

# LOGIKAI FEJTÖRŐK CSECSEMŐKNEK: KUTATÁSOK A DEDUKTÍV KÖVETKEZTETÉSEINK EREDETÉRŐL

## LOGICAL PUZZLES FOR BABIES: RESEARCH ON THE ORIGINS OF DEDUCTIVE INFERENCES

Kispál Anna<sup>1</sup>, Kovács Ágnes Melinda<sup>2</sup>, Téglás Ernő<sup>3</sup>

<sup>1</sup>doktorjelölt, Közép-európai Egyetem Kognitív Tudomány Tanszék, Bécs, Ausztria  
kispal\_anna@phd.ceu.edu

<sup>2</sup>egyetemi docens, Közép-európai Egyetem Kognitív Tudomány Tanszék, Bécs, Ausztria  
Kognitív Fejlődéslelektani Kutatóközpont, Budapest  
kovacsag@ceu.edu

<sup>3</sup>egyetemi docens, Közép-európai Egyetem Kognitív Tudomány Tanszék, Bécs, Ausztria  
Kognitív Fejlődéslelektani Kutatóközpont, Budapest  
teglase@ceu.edu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban azt vizsgáltuk, hogy mikor és milyen formában jelennek meg a logikai gondolkodás előfutárai, és hogy a gyerekek rendelkezésére álló logikai következtetések hogyan támogatják a tanulást és a problémamegoldást. A logikai következtetések fejlődését vizsgáló szakirodalmat ellentmondásos eredmények jellemzik. A kutatások egy része azt mutatja, hogy a gyerekek csak hároméves kor után kezdik megbízhatóan megoldani azokat a feladatokat, amelyekhez több, egymást kizáró alternatíva helyes reprezentálása vagy diszjunktív következtetés szükséges. Ezzel szemben az eredmények másik csoportja arra utal, hogy már csecsemőkorban jól teljesítenek a babák olyan implicit méréseken alapuló feladatokban, amelyek viszont ugyanezekre a reprezentációs struktúrára építenek. Ezek a kutatások azt mutatják, hogy már 12 hónapos csecsemők is képesek különböző hipotézisek felállítására bizonytalan események lehetséges jövőbeli folytatásával kapcsolatban, és helyes következtetéseket vonnak le diszjunkción alapuló tárgyazonosítási feladatokban. Tanulmányunkban az eltérő eredmények, valamint a rájuk épülő különböző elméleti javaslatok közötti ellentmondásokat szeretnénk feloldani.

### ABSTRACT

In our study, we investigated when and in what form the precursors of logical thinking emerge, and how the logical inferences available to children supports learning and problem solving. The literature on the development of logical inference is characterized by conflicting results. Some research shows that children do not begin to reliably solve tasks requiring the correct representation of multiple, mutually exclusive alternatives or disjunctive reasoning until after the age of three. In contrast, another set of results suggests that babies perform well in infancy

on tasks based on implicit measures, which in turn rely on the same representational structures. These studies show that infants as young as 12 months are able to formulate different hypotheses about the possible future sequences of uncertain events and to make correct inferences in disjunction-based object identification tasks. In our paper, we aim to resolve the discrepancies between these different results and the different theoretical proposals that build on them.

**Kulcsszavak:** fejlődéslélektan, kognitív fejlődés, logikus gondolkodás, csecsemőkutatás

**Keywords:** developmental psychology, cognitive development, logical thinking, infant research

## BEVEZETÉS

Első megközelítésre semmi sem állhat távolabb egymástól, mint a bújócskát játszó kisgyerekek, a szórakoztató fejtörők vagy éppen a matematikai egyenletek, utóbbiakat ugyanis nem mindenki találja szórakoztatónak. A fejtörők és a matematikai egyenletek megoldásában mégis közös, hogy logikai műveleteket igényelnek. Azonban nem csak az ilyen problémák megfejtése igényel logikát. Logika van ott is, ahol nem keressük: a bújócskázó kisgyerekek vagy éppen a kulcsait kereső nagymama előbb megpróbálja beazonosítani a lehetséges alternatívákat, majd átgondolni, melyek azok a helyek, amelyek biztonságosan kizárhatóak. A lehetséges helyek számának érdemi csökkentése nagyban növeli a keresés sikerét, miközben lerövidíti a keresésre szánt időt. Ilyen helyzetekkel bizonyára mindenki találkozott, és bár a következtetések nem mindig gyorsak, és nem is mindig pontosak, nagyobb eséllyel vezetnek eredményre, mint a találgatás. Azonban nem csak a felnőttek keresnek elveszettnek hitt tárgyakat, nemcsak a felnőttek tudnak detektív módjára deduktív következtetéseket levonni a nyomra vezető evidenciából. Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy ezek a képességek jelen vannak-e már akkor, amikor a legnagyobb szükség van rájuk, azaz gyerek- vagy csecsemőkorban.

A Jean Piaget által meghatározott klasszikus fejlődéslélektani elméletek szerint a logikai képességek egy hosszú fejlődési folyamat eredményeként, csupán a serdülőkorban érik el a felnőttekre jellemző formájukat. Viszont éppen a fejlődés korai szakasza az, amikor rengeteg az új, feldolgozandó inger, ahol a hasznos tudnivalók kiválasztása és megfelelő értelmezése elengedhetetlen ahhoz, hogy új tudás keletkezzen. Már csecsemőknek is előnyös lehet, ha nemcsak az azonnal hozzáférhető ingerekből tanulhatnak, hanem abból is, ami kikövetkeztethető, hiszen a dedukcióval szerzett tudás nagymértékben gyarapíthatja tárgyi és szociális ismereteiket.

A következő részekben elsősorban az utóbbi tíz év kutatásait fogjuk áttekinteni, melyek fő célja annak megállapítása, hogy a fejlődés korai szakaszaiban, akár már a nyelv elsajátítása előtt, rendelkeznek-e a babák logikai fogalmakkal. Továb-

bi cél annak a feltérképezése, hogy melyek lehetnek az első logikai műveletek, és milyen jellemzőkkel rendelkezhetnek. Hol húzódnak a határaik? Vajon a kogníciónak csak egy szűk területén alkalmazhatóak (területspecifikusak), vagy sokoldalú felhasználásuk lehetséges (területáltalánosak)?

