

Hol a határ, ha nincs határ?

A prozódiai határ egyes összetevőinek szerepe a
beszédfeldolgozásban

Bevezető

Ha arra gondolunk, milyen szédítő sebességgel megy végbe a normál beszélő nyelvfeldolgozása, és emellett számot vetünk azzal, hogy a hallgató félnek milyen sokrétű információt – strukturális, jelentéstani, érzelmi - kell kinyernie a hallott szövegből, akaratlanul is csodálni fogjuk ezt a mindennapi teljesítményt. A témával foglalkozó kutatók olyan kérdésekre keresik a választ, hogy miképpen valósul meg a fizikailag végtelen formában előforduló fonémák absztrakciója, milyen hierarchiában vagy sorrendben történik a nyelvi elemek feldolgozása, és ezek milyen agyi területekhez, folyamatokhoz köthetők.

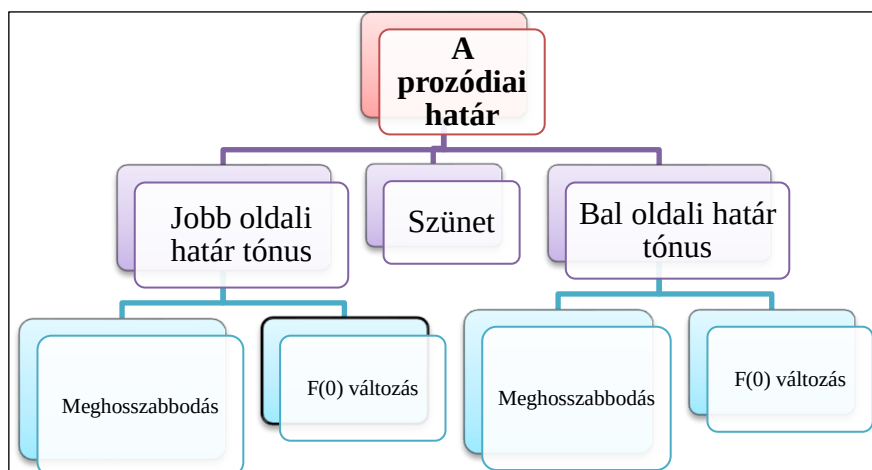
A beszédfeldolgozó rendszer több szinten végzi a feladatát (Friederici és Alter, 2004). Egyfelől azonosítani kell a fonémákat és a szavakat, valamint fel kell mérnie az ezek közötti relációt a szintaktikai elemek segítségével. A feldolgozás e szintjének alapegységei (szavak, szintaktikai elemek, fonémák) a szegmentumok. Másrészt a szegmentumokkal feltehetőleg egyidejűleg, a beszédfeldolgozó rendszer a szupraszegmentális szerkezetet szintén azonosítja és feldolgozza (Hevesi és mtsai, 2011). A szupraszegmentumok közé olyan, csak a beszélt nyelvre jellemző tulajdonságok tartoznak, mint az intonációs kontúr vagy a hangsúly; ezek jelzik a hallgató számára, mely szegmentumok tartoznak szorosan össze, illetve melyek a lényeges elemek (Friederici és Alter, 2004). A folyamat lényege tehát, hogy egy fizikai hangáradatot absztrakt építőelemeire kell bontani. Ehhez a szupraszegmentumok elemzési kulcsokkal szolgálnak, melyek az értelmezés lehetséges módjait szűkítik. A szupraszegmentális hangszerkezet szinonimájaként szokás használni a szakirodalomban a prozódia kifejezést (Hevesi és mtsai, 2011). A prozódia alatt együttesen értjük a hangzó mondatok intonációs mintáját és ritmusát, a prominenciát, az elemek relatív időbeli távolságát és az így létrejött csoportok közötti határokat (Pauker és mtsai, 2011; Li és mtsai, 2010).

Viszonylag újkeltű tendencia a pszicholingvisztikában, hogy a szakértők elismerik a prozódia egyenrangú szerepét a mondatfeldolgozásban. Korábban a prozódiát csupán a szintaktikai és szemantikai szerkezetnek alárendelt mellékterméknek tartották, amely egyben az érzelmi színezetet is biztosítja; és kitartottak a szintaxis mondatelemzést irányító volta mellett (Kjelgaard és Speer, 1999). A viselkedési és diszkriminációs kísérletek bebizonyították, hogy a prozódiai szerkezet képes megszüntetni a szintaktikai és szemantikai kétértelműséget a hangzó nyelvekben. Így a 2000-es évek elejére szinte megkérdőjelezhetetlenné vált a prozódia kitüntetett szerepe a beszédészlelésben. Ekkor még nem létezett egyetlen modell sem, ami agyi szinten írta volna le a prozódiai szerkezet feldolgozását, vagy együttműködését a szintaxissal és a szemantikával (Friederici és Alter,

2004). Napjainkban azonban a prozódiaira irányuló kutatások többsége legalábbis érinti a neurológiai alapokat, sőt, a terület egyik legkedveltebb módszere ma az eseményhez kötött agyi potenciálok (EKP) vizsgálata (lásd pl. Li és mtsai, 2011; Honbolygó és mtsai, 2011; Roll és Horne, 2011; Hwang és Steinhauer, 2011; Li és mtsai, 2010).

