

## HEMIPLÉGIA

# Numerikus képességek vizsgálata magyar agrammatikus afáziás személyeknél

Tóth Alinka,<sup>1,2</sup> Kis Orsolya,<sup>1,3</sup> Ivaskó Livia,<sup>2</sup> Jakab Katalin,<sup>1</sup>

Vécsei László<sup>1,4</sup>

SZTE-ÁOK, Neurológiai Klinika,<sup>1</sup> SZTE, Fejlődéses és Neuropragmatikai Kutatócsoport,<sup>2</sup> SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola,<sup>3</sup> MTA-SZTE Idegtudományi Kutatócsoport<sup>4</sup>

*Háttér és célkitűzés:* A nyelvi és a numerikus képességek kapcsolatát illetően több versengő nézetet tartanak számon. Ismertek bizonyítékok a számolási és a nyelvi képességeket átfedő kapcsolatra, ugyanakkor ennek ellentettjére, a számolási képességek nyelvtől független létezésére vonatkozóan is vannak adatok. Az agykérgi lokalizációt tekintve is írtak le átfedéseket a nyelv és a számolási műveletek során aktiválódó területek között. Ennek a viszonynak a pontosabb megértése motiválta kutatásunkat, amelyben a szerzett nyelvi zavarral élő személyek numerikus képességeit mértük fel annak érdekében, hogy ki lehessen mutatni, együtt jár-e a nyelvi veszteség a számolási képességekhez kötődő veszteséggel vagy sem.

*Betegek és módszerek:* Vizsgálatunkban 17 afáziás beteg, valamint hozzájuk korban, nemből és iskolázottságban illesztett kontrollszemély vett részt. A nyelvi képesség vizsgálatára a Western Afázia Tesztet, a Boston Megnevezési Tesztet és a Token beszédmegértési tesztet, a számolási képességek felmérésére a Numerikus Feldolgozás és Számolás Tesztet használtuk. Az afázia súlyosságát tekintve a résztvevők közül 9 közepesen súlyos és 8 enyhe afáziás személy volt. Demenciával, depresszióval diagnosztizált betegek nem vettek részt a kutatásban.

*Eredmények:* Az afáziás betegek numerikus teljesítménye szignifikánsan elmarad az egészséges kontrollhoz képest a nyelvi zavar mértékének függvényében. Az afáziás személyek numerikus összteljesítményét illetően szignifikáns különbség mutatkozik az egészséges és a középsúlyos afáziás, valamint az enyhe és a középsúlyos afáziás csoport között. A vizsgált feladatcsoportokat tekintve is szignifikáns különbség mutatkozott a csoportok között. Az afáziás betegek a legjobb teljesítményt a számfogalom feladatcsoportban érték el, míg a számolás feladatcsoport bizonyult a legnehezebbnek. Az aritmetikai tények és szabályok esetében az alpműveletek vizsgálata során mindkét afáziás csoport jobb teljesítményt nyújtott az összeadás és kivonás műveleteket tartalmazó feladatokban, mint a szorzás és osztás során. A szöveges feladatok megoldásait elemezve elmondható, hogy a páciensek a feladatok felét tudták sikeresen megoldani. Az elemzések szerint a szöveges feladatokban nyújtott teljesítmény nem függött a végzendő művelettől, ugyanakkor az enyhe és a középsúlyos afáziás csoport egyaránt rosszabbul teljesített mind a négy alpműveletet illetően.

*Következtetések:* Vizsgálatunk eredményei szerint az afázia esetében a szerzett nyelvi zavar súlyosságától függetlenül különböző mértékben károsodnak a numerikus képességekhez kötődő funkciók. Ez arra enged következtetni, hogy összefüggés feltételezhető a nyelvi képesség és a ráépülő numerikus problémamegoldás között.

**Kulcsszavak:** afázia, nyelv és numerikus képességek, afáziás betegek numerikus teljesítménye

## Numerical abilities of Hungarian agrammatic aphasic patients

*Background and objective:* There are competitive conceptions of the relation between linguistic and numerical abilities. Recently numerous study reported that numerical abilities are connected with language processing, at the same time some numerical mechanism are independent from language. There are partial overlaps between language and numerical abilities.

*Patients, methods:* We examined 17 aphasic patients' numerical abilities for this we used linguistic and numerical tests. Patients were tested by linguistic and numerical tests: Hungarian version of Western Aphasia Battery, Boston Naming Test and Token Test, Hungarian version of Number Processing and Calculation were used. Depending on the severity of aphasia 8 mildly and 9 moderately damaged aphasic patients were included.

*Results:* Aphasic people's numerical performance is worse than that of a healthy control group, depending on the rate of the linguistic disruption/disturbance. As for the overall numerical performance of aphasic people, there is a significant difference between healthy and semi-severe aphasic, as well as between mild and semi-severe aphasic groups. The examined task-groups also reflected upon the significant differences between the groups. The participants of the study achieved the best results in the task-group tackling the notion of number, whereas the calculation task-group appeared to be the most difficult. In the case of arithmetic facts and rules, when studying basic arithmetic operations, both aphasic groups had better results in addition and subtraction than in multiplication and division. By analysing the results of textual tasks, it can be said that the patients could do half of the tasks successfully. According to these analyses, the performance in textual tasks did not depend on the required operation, however, the mild and the semi-severe aphasic groups' performance was worse in all four basic arithmetic operations.

*Conclusions:* Our findings have shown that aphasic patients had difficulties with numerical tasks. It can be seen that the range of numerical abilities are influenced by linguistic disorders.

**Keywords:** aphasia, linguistic and numerical abilities, aphasic people's numerical performance

---

Rehabilitáció 2018; 28(4): 115–128.

---

Levelezési cím: PROF. DR. VÉCSEI LÁSZLÓ, SZTE ÁOK, Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Neurológiai Klinika, 6725 Szeged, Semmelweis u. 6., e-mail: vecsei.laszlo@med.u-szeged.hu

---

A közelmúltban ismertetett szakirodalmi adatok szerint a nyelvi képesség és a numerikus képességek viszonyának értelmezése nem mutat egységes képet.<sup>11,28,30</sup> Több empirikus adat alapján a számolási és a nyelvi képességeket mint egymást átfedő funkciókat lehet tekintetbe venni.<sup>6,21</sup> Más módszerrel végzett kísérleti munkák azonban a számolási képességek természetes nyelvtől független létezésére vonatkozóan nyújtanak adatokat.<sup>27,30</sup> A nyelvi és a számolási műveletek során aktiválódó agyterületekre vonatkozóan is ismertek olyan eljárások, amelyek átfedést mutató eredményeket közöltek.<sup>1</sup>

Tanulmányunk célja, hogy bemutassuk a Numerikus Feldolgozás és Számolás Teszt<sup>14</sup> alapján azokat a jellegzetességeket, amelyeket 17 afáziás és illesztett kontrollszemély adatai alapján, magyar nyelvű környezetben felvett mintán mértünk be a nyelvi és numerikus képességek viszonyát illetően.

## Az afázia és a numerikus képességek viszonya

### Az afázia

A jelenlegi nézetek szerint az afázia olyan szerzett nyelvi zavar, amely a nyelvi funkciók szempontjából domináns félteke vagy kéreg alatti struktúrák károsodása következtében jön létre. Károsodás figyelhető meg a nyelvi szinteket illetően azok expresszív és receptív oldalán egyaránt, továbbá gyakran társul hozzá az írás és/vagy

olvasás zavara.<sup>16,18,23</sup> A nyelvi képesség érintettsége olyan szabályok nem megfelelő alkalmazását mutatja agrammatikus afáziában, amelyek az egyes nyelvi elemek összerendezéséért és azok adekvát használatáért és értelmezéséért lennének felelősek. Azaz egyfajta szabályfelismerési és -alkalmazási deficitként is tekinthetünk az afáziás nyelvi teljesítményre.

### Numerikus képességek

A numerikus műveletek elvégzése alapvetően két rendszer párhuzamos működéséhez köthető: egy pontatlan, a számok mennyiségi jellemzőit reprezentáló analóg mennyiségrendszerhez és egy pontos, a számok mennyiségi jellemzőit nem tartalmazó verbális rendszerhez. Az analóg mennyiségrendszer egyfajta mentális számegyenesként funkcionál, reprezentációja zajos. Az analóg mennyiségrendszer nem csak felnőtt személyeknél, hanem csecsemőknél, sőt állatoknál is fellelhető, ugyanakkor a pontos számolásokért felelős verbális rendszer humánspecifikus. Az analóg mennyiségrendszer szerepe a numerikus feladatok megoldása szempontjából releváns, ugyanis ez felel a számok mennyiségi megértéséért. A verbális rendszer a számok pontos értékeit fonémák sorozataként tárolja, ugyanakkor azok mennyiségi jellemzőinek megértését nem képes elvégezni, ehhez az analóg mennyiségrendszer működése szükséges.<sup>19</sup>

*Dehaene*<sup>9</sup> szintén elkülöníti a szimbolikus műveletvégzést a számok mennyiségi meghatározásától,

továbbá rámutat, hogy a számok mennyiségi ismerete még azok verbális meghatározása előtt megjelenik. Gallistel és Gelman<sup>12</sup> szintén hasonló nézőpontot képviselnek. Véleményük szerint a csecsemők preverbális számolási mechanizmusa, valamint az állatok számolási érzéke hasonló alapokon nyugszik.<sup>9</sup>

