	2,74
8A	10,3	10	4,23	0	21	0,01	-1,01
8B	12,7	13	2,20	4	19	-0,36	0,53
9	29,7	32	8,81	1	40	-0,82	-0,13
10	15,0	15	5,60	0	33	0,31	-0,03
11	25,5	26	7,28	0	44	-0,09	-0,42

3.2. A tesztek megbízhatósága

A 4. táblázat tartalmazza a tesztek megbízhatóságának mutatóit. A mutatókból leolvasható, hogy a tesztek többsége kiváló reliabilitással ($\omega > 0,8$), az 5B. és 8B. teszt pedig elfogadható reliabilitással ($\omega > 0,7$) rendelkezik. Ezt alátámasztják a felezéses megbízhatóság értékei (r_{12}) is.

4. táblázat

A tesztek megbízhatóságának mutatói

Tesztek	McDonald ω	r_{12}	alsó CI	felső CI
1A	0,85	0,88	0,87	0,89
1B	0,88	0,89	0,88	0,91
1C	0,89	0,90	0,89	0,91
2	0,93	0,95	0,95	0,96
3	0,86	0,89	0,88	0,90
5A	0,82	0,85	0,83	0,86
5B	0,79	0,79	0,77	0,81
5C	0,96	0,96	0,96	0,97
8A	0,86	0,89	0,88	0,90
8B	0,70	0,81	0,79	0,83
9	0,95	0,96	0,96	0,97
10	0,91	0,94	0,93	0,94
11	0,91	0,94	0,93	0,94

Megjegyzés. A tesztek megbízhatóságának mutatói a McDonald ω és a felezéses megbízhatóság Spearman–Brown formulával korrigált értékei. Ez utóbbi mutatók mellett azok 95%-os konfidenciaintervallumainak alsó és felső értékei olvashatók.

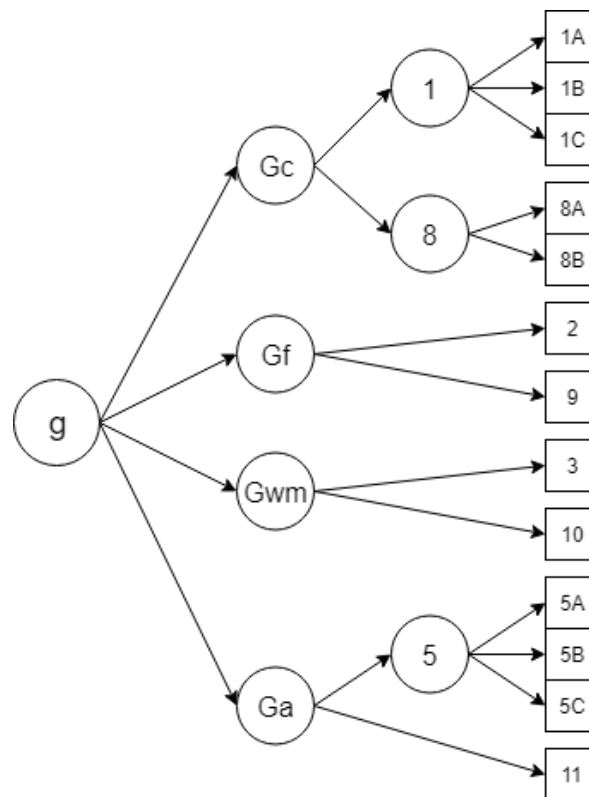
3.3. A tesztek faktorstruktúrája

A tesztek faktorstruktúrájának azonosítása Structural Equation Modellel készült, melynek alapjául az eredeti WJ Kognitív Képességtesztek IV faktorstruktúrája szolgált. Az adaptáció különbsége, hogy az eredeti képességtesztek között nem szerepelt az 1A teszt. Az 1A teszt tartalma alapján a tudás–ismeret képességhez (Gc) kapcsolható. A feltételezett modell egy hierarchikus négyszintű modell, melynek alsó két szintjét a képességtesztek és altesztjeik jelentik, felettük a széles körű képességek mint változók szerepeltek, a hierarchia csúcsán pedig az általános g faktor (3. ábra). Az illeszkedési mutatók alapján (5. táblázat) a modell elfogadható.

A faktorstruktúra megbízhatóságát jelzi továbbá, hogy a faktorok a sztenderdizált faktortöltések alapján (1. 2. Melléklet) nagy mértékű töltést ($\lambda > 0,7$) mutatnak a hozzájuk tartozó látens változókra. Kiemelendő, hogy a Ga és Gf faktorok töltésük alapján ($\lambda > 0,99$) megegyeznek a g faktorról, amely egybevágh a szakirodalomban tapasztalt tendenciákkal (Schneider & McGrew, 2018).

3. ábra

A feltételezett faktorstruktúra



Megjegyzés. A faktorstruktúra négy szintre bomlik: 1. mérőeszközök 2. összesített mutatók altesztok esetében 3. a CHC-modell széles körű képességei (Gc , Gf , Gwm és Ga) 4. általános fejlődés mutatója, a g .

5. táblázat

A feltételezett modell illeszkedési paraméterei

χ^2	347,987
df	58
p	<,001
CFI	0,98
TLI	0,98
RMSEA	0,06
SRMR	0,02

Megjegyzések. df = szabadságfok (degree of freedom), CFI = Comparative Fit Index, TLI = Tucker-Lewis Index, RMSEA = Root mean square error of approximation, SRMR = Standardized root mean square residual. Az illeszkedési mutatók alapján a modell elfogadható: CFI > 0,95, TLI > 0,95, RMSEA < 0,08, SRMR < 0,08.

3.4. A képességek változásának globális tendenciái

3.4.1. A képességek mértékének változása

A képességek fejlődése (a pontszámok növekedése) a tesztekre készített lineáris regressziós modellekkel követhető nyomon. A lineáris modellek meredekségét a sztenderdizált β mutatók és azok 95%-os konfidenciaintervallumai jelzik. A mutatókat a 6. táblázat összegzi, minden p-érték <,001. Az altesztekkel rendelkező tesztek esetében az elemzett adatok az altesztek pontszámainak összegei. A feltételezett plafonhatás miatt az 5C. és 9. tesztek (s ezáltal az összesített 5. teszt) meredeksége nem értelmezhető az egész mintát reprezentáló fejlődés mutatójaként, azok csak lokális magyarázóerővel bírnak.