### A GYERMEKKORI LOGIKA

A dedukció már a kisgyerekek számára is sokoldalú eszköz. Ugyanúgy segíthet megfejteni egy új szó jelentését, mint ahogy segíthet megtalálni egy elrejtett tárgyat. Például ha egy csecsemő azt a szót hallja, hogy „bögre”, mi alapján jön rá, hogy a bögre arra a tárgyra utal, amelyből inni szoktunk, és nem például az asztalra, amelyen a bögre éppen elhelyezkedik? Az új szó ugyanúgy vonatkozhat a bögre fülére, mint a bögre egészére, és az sem zárható ki, hogy egyszerűen csak a bögre és a többi tárgy közti viszonyt jelöli. Ez a *quine-i probléma* (Quine, 1960 [1873]). Bár a „bögre” címke vonatkozhatna bármire a csecsemő környezetében, mégis minden gyermek végül látszólag könnyen elsajátítja a szó konvencionális jelentését. A nyelvsajátítás kutatói ugyan több alternatívát is felvázoltak a csecsemők gyors szótanulására, minket most azok a kétértelmű helyzetek érdekelnek, melyekben egy új szó régi és új tárgyak jelenlétében hangzik el. Az egyik javaslat szerint ilyen esetekben a gyerekek a quine-i problémát logikai úton, lexikális alapelvek segítségével oldják meg. Ennek egyik előfeltétele, hogy a szavak nem a tárgyak részeit, hanem azok egészét jelölik, miközben a referenciakeresést a *kölcsönös kizárás elve* segíti (Markman–Wachtel, 1988). Az elv lényege, hogy a tárgyak minden kategóriájának csak egy neve lehet. Így amikor egy új szó hangzik el (például „bögre”), kizárható, hogy az egy olyan tárgyra vonatkozik, amelynek a nevét már ismerik (például az asztalra, amennyiben az „asztal” szót már elsajátították), hiszen egy tárgynak nem lehet két neve. Így az új címke csak is az ismeretlen tárgyra vonatkozhat (az asztalon lévő tárgyra, amelynek a neve ezentúl „bögre”). A kölcsönös kizárás elvére épülő következtetés ezzel feloldja az ambivalens helyzeteket, és más szótanulási mechanizmusok mellett segíti a szavak jelentésének elsajátítását.

A kölcsönös kizárás elvének a szótanulásban betöltött szerepét számos kísérlet vizsgálta csecsemőknél (például: Markman et al., 2003; Halberda, 2003; Houston-Price et al., 2010). Ezekben a kísérletekben a babák egy számítógép képernyőjén egy ismerős és egy ismeretlen tárgyat látnak (például egy labdát és egy tranzisztort), majd egy mondatot hallanak: „Hol van a dax?” (ez egy valóságban nem létező, bár angol nyelvi környezetben fonetikailag szabályos szó). Justin Halberda (2003) azt találta, hogy a 17 hónapos babák ilyen esetekben hosszabban néznek az ismeretlen tárgyra, úgy kezelve azt, mint az új címkéhez tartozó referenst, míg a 14 hónaposak választása véletlenszerű. Lehetséges, hogy a babák

következtetéseit ilyenkor egy logikai művelet, a *diszjunktív szillogizmus* struktúráját követik (A VAGY B, NEM A, TEHÁT B). Ez egy lépésről lépésre történő kizárási folyamat, amely az alternatívák azonosításával kezdődik. Például a „dax” szó utalhat a két tárgy egyikére (A = labda VAGY B = tranzisztor). Mivel az egyik tárgyat már ismerik, és azt is tudják, hogy „labda” a neve, így kizárható, hogy a „dax” ugyanarra a tárgyra vonatkozzon (NEM A, vagyis a „dax” nem lehet a labda). Az alternatíva elutasításával bezárul a kör, egyetlen lehetőség marad, a B tárgy (TEHÁT B, vagyis a „dax” a tranzisztor). Így a tranzisztor mint tárgy és a „dax” mint címke összekapcsolhatók, és az új szó elsajátítása megtörténhet. Amennyiben a gyerekek a bizonytalan szótanulási helyzeteket valóban diszjunktív szillogizmus segítségével oldják meg, az arra utalna, hogy a nyelvtanulást nemcsak nyelvspecifikus mechanizmusok, hanem feltehetőleg területáltalános logikai műveletek is segítik.

Ez a feltevés Halberda (2006) szemmozgást követő kísérletében kapta az első határozott megerősítést. Halberda javaslatának lényege, hogy a fent leírt ambivalens szótanulási helyzetben, a referens keresésekor a szem olyan utat jár be, amely tükrözi a diszjunktív következtetés lépéseit. Ennek bizonyítására azokat a teszhelyzeteket vizsgálták, amikor a hároméves gyerekek a kérdés elhangzásakor éppen az ismeretlen tárgyat nézték. Azt találták, hogy ebben az esetben az alanyok az ismeretlen tárgyról ránéztek a már ismert tárgyra, majd vissza az ismeretlenre. Ez arra utal, hogy a résztvevők ilyenkor zárhatták ki a már ismert opciót (az új szó referense NEM a labda), majd a helyes konklúzió levonása során tekintetük megállapodott az ismeretlen tárgyon, amelyhez az új címkét kapcsolták. A jelenség a *dupla ellenőrzés* néven lett közismert. Halberda kísérleteiben a gyerekek és a felnőtt vizsgálati személyek a szemmozgások hasonló mintázatát mutatták. A kutatás így nemcsak egy, a logikai következtetés folyamatára utaló marker, a dupla ellenőrzés meglétét bizonyította, de azt is, hogy a hároméves gyerekek már a felnőttekhez hasonló módon oldják meg a feladatot, feltehetőleg diszjunktív következtetést alkalmazva.

Annak bizonyítására, hogy a gyermekek a felnőttekéhez hasonló, a kogníció több területén is alkalmazható logikai képességekkel rendelkeznek, a nem nyelvi kísérletek kaptak kiemelt figyelmet. A feladatok két nagyobb csoportjáról fogunk beszámolni. Ezeknek egyik csoportja a megoldást az alternatívák helyes kizárásától teszi függővé (Call, 2004; Mody–Carey, 2016). Az ilyen feladatokban a cél egy tárgy megtalálása, amikor két vagy több lehetséges elrejtési hely van. A feladatok másik csoportja az alternatívák együttes kezelését várja el az alanyoktól (Redshaw–Suddendorf, 2016). Az ilyen teszhelyzetekben a résztvevőknek rá kell jönniük arra, hogy egy csőrendszerbe bedobott tárgy több lehetséges kijáraton is hasonló eséllyel távozhat.