A numerikus feldolgozás folyamatában mind a két agyfélteke részt vesz, ugyanakkor a legtöbb matematikával kapcsolatos készség a bal agyféltekéhez köthető, míg a jobb agyféltekéhez inkább a térbeli komponensek kapcsolódnak. Jobbkezes személyek esetében tehát a magasabb rendű aritmetikai képességek főleg a bal agyféltekéhez köthetőek.<sup>1,2,5</sup> A legtöbb numerikus képesség a parietális lebenyben lokalizálható.<sup>5</sup> Néhány numerikus művelet esetében mind a két agyfélteke aktivációt mutat, így például a számok arab és mennyiségrepresentációja során mindkét oldalon a parieto-okcipito-temporális lebeny találkozásánál figyeltek meg aktivitást.<sup>30</sup> Ugyanakkor a számok megnevezése és a számolási képességek elsősorban a bal agyféltekéhez köthetőek.<sup>5</sup> Hasonló a helyzet a számokkal kapcsolatos verbális reprezentáció során, amely szintén csak a bal agyfélteke funkciójaként ismert az irodalomban. Semenza<sup>30</sup> leírása alapján elsősorban a bal agyfélteke felelős a számok verbális alakjának produkciójáért és az ezzel kapcsolatos lexikai mechanizmusokért. Bár ezek a lexikai mechanizmusok nem specializálódtak kifejezetten a számokra, így a numerikus folyamatok során szükséges verbális mechanizmusokhoz a természetes nyelvhez kapcsolódó agyi területek, így az inferior frontális, a superior és középső temporális gyrus, valamint a bazális ganglionok is aktiválódhatnak.<sup>30</sup>

„Kognitív neurológiai értelmezésben a számolás a mennyiségekre és az azokkal végezhető négy alpműveletre (összeadás, kivonás, szorzás, osztás) vonatkozó olyan akusztikus-verbális, szimbolikus mentális tevékenység, amelynek eredménye írás és olvasás során is kifejeződhet.”<sup>22</sup> Dehaene meghatározása szerint „a számolás a számok írásának, olvasásának, produkálásának és megértésének képességén alapszik. Tehát alapvetően úgy tűnik, hogy a számok feldolgozása olyan képességhez kötött, amely során képesek vagyunk mentálisan manipulálni szavak vagy szimbólumok szekvenciáit

meghatározott transzkódolás vagy számolási szabályok alapján.”<sup>9</sup>

Jól látható tehát, hogy a numerikus képességek rendkívül összetett működésen alapulnak. Még a legegyszerűbb matematikai művelet elvégzése is egyszerre több képességet, egyszerre több, egymásra épülő rendszer működését igényli.<sup>19</sup>

## A numerikus képességek és a nyelv kapcsolatára vonatkozó nézetek

Alapvetően három feltételezés létezik a nyelv és a numerikus képességek kapcsolatát illetően: a nyelvi teljesítmény jobb szintű, mint a számolási,<sup>10,20,21</sup> a nyelvi készségek rosszabbak, mint a számolási készségek,<sup>4,29</sup> mind a nyelvi, mind a számolási képességek azonos módon sérülnek (1. táblázat).<sup>1,6</sup>

DeLuccia és Ortiz<sup>6</sup> 32 afáziás beteg numerikus képességeit vizsgálta. A feladatok az alapvető, egyszerűbb számolási készségektől egészen a komplexebb műveletvégzésig mérik a numerikus teljesítményt. A kapott adatokat kontrollcsoporttal összehasonlították. Az összes afáziás személy rosszabbul teljesített minden numerikus feladatban az egészséges kontrollhoz képest.

Messina, Gianfranco és Basso<sup>21</sup> olasz afáziás személyek numerikus képességeit mérte fel. A kutatásban 57 fő vett részt. A részt vevő betegek nyelvi képességeit az úgynevezett BADA (Batteria per l'Analisi dei Disturbi Afasici) teszttel mérték, amely három nyelvi szinten (szublexikai, lexikai, mondat szinten) vizsgálja a betegek teljesítményét. A kutatás célja nem elsősorban az afáziás személyek numerikus teljesítményének feltérképezése volt, hanem a nyelvi és a numerikus feladatokban megjelenő nyelvi hibázások elemzése. Az eredmények alapján a kutatók arra következtettek, hogy különböző feldolgozási mechanizmusok állnak a szavak, valamint a számnevek képzése mögött.<sup>21</sup>

Más módszertan alkalmazásával eltérő eredményekre jutott egy német kutatócsoport. Rath és munkatársai<sup>27</sup> kutatásában 60 német afáziás beteg és 26 kontrollszemély vett részt. A betegek nyelvi képességeit elsősorban a Németországban használatos afáziaesztet (Aachen Aphasia Test (AAT)),<sup>13</sup> numerikus képességeiket a

### 1. táblázat. A nyelvi és a numerikus képességek kapcsolatára vonatkozó nézetek

Nyelvi és numerikus képességek		
Azonos módon sérülnek	Nyelvi képességek jobbak, mint a numerikus képességek	Nyelvi képességek rosszabbak, mint a numerikus képességek
DeLuccia és Ortiz (2014) Baldo és Dronkers (2006)	Messina, Gianfranco és Basso (2009) Dehaene és Cohen (1997) Luchelli és DeRenzi (1993)	Cappeletti, Butterworth és Kopelman (2001) Rossor, Warrington és Cipolotti (1995)

Numerikus Feldolgozás és Számolási Teszttel<sup>7</sup> mérték, továbbá összeállítottak egy saját vizsgálatot, amely során a nyelvi és a numerikus képességeket olyan feladatokon keresztül is megvizsgálták, amelyek végrehajtásához a kognitív feldolgozás specifikus szintjeinek megfelelő működése szükséges. A kapott eredmények szerint a számok és szavak jelentéshez kapcsolódó feldolgozása a legpontosabb a páciensek teljesítményében, ennél nehezebb a számok és szavak jelentés nélküli feldolgozása, majd a számok és betűk jelentés nélküli feldolgozása. Az afáziás személyek a numerikus ingereket tartalmazó feladatokban kevesebbet hibáztak, mint a nyelvi elemeket tartalmazó feladatokban. A betegek az összes numerikus feladatban jobb teljesítményt nyújtottak, mint a nyelvekben. A numerikus feladatok során a betegek teljesítménye pontosabb és gyorsabb volt.<sup>27</sup> Ezen kutatás alapján szintén úgy tűnik, hogy a nyelvi és a numerikus képességek feldolgozása eltérő működési mechanizmusok alapján történik.

*Baldo és Dronkers*<sup>1</sup> a nyelvi és numerikus képességek közti összefüggés feltárására az agyi képpalkotó eljárások eredményeit az ún. „voxel-based lesion symptom mapping” (VLSM) technikával<sup>3</sup> elemezték. 68 afáziás beteg bevonásával vizsgálták a nyelv és a numerikus képességek között feltételezett kapcsolatokat, valamint az aktiválódó agyterületek közötti korrelációkat. A nyelvi képességeket a Western Afázia Teszttel,<sup>17</sup> valamint aktív és passzív szerkezetű, reverzibilis mondatokat tartalmazó képekkel, továbbá a numerikus feldolgozást a Western Afázia Teszt számolási szubtesztjeivel mérték fel. Az alpműveleteket tekintve a betegek a szorzás és az osztás feladatokban teljesítettek a legrosszabbul. Eredményeik alapján három mintázat rajzolódott ki a kiértékelés során: egyik betegcsoportban a numerikus feldolgozás súlyosabb sérülése jobb szintű nyelvi funkciókkal járt együtt, a másik esetben viszont a nyelvi folyamatok sérülése viszonylag jó numerikus feldolgozás mellett volt jelen. A harmadik csoportban a nyelvi és a számolási folyamatok együttes sérülése volt jellemző. Az eredmények arra világítottak rá, hogy a Broca- és a Wernicke-afáziás személyek összességében jobban teljesítettek a számolási, mint a nyelvi feladatokban. A többi afáziás résztvevőnél nem mutattak ki szignifikáns eltéréseket.

Az agyi képpalkotó vizsgálatok eredményei alapján az látszik, hogy a nyelvi és a numerikus feladatok során aktiválódó agyterületek között vannak átfedések, ugyanakkor egyes feladatok során más agyterületek is aktiválódnak. Az összeadás és a szorzás feladatok során aktiválódó agyterületek mutatnak leginkább átfedést a nyelvel, ugyanakkor a kivonás és az osztás műveletek kivitelezése során több agyi terület mutat aktivitást.<sup>1</sup>

A nyelvi és a numerikus működés egymáshoz való viszonyáról tehát nem egységes az az álláspont, amelyet a szakirodalom képvisel, hiszen az utóbbi évek

vizsgálatai eddig nem hoztak egyértelmű bizonyosságot a két rendszer egymáshoz viszonyított működésére vonatkozóan.<sup>1,6,21,24,27</sup> Egyes kutatások szerint tehát a nyelvi és a numerikus képességek között együttjárás van,<sup>1,6</sup> ugyanakkor e két rendszer elkülönült működésére is vannak bizonyítékok.<sup>4,10,20,21,29</sup> A nyelvi és a numerikus feladatok során aktiválódó agyterületek között parciális átfedések vannak.<sup>1,30</sup>

Kutatásunk célja ezen kapcsolatok finomabb feltérképezése volt magyar anyanyelvű afáziás személyek bevonásával.

## Betegek és módszer

### Résztvevők

Vizsgálatunkban 17 afáziás beteg (10 nő, 7 férfi) vett részt, átlagéletkoruk 56 (31–76) év, átlagos iskolázottságuk 13 (11–15) év volt. Az ún. afázia-együttható (AQ) alapján 9 esetben közepesen súlyos és 8 esetben enyhe afáziát állapítottunk meg. Az afáziák típusát illetően három esetben Broca-típusú, két esetben Wernicke-típusú, egy esetben transzkortikális szenzoros, két esetben transzkortikális motoros és kilenc esetben anomikus afáziát diagnosztizáltunk (2. táblázat).

A kutatásba ugyanennyi korban, nemben és iskolai végzettségben illesztett egészséges kontrollszemélyt vontunk be, akiknek anamnézisében semmilyen neurológiai megbetegedés nem szerepelt. Mindannyian önként vettek részt a felmérésben. A vizsgálatban részt vevőket a kutatásról előzetesen tájékoztattuk, beleegyező nyilatkozattal fejezték ki részvételi szándékukat.