A prozódiai határ összetevői

Az EKP-t használó kutatások eredményei alapján feltételezhető, hogy a prozódiai szerkezet egyes jegyei szintaktikai sablonokat aktiválnak, így könnyítik meg a mondatfeldolgozást (Roll és Horne, 2011, Roll és mtsai, 2011). Az aktiváció egyik kulcsa az intenzíven kutatott prozódiai határ. A prozódiai határ arra a beszélt nyelvben megfigyelhető jelenségre utal, hogy bizonyos szavak relatív időbeli távolsága kisebb, mint a többi szegmentumtól való távolsága, azaz csoportokat alkotnak (Li, 2012). A csoportok közötti határvonalat ideális esetben egy szünet - azaz rövid csönd, továbbá a szünetet megelőző és követő szó meghosszabbodása és alaphfrekvenciájának változása jelöli (Bögels és mtsai, 2011; Li, 2012). A szünet előtti szó változása az úgynevezett jobboldali határtónus, a szünet utáni szó változása a baloldali határtónus. A prozódiai határ összetevőit az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: A prozódiai határ összetevői

A határ jelölésében kiemelt szerepet játszik az intonációs frázisokat lezáró jobboldali határtónus, de az egységek lezárására jellemzően megfigyelhető EKP korrelátumot, a CPS-t (closure positive shift), akár a csoportban szereplő ige meghosszabbodása is előidézhetheti (Steinhauer, 2003), míg az új frázis kezdetének szignálása a baloldali határtónus feladata

(Roll és Horne, 2011). A természetes hétköznapi beszédben a prozódiai határ nem stilizált, összetevői nem feltétlenül jelennek meg együtt, és a tónusok létrehozási módjában meglehetősen nagy a variancia.

A prozódiai határ szerepe és pozíciója

A prozódiai határ szerepe a hangzó mondatok egyértelműsítésben könnyen belátható a következő példák segítségével:

- I. a) *A tanár azt kérte # Katától vegye el a könyvet.*¹
 b) *A tanár azt kérte Katától # vegye el a könyvet.*
 c) **A tanár azt kérte Katától vegye el # a könyvet.*²
- II. a) *Peti kiment az udvarra # hógolyózni látta Marcsit.*
 b) *Peti kiment az udvarra hógolyózni.*
 c) **Peti kiment # az udvarra hógolyózni látta Marcsit.*

Az a) és a b) példamondatok helyesek, a határ helye – vagy hiánya – illeszkedik a mondatok szintaxisához és szemantikájához. Bennük a prozódiai határ jelentésmódosító tulajdonsággal bír. Az I. a) és II. a) példák „kerti ösvény” mondatok, amelyeket a hallgató a prozódia határ segítségével kezdetben félreértelmezhet, és az első tagmondat elemzésébe beveheti a második tagmondat első szavát is („Katától”, „hógolyózni”). A II. a) mondat egy ponton azonban különbözik az I. a)-val jelölt párjától. A „hógolyózni” szó a megfelelő prozódia nélkül kezdetben valóban elemezhető lenne az első tagmondat részeként, a „látta” elhangzása után ez már nem lehetséges, mert az új, múlt-idejű ige nem illeszthető bele a korábbi szerkezetbe. Ilyenkor az elemzést újra kell indítani. Az I. a) mondatban ez nincs így, hiszen ahogyan az I. b) példa mutatja, a mondat mindkétféleképpen értelmes. A prozódiai határ jelentősége abban rejlik, hogy még a kritikus szó (itt a „látta”) előtt képes feloldani a mondatban rejlő kétértelműséget (Bögels és mtsai, 2011; Pauker és mtsai, 2011; Roll és Horne, 2011), ha pedig nincsen kritikus szó, mint az I. példában, kénytelenek vagyunk hangzó mondat esetén a prozódiaira támaszkodni.

Az a) és b) példákkal ellentétben a c) mondatok helytelenek. Az első pillantásra látható, hogy a fenti helyes példákban a határ az alá- és a mellérendelő összetett mondatok

¹ A # a prozódiai határ helyét jelöli.

² A * a helytelen mondatokat jelöli.

tagmondatai között helyezkedik el, míg a c) példákban máshol. Felvethetnénk tehát, hogy a prozódiai határ egyszerűen a nagyobb szintaktikai egységek között kell, hogy meghúzódjon. Nincsen azonban teljes megfelelés a szintaxis és a prozódia között. Azonos szintaktikai struktúrák különböző prozódiával is kiejthetők (Kerkhofs és mtsai, 2008), mint ahogyan egy adott prozódia többféle szintaktikai szerkezetnek lehet a kísérője (Kjelgaard és Speer, 1999).

Frazier és munkatársai 2004-es tanulmányukban a szintaxison kívül más, a prozódiát feltehetőleg befolyásoló tényezőket is megvizsgáltak. A diszkriminációs feladatokat és természetességi választásokat tartalmazó kutatás eredménye az volt, hogy a prozódiai határ elhelyezkedését elsősorban a Szemantikai koherencia kényszer, valamint az elkövetkező fonológiai frázisok hosszúsága befolyásolja. A Szemantikai koherencia kényszer elve az, hogy a jelentésanilag összetartozó elemek egy csoportba kerülnek, még akkor is, ha szintaktikailag más csoport elemei. Emellett a hosszabb fonológiai frázisok előtt természetes a prozódiai határ megjelenése, egyszerűen az emberi tüdő- és munkamemória-kapacitás véglegessége miatt. Frazier és munkatársai végkövetkeztetése az, hogy a prozódiai határ viszonylagos szabadságát figyelembe véve nem az egyes prozódiai határ elhelyezkedése lehet helytelen, hanem a tágabb mintázat, ami általa kialakul: például ha szemantikailag nem összeillő elemek kerülnek egybe, vagy ha következtelenül nincs szünet egy nagy szintaktikai töréspontnál, holott egy kisebbnél van (Frazier és mtsai, 2004).