6. táblázat

A tesztek meredekségének mutatói

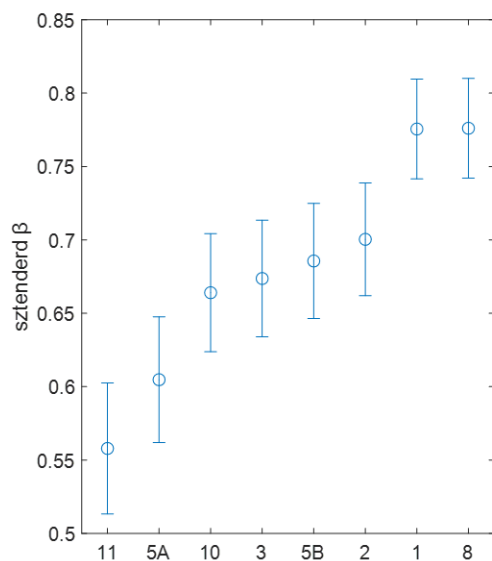
Képesség	Tesztek	béta	alsó CI	felső CI
Gc	1	0,78	0,74	0,81
	8	0,78	0,74	0,81
Gf	2	0,70	0,66	0,74
Gwm	3	0,67	0,63	0,71
	10	0,66	0,62	0,70
	5A	0,60	0,56	0,65
Ga	5B	0,69	0,65	0,72
	11	0,56	0,51	0,60

Megjegyzés. A tesztek mellett azok sztenderdizált β mutatói, valamint a mutatók 95%-os konfidenciaintervallumainak alsó és felső értékei olvashatók. Minél nagyobb a β értéke, annál meredekebb a lineáris modell.

A 4. és 5-6. ábráról leolvasható, hogy a tudás–ismeret képességhez (Gc) tartozó 1. és 8. tesztek mutatják a legnagyobb mértékű fejlődést, mely szignifikánsan különbözik a többi képesség (Gf, Gwm, Ga) fejlődésétől. Az auditív feldolgozást mérő 11. teszt esetében tapasztalható a legkisebb mértékű növekedés (mely szignifikánsan különbözik a többi képesség tesztjétől). Ugyan a szintén auditív feldolgozást mérő 5B. szignifikánsan különbözik a 11. tesztől, ennek lehetséges oka a mögöttes konstruktum tartalmában keresendő (l. Diskusszió).

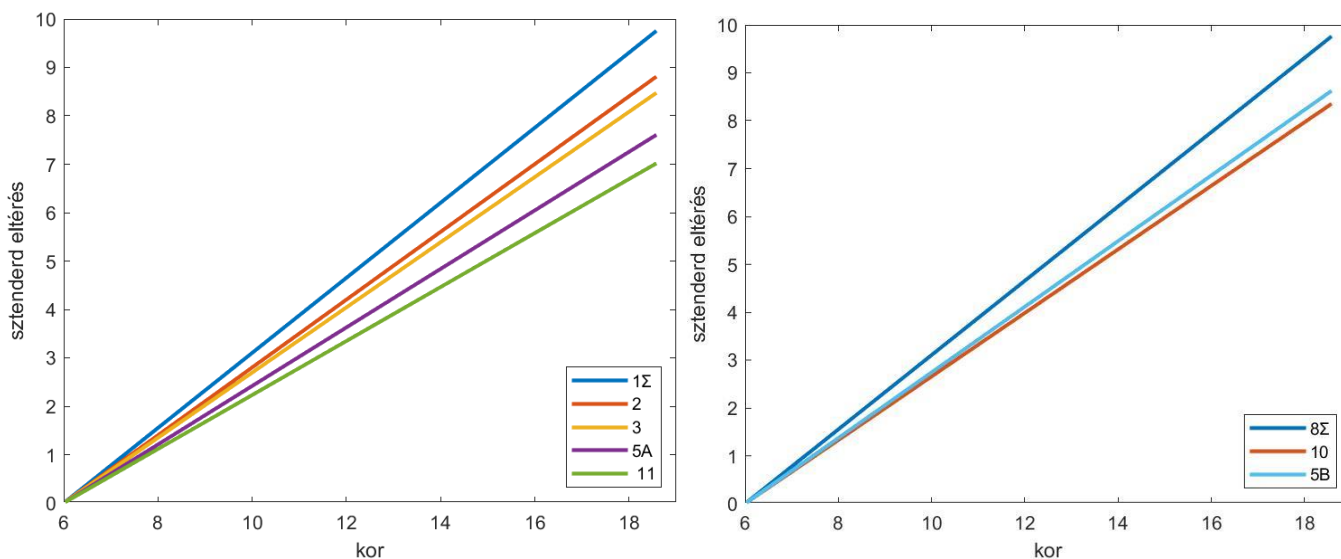
4. ábra

A tesztek meredekségének sztenderd bétái 95% CI-mal



5-6. ábra

A tesztek meredekségének összehasonlítása az életkor változásával



3.4.2. A képességek varianciájának változása

A képességek varianciájának változásáról a 6-7 évesek és 17-18 évesek almintájának összevetéséből kaphatunk információt. A két al minta varianciája egyoldali F-teszttel lett összehasonlítva, ennek eredményét a 7. táblázat összegzi. Szignifikáns növekedés tapasztalható az 1., 5B., 8. és 10. tesztek esetében a kor növekedésével. Ez magyarázható az általuk mért képességek átfedésével. (Az F-statisztika nem alkalmazható az 5C. és 9. tesztek esetében a hipotézis tesztelésére a tapasztalt plafonhatás miatt.) A varianciák csoportonkénti összehasonlítása pedig alátámasztja, hogy az F-teszt által kimutatott variancianövekedés a teljes mintát jellemzi (7. ábra).