### Módszer

A vizsgálatban részt vevő páciensek nyelvi képességprofilját a Western Aphasia Battery magyar nyelvre adaptált változatával<sup>26</sup> mértük fel. A nyelvi képességek további felmérésére a Boston Megnevezési Tesztet<sup>15</sup> és a Token beszédmegértési tesztet<sup>25</sup> használtuk.

A számolási képességek felmérése a Numerikus Feldolgozás és Számolás Teszttel<sup>14</sup> (a későbbiekben NFSZT-ként rövidítjük) történt. Ez az eljárás a nemzetközi gyakorlatban is használatos, hiszen a numerikus képességeket széleskörűen feltárja, részletesen megvizsgálja a számolási folyamatokban részt vevő alrendszerket és reprezentációkat, valamint ennek megfelelően kombinálja az egyes ki- és bemeneti jelölésmódokat (arab szám, írott/hallott számformátum).

A tesztfelvételhez két laptopot használtunk, az egyiket a beteg az NFSZT feladatait látta kivetítve. Ez tartalmazta az instrukciókat és a feladatokat is. A másik laptopon a vizsgálati személy válaszait rögzítettük. Mivel az NFSZT-ben egyik feladat során sincs időkorlát

## 2. táblázat. A vizsgálatba bevont betegek adatai

Páciens	Nem	Életkor	Iskolai végzettség	Etiológia	Lokalizáció	WAB		
						AQ	Súlyosság	Típus
1.	férfi	56	középfokú	ischaemiás stroke	bal oldali túlsúlyú multiplex fehérállományi károsodás	92,0	enyhe	anomikus
2.	férfi	58	középfokú	ischaemiás stroke	bal parietális lebeny	93,6	enyhe	anomikus
3.	nő	52	középfokú	haemorrhagiás stroke	bal insula	91,0	enyhe	anomikus
4.	nő	62	felsőfokú	ischaemiás stroke	bal parietális lebeny	77,0	enyhe	anomikus
5.	nő	72	középfokú	ischaemiás stroke	bal parietális lebeny	88,8	enyhe	anomikus
6.	nő	46	középfokú	ischaemiás stroke	bal frontális, temporális, parietális lebeny	83,4	enyhe	anomikus
7.	nő	76	középfokú	ischaemiás stroke	bal temporoparietális lebeny	82,2	enyhe	anomikus
8.	férfi	62	felsőfokú	ischaemiás stroke	bal frontotemporális lebeny	85,2	enyhe	anomikus
9.	nő	31	középfokú	ischaemiás laesio bevérvéssel	bal temporális, parietális lebeny	46,2	közepes	Broca
10.	férfi	68	középfokú	ischaemiás stroke	bal temporális, parietális lebeny	71,0	közepes	transzkortikális szenzoros
11.	nő	61	felsőfokú	ischaemiás stroke	bal temporális lebeny	60,4	közepes	Wernicke
12.	férfi	37	felsőfokú	haemorrhagiás stroke	bal temporoparietális lebeny	71,8	közepes	anomikus
13.	nő	57	középfokú	ischaemiás stroke	bal frontális, temporális, parietális lebeny	63,4	közepes	Broca
14.	férfi	67	középfokú	ischaemiás stroke	bal frontális, parietális lebeny	71,4	közepes	transzkortikális motoros
15.	férfi	59	középfokú	ischaemiás stroke	bal parietális lebeny	57,6	közepes	Broca
16.	férfi	74	középfokú	ischaemiás stroke	bal frontális, temporális lebeny	61,8	közepes	transzkortikális motoros
17.	nő	70	középfokú	ischaemiás stroke	bal parietális lebeny	54,4	közepes	Wernicke

így az afáziás betegekkel több ülésben, esetenként több napig tartott a tesztfelvétel.

Az NFSZT 34 szubtesztet tartalmaz (3. táblázat), amelyek alapvetően négy feladatcsoportra oszthatók:

számlálási feladatok, számfogalom vizsgálata, numerikus kódváltás és számolási feladatok. A feladatok egymásra épülnek és egyre nehezednek: a teszt a leg-egyszerűbb feladattal kezdődik, a vizsgálat végére jut el

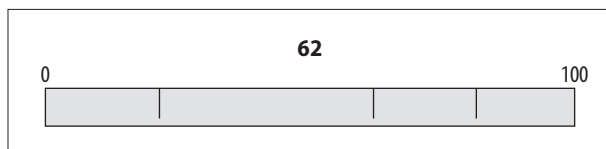
## 3. táblázat. Numerikus Feldolgozás és Számolás Teszt feladatai<sup>14</sup>

Számlálási feladatok	Számfogalom vizsgálata	Numerikus transzkódolás	Számolási feladatok
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verbális számlálás</li> <li>• írásbeli számlálás</li> <li>• pontszámlálás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• párossági döntés</li> <li>• arab számok összehasonlítása</li> <li>• számszavak összehasonlítása</li> <li>• verbális számösszehasonlítás</li> <li>• analóg mennyiségskála</li> <li>• transzkódolás arab számról zsetonra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arab számok olvasása</li> <li>• arab számok írása</li> <li>• számszavak olvasása</li> <li>• transzkódolás írott számszavakról arab számokra</li> <li>• transzkódolás zsetonról arab számokra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• összeadás – tények, szabályok</li> <li>• kivonás – tények, szabályok</li> <li>• szorzás – tények, szabályok</li> <li>• osztás – tények, szabályok</li> <li>• szorzás – többszörös választás</li> <li>• közelítő számolás</li> <li>• mentális műveletvégzés</li> <li>• írásbeli műveletvégzés</li> <li>• szöveges feladatok</li> <li>• aritmetikai alapelvek</li> </ul>

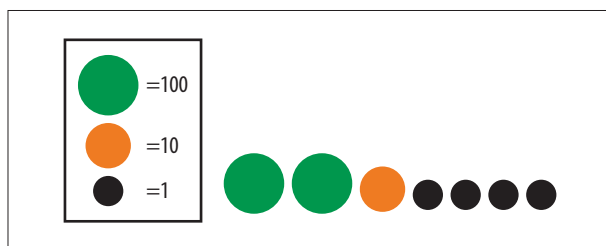
a komplexebb, nagyobb számkörökben végzett műveletvégzésig.

A számlálási feladatok a numerikus folyamatokat tekintve a legalapvetőbb folyamatok. Ez teszi lehetővé a későbbi aritmetikai képességeket. A tesztben a számlálási feladatcsoportban két feladattípus van. Az egyik a szekvenciák számlálása, amelynek során verbális és írásbeli számlálás, valamint visszafelé számlálás történik. A másik feladattípus a pontszámlálás, amely a vizuális bemenetet és a verbális kimenetet is vizsgálja.

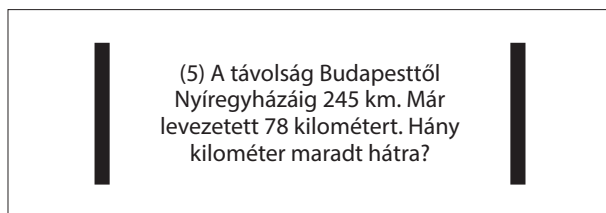
A számfogalom feladatcsoport fókuszában a számosság megértésének, illetve a különböző mennyiségek értelmezésének vizsgálata áll. Ebben a feladatcsoportban négy feladattípust különítünk el. A számösszehasonlítás során a vizsgálati személynek döntést kell arról hoznia, hogy két többjegyű szám közül melyik a nagyobb. Ezt a feladatot több modalitásból is vizsgálja a teszt. A második feladat a párossági döntés, amelynek során a résztvevőknek el kell dönteniük a látott számról, hogy az páros, vagy páratlan. A harmadik feladat az ún. analóg mennyiség skála, ahol különböző mennyiségek helyét kell meghatározni egy adott számegyenesen (1. ábra).



1. ábra. Analóg mennyiségskála vizsgálata<sup>14</sup> (Instrukció: Egy vonalat fog látni, amely a számokat ábrázolja 0-tól 100-ig. Három jelölés lesz a vonalon. Kérem, mutasson rá arra a jelölésre, amely a bemutatott számot jelöli!)



2. ábra. Transzkódolás zsetonról arab számokra<sup>14</sup> (Instrukció: 3 különböző zsetont fog látni. A nagy zöld 100-at ér, a közepes narancs 10-et és a kis fekete zseton 1-et. Kérem, írja le a kapott zsetonoknak megfelelő arab számot!)



3. ábra. Szöveges feladat<sup>14</sup>

A következőkben az NFSZT<sup>14</sup> magyar változatából származó néhány példával is illusztráljuk a feladatokat.

A negyedik részfeladatban (kódváltás arab számokról zsetonra) a vizsgálati személynek a látott arab számokat kell zsetonokra felváltania. Ehhez különböző nagyságú és különböző színű zsetonokat használhat fel, ahol az egyes zsetonok a különböző helyi értékeket jelölik (2. ábra).

A tesztcsomag harmadik feladatcsoportja az ún. numerikus kódváltás, ahol lehetőség van a különböző modalitások és jelölések közötti váltások vizsgálatára. Ezen feladatcsoport segítségével lehetőség nyílik arra, hogy az egyes hibázások mögött meghúzódó folyamatok pontosabban feltérképezhetőek legyenek, hiszen elkülöníthetőek a modalitásspecifikus sérülések a magasabb szintű numerikus sérülésektől. Öt feladattípuson keresztül vizsgálható a kódváltás: arab számok felolvasása, az arab számok írása diktálás után, számszavak felolvasása, kódváltás írott számnevekről arab számokra, kódváltás zsetonról arab számra.