A prozódiai határ jelentőségét alátámasztó elektrofiziológiai bizonyítékok

A prozódiát vizsgáló kutatások jellemzően abból az elméletből indulnak ki, hogy ha a prozódiai határ valóban képes befolyásolni a mondatelemzést, akkor a megfelelő helyen lévő határ megkönnyíti a feldolgozást, valamint megszünteti a „kerti ösvény” mondatoknál előálló feldolgozási konfliktus, míg a nem alkalmasan pozícionált határ félrevezeti az elemzést és feldolgozási nehézségeket okoz (Kjelgaard és Speer, 1999).

A feldolgozási nehézség jelzésére alkalmas az EKP, amelynek számos, nyelvi folyamatokhoz kötött típusa ismert. A szintaktikai hibák és a munkamemória terhelését jelző EKP korrelátum a P600. Érdekes jellemzője, hogy minél nehezebb a feldolgozás, annál nagyobb a P600 jel. A nem megfelelően elhelyezett prozódiai határ kiváltja a P600 jelet (Steinhauer, 2003; Honbolygó és mtsai, 2011; Hwang és Steinhauer, 2011; Pauker és mtsai, 2011), ám különös módon a rosszul pozícionált határ nagyobb P600 jelet eredményez, mint a hiányzó, de szükséges prozódiai határ. Ez alátámasztja a Steinhauer és Friederici által 2001-

ben felvetett Határtörlés hipotézist (Boundary Deletion Hypothesis, BDH), amely szerint mentálisan leterhelőbb egy felesleges határ eltörlése, mint egy új beillesztése.

Szemantikai hiba váltja ki az N400-at. Jellemzően olyan szavakra jelenik meg ez az EKP korrelátum, amelyek értelmetlenné teszik a mondatot, nem illeszkednek a kontextushoz vagy a világról való tágabb tudásunkhoz. Prozódiai határ is kiválthatja az N400 jelet, amennyiben a rosszul elhelyezett határ miatt a mondat értelme sérül (Steinhauer, 2003; Bögels és mtsai, 2011; Pauker és mtsai, 2011; Li és mtsai, 2010).

A LAN jelet rendszerint olyan durva szintaktikai sértések váltják ki, mint a helytelen szórend vagy szófaj hibák, és a feldolgozás korai szakaszára utal. Li és munkatársai (2010) a prozódiai határ helyét szintaktikailag kétértelmű mondatokban úgy változtatták, hogy az megfeleljen vagy ütközzön a szöveg tágabb kontextusával. Ha a prozódiai határ konfliktusba került a kontextussal, LAN és N400 jelet váltott ki.

A szemantikai és szintaktikai hibákra megjelenő N400, P600 és LAN jeleken kívül van egy, a prozódiai határ általánosabb funkcióját alátámasztó EKP korrelátum, amit minden prozódia határ kivált, függetlenül pozíciójától. A jel a már korábban említett CPS (closure positive shift), a határ után közvetlenül megjelenő pozitív hullám, amely feltehetőleg a frázisok elemzésének a lezárását jelzi (Steinhauer és Friederici, 2001). A prozódiai határ rendre kiváltja a CPS-t (Kerkhofs és mtsai, 2008; Bögels és mtsai, 2011; Honbolygó és mtsai, 2011; Pauker és mtsai, 2011), de egyes kutatások eredményei szerint akár a jobboldali határtónus jelenléte is elégséges a CPS előidézéséhez (Roll és Horne, 2011). Hwang és Steinhauer (2011) egy olvasási feladatot alkalmazó kutatásban azt találta, hogy ha kétértelmű mondatokban az első főnévi frázist egy plusz jelzővel meghosszabbították, akkor az a frázis végén egy további CPS hullám keletkezéséhez vezetett. A meghosszabbított frázis feltételben talált CPS korrelátumból arra következtettek, hogy a frázis fonológiai hosszúsága közvetlenül befolyásolja a prozódiai határ megjelenését, és a „kerti ösvény” mondatoknál elősegítheti a feldolgozást (Hwang és Steinhauer, 2011). A friss eredmény alátámasztja Frazier és munkatársai (2004) feltételezését, miszerint a hosszúsági megfontolások lényegesek a prozódiai határ elhelyezkedésében. A felfedezést egyelőre azonban érdemes fenntartásokkal kezelni, hiszen egyelőre csak a koreai nyelvben mutatták ki a hatást.

A prozódiai határ és az írásjelek párhuzamos szerepéről

Az I. és a II. példamondatokban észrevehettük, hogy bennük a határ helyét vesszővel jelölnénk írott szöveg esetén. A lezáró írásjelek és a prozódiai határok nagyon gyakran

egybeesnek, emiatt feltehető, hogy e két nonverbális jelzés párhuzamos szerepet tölt be az audiális és vizuális modalitásban (Steinhauer és Friederici, 2001; Steinhauer, 2003; Kerkhofs és Mtsai, 2008). A tanulmányok azonban ellentmondásosak a CPS írásjelekre történő megjelenésével kapcsolatban. Pár korábbi munkában a vessző is kiváltotta a CPS-t, amennyiben a vizsgálati személy az írásban konzisztensen használta a vesszőt (Steinhauer és Friederici, 2001; Steinhauer, 2003). Kerkhofs és munkatársai (2008) egy újabb kutatásában azonban már nem sikerült ezt az eredményt reprodukálni. A kérdést tovább bonyolítja a tény, hogy sem az angol, sem a magyar írott nyelv nem konzisztens az írásjelek használatával kapcsolatban, amikor a határ jelölése megkönnyítené a feldolgozást, és hangzó mondat esetén a prozódia segítené a hallgatói értelmezést.