Nézzük előbb, hogyan járnak el a gyerekek, amikor elrejtett tárgyakat kell megtalálniuk. Az idetartozó kísérletek egy része egyszerűnek tűnő helyzeteket

tesztel. Például két pohár egyikébe egy tárgyat rejtenek el. Ezután a vizsgálati személyek információt kapnak az egyik pohárról: kiderül róla, hogy üres. Mivel az üres pohár kizárható mint a tárgy rejtekhelye, ez elegendő annak megállapítására, hogy a tárgynak a második pohárban kell lennie, még akkor is, ha erről nem kapunk perceptuális evidenciát. Az elrejtés feladatokat először csimpánzok következtetéseihez tanulmányozásához használták (például Call, 2004), később pedig a gyerekek különböző korcsoportjaira is alkalmazták. A feladat kétpoharas változatait a gyerekek már 15–23 hónapos kortól sikeresen oldják meg (Hill et al., 2012; Mody–Carey, 2016; Szabó–Kovács, 2022). Kérdéses azonban, hogy a gyerekek tényleg deduktív következtetéseket használnak-e a tárgy megtalálásához.

Lehetséges, hogy ilyen helyzetekben a probléma megoldása valóban a diszjunktív szillogizmus lépéseit követi. Ez arra utalna, hogy a gyerekek már korán rendelkeznek általános logikai képességekkel. Ezt a lehetőséget támasztják alá azok az eredmények, miszerint 18 hónapos kortól kezdve a kisbabák nemcsak vizuális információt képesek sikeresen használni egy alternatíva kizárására a fenti tárgykeresés feladatokban (például megmutatjuk, hogy az egyik pohár üres), hanem a verbális logikai negáció különböző formáit is (a pohárba belenézve azt hallják a kísérletvezetőtől, hogy „Nincsen.”, vagy „Nem itt van.”) (Szabó–Kovács, 2022, lásd továbbá Feiman et al., 2017).

Egy másik magyarázat azonban kétségbe vonja ezt a lehetőséget. Elképzelhető ugyanis, hogy a gyerekek az alternatívákat egymástól függetlenül reprezentálják. Így a diszjunkcióra jellemző „A VAGY B” reprezentáció helyett két külön reprezentációt hoznak létre: „LEHET, HOGY A” és „LEHET, HOGY B”. A lehetőségek ilyen reprezentálásának egyik következménye, hogy az A hely kizárásából nem következik, hogy a B hely tartalmazza a tárgyat, hiszen az A és B közötti logikai kapcsolat hiányzik. Miután kiderül az A pohárról, hogy üres, a gyerekek nem azért keresik a tárgyat B pohárban, mert a következtetéseik alapján a tárgy csak ott lehet, hanem azért, mert az is egy lehetséges helye a tárgynak. Ez az elmélet egy egyszerűbb mechanizmussal magyarázná a gyermekek nem nyelvi feladatokban elért teljesítményét (Mody–Carey, 2016).

Shilpa Mody és Susan Carey (2016) vizsgálatuk során arra keresték a választ, hogy az ilyen feladatokban a gyermekek tényleg diszjunktív következtetés segítségével találják-e meg az elrejtett tárgyat, vagy helyette inkább a fent leírt egyszerűbb mechanizmusra támaszkodnak. A két elmélet predikcióit egy bonyolultabb kísérleti elrendezéssel vizsgálták. Négy poharat mutattak be a gyerekeknek, akiknek két elrejtett matricát kellett megtalálniuk egy kísérletvezetővel versengve. A párokba rendezett poharakba egy-egy matricát rejtettek el úgy, hogy a gyerekek nem tudták pontosan, hogy azok melyik pohárba kerültek. Példánkban az egyszerűség kedvéért az egyes poharakat betűkkel jelöltük, és az elrejtett matricák helyét is felfedtük, hogy a kísérleti manipuláció lépései érthetőbbek legyenek.

Képzeljük el, hogy a rejtés folyamán az A–B párosból a B pohárba, míg a C–D párosból a C pohárba kerültek matricák, de ezt a gyerekek nem látták. Ezután a vizsgálatvezető felfedte, hogy az A pohár üres. Ezzel az információval a birtokukban a gyerekek elkezdhetik a matricák keresését. Amennyiben a gyerekek diszjunktív következtetést alkalmaznak a matrica megtalálására, az első keresési helynek a B pohárnak kellene lennie, hiszen az A–B párosból az A pohár már kizárásra került (így a B-nek biztosan tartalmaznia kell az egyik elrejtett tárgyat). Ezzel szemben, ha a gyerekek a négy poharat egymástól független lehetséges helyekként reprezentálják, azt gondolhatják, hogy nemcsak a B, hanem a C vagy a D pohárban is hasonló eséllyel található matricát. Míg a háromévesnél idősebb gyerekek a helyes, B pohárban keresték a matricát az esetek többségében, a két és fél éves gyerekek véletlenszerűen választottak poharat. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy csak hároméves kortól képesek a gyerekek diszjunktív szillogizmus használatára.

A diszjunktív következtetések egyik előfeltétele az alternatívák reprezentálása. Azonban nem egyértelmű, hogy képesek-e a gyerekek egyáltalán két, egymással versengő lehetőség egyidejű reprezentálására. Jonathan Redshaw és Thomas Suddendorf (2016) egy ötletes nem nyelvi feladatot dolgoztak ki, melyben csak az alternatívák együttes kezelése garantálta a sikeres megoldást. Kísérletükben egy fordított Y alakú csőrendszert használtak. Ennek a csőrendszernek egy felső bemeneti nyílása van, amely egy elágazást követően két alsó kivezető nyílásban végződik. Ha a csőbe bedobunk egy tárgyat, az azonos valószínűséggel eshet ki a két kivezető nyílás bármelyikéből. A gyerekek azt a feladatot kapták, hogy minél több tárgyat próbáljanak elkapni. Azáltal biztosíthatták, hogy a tárgyat minden esetben megszerezzék, ha mindkét kezükkel lezárják a cső egy-egy kivezető nyílását. Ehhez azonban az szükséges, hogy minden lehetőséget reprezentáljanak, és egyidejűleg figyelembe vegyenek a döntésük előtt. Az eredmények azt mutatták, hogy a kétéves gyerekek közül senki sem tette mindkét kezét a nyílások alá, míg a két és fél éves gyerekek közül csak néhányan. A három- és a három és fél éves gyerekek egyre gyakrabban használták mindkét kezüket, négyéves korra pedig szinte már minden esetben mindkét kezüket használták. A három év alatti gyerekek kudarca arra utal, hogy nem képesek mindkét kivezető nyílást azonos valószínűségű helyként reprezentálni, azt is kétségbe vonva, hogy rendelkeznek-e egyáltalán olyan modális fogalmakkal, mint a 'lehetséges', 'szükségszerű' vagy 'lehetetlen'.