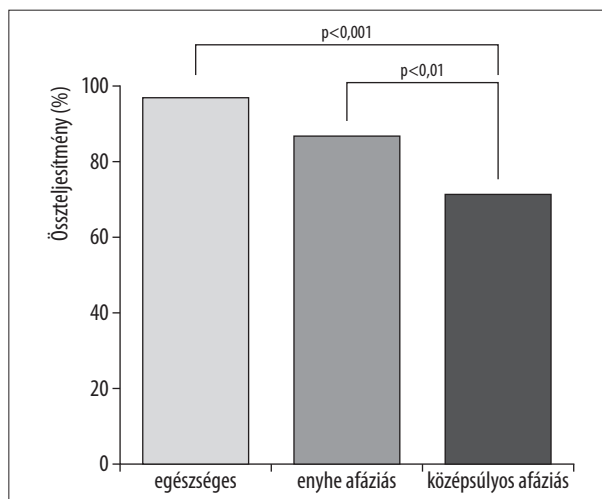
A negyedik feladatcsoport célja a számlálási képességek és aritmetikai alapelvek vizsgálata. Ezek a feladatok a pontos és a közelítő számolást vizsgálják a négy alpművelet alapján. A feladatcsoport az egyszerűbb számolási műveletekből indul ki, majd komplexebb műveleteket és szöveges feladatokat is tartalmaz. Ebben a feladatcsoportban hét altestet található. Az aritmetikai tényeket és szabályokat vizsgáló feladatok olyan egyszerű műveleteket tartalmaznak, amelyek nem igényelnek online számolást, az eredmények előhívhatóak az emlékezetből. A feladatok során a négy alpművelet mindegyike megjelenik. A feladatok között szabályalapú feladatok is előfordulnak (pl.  $n \times 1$ ,  $n/n$ ), amelyekhez a konceptuális tudásra is szükség van. A szorzás, többszörös választás alfeladatban a vizsgálati személy szorzást lát, s négy lehetséges megoldásból kell kiválasztania a helyeset. A mentális számolás során ismét a négy alpművelet kerül elő: fejben kell kiszámolni a vizuálisan látott műveleteket. Az írásbeli számolás során a vizuálisan bemutatott, többjegyű arab számokkal kapcsolatos műveleteket kell megoldani. A közelítő számolás alfeladatban a vizsgálati személynek ismét négy lehetséges eredményből kell kiválasztania a helyeset, ám ezúttal egyik művelet sem a pontos megoldás. Végül a szöveges feladatok során a vizsgálatvezető szöveges feladatot olvas fel, s a szöveget vizuálisan is bemutatja (3. ábra).

Az utolsó alfeladat az ún. aritmetikai alapelvek, amely esetében egy műveletpár látható. Amint már a fentiekben említettük, az alapelvek ismerete, valamint a konceptuális tudás segítségével az eredmények kikövetkeztethetők, így ez a feladat nem igényel tényleges számolást, ugyanis az első műveletből meghatározható a második művelet eredménye.<sup>14</sup>

## Eredmények

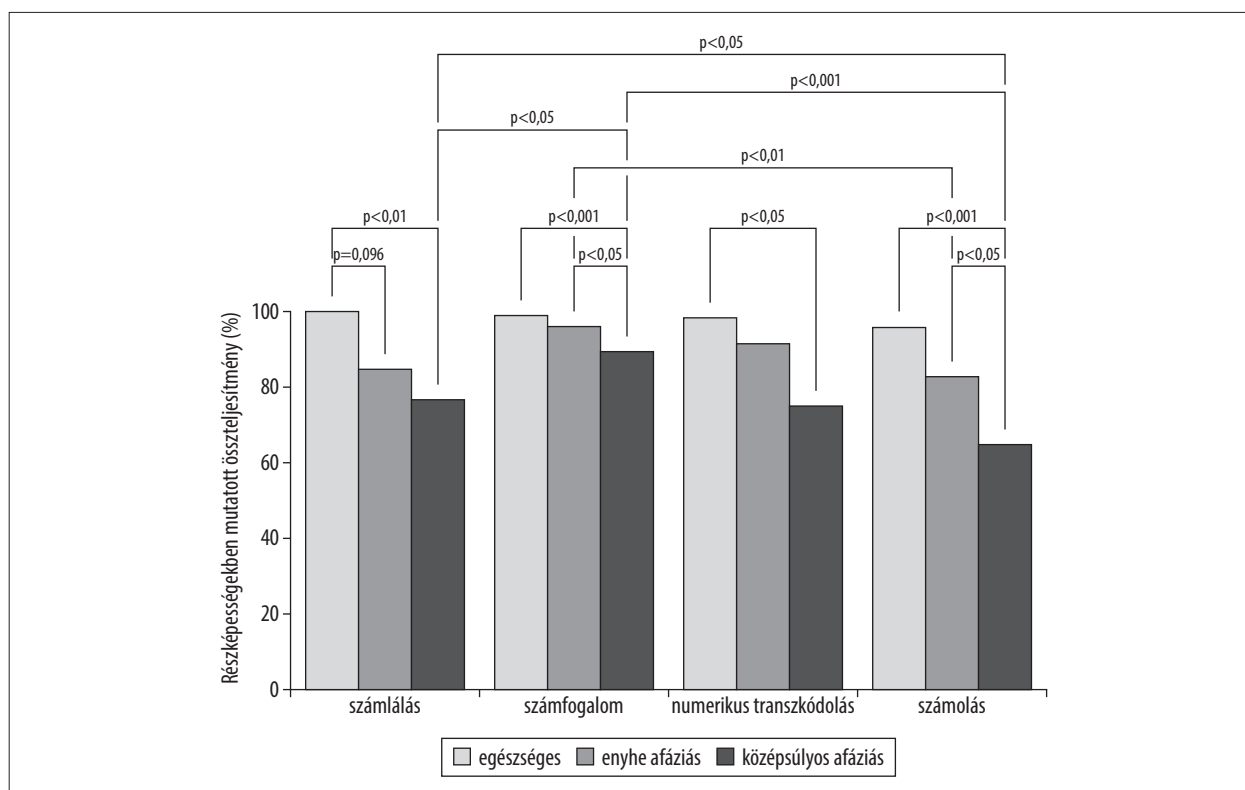
Az afáziás személyek eredményeit a korban, nemben és iskolai végzettségben illesztett saját kontrollcsoport eredményeivel vetettük össze. Adatainkat ANOVA statisztikai próbák segítségével analizáltuk. Az ábrákon látható hibaszáv minden esetben a 95%-os konfidenciaintervallum. Post hoc tesztek esetén minden esetben Bonferroni-korrekciónak végeztünk. Ismételt mérés ANOVA esetén, amennyiben a sphericitás feltétele nem teljesült, Greenhouse–Geisser-korrekciónak alkalmaztunk.

A kontrollcsoporthoz viszonyított értékek alapján az afáziás betegek teljesítményét illetően eltérések mutatkoznak a numerikus képességeket tekintve (4. ábra). Az összpontszámok összehasonlítására egy szempontos varianciaanalízist végeztünk a CSOPORT (egészséges, enyhe afáziás, közepesúlyos afáziás) faktoral. Eredményeink szerint a csoportok eltértek egymástól:  $F(2, 25)=17,980$ ,  $MSE=92,020$ ,  $p<0,01$ ,  $\eta_p^2=0,590$ . A post hoc tesztek eredménye szerint az egészséges csoport nem tért el jelentősen az enyhe afáziás csoporttól ( $p=0,105$ ), azonban szignifikáns különbség mutatkozott



4. ábra. Betegek numerikus feladatokban elért eredményei összesítve

az egészséges és a közepesúlyos afáziás csoportok között ( $p<0,001$ ), illetve az enyhe és a közepesúlyos afáziás csoportok között ( $p=0,007$ ).



5. ábra. Feladatszámonkénti eredmények

Az egészséges csoport jobban teljesített, mint az enyhe afáziás csoport, akik pedig jobban teljesítettek a közepesúlyos afáziásoknál, minden  $p<0,026$ . A számlálást mérő feladatok (első oszlopcsoport) eredménye átlagosan rosszabb volt, mint a számfogalmat (második oszlopcsoport) mérő feladatok eredménye ( $p=0,030$ ), ugyanakkor tendenciaszinten jobb, mint a számolási feladatok (negyedik oszlopcsoport) eredménye ( $p=0,077$ ). A számfogalmat mérő feladaton nyújtott teljesítmény átlagosan jobb volt, mint a számolási feladaton nyújtott teljesítmény ( $p<0,001$ ).

Az eredményeket az NFSZT négy feladatcsoportja (számlálási feladatok, számfogalom vizsgálata, numerikus kódváltás, számolási feladatok) szerint is elemeztük. Kevert elrendezésű varianciaanalízist végeztünk a CSOPORT (egészséges, enyhe afáziás és középsúlyos afáziás), illetve a FELADATCSOPORT (számlálás, számfogalom, numerikus transzkódolás és számolás) faktorokkal annak vizsgálatára, hogy a csoportok eltértek-e az egyes feladatcsoportok tekintetében (5. ábra).