7. táblázat

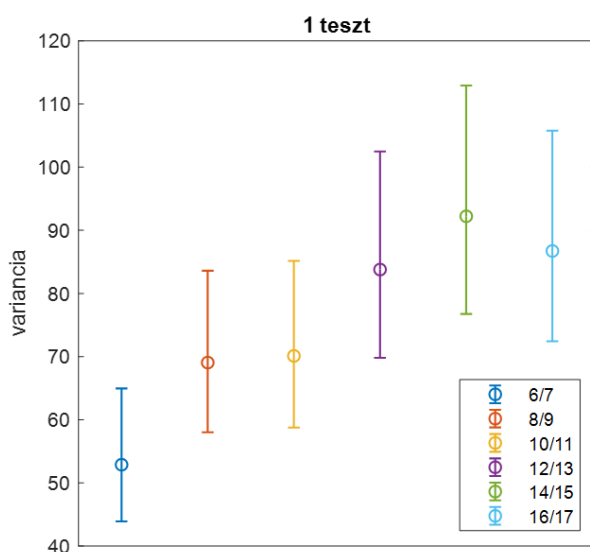
A varianciák összehasonlításának eredménye

Képesség	Tesztek	F-statisztika	df1	df2	p
Gc	1	2,11	138	201	<,001
	8	1,59	138	201	<,001
Gf	2	1,11	138	201	0,24
Gwm	3	0,68	138	201	0,99
	10	2,48	138	201	<,001
	5A	0,55	138	201	1,00
Ga	5B	3,33	138	201	<,001
	11	0,83	138	201	0,88

Megjegyzés. Az egyoldali F-tesztek eredményei a 6-7 évesek (202 fő) és a 17-18 évesek (139 fő) varianciája alapján. df = szabadságfok. Az F-teszt nullhipotézisének elvetése ($p < 0,05$) variancianövekedést jelez.

7. ábra

A variancia változása az életkorral az 1. (Gc) teszt esetében (95% CI-mal)



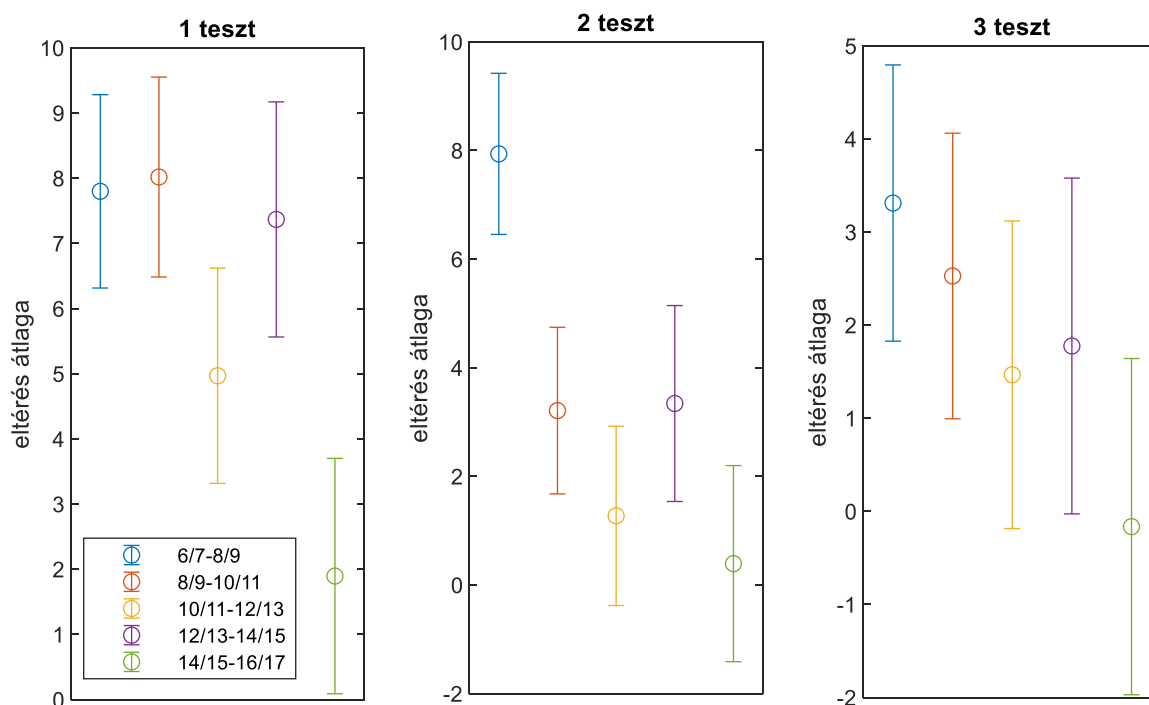
3.5. A képességek változásainak lokális tendenciái

3.5.1. A képességváltozások mértékének összehasonlítása

A képességek változásainak lokális tendenciáinak vizsgálatához a minta adatai két éves bontásokban kerültek összehasonlításra a megbízhatóbb eredmények érdekében. Két csoport (pl. 6 és 7 évesek csoportja és 8 és 9 évesek csoportja) adatainak összehasonlításával a csoportok közti változsról kaphatók információk, a változás egyik mutatója az átlag (Δm), amely azt fejezi ki, hogy a populáció átlaga (m_6 , m_7 , stb) mennyivel nőtt adott időintervallumon belül. A változások átlagai ($\Delta m-k$) a 8. táblázatban olvashatók. A konfidenciaintervallumokkal kiegészített grafikonokról (8-10. ábra, valamint 3. Melléklet) leolvasható, hogy a képességek többségénél egyenletes fejlődés tapasztalható (ami igazolja a 3.4.-ben feltételezett globális tendenciákat), ettől eltérés a 2. tesztnél (Gf) látható, ahol a 6/7 és 8/9 évesek között tapasztalható fejlődés mértéke szignifikánsan nagyobb, mint a későbbi időszakokban. Emellett általános tendenciaként rajzolódik ki, hogy a 14/15 és 16/17 évesek közötti fejlődés üteme alacsonyabb, mint a korábbi csoportoknál, azonban ez a tendencia nem minden képességnél éri el a szignifikanciaszint értékét.

8-10. ábra

A képességváltozások átlagai az 1. (Gc), 2. (Gf) és 3. (Gwm) teszt esetében



Megjegyzés. A grafikonok az 1. (Gc), 2. (Gf) és 3. (Gwm) tesztek által mutatott változások átlagait szemléltetik. Az értékek 95%-os konfidenciaintervallummal vannak feltüntetve. (Az összes teszt grafikonja a 3. Mellékletben található.)