A különböző területeken végzett kutatások nem mutatnak egységes képet a gyerekek és csecsemők logikai képességeiről. A nyelvi kísérletek eredményei arra utalnak, hogy a gyerekek már nagyon korán diszjunktív következtetéseket állíthatnak a szótanulás szolgálatába (Halberda, 2006). Ez a javaslat kompatibilis azzal a forgatókönyvvel, mely szerint rendelkezésükre állhat egy általános logikai képesség, amely többek között a szótanulást is segítheti. Csakhogy a három-



évesnél fiatalabb gyermekek kudarcra a nem nyelvi feladatokban kétségbe vonja, hogy a csecsemők vagy a kisgyerekek képesek lennének diszjunktív következtetésre (Mody–Carey, 2016) vagy a lehetséges események helyes reprezentálására (Redshaw–Suddendorf, 2016). Ez alapján a kutatók egy része arra következtetett, hogy a háromévesnél fiatalabb gyerekek számára nem hozzáférhetőek sem azok a modális fogalmak, melyek az alternatívák reprezentálásáért felelősek, sem a diszjunktív következtetésekért felelős logikai operátorok, és a szótanulást feltételezhetően egy másik, nyelvspecifikus folyamat segíti (Mody–Carey, 2016).

### A CSECSEMŐKORI LOGIKA

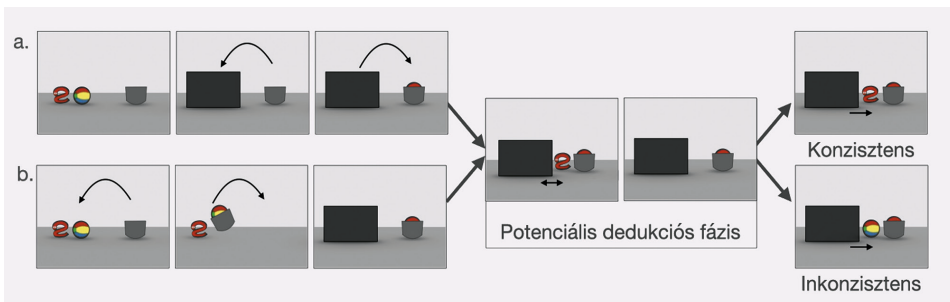
Az előző részben áttekintett eredmények arra utalnak, a háromévesnél fiatalabb gyerekek nem képesek egy időben több lehetséges alternatívát mérlegelni. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy bár a modális fogalmak a hipotézisalkotás és a döntéshozatal fontos építőkövei, fejlődésük korai fázisában a gyerekek még nem rendelkeznek ezekkel.

Míg a háromévesekkel végzett kísérletek nyomós indokkal szolgálnak a modális fogalmak preverbális jelenlétének megkérdőjelezésére, létezik egy kutatási terület, amely tovább bonyolítja a kérdéskört. Ez a *valószínűségi intuíciók* területe. A csecsemőkkel végzett kutatások azt mutatják, hogy már 12 hónapos kortól képesek a babák különböző hipotézisek felállítására bizonytalan események lehetséges jövőbeli folytatásával kapcsolatban. Téglás Ernő és kollégái (2007) egyszerű videóanimációkat mutattak a csecsemőknek. A lottóhúzásra emlékeztető videókon négy labda (például három sárga és egy kék) pattogott egy gömb alakú tartályban, melynek alján egy kijárat volt. Bizonyos idő után a tartály tartalma takarásba került, majd az egyik labda kiesett belőle. Az esemény valószínűségét a kieső tárgy típusa határozta meg: a kimenet valószínű volt, amikor a kieső tárgy a nagyobb halmazhoz tartozott (például sárga), a kimenet valószínűtlen volt, amikor olyan tárgy esett ki, amelyből egyetlenegy volt a tartályban (például a kék). A kutatók a csecsemők nézési idejét mérték a kiesett tárgyra adott reakcióként. Azt találták, hogy a babák különbséget tettek a kétféle esemény között, hosszabb ideig nézték a valószínűtlen, mint a valószínű eseményt. Egy sor későbbi vizsgálat eredménye arra utal, hogy a kisbabák valószínűségi intuícióit flexibilis következtetési mechanizmusok támogatják, melyek segítségével a valószínűségi elvárásaikba képesek integrálni információt a személyekről, akik a mintavételezést végzik (a mintavételezés szándékosságáról lásd Xu–Denison, 2009; Gweon et al., 2010) vagy a tárgyakról, melyek a mintát alkotják (a tárgyak és környezetük fizikai jellemzőit: Téglás et al., 2007; 2011; 2015; Denison et al., 2014).

Ezek az eredmények egy rugalmas és hatékony rendszert tárnak elénk, amelyek köszönhetően a kisbabák finomhangolhatják hipotéziseiket. Elképzeltető,

hogyan valószínűségi elvárásait a csecsemők az általuk megfigyelt események lehetséges jövőbeli folytatásainak elemzéséből származtatják (Cesana-Arlotti et al., 2012). Ebben a megközelítésben a valószínűségi intuíciónak alapja a lehetséges események reprezentálása, vagyis a korábbi példánkban a sárga azért lesz az elvárt kimenet, mert több lehetséges forgatókönyv zárulhat egy sárga tárgy kiesésével (pusztán azért, mert több sárga tárgy van a konténerben, mint kék).