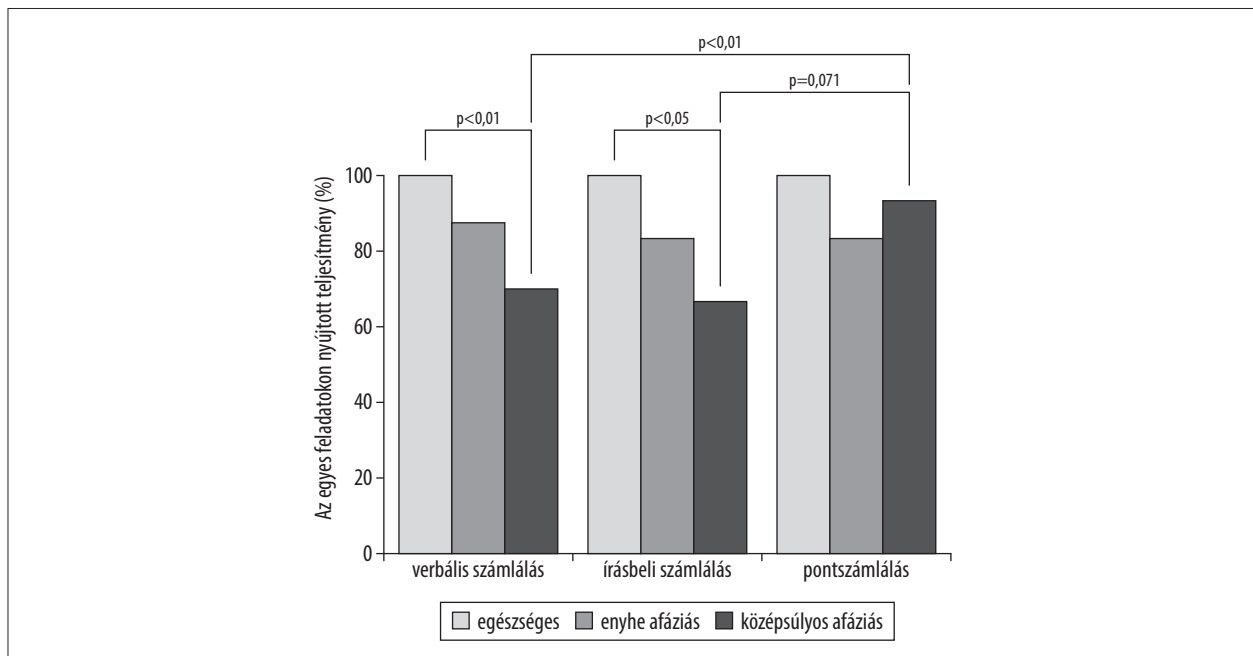
A CSOPORT főhatása szignifikáns volt:  $F(2, 25)=16,805$ ,  $MSE=283,984$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,573$ . A post hoc tesztek szerint mindhárom vizsgálati csoport szignifikánsan különbözött egymástól, minden  $p<0,026$ . A különböző feladatcsoportokat mérő feladatokon elért átlagteljesítmény is eltért egymástól (FELADATCSOPORT főhatás,  $F[1,786, 44,654]=5,788$ ,  $MSE=252,274$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,188$ ). A post hoc tesztek alapján ezt a főhatást az okozta, hogy a számlálást mérő feladatok teljesítménye szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a számfogalmat mérő feladatokon nyújtott átlagos teljesítmény ( $p=0,030$ ), és tendenciaszinten magasabb, mint a számolási feladatokon nyújtott teljesítmény ( $p=0,077$ ); a számfogalmat mérő feladatokon nyújtott teljesítmény pedig szignifikánsan magasabb volt, mint a számolási feladatokon nyújtott teljesítmény ( $p<0,001$ ). E mintázat tekintetében nem tértek el a csoportok egymástól, amit a FELADATCSOPORT  $\times$  CSOPORT interakció hiánya jelzett:  $F(3,572, 44,654)=1,567$ ,  $MSE=252,274$ ,  $p=0,204$ ,  $\eta_p^2=0,111$ .

Annak érdekében, hogy minél pontosabb képet kapjunk az afáziás és egészséges személyek teljesítményprofiljáról, minden feladatcsoport esetében megnéztük az egyes feladatokon nyújtott átlagos teljesítményt is mindhárom csoportban. Az összehasonlítást kevert elrendezésű varianciaanalízissel végeztük, amelynek faktorai a FELADAT (feladatcsoport) és a CSOPORT (egészséges, enyhe afáziás, középsúlyos afáziás) voltak.

A számlálás feladatcsoportot illetően (6. ábra) a vizsgálati csoportok közötti különbség összességében számottevő volt (CSOPORT főhatás,  $F[2, 25]=6,945$ ,  $MSE=604,074$ ,  $p=0,004$ ,  $\eta_p^2=0,357$ ). A post hoc tesztek alapján az egészséges csoport tendenciaszinten mutatott eltérést az enyhe afáziásoktól ( $p=0,096$ ), és szignifikánsan eltért a középsúlyos afáziásoktól ( $p=0,003$ ), de az utóbbi két csoport nem különbözött egymástól jelentősen ( $p=0,728$ ).

A számlálás feladatcsoportban nyújtott teljesítmény nem tért el jelentősen egymástól (FELADAT főhatás hiánya,  $F[1,412, 35,308]=1,560$ ,  $MSE=528,161$ ,  $p=0,225$ ,  $\eta_p^2=0,059$ ), és ez a mintázat hasonlóan mutatkozott meg a három csoportban (FELADAT  $\times$  CSOPORT interakció hiánya,  $F[2,825, 35,308]=1,970$ ,  $MSE=528,161$ ,  $p=0,139$ ,  $\eta_p^2=0,136$ ).

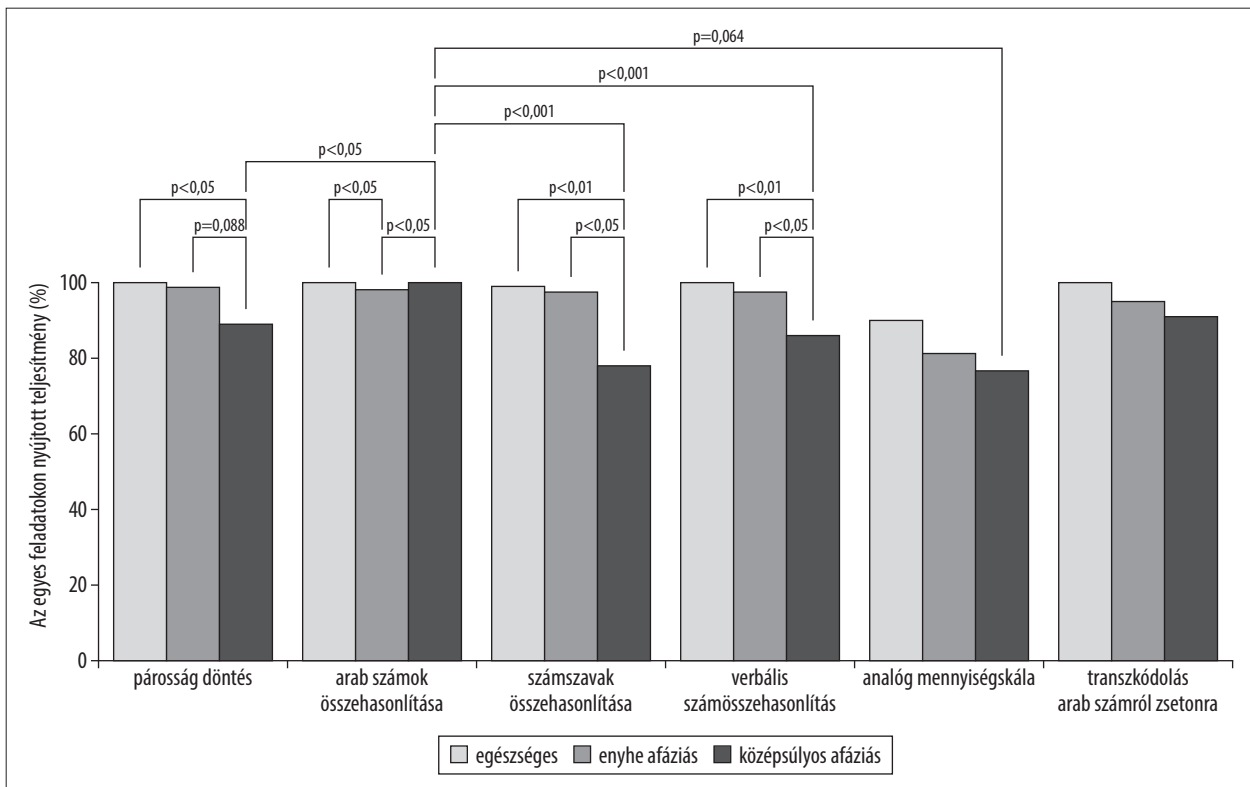
A számfogalom feladatcsoportban a vizsgálati csoportok közötti különbség összességében számottevő volt (CSOPORT főhatás,  $F[2, 25]=9,177$ ,  $MSE=221,179$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta_p^2=0,423$ ). A post hoc tesztek alapján az egészséges csoport nem mutatott eltérést az enyhe



6. ábra. A számlálás feladatcsoportban elért eredmények

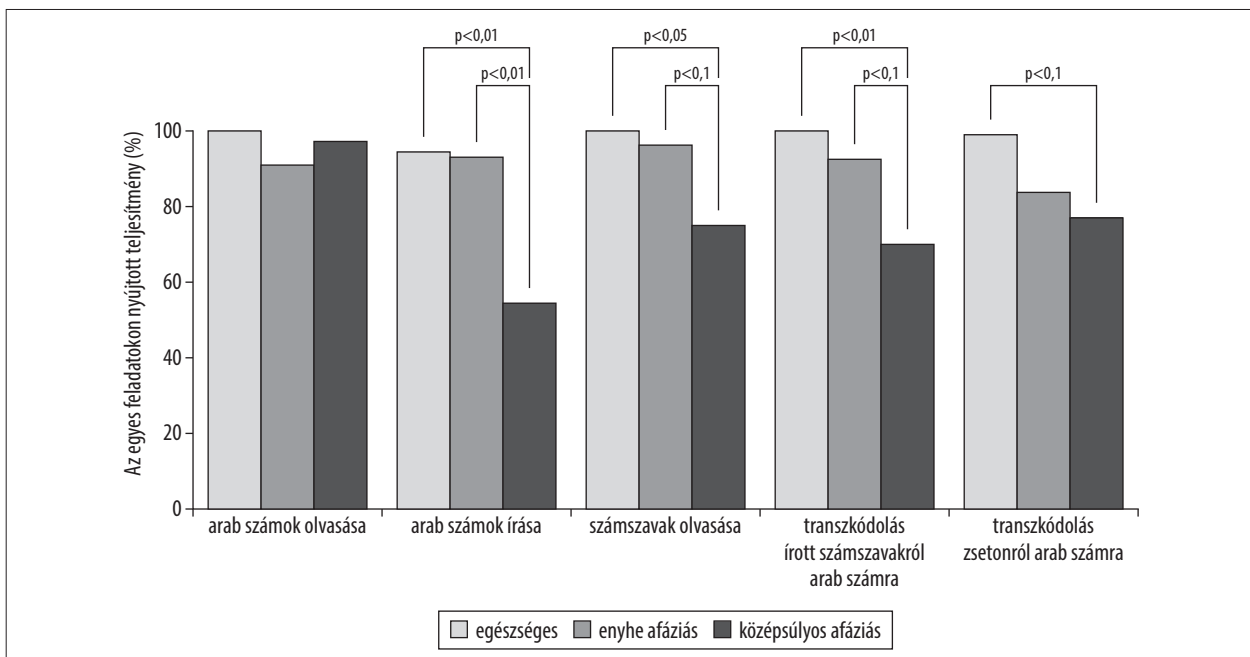
Az egészséges csoport tendenciaszinten mutatott jobb teljesítményt, mint az enyhe afáziások ( $p=0,096$ ), és szignifikánsan jobbat, mint a középsúlyos afáziások ( $p=0,003$ ).