III. 1) *Gábor a boltba menvén megbotlott.*

2) *Gábor, a boltba menvén, megbotlott.*

IV. 1) *When Jonathan drinks a pint of beer is never enough.*

2) *When Jonathan drinks, a pint of beer is never enough.*

A fenti mondatok olyan esetek a két nyelvből, amelyben a prozódiai határnak nem felel meg kötelezően egy vessző. Míg a IV. angol példa egy „kerti ösvény” mondat, addig a III. magyar példa egy olyan határozói igeneves szerkezetet tartalmazó mondat, amely formája és tartalma miatt a két állítmánnyal rendelkező összetett mondatokhoz hasonló, vesszővel való tagolásuk mégsem kötelező (Lackó és Mártonfi, 2004). A prozódiai határ a beszédfeldolgozásban és a vesszőhasználat az olvasásban tehát nem egyenlők, bár minden valószínűség szerint van átfedés a szerepeik között. Fontos, szem előtt tartandó különbség, hogy a prozódiát nem befolyásolják az írott nyelvre jellemző konvenciók - avagy a helyesírási szabályok.

Jelen kutatás

A prozódia és a prozódiai csoportosítás egy olyan természetes szegmentum-rendezési eszköz, amelynek célja elsősorban az, hogy az információ átadását hatékonyá tegye. A mondatelemzés a prozódiai, szintaktikai és szemantikai jegyek folyamatos kölcsönhatása és cseréje mentén zajlik (Kjelgaard és Speer, 1999). Ebben a prozódiai határ kiemelt feladata megfelelő mederbe terelni az értelmezést azáltal, hogy jelzi, mely szavak tartoznak szorosan össze, illetve mely pontig kell folytatni az adott frázis feldolgozását és hol kell egy újabbat

kezdeni. Ha a prozódiai határ nincs összhangban a szintaxissal, az a két információ konfliktusához vezet, és megnövekedett feldolgozási terhet von maga után. Jelen kutatásunk alapfeltevése az volt, hogy ez a megnövekedett feldolgozási teher a helytelen prozódiajú mondatokra adott válasz reakcióidejében is meg fog mutatkozni.

Két alaptípusú, fülhallgató segítségével bemutatott mondathalmazt alkalmaztunk ingerként. Az első típus birtokos szerkezetet tartalmazott, amelyek feldolgozását a prozódiai határ hátráltatja. A második típus határozói igeneves szerkezetet tartalmazott, amelyben a prozódiai határ feltehetően serkenti a feldolgozást. A résztvevőknek állításokat prezentáltunk a számítógép képernyőjén. A feladatuk az volt, hogy a hallott mondatok alapján eldöntsék, az állítás igaz-e, miközben egyszerre mértük a válaszok reakcióidejét és helyességét. Kutatásunk újszerűsége egyrészt, hogy nem preferenciát vagy diszkriminációs képességet mérünk, hanem reakcióidőt, ami a kognitív pszichológiában a feldolgozási nehézség elfogadott mérőeszköze. Másrészt, mivel természetes mondatok több ponton vágott változatait használtuk, módszerünkkel a prozódiai határ összetevőinek hatását külön-külön is képesek vagyunk megállapítani.

Feltételeztük, hogy a mondat szerkezetével konfliktusba kerülő prozódiai határ megemelkedett reakcióidőhöz vezet, és ez a hatás annál nagyobb lesz, minél későbbi összetevőnél derül ki a hiba. A szakirodalom alapján azt vártuk, hogy a jobb oldali határtónusnak lesz a legnagyobb hatása a reakcióidőre. Emellett a BDH értelmében azt vártuk, hogy a hiányzó határ kisebb reakcióidő hosszabbodást okoz, mint a rossz helyen lévő határ.

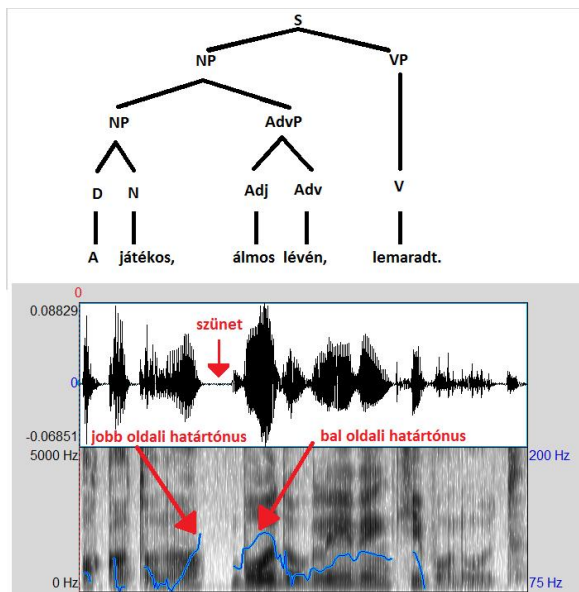
A módszer

Résztvevők

Kutatásunkban 20 fiatal felnőtt vett részt, átlagéletkoruk 23 év. 80%-uk egyetemi hallgató, a többiek már felsőfokú tanulmányokat végzett munkavállalók. 6 férfi (30%) és 14 nő (70%) vett részt a kísérletben. A résztvevők önként jelentkeztek a kutatásra, és szóbeli tájékoztatást kaptak a kísérlet menetéről, céljáról, valamint adataik bizalmas kezeléséről és a kilépéshez való jogukról.

Ingeranyag

Ingeranyagként birtokos és közbevetett határozói igeneves szerkezetet tartalmazó mondatokat használtuk fel. A két alaptípusú mondat ágrajza és intonációs kontúrja összevethető a 2. és 3. ábrán.