Mi magyarázhatja azt, hogy a csecsemők látszólag már első életévük végén képesek reprezentálni lehetséges alternatívákat, míg a gyermekekkel végzett kutatásoknak csak hároméves kor fölött sikerült dokumentálniuk modális reprezentációkat? Bár már a 17 hónapos babák is jól teljesítenek a deduktív stratégiát igénylő szótanulási feladatokban (Halberda, 2003), kérdés marad, hogy egy általános logikai képességre támaszkodva diszjunktív szillogizmust alkalmaznak-e megoldásaikban. Az ilyen feladatok nyelvi jellege miatt az sem világos, hogy ezek a következtetések részét képezik-e a preverbális csecsemő fogalmi készletének, vagyis a diszjunktív szillogizmus a nyelv fejlődésével párhuzamosan jelenik meg (a szótanulást is segítve), vagy már korábban is jelen van? Milyen logikai műveletek érhetők el már a preverbális csecsemők számára is? A kérdés megválaszolásához Cesana-Arlotti és kollégái (2018) 12 és 19 hónapos babákat vizsgáltak. Ebben a korban a csecsemők a nyelvtanulás és a beszédprodukciónak kezdetén állnak, azonban még nem rendelkeznek kiterjedt nyelvtudással. Így amennyiben már 12 hónapos korban is képesek a babák diszjunktív következtetést igénylő, nem nyelvi alapú feladatok megoldására, az egy általános logikai képesség meglétére utalna.



**1. ábra.** A Nicolò Cesana-Arlotti és kollégái (2018) kísérletében használt animációk főbb mozzanatai

*Megjegyzés:* A két kísérleti feltétel egyikében (a) a résztvevők a bögre tartalmát deduktív úton deríthetik ki, míg a másik kísérleti feltételben (b) a bögrében levő tárgy identitásának megállapításához elegendő a tárgyak követésére hagyatkozniuk. Mindkét kísérleti feltétel alanyai hosszabb nézési idővel reagáltak az események inkonzisztens végződésére, mint a konzisztens kimenetekre, de csak az első feltétel potenciális dedukciós fázisában mutattak deduktív következtetésre utaló szemmozgást és pupillatágulást.



A szemmozgáskövetést alkalmazó tárgyazonosítási kísérletben videóanimációkat mutattak csecsemők és felnőttek több csoportjának (*1. ábra*). A babák egyik csoportja olyan animációkat látott, melyekben a képernyő bal oldalán két tárgy volt, például egy labda és egy kígyó, a jobb oldalán pedig egy bögre. A manipuláció szempontjából fontos, hogy a tárgyak felső része azonos formájú és színű volt. Kis idő után, míg a gyerekek szabadon fürkészhették a képernyő tartalmát, egy fal takarta el a tárgyakat, majd a bögre a fal mögül egy tárgyat emelt ki. A bögréből kilógott a tárgy felső része, azonban mivel ez azonos a két tárgy esetében, nem lehetett beazonosítani, hogy pontosan a labda vagy a kígyó az. Ezután a potenciális dedukciós fázis következett. A fal mögül kijött egy tárgy, például a labda, majd visszament a fal mögé. Ez alatt a fázis alatt azt a következtetést kell levonniuk a résztvevőknek, hogy ha a labda nincs a bögrében, akkor csakis a kígyó lehet ott. Ezután ismét kijött egy tárgy a fal mögül a konzisztens videóban, megint a labda. Ellenben az inkonzisztens videóban egy kígyó jött ki, ami egy lehetetlen esemény, hiszen a kígyónak a dobozban kellene lennie. A kisbabák másik csoportja olyan videókat látott, ahol a tárgyak mozgása megegyezett, viszont a fal csak azután jött fel, hogy az egyik tárgy a bögrébe került. Mivel ezek az események a résztvevők előtt bontakoztak ki, ezért nem volt szükség arra, hogy a bögre tartalmát deduktív úton állapítsák meg.

A kutatók három fontos dolgot mértek a kísérletben. Egyrészt a potenciális dedukciós fázis során, ami alatt a „NEM A, TEHÁT B” műveletnek kell megtörténnie, megmérték a résztvevők pupillaméretét. A pupilla méretének növekedése egyfajta indikátora annak, hogy valamilyen kognitív erőfeszítést hajt éppen végre a résztvevő. Például egy matematikai művelet megfejtése vagy új információk feldolgozása során is megnő a pupilla mérete. Így azt feltételezték, hogy amennyiben ez alatt a fázis alatt valóban egy új következtetést vonnak le a résztvevők, a pupilla méretének növekednie kellene. Ez azonban csak a következtetési videóban jelenhet meg, a nem következtetési videóban nincs szükség logika alkalmazására. Emellett a potenciális dedukciós fázis alatt a Halberda-féle kísérletből ismert dupla ellenőrzésre utaló szemmozgást is mérték. A videók végén pedig a csecsemők nézési idejét vizsgálták, azt feltételezve, hogy ha a látott végkifejlet megszegi a babák elvárásait, hosszabb ideig fogják azokat nézni. Az eredmények azt mutatták, hogy már a 12 és 19 hónapos babák egyaránt képesek a diszjunktív következtetésekre, a felnőtt résztvevőkhöz hasonló viselkedést mutatva. A potenciális dedukciós fázis során mindhárom korcsoport esetében pupillaméret-növekedés volt tapasztalható, de csak akkor, ha az események követéséhez szükség volt dedukcióra (következtetési videó, *1.a ábra*). Ezeket a következtetéseket a dupla ellenőrzést mutató oda-vissza szemmozgások jellemezték. Továbbá a csecsemők hosszabb ideig nézték az olyan videókat, amelyek inkonzisztens eseménnyel végződtek, ami arra utal, hogy a résztvevők sikeresen követték a videó részleteit, és meglepődtek a „lehetetlen” esemény láttán. A kutatásnak így sike-

rült bizonyítania alapvető logikai műveletek jelenlétét a csecsemőkorban, és hogy a logikus gondolkodás előfutárai függetlenek a nyelvelsajátítástól.

Ezeket a következtetéseket egy sor konvergáló eredmény erősíti. Ilyen Nicolò Cesana-Arlotti, Kovács Ágnes Melinda és Téglás Ernő (2020) kísérlete is, amelyben a kutatók arra keresték a választ, hogy a 14 hónapos babák a diszjunkciót használva tanulnak-e egy szociális partner preferenciáiról. A csecsemők olyan videóanimációkat láttak, melyekben egy ágens, akinek csak a keze látszik, ismételten kiválaszt egyet a két takarásban lévő tárgy közül úgy, hogy a választás pillanatában a tárgy egyértelmű beazonosítása nem volt lehetséges. Pusztán annyit tudhattak, hogy korábban az asztalon két tárgy volt (egy autó és egy labda). Továbbá azt is tudhatták, hogy a nem preferált tárgy egy labda, mivel a választás előtt az egyik takarásért felelős fal mögül kijött a labda, majd visszament a fal mögé, miközben a személy szisztematikusan az ellenoldali, szintén takarásban lévő tárgyat választotta. A babáknak ennyi információ is elegendő volt a preferencia deduktív úton történő beazonosításához. A vizsgálat tesztfázisában a babák szisztematikusan hosszabb ideig nézték az inkonzisztensen végződő videókat, melyekben az ágens az autót választotta, mivel ez szembement az általuk kikövetkeztetett preferenciával. Az eredmények arra utalnak, hogy már csecsemőkorban jelen van egy olyan preverbális logikai gondolkodás, amely megbízható bizonyítékforrásként működik, és támogatja a világról való tanulást.