7. ábra. A számfogalom feladatcsoportban elért részletes eredmények

A középsúlyos afáziás csoport átlagosan rosszabb teljesítményt mutatott az egészséges csoportnál ( $p=0,001$ ) és az enyhe afáziás csoportnál is ( $p=0,033$ ). Az arab szám összehasonlítás feladat eredményei tendenciaszinten jobbak voltak, mint a számszavak összehasonlítása és a verbális számösszehasonlítás feladatok eredményei ( $p=0,068$  és  $p=0,056$ ), és szignifikánsan jobbak, mint az analog mennyiségskála feladat eredményei ( $p=0,014$ ).



8. ábra. A numerikus transzkódolás feladatcsoportban elért eredmények

Az egészséges csoport teljesítménye átlagosan jobb volt, mint a középsúlyos afáziásoké ( $p=0,003$ ).

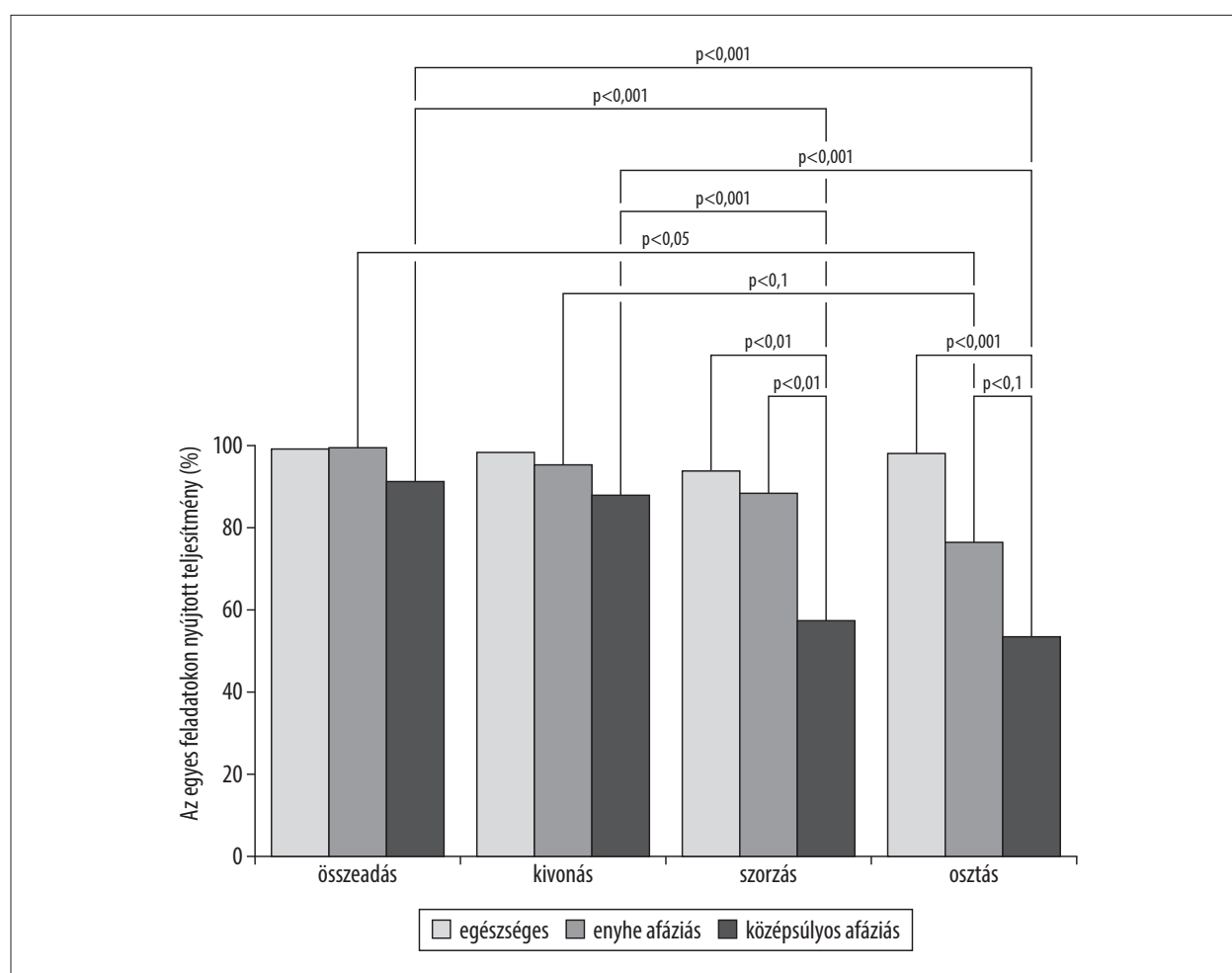
afáziasoktól ( $p=0,715$ ), de szignifikánsan eltért a közép-súlyos afáziasoktól ( $p=0,001$ ), és az utóbbi két csoport is egymástól ( $p=0,033$ ) (7. ábra).

A számfogalom feladattípusai során nyújtott teljesítmény jelentősen eltért egymástól (FELADAT főhatás,  $F[2,107, 52,671]=5,831$ ,  $MSE=374,572$ ,  $p=0,005$ ,  $\eta_p^2=0,189$ ). A post hoc tesztek szerint a különbség annak volt köszönhető, hogy az Arab szám összehasonlítás feladaton elért átlagteljesítmény kiugróan magasnak bizonyult: tendenciaszinten jobbnak, mint a Szám-szavak összehasonlítása ( $p=0,068$ ) és a Verbális szám-összehasonlítás ( $p=0,056$ ), és szignifikánsan jobbnak, mint az Analóg Mennyiségskála feladaton elért teljesítmény ( $p=0,014$ ). Semmilyen egyéb páros összehasonlítás nem mutatott tendenciális vagy szignifikáns

különbséget, minden  $p>0,170$ . A feltárt mintázat hasonlóan mutatkozott meg a három csoportban (FELADAT  $\times$  CSOPORT interakció hiánya,  $F[4,214, 52,671]=1,110$ ,  $MSE=374,572$ ,  $p=0,363$ ,  $\eta_p^2=0,082$ ) (7. ábra).

A numerikus transzkódolás feladatait tekintve a csoportok közötti különbség összességében számottevő volt (CSOPORT főhatás,  $F[2, 25]=7,140$ ,  $MSE=1046,912$ ,  $p=0,004$ ,  $\eta_p^2=0,364$ ). A post hoc tesztek alapján az egészséges csoport nem mutatott eltérést az enyhe afáziasoktól ( $p=0,877$ ), de szignifikánsan eltért a közép-súlyos afáziasoktól ( $p=0,003$ ), míg az utóbbi két csoport tendenciaszinten különbözött egymástól ( $p=0,070$ ).

A numerikus transzkódolást mérő feladatokon nyújtott teljesítmény nem tért el jelentősen egymástól (FELADAT főhatás hiánya,  $F[1,448, 37,098]=0,735$ ,  $MSE=3222,076$ ,



9. ábra. A négy alpművelet eredményei az aritmetikai szabályok, tények és alapelvek tükrében Mindhárom csoport jelentősen eltért egymástól (minden  $p<0,035$ ). Az enyhe afázias csoportban az összeadással és kivonással kapcsolatos tudás magasabb volt, mint az osztással kapcsolatos tudás ( $p=0,012$  és  $p=0,053$  – utóbbi tendenciaszintű eltérés); a középsúlyos afázias csoportban az összeadással és kivonással kapcsolatos tudás magasabb volt, mint a szorzással vagy osztással kapcsolatos tudásuk (minden  $p<0,001$ ). A középsúlyos afázias csoport rosszabban teljesített az egészségesnél a szorzás és osztás tekintetében (mindkét  $p<0,002$ ), illetve az enyhe afázias csoportnál (szorzásnál  $p=0,009$ , osztásnál tendencia,  $p=0,086$ ).

$p=0,448$ ,  $\eta_p^2=0,028$ ), és ez a mintázat hasonlóan mutatkozott meg a három csoportban (FELADAT  $\times$  CSOPORT interakció hiánya,  $F[2,968, 37,098]=0,660$ ,  $MSE=3222,076$ ,  $p=0,580$ ,  $\eta_p^2=0,050$ ) (8. ábra).

A számolási képességeket vizsgáló feladatokban a csoportok közötti különbség összességében számottevő volt (CSOPORT főhatás,  $F[2, 25]=17,263$ ,  $MSE=3485,386$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,580$ ). A post hoc tesztek alapján mindhárom csoport jelentősen eltért egymástól (minden  $p<0,035$ ).

A számolást mérő feladatokon nyújtott teljesítmény nem volt homogén (FELADAT főhatás,  $F[7,636, 190,898]=19,445$ ,  $MSE=882,824$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,438$ ), de ez a mintázat eltérően mutatkozott meg a három csoportban (FELADAT  $\times$  CSOPORT interakció,  $F[15,272, 190,898]=3,487$ ,  $MSE=882,824$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,218$ ).