8. táblázat

A képességváltozás átlagai

<i>csoportkülönbségek</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5A</i>	<i>5B</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>6/7-8/9</i>	7,80	7,94	3,31	3,15	4,02	3,46	3,19	3,38
<i>8/9-10/11</i>	8,02	3,21	2,53	1,41	3,81	3,51	3,16	3,00
<i>10/11-12/13</i>	4,97	1,27	1,47	0,69	3,15	2,51	1,23	1,91
<i>12/13-14/15</i>	7,37	3,34	1,78	1,23	3,09	2,74	2,65	2,86
<i>14/15-16/17</i>	1,89	0,39	-0,16	0,14	1,72	0,99	0,03	0,31

Megjegyzés. A csoportkülönbségek az alminták (pl. 6 és 7 évesek) összehasonlításából származnak. A nagyobb érték nagyobb átlagos változást jelöl adott időszakon belül.

3.5.2. A képességváltozások varianciájának összehasonlítása

A lokális változások másik mutatója a változás szórása ($\Delta\sigma$) vagy varianciája ($\Delta\sigma^2$), mely azt mutatja meg, ahogy az adott változás ugyanolyan mértékben jellemzi-e a populáció minden tagját. Nulla variancia esetén minden személy képessége egyforma mértékben javulna egy adott teszten (ami egyenlő a Δm -mel), nagy variancia esetén pedig némelyik személy nagyon nagy fejlődést mutatna, némelyik pedig nagyon kis mértékűt.

A változások varianciái ($\Delta\sigma^2$ -k) a 9. táblázatban olvashatók. A konfidenciaintervallumokkal kiegészített grafikonokról (11-13. ábra, valamint 3. Melléklet) leolvasható, hogy a képességek többségénél a fejlődés eltérő varianciával jellemezhető a különböző korcsoportok között. A képességeket összehasonlítva két mintázat rajzolódik: a tudás–ismeretet (G_c) mérő tesztek esetében a legnagyobb varianciájú változás a 6/7 és 8/9 évesek között tapasztalható, míg a többi képesség (G_f , G_{wm} , G_a) esetében a legnagyobb varianciájú változás későbbi időszakban következik be.

A 9. táblázatban és a 11-13. ábrákon jelzett negatív előjelű értékek olyan varianciamutatókra vonatkoznak, amelyek abszolútértéke a képességváltozás eloszlását jellemzi, előjelük pedig a képességváltozás irányát (azaz varianciacsökkenést). Az előjel feltüntetése abban segít, hogy variancianövekedés és -csökkenés eltérő folyamatait könnyen el lehessen különíteni (mivel maga a variancia csak pozitív érték lehet).

9. táblázat

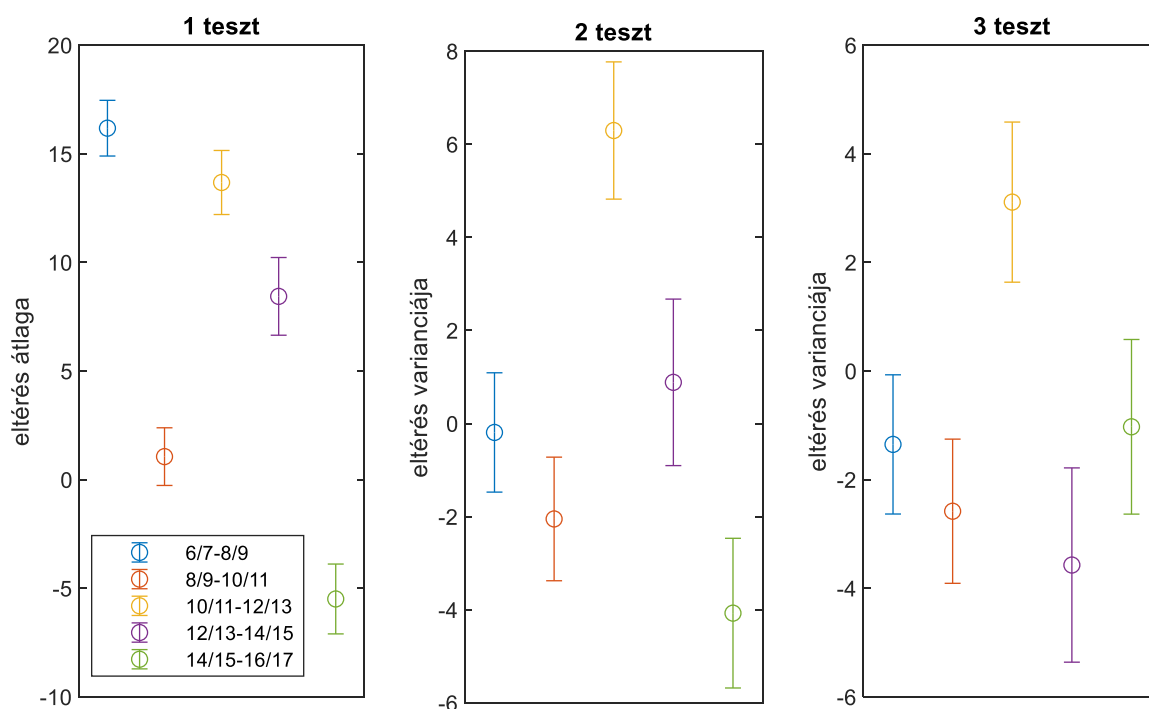
A képességváltozás varianciái

<i>csoportkülönbségek</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5A</i>	<i>5B</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
6/7-8/9	16,18	-0,19	-1,35	-3,72	8,12	4,75	-0,63	4,98
8/9-10/11	1,06	-2,05	-2,58	0,58	6,34	1,21	6,31	-4,65
10/11-12/13	13,68	6,30	3,11	0,07	-0,89	0,16	2,51	11,24
12/13-14/15	8,44	0,89	-3,57	-0,41	16,91	1,31	3,59	-12,94
14/15-16/17	-5,49	-4,07	-1,03	-0,56	4,45	-2,20	-3,20	-6,30

Megjegyzés. A csoportkülönbségek az alminták (pl. 6 és 7 évesek) összehasonlításából származnak. A nagyobb érték nagyobb varianciájú változást, azaz nagyobb populációbeli átrendeződést jelöl.

11-13. ábra

A képességváltozások varianciái az 1. (Gc), 2. (Gf) és 3. (Gwm) tesztek esetében



Megjegyzés. A grafikonok az 1. (Gc), 2. (Gf) és 3. (Gwm) tesztek által mutatott változások varianciáit szemléltetik. Az értékek 95%-os konfidenciaintervallummal vannak feltüntetve. (Az összes teszt grafikonja a 3. Mellékletben található.)