Jól látható, hogy nem nyelvi feladatokban a csecsemőkkel végzett vizsgálatok eredményei szembehelyezkednek mindazzal, amit a gyermekek teljesítményéről tudunk: evidenciát szolgáltatnak a csecsemők valószínűségi intuícióiról és lehetséges események reprezentálásáról (Téglás et al., 2007; 2011; 2015), miközben egy helyesen és hatékonyan működő mechanizmusként tárják elénk a diszjunkatív következtetéseket (Cesana-Arlotti et al., 2018; 2020). Háromévesen mégis rosszul teljesítenek olyan feladatokban, melyek ugyanezekre a reprezentációs struktúrára építenek (Mody–Carey, 2016; Redshaw–Suddendorf, 2016). A fejlődési folytonosság hiánya, amit az eddigi kísérletek dokumentáltak, több szempontból is rejtélyes. Ennek a rejtélynek próbáltunk utánajárni a következő részben.

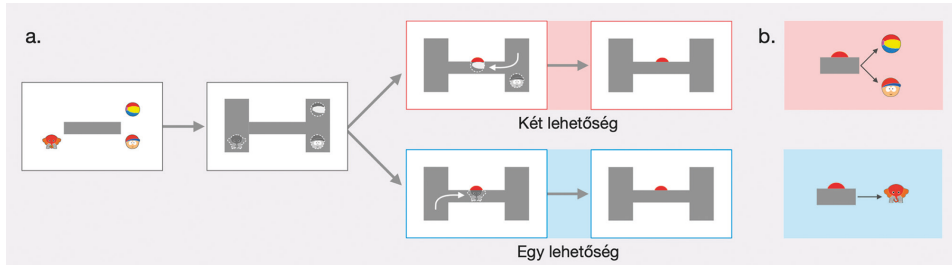
## AZ ELLENTÉTEK FELOLDÁSA

A fejlődési kutatások ellentmondásos eredményeire két magyarázat lehetséges. Az egyik lehetőség az, hogy a logikai műveletek egy kisebb halmaza már korán hozzáférhető, de eredményes használatukat megghiúsítják a feladatokban megjelenő magas teljesítményigények. Egy másik magyarázat, hogy a korábbi kutatásokban a fiatalabb csecsemők sikerei nem egy korai logikus gondolkodás eredményei voltak, hanem egy egyszerűbb mechanizmusé. Brian Leahy és Susan Carey (2020) az utóbbi alternatívára tettek javaslatot. Nézzük, hogyan

magyarázzák a fiatalabb gyerekek kudarcát azokban a feladatokban, ahol az optimális megoldáshoz egy időben két lehetséges alternatívát kell figyelembe venniük. Javaslatuk értelmében négyéves kor előtt a gyerekek azért használják csupán egyik kezüket a fordított Y csőben elindított tárgy elkapásához (Redshaw–Suddendorf, 2016), mert modális fogalmak hiányában csak a tárgy mozgáspályájának mentális szimulációjára hagyatkozhatnak. Ez a szimuláció azonban csak egyetlen kimenetet generál, amely véletlenszerűen lehet a cső jobb vagy bal oldali kijárat; ha a bal oldali kijárat lesz a szimuláció eredménye, az alany a cső bal elágazása alá fogja helyezni a kezét. Ugyanígy a valószínűségi intuíciókat vizsgáló feladatokban (Téglás et al., 2007), ahol a kisbabák videóanimációkat néznek, melyekben például három sárga és egy kék labda pattog egy gömb alakú tartályban alján egy kijáratnál, véletlenszerűen választhatnak egyet a labdák közül, hogy annak a mozgáspályáját leképezzék. Ebben az esetben nagyobb valószínűséggel fog választásuk egy olyan labdára esni, amely a nagyobb halmaz tagja (egy sárga labda), és meglepődnek, ha mégis a kisebb halmazhoz tartozó tárgy (a kék labda) esik ki a tartályból (hiszen ezt kisebb eséllyel választják a szimuláció kiindulópontjának). Lényegében a gyerekek bizonyos elvek alapján találgatnak, ami sok esetben sikeres megoldáshoz vezet, máskor pedig látványos kudarchoz. A javaslat kiterjeszhető a tárgyazonosítási feladatokra is (Cesana-Arlotti et al., 2018).

Annak vizsgálatára, hogy a kisbabák képesek-e az alternatív lehetőségek reprezentálására, Nicolò Cesana-Arlotti, Varga Bálint és Téglás Ernő (2022) egy új kísérletet terveztek. Tizennégy hónapos csecsemőnek egy képernyőn három olyan tárgyat mutattak be, melyek teteje megegyezett (2. ábra). A bemutatás után megjelent két függőleges fal, amely eltakarta a tárgyakat. Az egyik fal mögé két tárgy került, míg a másik egy tárgyat rejtett el. A két függőleges, tárgyakat rejtő falat egy vízszintes fal kötötte össze, így ezek együttesen egy H alakot formáltak. Ezután az egyik oldalsó fal mögül előjött egy tárgy, és átment a másik fal mögé, úgy, hogy csak a teteje látszódott ki. Az „egy lehetőség” kondícióban az egy tárgyat takaró fal mögül jött ki, így a tárgy identitását könnyű volt reprezentálni. A „két lehetőség” kondícióban pedig a két tárgyat takaró fal mögül jött ki. Mivel a tárgyak teteje azonos volt, nem lehetett megállapítani, pontosan melyik tárgy van mozgásban; ilyen esetekben két lehetőséget is reprezentálni kell (a kijövő tárgy lehet A VAGY B tárgy is), ami több kognitív erőfeszítést igényel. A kutatók a babák pupillaméretének változásait mérték, azt az előfeltevést tesztelve, hogy több alternatíva leképezése nagyobb kognitív erőfeszítéssel fog együtt járni, ami nagyobb pupillatágulásban nyilvánul meg. Fontos, hogy amennyiben a babák pusztán találgatnak, mindkét kísérleti feltételben egyetlen alternatívát kellene fenntartaniuk, ami a pupilla azonos táglását eredményezné. A csecsemők nagyobb mértékű pupillareakciót mutatnak abban a kísérleti feltételben, melyben több alternatíva reprezentálására volt

lehetőség. Ez az eredmény kizárja azt a forgatókönyvet, miszerint a kisbabák csak találgatnak, vagyis amikor a tárgyak identitásának megállapítása a tét, a csecsemők képesek egymást kizáró alternatívák reprezentálására, ami előfeltétele a diszjunktív következtetésnek.