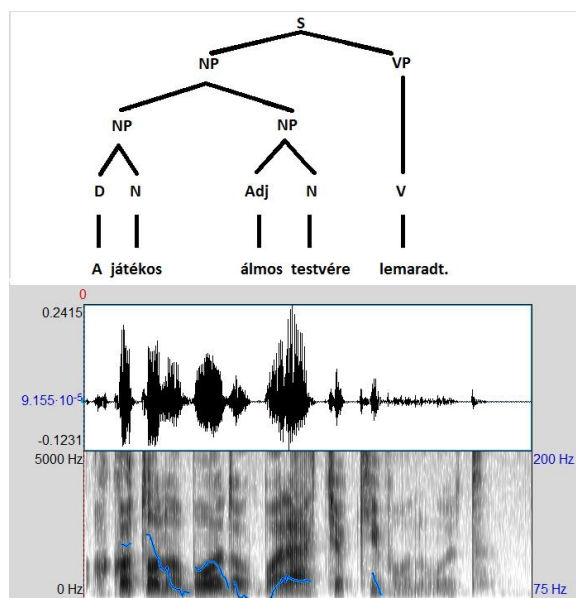


2. ábra: Az igeves kifejezést tartalmazó mondat ágrajza³ és intonációs kontúrja

A határozói igeves összetétel mondattani szempontból igenévi kifejezést alkot. Az igenévi kifejezés egyfajta másodlagos predikátumként (azaz logikai értelemben vett állítmányként) szolgál. Ez azt jelenti, hogy a határozói igenevet tartalmazó mondatok felépítése és tartalma nagyon hasonló az összetett mondatokéhoz, amelyekben két predikátum van. Következésképpen a prozódiaiban is megnyilvánul a határozói igeves szerkezet viszonylagos elszigeteltsége, amit a prozódiai határ jelöl (2. ábra).

Ezzel szemben magától értetődő, hogy a birtokos szerkezetben a birtokszó és a birtokos nem választható el egymástól. Az általunk használt mondatokban együtt alkotják a topikot, azaz a logikai értelemben vett állítmányt. Ha a két tag között prozódiai határ áll fenn, az a beszédfeldolgozó rendszert félrevezeti: a két főnévi frázist (NP, 3. ábra) különállóan elemzi, holott azok összetartoznak.

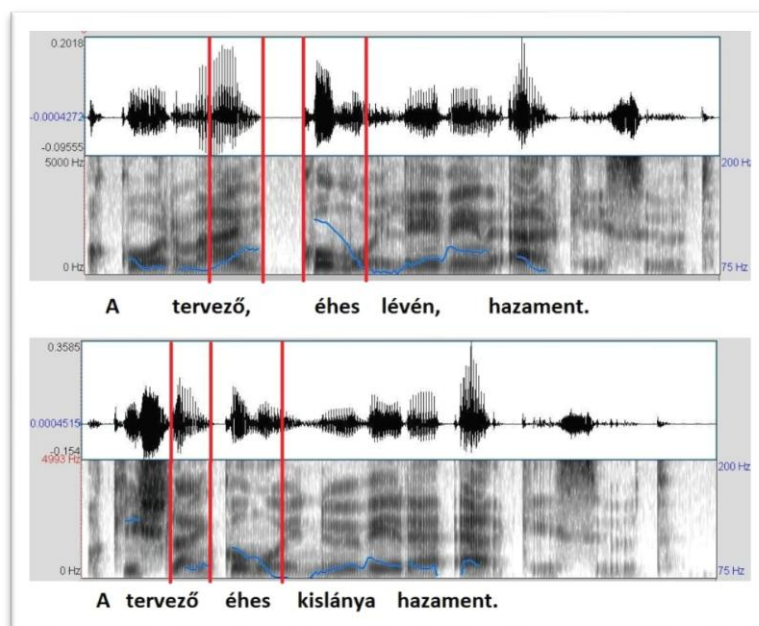
3. ábra: A birtokos szerkezetet tartalmazó mondat ágrajza és intonációs kontúrja



A manipulált prozédiát természetes mondatok összevágásával hoztuk létre. Ehhez az Audacity programot használtuk. A mondatok 4 ponton különbözhetnek egymástól: (1.) megjelenik-e bennük a jobb oldali határtónus, (2.) van-e bennük szünet és (3.) bal oldali határtónus, illetve (4.) mindez illeszkedik-e a mondat szerkezetéhez és értelméhez. A két alaptípusú mondatból így összesen 8 (azaz 2×4) mondattípus született. A vágási pontokat a 4. ábra szemlélteti, a mondattípusok jellemzőit pedig az 1. táblázat foglalja össze.

³ Az ágrajzban használt rövidítések az angol generatív nyelvészetből származnak. S: mondat (sentence); NP: főnévi frázis (noun phrase); VP: igei frázis (verb phrase); D: névelő (determiner); AdvP: határozói frázis (adverbial phrase); Adj: melléknév (adjective); Adv: határozó (adverb); N: főnév (noun); V: ige (verb).

Mondattípusonként 100 mondatból 55-öt választottunk ki a prozódiaja alapján felhasználásra. A kísérlet így összesen 440 mondatot tartalmazott, és körülbelül 20-25 percig tartott.



4. ábra: A vágási pontok: A vágás helyét a piros vonal jelöli

	1. típus (alaptípus)	2. típus	3. típus	4. típus	5. típus	6. típus	7. típus	8. típus (alaptípus)
<i>jobb oldali határtónus</i>	van	van	van	van	nincs	nincs	nincs	nincs
<i>szünet</i>	van	van	van	nincs	van	nincs	nincs	nincs
<i>bal oldali határtónus</i>	van	van	nincs	nincs	van	van	nincs	nincs
<i>illeszkedik-e a határ a tartalomhoz?</i>	igen	nem	nem (%) ⁴	nem (%)	nem (%)	nem (%)	nem	igen
<i>szerkezet neve</i>	igeneves kifejezés	birtokos szerkezet	birtokos szerkezet	birtokos szerkezet	igeneves kifejezés	igeneves kifejezés	igeneves kifejezés	birtokos szerkezet

1. táblázat: A mondattípusok összehasonlítása.