4. Diskusszió

Jelen kutatás egy 1330 fős reprezentatív minta bevonásával azt a kérdést vizsgálta, hogy a 6 és 18 év közötti gyerekek nyelvhez köthető kognitív képességei hogyan változnak, milyen populációra jellemző globális és lokális tendenciák fedezhetők fel a fejlődésükben. A kognitív képességek meghatározásában a széles körben elfogadott CHC-modell szolgált kiindulási alappal, melynek látens konstruktumait a WJ IV Kognitív Képességtesztek megbízható és érvényes módon méri (McGrew et al., 2014). A kutatás során felhasznált adatok ezen képességtesztek magyar adaptációjából származnak.

A teszteken végzett reliabilitásvizsgálatok (McDonald ω és osztott reliabilitás r_{12}) alapján kijelenthető, hogy a tesztek jó reliabilitásmutatókkal rendelkeznek. A tesztek faktorstruktúrájának elemzése Structural Equation Modellel történt, melynek összehasonlítási alapjául az eredeti képességtesztek hierarchikus modellje szolgált. Az illeszkedési mutatók alapján a feltételezett faktorstruktúra elfogadható.

A feltételezett faktorstruktúra alsó két szintjén a képességtesztek és azok altesztjei (összesen 13 teszt) állnak, a teszteket a vizsgált négy széles körű képesség (Gc, Gf, Gwm, Ga) kapcsolja össze, a modell tetején pedig a széles körű képességekből származtatott g faktor áll. A g faktor tartalmát illetően nincs konszenzus a kutatók között (Horn, 2007), azonban a korábbi eredményekkel párhuzamba állítható, hogy a Gf és Ga képességek faktortöltésük szerint megegyeznek a g faktoral (Schrack & Wendling, 2018).

A tesztek leíró statisztikai jellemzőiből arra lehet következtetni, hogy az 5B. (Ga) és 9. (Gf) teszteknél az ún. plafonhatás problémája áll fenn, azaz a gyerekek jelentős része maximum vagy magas pontszámot kapott, amely így lehetetlenné teszi bizonyos életkor felett az egyéni különbségek vizsgálatát. Ez nem jelenti azt, hogy e tesztek képességmérésre ne lennének alkalmasak, csak érvényességük nem a teljes életkori spektrumra (6-18 év) vonatkozik. Mivel a két teszt eredményei érvényességüket tekintve nem terjeszthetők ki a teljes mintára, ezért a további statisztikai elemzésekben ezek nem szerepeltek.

A képességek fejlődésének globális, azaz a teljes mintára jellemző tendenciája a lineáris növekedés (McGrew et al., 2014). Ennek alátámasztása lineáris regressziós modellekkel történt, melynek független változója az életkor, függő változója pedig az adott képességteszt pontszáma volt. A regressziós modellek mindegyike szignifikáns illeszkedést mutatott, mely arra enged következtetni, hogy jelen minta esetében is folyamatos növekedés tapasztalható minden vizsgált képességnél. A képességek fejlődésének összehasonlítása a lineáris regressziós modellek sztenderdizált β mutatójával történt. A mutatók alapján megállapítható, hogy a tudás–

ismeret (Gc) képesség esetében volt a legnagyobb mértékű növekedés, mely szignifikánsan különbözik a többi képesség fejlődési ütemétől. A legkisebb mértékű növekedés pedig az auditív feldolgozást (Ga) jellemezte.

A tudás–ismeret képesség növekedésének egyik magyarázata lehet, hogy az iskola és a formális oktatás kifejezetten nagy hangsúlyt fektet az explicit tudás elsajátítására, s így kifejezetten a gyerekek tudás–ismeret képességét fejleszti a többi képességgel kontrasztban. Emellett a tudás–ismeret (Gc) képesség abban is különbözik a többi képességtől, hogy fejlődését feltehetően nagyobb mértékben befolyásolják a környezet hatásai, azaz az oktatás nem csak közvetlenül hat a Gc képesség fejlődésére gyakorlás útján, hanem közvetetten az ingergazdag (komplex) környezet is a képesség fejlődését segíti elő.

Az auditív feldolgozás lassabb mértékű növekedése más munkákban is leírt jelenség (McGrew et al., 2014). Ennek lehetséges magyarázata, hogy a nyelv fonémarendszerének magabiztos elsajátítása már fiatalabb korban (hatéves kor előtt) lezajlik, s a fonemikus érzékenység a továbbiakban kisebb szerepet játszik. Például a 11. tesztben szereplő még nem hallott, fonológiaiailag komplex szavak azonnali ismétlése olyan kihívást jelent, mely a hétköznapi környezetben kevésbé gyakori részint azért, mert a gyerekek a kommunikációban használt szavak jelentős részét ismerik gyakoriságuk miatt, részint azért, mert az új kifejezések elsajátítása (pl. szakkifejezéseké) az írás fonetikus jellege által mediált.

Az auditív feldolgozást mérő tesztek között az 5B. a változás mértékét tekintve eltér az 5A. és 11. tesztetől, amely különbség megjelenik a tesztek varianciájának vizsgálatában is. A különbséget az okozhatja, hogy az 5B. tartalmában eltér a többi auditív tesztől. Az 5B. Szófluencia tesztben ugyanis minél több különböző szót kell a vizsgálati személynek előhívnia, tehát az eredményt nem csak az befolyásolja, hogy mennyire képes a személy az adott fonológiai feltételt érvényesíteni, hanem az is, hogy mekkora szókinccsel rendelkezik, ami így a Gc képesség tesztjeivel hozza kapcsolatba. A Ga és Gc közötti kapcsolat (a Gc keresztöltését a Ga tesztjeire) az eredeti WJ IV tesztek eredményeiből is kitűnik (Schrack & Wendling, 2018).

A kognitív képességek globális tendenciáinak másik aspektusa a variancia változásának vizsgálata volt. A varianciák összevetésére az egyoldali F-teszt szolgált, melynek két csoportját a 6 és 7 évesekből álló al minta (N=202), valamint a 17 és 18 évesekből álló al minta (N=139) képezte, így a teljes minta két végpontja került összehasonlításra. A két csoport között szignifikáns variancianövekedés található az 1., 5B., 8. és 10. tesztek esetében. Az 1. és 8. tesztek a tudás–ismeret (Gc) képességhez tartoznak, s a Gc-vel hozható kapcsolatba az 5B. teszt is tartalma miatt.