**2. ábra.** A Cesana-Arlotti, Varga és Téglás (2022) kísérletében használt ingerek illusztrációja, (a) a különböző kísérleti feltételek és (b) a lehetséges alternatívák

További meggyőző eredmények születtek, amelyek kétségbe vonják a korai logikai következtetések területspecifikus korlátait. Bohus Kinga Anna és kollégái (2023) a diszjunktív következtetés markereit keresték 19 hónapos kisbabánál szótanulási és tárgyzonosítási feladatokban. Szemmozgáskövető módszerük mindegyik feladtnál pozitív eredményt mutatott. A dupla ellenőrzésre utaló szemmozgás jelenléte mindkét feladattípusban erős érv egy korai, a kogníció több területén alkalmazható logikai apparátus jelenléte mellett. Ezt terjeszti ki Roman Feiman, Shilpa Mody és Susan Carey (2022) oksági helyzetekre, további területtel bővítve az egyre növekvő listát. Míg az eredmények egy része arra utal, hogy már a csecsemők is rendelkeznek logikai képességekkel (Cesana-Arlotti et al., 2018; 2020; 2022; Feiman et al., 2022; Bohus et al., 2023), a gyermekek hasonló feladatokon elért, látszólagos gyengébb teljesítményének oka (Mody–Carey, 2016; Redshaw–Suddendorf, 2016) továbbra is magyarázatra szorul. Van azonban egy lényeges különbség a csecsemő- és az óvodáskísérletek között. Míg a legtöbb csecsemőkísérletben az alany passzív szemlélő (kéességeiket a nézési időből, szemmozgás-mintázatokból, pupillareakcióból lehet kikövetkeztetni), addig az idősebb gyerekeknek feladatokat kell megoldaniuk (meg kell találniuk a különböző dobozokban elrejtett tárgyat, vagy éppen egy trükkös csőben guruló labdát kell elkapniuk). Így a gyerekek teljesítménye a cselekvés kivitelezésének nehézségei miatt tűnhet a vártnál rosszabbnak. Ilyen helyzetekben nem elegendő a logikai apparátus sikeres mozgósítása, hiszen a szituációtól függően egy cselekvéssor pontos kivitelezését is meg kell szervezniük, ami nagyobb mértékű kognitív erőfeszítést, és ezáltal több hibát feltételez. Képzeld el a feladatot a fordított Y csővel. Miután a gyerekek azonosították a két lehetséges kimenetet (a kétféle lehetséges mozgás-

pálya alapján), elemezniük kell ezek viszonyát a lehetséges mozdulatokkal (vagy a bal kezüket helyezik a cső bal ágához, vagy a jobb kezüket helyezik a cső jobb ágához, vagy mindkét kezüket használják). Ez összesen hat kombinációt, és ennek megfelelően hat mentális modellt jelent, miközben csak a kétkezes megoldás garantálja minden esetben a sikert. Ezek megfelelő elbírálása és a megoldás végrehajtása kihívást jelenthet a fiatalabb gyerekeknek.

Az elmúlt évtized eredményei azt mutatják, hogy egyes logikai műveletek már a preverbális csecsemőkorban megjelennek, és hogy a logikus gondolkodás előfutárai függetlenek a nyelvelsajátítástól. Ez egy olyan általános logikai képesség jelenlétére utal, amely már a gyerekek második életévétől kezdve segíti a nyelvelsajátítást (Halberda, 2003; Bohus et al., 2023), a másokról való tanulást (Cesana-Arlotti et al., 2020), a tárgyak felismerését (Cesana-Arlotti et al., 2018) és az ok-okozati kapcsolatok megértését (Feiman et al., 2022). Úgy tűnik, hogy az általános logikai képességek már csecsemőkorban a kogníció számos területén megfigyelhetők, egyfajta közös mechanizmust biztosítva a világról való tanulás során.

## IRODALOM

- Bohus, Kinga Anna – Cesana-Arlotti, Nicolò – Martín-Salguero, Ana et al. (2023): The Scope and Role of Deduction in Infant Cognition. *Current Biology*, 33, 18, 4014–4020. DOI: 10.1016/j.cub.2023.08.028, [https://www.researchgate.net/publication/373618197\\_The\\_scope\\_and\\_role\\_of\\_deduction\\_in\\_infant\\_cognition](https://www.researchgate.net/publication/373618197_The_scope_and_role_of_deduction_in_infant_cognition)
- Call, Joseph (2004): Inferences about the Location of Food in the Great Apes (Pan paniscus, Pan troglodytes, Gorilla gorilla, and Pongo pygmaeus). *Journal of Comparative Psychology*, 118, 2, 232–241. DOI: 10.1037/0735-7036.118.2.232, <https://tinyurl.com/326haajr>
- Cesana-Arlotti, Nicolò – Kovács Ágnes Melinda – Téglás Ernő (2020): Infants Recruit Logic To Learn About the Social World. *Nature Communications*, 11, 1, 5999. DOI: 10.1038/s41467-020-19734-5, <https://www.nature.com/articles/s41467-020-19734-5>
- Cesana-Arlotti, Nicolò – Martín, Ana – Téglás, Ernő et al. (2018): Precursors of Logical Reasoning in Preverbal Human Infants. *Science*, 359, 6381, 1263–1266. DOI: 10.1126/science.aao3539, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aao3539>
- Cesana-Arlotti, Nicolò – Téglás, Ernő – Bonatti, Luca Lorenzo (2012): Chapter One - The Probable and the Possible at 12 Months: Intuitive Reasoning about the Uncertain Future. *Advances in Child Development and Behavior*, 43, 1–25. DOI: 10.1016/B978-0-12-397919-3.000010, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123979193000010>
- Cesana-Arlotti, Nicolò – Varga, Bálint – Téglás, Ernő (2022): The Pupillometry of the Possible: An Investigation of Infants' Representation of Alternative Possibilities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 377, 1866, 20210343. DOI: 10.1098/rstb.2021.0343, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2021.0343>
- Denison, Stephanie – Trikutam, Pallavi – Xu, Fei (2014): Probability Versus Representativeness in Infancy: Can Infants Use Naïve Physics to Adjust Population Base Rates in Probabilistic Inference? *Developmental Psychology*, 50, 8, 2009–2019. DOI: 10.1037/a0037158, <https://tinyurl.com/3a22s6f2>