A kísérlet menete

A kísérletet elvégzéséhez két eszközt, számítógépet és fülhallgatót használtunk. Az ingerek bemutatása a Presentation nevű program segítségével történt meg. A résztvevők azt a feladatot kapták, hogy a képernyőn megjelenő állításokról eldöntsék, igazak-e. A döntést az eközben hallható, manipulált mondatok alapján kellett meghozni, és gombnyomással kellett

⁴ A % jel arra utal, hogy a prozódiai határ egyes elemei illeszkednek a tartalomhoz, míg a többi elem nem.

jelezni. Igaz állítás esetén a jobb Ctrl, hamis állítás esetén a bal Ctrl billentyűt kellett lenyomni.

Minden állítást hamisnak kellett tekinteni, amennyiben a hallott mondatban nem hangzott el az állítás igazságtartalmának megfelelő információ. Tehát ha például az állítás az volt, hogy „Az alelnök mérges volt.”, az állítást igaznak kellett tekinteni, ha a közben hallott mondat így szólt: „Az alelnök, mérges lévén, kivonult”. Azonban, ha e helyett „Az alelnök mérges barátja kivonult” mondat hangzott el, az állítás hamisnak tekintendő.

A program egyidejűleg mérte az egyes mondatokra adott reakcióidőt és az igaz-hamis válasz helyességét.

Az előfeszítő szakasz

A tesztfázis előtt minden résztvevő kitöltött egy gyakorló tesztet. A gyakorló teszt 50 alaptípusú mondatot tartalmazott, és előfeszítette a prozódiai határra való érzékenységet. A gyakorló rész egyben kiváló alkalom volt, hogy a résztvevők a feladatot maradéktalanul megértsék, és elvégzése után feltegyék kérdéseiket, illetve a hangerőn állítsanak. A gyakorlás nagyjából 5 percet vett igénybe.

Hipotézisek

Első hipotézisünk az volt, hogy a különböző mondat típusokra adott reakcióidő eltérő lesz. Ezen belül azt feltételeztük, hogy a reakcióidő az alaptípusú mondatokra (1. és 8.) lesz a legalacsonyabb, hiszen azokban a prozódia egyáltalán nem ütközik a mondat szerkezetével. A legmagasabb reakcióidőt a 2. és 7. típusú mondatokra vártuk, mert bennük a prozódiai határ egyik összetevője sincs összhangban a mondat tartalmával. A jobb oldali határtónussal kapcsolatban azt feltételeztük, hogy önmagában is képes aktiválni a prozódiai határral asszociált szintaktikai szerkezetet, ezért a 4. típus reakcióideje is nagyobb lesz, mint az alaptípusoké.

Ezen felül a BDH értelmében azt vártuk, hogy azokra a mondatokra, melyekből hiányoznak a határ egyes elemei (5., 6., 7.), gyorsabban reagálnak a résztvevők, mint a felesleges határral rendelkező mondatokra (2., 3., 4.).

Végül a hibák tekintetében feltételeztük, hogy megoszlásuk összhangban lesz majd a félrevezetés mértékével, tehát arányuk a 2. és 7. típusban lesz a legnagyobb.

Statisztikai eljárás

Első lépésként a reakcióidőből kivontuk a mondat kezdetét az egyértelműsítő szóig (pl. „*testvére*”, „*lévén*”), hogy a mondat hosszúságából adódó különbségek eltűnjenek, és csak a prozódiai határ miatt keletkezett különbségek maradjanak meg. A továbbiakban ezt az új értéket tekintjük reakcióidőnek.

Minden résztvevő adataiból kiszűrtük a kiugró értékeket, majd kiszámoltuk az egyes típusokra adott átlagos reakcióidejét. A résztvevők hibáinak számát szintén típusonként számoltuk meg. Ezeket az adatokat egy adatsorban foglaltuk össze. A résztvevőnként összesített adatsorokból új adattábla készült, melyben minden résztvevőhöz 8 átlagos reakcióidő, valamint 8 hibaszám volt hozzárendelve.

Az adatok elemzéséhez Excelt és az SPSS Statistics 20 szoftvert használtuk. A reakcióidő átlagokon összetartozó mintás varianciaanalízist végeztünk el.

A BDH tesztelése végett a 2., 3. és 4. típus reakcióideiből átlagolással egy „Felesleges határ” csoportot hoztunk létre, az 5., 6. és 7. típusból pedig egy „Hiányzó határ” csoportot. A két csoport közötti eltérést összetartozó mintás t-próbával teszteltük.