A 10-es teszt (Gwm) ebből a szempontból kivételt jelent, hiszen bár az ingeranyag prezentációja verbálisan történt, ugyanez elmondható a 3-as tesztről (Gwm) is, a kettő különbsége talán a végrehajtó funkciók eltérő terheléséből ered. Ebből a szempontból a kevesebb mentális műveletet igénylő 10-es teszt esetében a munkamemória verbális komponense (a fonológiai hurok) nagyobb szerepet játszhatott az eredményekben. Mivel a nyelvi képességek egyik alapját a munkamemória képezi, elképzelhető, hogy egy ok-okozati kapcsolat feltételezhető a Gwm és Gc között a variancia változását tekintve. Mindenesetre a munkamemóriával kapcsolatban nem vonhatók le egyértelmű következtetések a tesztek különbsége okán.

A tudás–ismeret (Gc) képesség esetében a variancianövekedés oka feltételezhetően abból ered, hogy a képesség nagyobb mértékben tükrözi a környezet hatását a többi képességhez képest. Ennek egyik lehetséges kimenetele a már bemutatott nagyobb mértékű fejlődés, egy másik kimenetele pedig a populációt jellemző képességeloszlás átrendeződése. Feltételezhető, hogy azonos képességű gyerekek Gc képessége eltérő mértékben fejlődik támogató és ingergazdag környezetben, mint ettől eltérő esetben. A populáció varianciájának növekedése eszerint azt tükrözi, hogy a jó képességű gyerekek között lennének azok a korábban is jó képességgel rendelkező gyerekek, akik optimális környezetben fejlődhettek, míg az alacsonyabb képességű gyerekek között azok lennének, akik eleve alacsonyabb képességgel rendelkeztek és a környezetük sem optimális. Az átlagos képességű gyerekek közé pedig azok tartoznának, akik vagy csak jó kiinduló képességgel, vagy csak optimális környezettel rendelkeznek. Természetesen a folyamatok ilyen dichotóm jellegű egyszerűsítése nem reális, azonban a feltételezett tendenciák felhívják a figyelmet az alacsonyabb képességű gyerekek esetében az intervenció, a jobb képességű gyerekek esetében a tehetséggondozás jelentőségére a tudás–ismeret képességet illetően.

Az eredmények másik oldala is fontos szemponttal bír, ugyanis a fluid gondolkodás (Gf) és az auditív feldolgozás (Ga) esetében nem tapasztalható variancianövekedés, amely jelentheti a képességeket jellemző egyfajta rezisztenciát a környezeti különbségekre, legyenek azok pozitívak vagy negatívak. Illetve az is elképzelhető, hogy e képességek terhelése, vagyis explicit fejlesztése (pl. a formális oktatás által) jóval kisebb mértékű, mint a Gc (és talán a Gwm) esetében.

A kognitív képességek változásainak lokális tendenciáinak vizsgálata a minta kétéves almintákra osztásával történt (pl. 6 és 7 évesek összevonása). A lokális tendenciákra vonatkozóan két általános megállapítás tehető. Egyrészt a képességfejlődések átlagait összevetve hasonló mértékű (csoportra jellemző) fejlődés tapasztalható minden alminta között

(ami egybevág a lineáris modellek eredményeivel). Ez alól kivétel lehet a 14/15 évesek és 16/17 évesek között tapasztalható – a korábbiaknál – kisebb mértékű növekedés, azonban ez a visszaesés csak némely teszteknel jelenik meg szignifikáns különbségként. Egy másik érdekes jelenség a 2. (Számsorozatok – Gf) tesztenél látható kiemelkedő (és szignifikáns) növekedés 6/7 és 8/9 éves kor között, mely a fluid gondolkodás fokozottabb érzékenysége utal kisebb korban.

A lokális tendenciákra vonatkozó másik általános megállapítás pedig a képességfejlődés varianciájára tehető. A fejlődések varianciájának összevetése alapján egy sajátos mintázat rajzolódik ki: a tudás–ismeret (Gc) képesség esetében a változás nagymértékű varianciája a korai fejlődésben jelenik meg (6/7 és 8/9 évesek között), míg hasonló csúcs a többi képesség (Gf, Gwm, Ga) esetében később feltételezhető. Ez azt jelenti, hogy a tudás–ismeret képesség fejlődése során a populáció átrendeződése kisebb korban a legnagyobb mértékű, amely egybevág a formális oktatás megkezdésével, azaz egy környezet komplexitását érintő radikális változással. A többi képességfejlődésnél hasonló átrendeződés később következik be valószínűleg az agy érésének köszönhetően. Ugyanígy később jelenik meg az absztrakt gondolkodás fokozottabb használata, mely összefüggésben lehet a fluid gondolkodás (Gf) fejlődésével.

A kutatás központi kérdése a nyelvi képességek fejlődésére vonatkozott. A CHC-modell és a funkcionista nyelvészeti megközelítések egy elsődleges nyelvi képességet feltételeznek, amely az egyéni különbségeket magyarázni tudja. Ez nem utasítja el annak a valószínűbb koncepciónak a lehetőségét, hogy ez a képesség több alkomponens együttműködéséből eredne, mint azt a nyelvi képességek szelektív sérüléseiből sejteni lehet. Azonban tipikus fejlődést mutató személyek esetében ezen alkomponensek nagy mértékű korrelációt mutatnak, amely összegezhető a már ismertetett Gc-ben szereplő (szűk körű) általános nyelvi képességben. Ezzel párhuzamosan nyelvészeti szempontból is megfogalmazható, hogy míg a feltételezett lexikon–szintaxis kontinuum mentén minden nyelvi egység konstrukciókként kezelhető, a konstrukciók gyakoriságuk és alkalmazhatósági hatókörük (produktivitásuk) alapján elkülönülnek. Ez azt a lehetőséget rejti magában, hogy bár a nyelvi konstrukciók elsajátítása hasonló mechanizmusok révén történik, azok tudásreprezentációi a használat során később szétválnak.

Az elsődleges nyelvi képességek különböző mértékben kapcsolódnak a többi kognitív képességhez, melyek közül valószínűleg a munkamemória játszik hangsúlyozott szerepet. Az összefüggések elméleti megalapozásán túl jelen kutatás eredményei – melyek az egyéni különbségekre épülnek – nem mutatnak egyértelmű kapcsolatot az elsődleges kognitív

képességként azonosított Gc és a többi képesség között (leszámítva a vitatható 10-es teszt kérdését).