- Feiman, Roman – Mody, Shilpa – Carey, Susan (2022): The Development of Reasoning by Exclusion in Infancy. *Cognitive Psychology*, 135, 101473. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2022.101473, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010028522000111>
- Feiman, Roman – Mody, Shilpa – Sanborn, Sophia et al. (2017): What Do You Mean, No? Toddlers' Comprehension of Logical „no” and „not”. *Language Learning and Development* 13, 4, 430–450. DOI: 10.1080/15475441.2017.1317253, <https://www.harvardlds.org/wp-content/uploads/2019/04/What-Do-You-Mean-No-Toddlers-Comprehension-of-Logical-No-and-Not.pdf>
- Gweon, Hyowon – Tenenbaum, Joshua B. – Schulz, Laura E. (2010): Infants Consider Both the Sample and the Sampling Process in Inductive Generalization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 107, 20, 9066–9071. DOI: 10.1073/pnas.1003095107, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1003095107>
- Halberda, Justin (2003): The Development of a Word-Learning Strategy. *Cognition*, 87, 1, B23–B34. DOI: 10.1016/S0010-0277(02)00186-5, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010027702001865>
- Halberda, Justin (2006): Is This a Dax Which I See Before Me? Use of the Logical Argument Disjunctive Syllogism Supports Word-Learning in Children and Adults. *Cognitive Psychology*, 53, 4, 310–344. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2006.04.003, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010028506000259>
- Hill, Andrew – Collier-Baker, Emma – Suddendorf, Thomas (2012): Inferential Reasoning by Exclusion in Children (Homo sapiens). *Journal of Comparative Psychology*, 126, 3, 243–254. DOI: 10.1037/a0024449, [https://www.researchgate.net/publication/51466543\\_Inferential\\_Reasoning\\_by\\_Exclusion\\_in\\_Children\\_Homo\\_sapiens](https://www.researchgate.net/publication/51466543_Inferential_Reasoning_by_Exclusion_in_Children_Homo_sapiens)
- Houston-Price, Carmel – Caloghris, Zoe – Raviglione, Elenora (2010): Language Experience Shapes the Development of the Mutual Exclusivity Bias. *Infancy*, 15, 2, 125–150. DOI: 10.1111/j.1532-7078.2009.00009.x, [https://www.researchgate.net/publication/43207459\\_Language\\_Experience\\_Shapes\\_the\\_Development\\_of\\_the\\_Mutual\\_Exclusivity\\_Bias](https://www.researchgate.net/publication/43207459_Language_Experience_Shapes_the_Development_of_the_Mutual_Exclusivity_Bias)
- Leahy, Brian – Carey, Susan (2020): The Acquisition of Modal Concepts. *Trends in Cognitive Sciences*, 24, 3, 65–78. DOI: 10.1016/j.tics.2019.11.004, <https://www.harvardlds.org/wp-content/uploads/2022/12/1-s2.0-S1364661319302621-main.pdf>
- Markman, Ellen M. – Wachtel, Gwyn F. (1988): Children's Use of Mutual Exclusivity to Constrain the Meanings of Words. *Cognitive Psychology*, 20, 2, 121–157. DOI: 10.1016/0010-0285(88)90017-5
- Markman, Ellen M. – Wasow, Judith L. – Hansen, Mikkel B. (2003): Use of the mutual exclusivity assumption by young word learners. *Cognitive Psychology*, 47(3), 241–275. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1053-4822\(03\)00018-4](https://doi.org/10.1016/S1053-4822(03)00018-4)
- Mody, Shilpa – Carey, Susan (2016): The Emergence of Reasoning by the Disjunctive Syllogism in Early Childhood. *Cognition*, 154, 40–48. DOI: 10.1016/j.cognition.2016.05.012, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010027716301263>
- Quine, Willard Van Orman (1960 [1873]): *Word and Object*. MIT Press. <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.529086/page/n5/mode/2up>
- Redshaw, Jonathan – Suddendorf, Thomas (2016): Children's and Apes' Preparatory Responses to Two Mutually Exclusive Possibilities. *Current Biology*, 26, 13, 1758–1762. DOI: 10.1016/j.cub.2016.04.062, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096098221630416X>
- Szabó, Eszter – Kovács, Ágnes Melinda (2022): *Infants' Early Understanding of Different Forms of Negation*. PsyArXiv. <https://osf.io/nfv4j/download/?format=pdf>
- Téglás, Ernő – Girotto, Vittorio – Gonzalez, Michel et al. (2007): Intuitions of Probabilities Shape Expectations about the Future at 12 Months and Beyond. *Proceedings of the National Academy*



- of Sciences of the USA*, 104, 48, 19156–19159. DOI: 10.1073/pnas.0700271104, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0700271104>
- Téglás, Ernő – Ibanez-Lillo, Alexandra – Costa, Albert et al. (2015): Numerical Representations and Intuitions of Probabilities at 12 Months. *Developmental Science*, 18, 2, 183–193. DOI: 10.1111/desc.12196, <https://energy.ceu.edu/sites/default/files/publications/teglas-2015-numerical-representations-and-intuitions-of-probabilities-at-12-months.pdf>
- Téglás, Ernő – Vul, Edward – Girotto, Vittorio et al. (2011): Pure Reasoning in 12-Month-Old Infants as Probabilistic Inference. *Science*, 332, 6033, 1054–1059. DOI: 10.1126/science.1196404, [https://www.researchgate.net/publication/51169476\\_Pure\\_Reasoning\\_in\\_12-Month-Old\\_Infants\\_as\\_Probabilistic\\_Inference](https://www.researchgate.net/publication/51169476_Pure_Reasoning_in_12-Month-Old_Infants_as_Probabilistic_Inference)
- Xu, Fei – Denison, Stephanie (2009): Statistical Inference and Sensitivity to Sampling in 11-Month-Old Infants. *Cognition*, 112, 1, 97–104. DOI: 10.1016/j.cognition.2009.04.006, <https://jwilson.coe.uga.edu/emat7050/articles/xudenison.pdf>