Eredmények

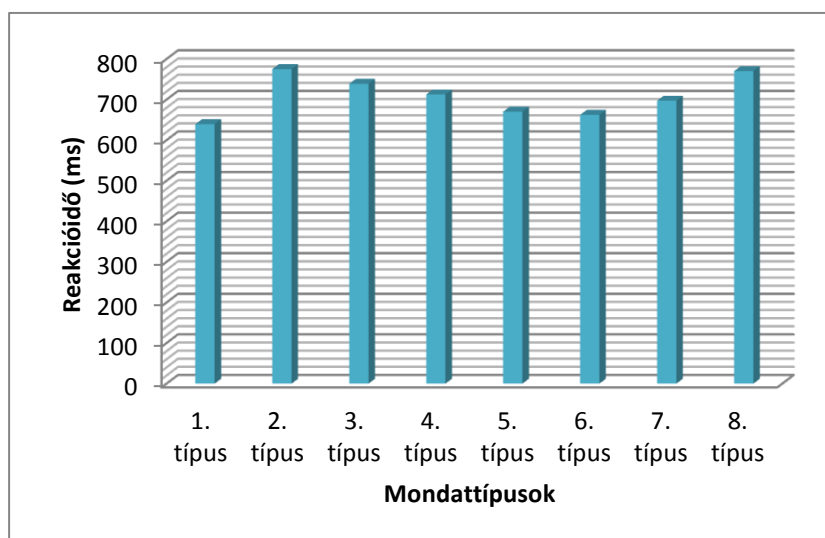
Reakcióidő mondattípusok szerint

Az összetartozó mintás varianciaanalízis szignifikáns összefüggést mutatott ki a mondatok típusa és a reakcióidő között. Mivel a szfericitás a Mauchly-féle próba eredménye szerint sérült, a Greenhouse-Geisser és a Huynh-Feldt-féle eredményeket vettük figyelembe (2. táblázat). Mind a Greenhouse-Geisser, mind a Huynh-Feldt-féle teszt eredménye $p < 0,01$ szinten szignifikáns. Sem a kor, sem a nem és a reakcióidő között nem találtunk összefüggést. Ezek a tényezők a mondattípussal sem léptek interakcióba az eredmények szerint.

A mondattípusok közül a 2. típusnak lett a legmagasabb (775,16 ms), és az 1.-nek lett a legalacsonyabb (639,55 ms) reakcióideje. Meglepetést okozott a 8. típus kiugróan magas (770,15 ms) reakcióideje. A mondattípusok közötti különbség az 5. ábrán tanulmányozható.

Forrás	III. típusú négyzetösszeg	szabadságfok	szórásnégyzet	F	szig.
Mondattípusok	Feltételezett szfericitás	7	50430,674	4,390	,000
	Greenhouse - Geisser	2,874	122836,320	4,390	,008
	Huynh - Feldt	3,440	102614,376	4,390	,005

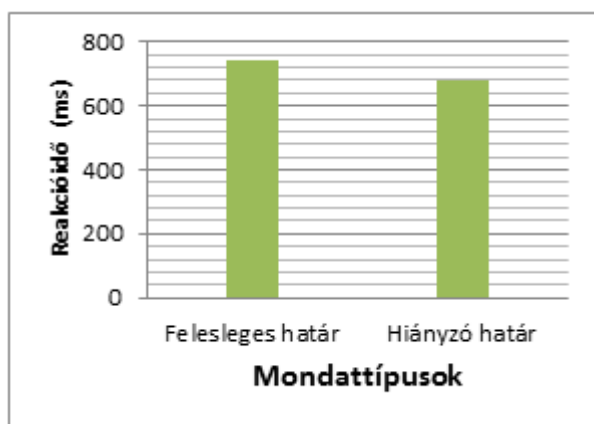
2. táblázat: Az összetartozó mintás varianciaanalízis eredménye



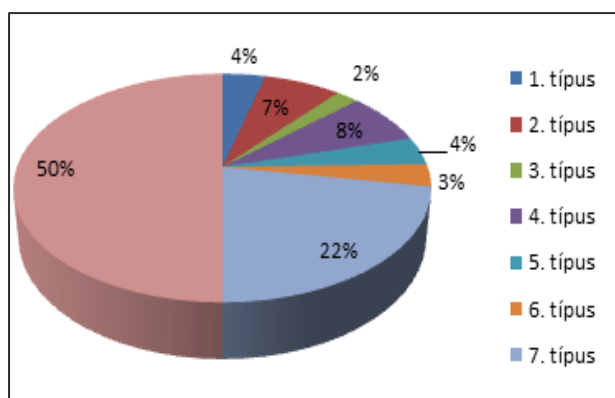
5. ábra: Reakcióidő mondattípusok szerint

A páronkénti összehasonlítás felfedte, pontosan mely típusok különböznek egymástól szignifikánsan. Azt találtuk, hogy az 1. típus reakcióideje szignifikánsan kisebb a 2., 3., 4. és 8. típusétól, ahol minden szignifikanciára érvényes, hogy $p < 0,01$. A 2. típus reakcióideje az 1., 4., 5. és 6. típusétól nagyobb szignifikánsan, szintén legalább $p < 0,01$ szinten. A 3. típus

az 1. típustól $p < 0,001$ szinten, az 5. és 6. típustól $p < 0,05$ szinten különbözik. A 4. típus az 1.-től $p < 0,01$, a 2.-től $p < 0,001$ szinten különbözik. Egyedül a 7. típus átlagos reakcióideje nem tért el szignifikánsan egyetlen másik típusétól sem. A harmadik táblázat összefoglalja a szignifikáns eredményeket.



6. ábra: A felesleges és a hiányzó határ hatása a reakcióidőre



7. ábra: A hibák aránya típusok szerint

Mondattípusok		Átlagok közötti különbségek	Standard Hiba	Szig.
1	2	-135,611	30,021	0,000
	3	-99,493	21,792	0,000
	4	-73,074	23,942	0,007
	8	-130,601	26,821	0,000
2	1	135,611	30,021	0,000
	4	62,537	14,062	0,000
	5	104,88	32,098	0,004
	6	112,638	37,608	0,007
3	1	99,493	21,792	0,000
	5	68,761	25,585	0,015
	6	76,52	28,806	0,016
4	1	73,074	23,942	0,007
	2	-62,537	14,062	0,000
5	2	-104,88	32,098	0,004
	3	-68,761	25,585	0,015
	8	-99,87	33,301	0,007
6	2	-112,638	37,608	0,007
	3	-76,52	28,806	0,016
	8	-107,628	31,200	0,003
8	1	130,601	26,821	0,000
	4	57,527	26,518	0,043
	5	99,87	33,301	0,007
	6	107,628	31,200	0,003

3. táblázat: A páronkénti összehasonlítás szignifikáns eredményei

A BDH tesztelésére létrehozott csoportok átlagait is összevetettük egy összetartozó mintás t-próbával. Az eredmény $t(19) = 3,125$, $p < 0,01$; azaz statisztikailag szignifikáns különbség van a két csoport között. A felesleges határral rendelkező mondatok reakcióideje rendre nagyobb (6. ábra), mint a hiányzó határos csoporté.