Felmerülhet a kérdés, hogy a globális és lokális fejlődési tendenciák elemzésén túl miért nem készült az ok–okozatra vonatkozó hipotézistesztesztelés (pl. lineáris regressziós modellel). Ennek oka, hogy az általános fejlődés mint magyarázó változó sokkal nagyobb arányban fedile a populációt jellemző varianciát, mely alig hagy teret a széles körű képességek eltéréseinek összevetésére. E tényt támasztja alá, hogy a széles körű képességek mindegyike magas faktortöltést ad az általános g -re, azaz nehezen választható szét, hogy egy adott pontszám mennyiben tükrözi az általános fejlődés mértékét és mennyiben a központi tendenciáktól való eltérést.

A kutatás további limitációjaként fogalmazható meg, hogy a tudás–ismeret (Gc) képességet mérő tesztek eredményére hatással lehetett a felhasznált ingeranyag összetétele. A problémát a szókincstesztetekkel kapcsolatban lehet a legkönnyebben megvilágítani. A szavak gyakoriság szerinti eloszlása exponenciális függvényvel írható le (Zipf, 1935), és ebből eredően, ha véletlenszerű mintavétellel kiválasztunk 1000 szót egy általános nyelvi korpuszból (szövegek gyűjteményéből) és ezt a mintavételt megismételjük többször, akkor a kiválasztott minták között jelentős átfedések lesznek, hiszen a nyelvben gyakori szavak (pl. létigék, alapfogalmak) mindegyikben szerepelni fognak. Azaz a háromévesek szókincsét összehasonlítva az egyezések aránya nagyobb lesz pusztán abból a tényből, hogy a teljes szókincsük nagyobb arányban áll csak gyakori szavakból. Az életkor növekedésével és ritkább szavak elsajátításával ez az arány fokozatosan csökken.

A problémát az jelentheti, hogy az életkor növekedésével a gyerekek teljes szókincsé egyre diverzebbé válik (az átfedés csökken), és ez a variancianövekedés a képességesztetekben is jelentkezhethet, azaz a teszt nem kapacitást, hanem passzív tárat mérne. E folyamat mértékéről egyelőre nincs megbízható információ (lehetséges, hogy hatéves kor után az ebből eredő variancianövekedés már elhanyagolható). Mindenesetre a tesztek ennek hatását úgy próbálják kiküszöbölni, hogy nem véletlenszerű mintavétellel választott ingeranyagot használnak fel, hanem olyan szavakat, amelyek ismerete általánosan elvárható. Az eredmények érvényességét tovább erősíti, hogy az 5B. Szófluencia teszt szintén variancianövekedést mutatott, mely nem előre készített ingeranyagot használ, s így a bemutatott hatás ez esetben kizárható.

Összességében elmondható, hogy a tudás–ismeret (Gc) fejlődési tendenciái – így az elsődleges nyelvi képességeké is – eltérnek a vizsgált többi kognitív képességétől (Gf, Gwm, Ga). E különbségek megmutatkoztak mind a minta egészére jellemző globális tendenciákban (átlagos növekedés és variancianövekedés), mind a lokális tendenciákban (képességfejlődés

variáciája). E folyamatok lehetséges magyarázata a Gc képesség fokozottabb környezet általi meghatározottsága. Az eredmények a képességdiagnosztikai és -fejlesztési nézőpontból azért fontosak, mert rámutatnak intervenciós és tehetséggondozással kapcsolatos lehetőségekre és azok életkorbeli elhelyezésére.

Irodalom

- Andor, J. (2005). Kognitív grammatika: A tudomány jelenlegi állása és kapcsolódó kérdések: Interjú Ronald Langackerrel. In A. Kertész, & P. Pelyvás (Eds.), *Általános Nyelvészeti Tanulmányok* (pp. 13-42). Akadémiai Kiadó.
- Babarczy, A., Lukács, Á., & Pléh, C. (2014). A nyelvelsajátítás elméleti modelljei. In C. Pléh, & Á. Lukács, *Pszicholingvisztika 1.* (pp. 445-482). Akadémiai Kiadó.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Bánréti, Z. (2014). Az afázia. In C. Pléh, & Á. Lukács, *Pszicholingvisztika 2.* (pp. 1167-1241). Akadémiai Kiadó.
- Bishop, D. (2003). *Test for the Reception of Grammar*. Pearson Assessment.
- Bresnan, J. (1982). *The Mental Representation of Grammatical Relations*. MIT Press.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1941). Some theoretical issues in adult intelligence testing. *Psychological Bulletin*, 38, 592.
- Cattell, R. B. (1943). The measurement of adult intelligence. *Psychological Bulletin*, 40(3), 153–193.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Elsevier.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. Mouton.
- Chomsky, N. (1981). *Lectures on Government and Binding*. Foris.
- Conzelmann, K., & Süß, H.-M. (2015). Auditory intelligence: Theoretical considerations and empirical findings. *Learning and Individual Differences*, 40, 27-40. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.03.029>
- Croft, W. (2001). *Radical Construction Grammar. Syntactic Theory in Typological Perspective*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198299554.001.0001>
- Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P., & Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science*, 171(3968), 303–306. <https://doi.org/10.1126/science.171.3968.303>