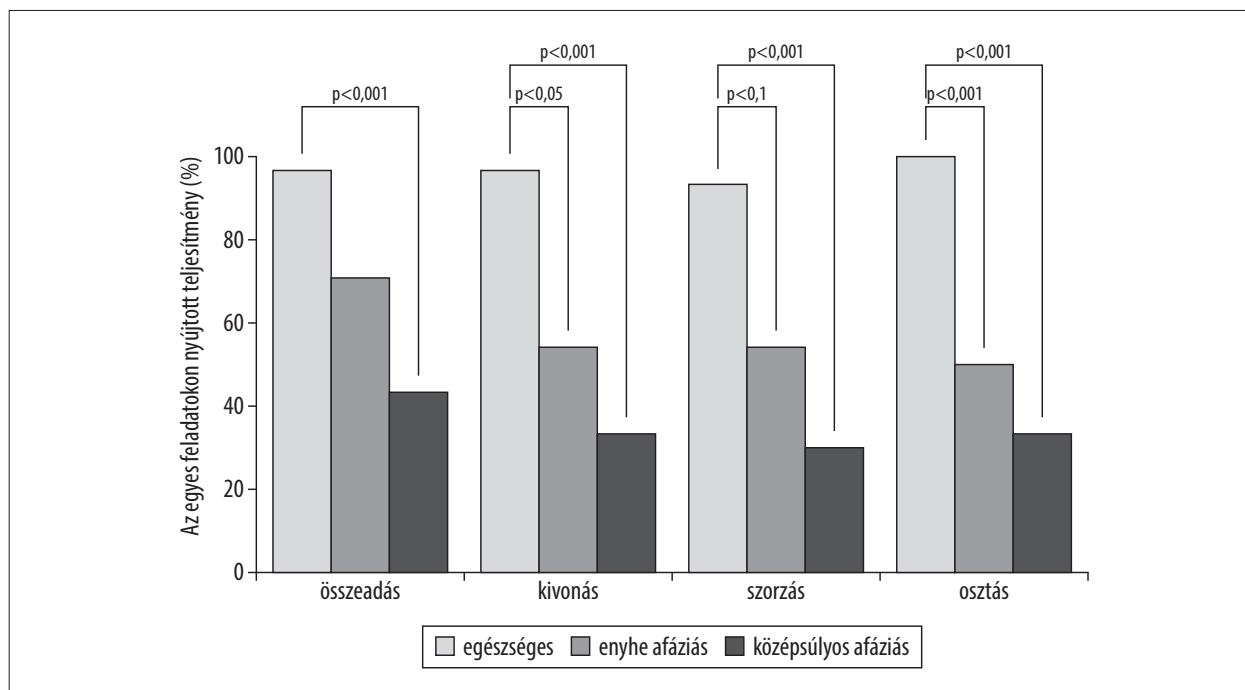
A számolás feladatcsoporton belül vizsgáltuk a szabályok, tények és alapelvek ismeretét a négy alpművelet tükrében.

Annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, a csoportok szelektíven tértek-e el valamely műveletekkel kapcsolatos számolási feladatokon, mind a négy alpművelet feladatait összesítettük egyetlen pontszámmá. Tekintettel arra, hogy csak két-két olyan feladat volt, amely mind a négy alpművelettel kapcsolatban jelen volt, így ezen feladatok pontszámait összesítettük minden résztvevő esetében. Kevert elrendezésű varianciaanalízist végeztünk a CSOPORT (egészséges, enyhe afáziás, középsúlyos

afáziás) és a MŰVELET (összeadás, kivonás, szorzás, osztás) faktorokkal.

A CSOPORT főhatás szignifikánsnak bizonyult ( $F[2, 25]=9,032$ ,  $MSE=714,773$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta_p^2=0,419$ ), azaz a csoportok eltértek az átlagos teljesítményüket tekintve. Ugyancsak szignifikáns volt a MŰVELET főhatás is ( $F[1,980, 49,508]=19,698$ ,  $MSE=220,903$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,441$ ). Kritikus módon a MŰVELET  $\times$  CSOPORT interakció is szignifikánsnak bizonyult ( $F[3,961, 49,508]=6,402$ ,  $MSE=220,903$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta_p^2=0,339$ ), ami azt jelezte, hogy az egyes műveletek nem egyformán okoztak nehézséget a három csoportban (9. ábra).

A post hoc tesztek szerint az egészséges csoportban nem volt eltérés az egyes műveletekkel kapcsolatos tudásban (minden  $p>0,999$ ); az enyhe afáziásoknál az összeadással és kivonással kapcsolatos tudás magasabb volt, mint az osztással kapcsolatos tudás ( $p=0,012$  és  $p=0,053$  – utóbbi tendenciaszintű eltérés); a középsúlyos afáziásoknál pedig az volt megfigyelhető, hogy az összeadással és kivonással kapcsolatos tudásuk magasabb volt, mint a szorzással vagy osztással kapcsolatos tudásuk (minden  $p<0,001$ ). A másik oldalról, a műveletek felől megközelítve a kérdést az bontakozott ki, hogy míg az összeadással és kivonással kapcsolatos kérdésekben a három csoport nem tért el egymástól (minden  $p>0,261$ ), addig a szorzás és osztás tekintetében egyöntetűen az volt látható, hogy a középsúlyos afáziás csoport rosszabban teljesített, mint az egészséges (mindkét



10. ábra. A szöveges feladatokban elvégzett alpműveletek eredményei

Az egészséges csoport átlagosan jobban teljesített, mint az enyhe afáziás csoport ( $p=0,002$ ) vagy a középsúlyos afáziás csoport ( $p<0,001$ ).

$p < 0,002$ ), illetve az enyhe afáziás csoport (szorzásnál  $p = 0,009$ , osztásnál tendencia,  $p = 0,086$ ).

Szöveges feladatokon keresztül is vizsgáltuk a betegek teljesítményét. Annak vizsgálatára, hogy a szöveges feladatokon nyújtott teljesítmény függött-e a művelettől, kevert elrendezésű varianciaanalízist végeztünk a CSOPORT (egészséges, enyhe afáziás, középsúlyos afáziás) és a MŰVELET (összeadás, kivonás, szorzás, osztás) faktorokkal. A CSOPORT főhatás szignifikáns volt:  $F(2, 25) = 20,959$ ,  $MSE = 1854,167$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,626$ . A post hoc tesztek alapján ez annak volt köszönhető, hogy az egészséges csoport szignifikánsan jobban teljesített átlagosan, mint az enyhe afáziás ( $p = 0,002$ ) vagy a középsúlyos afáziás csoport ( $p < 0,001$ ), míg az utóbbi kettő nem tért el egymástól szignifikánsan ( $p = 0,116$ ). A szöveges feladatoknál nem volt megfigyelhető MŰVELET főhatás, ( $F[2,251, 56,271] = 1,381$ ,  $MSE = 657,656$ ,  $p = 0,260$ ,  $\eta_p^2 = 0,052$ ), azaz a szöveges feladatokon nyújtott teljesítmény átlagosan nem tért el a végzendő művelettől függően. Ez a mintázat hasonlóan jelent meg a csoportokban (MŰVELET  $\times$  CSOPORT interakció hiánya,  $F[4,502, 56,271] = 0,478$ ,  $MSE = 657,656$ ,  $p = 0,773$ ,  $\eta_p^2 = 0,037$ ) (10. ábra).

## Megbeszélés

Vizsgálati eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az afáziás személyek numerikus teljesítménye elmarad az egészséges kontrollhoz képest a nyelvi zavar mértékének függvényében. A teszten nyújtott összteljesítményt illetően láthattuk, hogy az egészséges csoport nem tért el jelentősen az enyhe afáziás csoporttól, ugyanakkor szignifikáns különbség mutatkozott az egészséges és a középsúlyos, továbbá az enyhe és a középsúlyos afáziás csoport között. Ez alapján úgy tűnik, hogy az afázia súlyossága befolyással lehet a numerikus teljesítményre.

Feladatcsoportokat tekintve a kutatásban részt vevő három csoport (egészséges, enyhe afáziás és középsúlyos afáziás) között szignifikáns különbség mutatkozott. A vizsgált személyek a legjobb teljesítményt a számfogalom feladatcsoportban érték el, amelynek során a számokhoz tartozó mennyiségi hozzáférést vizsgáltuk, többféle modalitásból. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy még a súlyosabb kategóriába tartozó afáziás csoport teljesítménye is igen jó szintű, ami arra enged következtetni, hogy a számok mennyiségével kapcsolatos tudásuk megfelelőnek bizonyult. Ugyanakkor a számfogalom feladatcsoporton belül jelentős teljesítménybeli eltéréseket kaptunk. A vizsgált személyek a legjobb eredményt az arab szám összehasonlítás feladatokban érték el, ennél szignifikánsan rosszabbul teljesítettek a számszavak összehasonlítása és a verbális számösszehasonlítás feladatokban. A megnövekedett hibázások hátterében a nyelvi rendszer és a transzkódolási műveletek használatának sérülése állhat, ugyanis

az arab szám összehasonlítás feladatnál elég a számok mennyiségi jellemzőihez való hozzáférés, a feladat megoldásához nem szükséges a nyelvi rendszer használata. Ezzel szemben a számszavak összehasonlítása és a verbális számösszehasonlítás feladatok az előzőhöz képest valamelyest összetettebbek, először a látott vagy hallott számnév verbális alakjához kell hozzárendelni a megfelelő szemantikai reprezentációt, majd elő kell hívni a számnév szemantikai reprezentációjához tartozó megfelelő mennyiséget. Ez a mintázat mindhárom vizsgált csoport esetében megfigyelhető.

Mindhárom csoport a számolás feladatcsoportban érte el a legalacsonyabb eredményt. Ez a feladatcsoport a teszt legkomplexebb része, az itt található feladatokhoz szükséges az alpműveletek pontos ismerete, továbbá többszörös transzkódolási műveletek végrehajtása. A számolás feladatcsoporton belül a csoportok között jelentős különbségeket tapasztaltunk. A legmagasabb teljesítményt az összeadás szabályok, tények feladatokban érték el a vizsgált személyek. Ennek vélhető oka, hogy ez a műveletvégzés jól begyakorlott elemek, automatikus sorok előhívásával is megoldható, amely az afáziás nyelvi teljesítményre is oly gyakran jellemző. Az írásbeli szorzás, a közelítő számolás, valamint a szöveges feladatok egyaránt nehéznek bizonyultak. Az írásbeli szorzás során nyújtott rendkívül alacsony teljesítmény hátterében a gyakorlati alkalmazás hiánya is állhat, ha feltételezzük, hogy a mindennapokban az írásbeli műveletvégzés kevésbé használatos. A szöveges feladatok során a betegek a feladatok közel felét tudták sikeresen megoldani. Tapasztalataink szerint a betegek általában a nagyobb számokkal végzett osztási műveletek végrehajtása közben hibáztak.