- Fernald, A., Perfors, A., & Marchman, V. A. (2006). Picking up speed in understanding: Speech processing efficiency and vocabulary growth across the 2nd year. *Developmental Psychology*, 42(1), 98–116. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.1.98>
- Fillmore, C., & Kay, P. (1993). *Construction Grammar Coursebook, Chapters 1 through 11 (Reading Materials for Ling.X20)*. University of California, Berkeley.
- Flanagan, D. P., & McDonough, E. M. (Eds.). (2018). *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues. Fourth Edition*. The Guilford Press.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 28(2), 200–213. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(89\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0749-596X(89)90044-2)
- Golay, P., Reverte, I., Rossier, J., Favez, N., & Lecerf, T. (2013). Further insights on the French WISC–IV factor structure through Bayesian structural equation modeling. *Psychological Assessment*, 25(2), 496–508. <https://doi.org/10.1037/a0030676>
- Hartshorne, J. K., & Germine, L. T. (2015). When does Cognitive Functioning Peak? The Asynchronous Rise and Fall of Different Cognitive Abilities Across the Life Span. *Psychological Science*, 26(4), 433–443. <https://doi.org/10.1177/0956797614567339>
- Hazan, V., & Barrett, S. (2000). The development of phonemic categorization in children aged 6–12. *Journal of Phonetics*, 28(4), 377–396. <https://doi.org/10.1006/jpho.2000.0121>
- Hoff, E., Quinn, J. M., & Giguere, D. (2017). What explains the correlation between growth in vocabulary and grammar? New evidence from latent change score analyses of simultaneous bilingual development. *Developmental Science*, 21(2), e12536. <https://doi.org/10.1111/desc.12536>
- Horn, J. L. (1980). Concepts of intellect in relation to learning and adult development. *Intelligence*, 4(4), 285–317. [https://doi.org/10.1016/0160-2896\(80\)90025-2](https://doi.org/10.1016/0160-2896(80)90025-2)
- Horn, J. L. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In K. S. McGrew, & R. W. Woodcock (Eds.), *WJ–R technical manual*. DLM.
- Horn, J. L. (2007). Spearman, g, Expertise, and the Nature of Human Cognitive Capability. In P. C. Kyllonen, R. D. Roberts, & L. Stankov (Eds.), *Extending Intelligence: Enhancement and new constructs* (pp. 185–230). Routledge.
- JASP Team. (2022). *JASP (Version 0.16.3)* [Computer software].
- Kan, K.-J., Kievit, R. A., Dolan, C., & van der Maas, H. (2011). On the interpretation of the CHC factor Gc. *Intelligence*, 39(5), 292–302. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.05.003>
- Kidd, E., Donnelly, S., & Christiansen, M. H. (2018). Individual Differences in Language. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(2), 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.11.006>
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.

- Kuhl, P. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831–843. <https://doi.org/10.1038/nrn1533>
- Langacker, R. W. (2007). *Cognitive grammar*. New York: Oxford University Press.
- Lemons, D. S. (2002). *An Introduction to Stochastic Processes in Physics*. The Johns Hopkins University Press.
- Lukács, Á., Lukics, K. S., & Dobó, D. (2021). Online Statistical Learning in Developmental Language Disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15(715818). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.715818>
- Lukics, S. K., & Lukács, Á. (2021). Tracking statistical learning online: Word segmentation in a target detection task. *Acta Psychologica*, 215, 103271. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103271>
- MATLAB. (2021). *version 9.11.0 (R2021b)*. The MathWorks Inc. [Computer software].
- McGrew, K. S., LaForte, E. M., & Schrank, F. A. (2014). *Technical Manual*. Woodcock-Johnson IV. Riverside.
- Ottensmeier, H., Zimolong, B., Wolff, J. E., Ehrich, J., Galley, N., von Hoff, K., . . . Rutkowski, S. (2015). Neuropsychological short assessment of disease- and treatment-related intelligence deficits in children with brain tumours. *European journal of paediatric neurology : EJPN : official journal of the European Paediatric Neurology Society*, 19(3), 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2014.12.019>
- Pollard, C., & Sag, I. A. (1993). *Head-driven Phrase Structure Grammar*. University of Chicago és Center for the Study of Language and Information.
- R Core Team. (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.0) [Computer software].
- Revelle, W. (2019). *psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research*. [R package].
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-moth-old infants. *Science*, 274(5294), 1926-1928. <https://doi.org/10.1126/science.274.5294.1926>
- Saussure, F. (1997). *Bevezetés az általános nyelvészetbe*. Corvina.
- Schaie, K. W., & Willis, S. L. (2017). History of Cognitive Aging Research. In N. S. Pachana (Ed.), *Encyclopedia of Geropsychology* (pp. 1068-1086). Springer.
- Schipolowski, S., Wilhelm, O., & Schroeders, U. (2014). On the nature of crystallized intelligence: the relationship between verbal ability and factual knowledge. *Intelligence*, 46, 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.014>

- Schneider, W., & McGrew, K. (2018). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. In D. P. Flanagan, & E. M. McDonough (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues* (pp. 73-163). The Guilford Press.
- Schrank, F. A., McGrew, K. S., & Mather, N. (2014). *Woodcock-Johnson IV*. Riverside.
- Schrank, F., & Wendling, B. (2018). The Woodcock-Johnson IV: Test of Cognitive Abilities, Tests of Oral Language, Tests of Achievement. In D. P. Flanagan, & E. M. McDonough (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues* (pp. 383-451). The Guilford Press.
- Spearman, C. E. (1904). "General intelligence," objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15(2), 201–292.
- Süß, H.-M., & Beauducel, A. (2015). Modeling the construct validity of the Berlin Intelligence Structure Model. *Estudos de Psicologia*, 32(1), 13–25.
<https://doi.org/10.1590/0103-166X2015000100002>
- Taub, G. E., & McGrew, K. S. (2004). A Confirmatory Factor Analysis of Cattell-Horn-Carroll Theory and Cross-Age Invariance of the Woodcock-Johnson Tests of Cognitive Abilities III. *School Psychology Quarterly*, 19(1), 72–87.
<https://doi.org/10.1521/scpq.19.1.72.29409>
- The jamovi project. (2021). *jamovi. (Version 2.0)* [Computer Software].
- Tolcsvai Nagy, G. (2017). Bevezetés. In A. Imrényi, N. Kugler, M. Ladányi, A. Markó, S. Tátrai, G. Tolcsvai Nagy, & G. Tolcsvai Nagy (Ed.), *Nyelvtan* (pp. 23-75). Budapest: Osiris Kiadó.
- Tomasello, M. (1998). Introduction: A Cognitive-Functional Perspective on Language. In M. Tomasello (Ed.), *The New Psychology of Language. Cognitive and Functional Approaches to Language Structure* (pp. vii-xxiii). Lawrence Erlbaum.
- Tucker-Drob, E. M. (2019). Cognitive Aging and Dementia: A Life-Span Perspective. *Annual Review of Developmental Psychology*, 1(1), 177-196. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-085204>
- Wechsler, S. M., Vendramini, C. M., Schelini, P. W., Lourençoni, M. A., Ferreira de Souza, A. A., & Mundim, M. C. (2014). Investigating the factorial structure of the Brazilian Adult Intelligence Battery. *Psychology & Neuroscience*, 7(4), 559–566.
<https://doi.org/10.3922/j.psns.2014.4.15>
- Zipf, G. K. (1935). *The Psycho-Biology of Language*. Houghton-Mifflin.