Vizsgáltuk az aritmetikai tények és szabályok esetében az alpműveletek végrehajtása közötti esetleges összefüggéseket is. Eredményeink alapján elmondható, hogy mindkét afáziás csoport jobb teljesítményt nyújtott az összeadás és kivonás műveleteket tartalmazó feladatokban, mint a szorzás és osztás során. Ennek lehetséges oka, hogy a fejlődés során az összeadás és kivonás műveletei jelennek meg elsőként, a gyermekek már négyéves korukra elsajátítják az alapvető számolási stratégiákat. A számok mennyiségének reprezentációja már preverbális korban megjelenik.<sup>8</sup> A gyermekek elsőként az összeadás és kivonás műveleteivel manipulálnak, ezt a két műveletet főképp indirekten sajátítják el, míg a szorzás és osztás műveleteket csak iskoláskortól kezdik el tanulni, leginkább direkt módszerrel. Tehát a korai elsajátításnak is lehet befolyásoló szerepe, illetve ezért feltételezhetjük, hogy az összeadás és a kivonás műveletek megértése és végrehajtása kevésbé nyelvhez kötött, mint a szorzás és az osztás.

A szöveges feladatok megoldásait elemezve elmondható, hogy a páciensek a feladatok felét tudták sikeresen

megoldani. Az elemzések alapján látható, hogy a szóveges feladatokban nyújtott teljesítmény nem függött a végzendő művelettől, ugyanakkor az enyhe és a közép-súlyos afáziás csoport egyaránt rosszabbul teljesített mind a négy alpműveletet illetően. A problémás feladatmegoldás hátterében állhat a szövegértési feladatok komplexitása. A szóveges feladat tekinthető a tesztben a legösszetettebb feladattípusnak, ugyanis a szöveg olvasásán és értelmezésén túl a megfelelő művelet kiválasztásának és végrehajtásának is pontosnak kell lennie.

## Összefoglalás

A nemzetközi szakirodalmi adatokra alapozva végeztük el magyar afáziás betegek részvételével az NFSZT első olyan alkalmazását, amely az afázia és a numerikus képességek feltételezett viszonyára kérdezett rá magyar anyanyelvű páciensek és korban, nemből, iskolázottságban illesztett kontrollszemélyek esetében.

Eredményeink alapján úgy tűnik, az afázia súlyossága befolyással van a betegek numerikus képességeire. A numerikus funkciókon belül a különböző feladatcsoportokban eltérő teljesítménycsökkenést találtunk.

Láthattuk, hogy a négy feladatcsoportot tekintve a betegek a számfogalom feladatcsoporton belül teljesítettek a legjobban. Ez arra enged következtetni, hogy a pontatlan számértékmeghatározás, azaz a számok mennyiségi jellemzőihez való hozzáférés megtartott lehet súlyosabb afázia esetén is.

A transzkódolást igénylő és a többszörösen összetett feladatok egyaránt nehéznek bizonyultak. A szóveges

feladatokban is megnövekedett a hibázás mértéke. A teljesítményromlás arányban állt azzal, hogy az egyes feladatok mekkora nyelvi kapacitásbeli ráfordítást igényeltek volna a páciensektől. Azokban a feladatokban, ahol a számlálás és a számértékmeghatározás viszonylag független numerikus kompetenciát igénylő módon reprezentálódott, a páciensek jobb teljesítményt mutattak. Azokban az esetekben viszont, ahol a nyelvi képesség magasabb szintű kihasználására lett volna szükség a mentális műveletek végrehajtásához, azt tapasztaltuk, hogy arányosan rosszabb pontértékeket értek el a páciensek. Így szoros összefüggés feltételezhető a nyelvi képesség és a numerikus képesség viszonyára vonatkozóan olyan feladathelyzetekben, ahol ezen képességek együttes aktivációjára lenne szükség a sikeres feladatmegoldáshoz.

Az eredményeket látva valószínűsíthető, hogy az afázia súlyossága befolyással van a betegek számolási teljesítményére, hiszen az enyhe afáziás betegek minden feladatban jobban teljesítettek, mint a középsúlyos afáziás személyek. A numerikus képesség deficitje és az afázia súlyossága között kapcsolat feltételezhető, ugyanakkor valószínűsíthető, hogy létezik a számfogalom esetében egy olyan nem verbális, szemantikai reprezentáció, amely a súlyosabb nyelvi károsodás ellenére is megőrzött marad.

## Támogatás

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00008 azonosítójú, EU társfinanszírozású projekt támogatta.

## IRODALOM

1. Baldo JV, Dronkers NF: Neural correlates of arithmetic and language comprehension: A common substrate? *Neuropsychologia* 2007; 45: 229-235.
2. Basso A, Burgio F, Caporali A: Acaculia, aphasia and spatial disorders in left and right brain-damaged patients. *Cortex* 2000; 36: 265-280.
3. Bates E, Wilson SM, Saygin AP, et al.: Voxel-based lesion-symptom mapping. *Nat Neurosci* 2003; 6: 448-450.
4. Cappelletti M, Butterworth B, Kopelman M: Spared numerical abilities in a case of semantic dementia. *Neuropsychologia* 2001; 39: 1224-1239.
5. Chocon F, Cohen L, Moortele PF van de, et al.: Differential Contributions of the Left and Right Inferior Parietal Lobules to Number Processing. *J Cogn Neurosci* 1999; 11: 617-630.
6. De Luccia G, Zazo Ortiz K: Ability of aphasic individuals to perform numerical processing and calculation tasks. *Arq Neuropsiquiatr* 2014; 72: 197-202.
7. Delazer M, Girelli L, Grana A, et al.: Number processing and calculation – Normative data from healthy adults. *Clin Neuropsychol* 2003; 17: 331-350.
8. Dehaene S: *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics, Revised and Updated Edition*. New York Oxford University Press, 2011.
9. Dehaene S: Varieties of numerical abilities. *Cognition* 1992; 44: 1-42.
10. Dehaene S, Cohen L: Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex* 1997; 33: 219-250.
11. Denes G: *Talking Heads The neuroscience of language*. Hove Psychology Press Taylor & Francis Group, 2011; pp. 21-178.
12. Gelman R, Gallistel CR: *The Child's Understanding of Number*. Cambridge Harvard University Press; 1978.
13. Huber W, Poeck K, Weniger D, et al.: *Der Aachener Aphasie Test (AAT)*. Göttingen Hogrefe, 1983.

14. *Igács J, Janacsek K, Krajcsi A*: A Numerikus Feldolgozás és Számolás Teszt (NFSZT) magyar változata. Magyar Pszichológiai Szemle 2008; 63: 633-650.
15. *Kaplan E, Goodglass H, Barresi B, et al.*: Boston Naming Test. Texas PRO-ED Austin Press, 2001.
16. *Kas B, Mészáros É*: Az afázia neurolingvisztikai és logopédiai vonatkozásai. In: Hirschberg J, Hacki T, Mészáros K (szerk.): Foniátria és társtudományok 2. kötet. Budapest ELTE Eötvös Kiadó, 2013; pp. 106-115.
17. *Kertész A*: Western aphasia battery. New York Grune & Stratton, 1982.
18. *Kertész A*: Az afázia rendszertana. In: Pléh Cs, Kovács Gy, Gulyás B (szerk.): Kognitív idegtudomány. Budapest Osiris Kiadó, 2003; pp. 585-592.
19. *Krajcsi A*: Numerikus képességek. Erdélyi Pszichológiai Szemle 2003; 4: 331-382.
20. *Lucchelli F, DeRenzi E*: Primary dyscalculia after a medial frontal lesion of the left hemisphere. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1993; 56: 304-307.
21. *Messina G, Gianfranco D, Basso A*: Words and number words transcoding: A retrospective study on 57 aphasic subject. J Neurolinguistics 2009; 22: 486-494.
22. *Márkus A*: Számok, számolás, számolászavarok. Debrecen Pro Die Kiadó, 2007; p. 48.
23. *Nagy Z*: Afázia. In: Hirschberg J, Hacki T, Mészáros K (szerk.): Foniátria és társtudományok 2. kötet. ELTE Eötvös Kiadó Budapest, 2013; pp. 103-105.
24. *Ochtrup MT, Rath D, Klein E, et al.*: Are Number Words Fundamentally Different? A Qualitative Analysis of Aphasic Errors in Word and Number Word Production. Int J Speech Lang Pathol 2013; 1: 12-28.
25. *Osmanné SJ*: A DeRenzi-féle Token beszédmegértési teszt adaptálásának eredményei. Magyar Pszichológiai Szemle 1983; 5: 407-420.
26. *Osmanné SJ*: Az afázia klasszifikációja és diagnosztikája I-II. Ideggyógyászati Szemle 1991; 44: 339-362.
27. *Rath D, Domahs F, Dressel K, et al.*: Patterns of linguistic and numerical performance in aphasia. Behav Brain Funct 2015; 11: 197-202.
28. *Roselli M, Ardila A*: Rehabilitation of Calculation Disorders. In: Carrion J L (ed.): Neuropsychological Rehabilitation: Fundamentals, Innovations and Directions. Florida GR/St Lucie Press, 1997; pp. 353-370.
29. *Rossor M, Warrington E, Cipolotti L*: The isolation of calculation skills. J Neurol 1995; 242: 78-81.
30. *Semenza C*: Number processing. In: Stemmer B, Whitaker H A (eds.): Handbook of the Neuroscience of Language. London Elsevier Press, 2008; pp. 219-226.