A hibák számának eloszlása az egyes típusok között a 7. ábrán látható. A résztvevők a legtöbb hibát (189) a 8. típusú mondat hallgatásakor követték el. Az összesen 378 hibából 84-szer a 7. típus mondatainak értelmezését vétették el a résztvevők. A többi típusban a hibák száma elenyésző.

Megbeszélés

Jelen kutatás csak részben hozta meg a szakirodalom alapján elvárt eredményeket, az adatok gondos értelmezése azonban éppen ezért számos tanulságos felfedezéssel szolgálhat. A következőkben sorba vesszük az eredményeinket, és megpróbáljuk megindokolni, hogy azok miért egyeznek meg vagy térnek el korábbi feltételezéseinktől.

A 8. típusú mondatokról

Először is nem hunyhatunk szemet a 8. típus magas reakcióideje felett, amely minden elvárásunkkal ütközik, és a többi adatunk összehasonlítási alapját is gyengíti. Három feltételezésünk lehet a 8. típus különösségével kapcsolatban: (1.) a mondatok prozódiaja helytelen, (2.) a birtokos szerkezet feldolgozása nehezebb, mint az igeneves szerkezeteké, (3.) a kísérletben alkalmazott elfogadható, de nem ideális prozódia nem segítette elő az egyébként is nehéz szerkezet feldolgozását. A szerző ezek közül a harmadikat tartja a legvalószínűbbnek a következőkben tárgyalt okok miatt.

Lehetséges, hogy a mondatok prozódiaja hibás, de ezt a gyanút sem a mondat szerkezete, sem értelme, sem a résztvevők beszámolója nem indokolja meg. A 2. típus még magasabb reakcióideje alapján kijelenthető, hogy a birtokos szerkezet prozódiai határral való szétválasztása helytelen. Így ha a mondatból prozódiai határ hiányzik, annak helye csakis a következő szintaktikai törésnél, az igei frázis előtt lehet (3. ábra). Azonban semmi sem indokolja, hogy az igei és főnévi frázist kötelezően elválassza egy határ.

A felvetés, hogy a birtokos szerkezet feldolgozása nehezebb, azért nem kielégítő, mert ez a szerkezet eleve gyakoribb a magyar nyelvben, mint a kissé szépirodalmi hangzású közbevetett határozói igenév. A feldolgozási nehézséget így ebben az esetben a birtokos szerkezet fonológiai hosszúsága okozhatja, amit ráadásul nem követ határ. Ugyan igaz, hogy semmi sem teszi kötelezővé a főnévi és az igei frázis közötti szünetet, de jelenléte feltehetőleg elősegítené a mondat szavainak csoportosítását a hosszú birtokos szerkezet után. A 8. típusú mondatokban nem alakulnak ki egyértelmű szócsoporthoz. Nehezíthette továbbá a helyzetet, hogy prozódiai határ és az intonáció megváltozása egyfajta felhívó, figyelemfelkeltő jelként szolgált. E nélkül a 7. és 8. típusú mondatok tűnhettek a legegyszerűbbnek, amely a hibák magas számához vezetett.

Az igeneves szerkezet kettőssége

A reakcióidővel kapcsolatos első hipotézisünk, miszerint a reakcióidőt befolyásolni fogják a prozódiai határ összetevői, teljesült, igaz, nem egészen elvárásainknak megfelelően.

A feltételezésünk, hogy az alaptípusú mondatokra adott reakcióidők lesznek a legalacsonyabbak, csak az 1. mondattípusra nézve vált valóra. Az 1. mondattípus az olyan mondatoktól tér el szignifikánsan, amelyekben felesleges prozódiai határ van. Emellett eltér még a 8. típustól is, amely esetét már tárgyaltuk.

A választ, hogy a reakcióidő az 1. típusban miért nem alacsonyabb számottevően az igeneves kifejezést tartalmazó (5., 6., 7.) típusoktól, feltehetőleg az igeneves szerkezet természetében kell keresni. A határozói igeneves szerkezetet az igéből képezzük, ami alkalmassá teszi egyben a módhatározói szerep, és a másodlagos predikátum szerep betöltésére. A közbevetett határozói igenévnek e kettőssége – ahogyan az írott szövegben is jelen van vesszővel elválasztva vagy vessző nélkül – valószínűleg megjelenik a beszédben is. Tehát elméletileg a prozódiai határ elválasztó funkciója valóban elősegíti az igenévi kifejezés különálló elemzését, ám semmi sem garantálja, hogy a szünet hiánya gátolni fogja az elemzést. A 2. ábra ágrajzáról leolvasható, hogy összetevőikben különböznek a mondatok, de alapvető felépítésükben nem.

Az igenévi kifejezés kettősségén kívül elfogadhatónak tűnhettek a résztvevők számára az 5. és 6. típusú mondatok azért is, mert bennük a prozódiai határ jelenlévő összetevői már elégségesek a határ hatásának kiváltásához. A 7. típusú mondatokban semmi sem jelzi a határt, és ennek reakcióideje valóban magasabb 5. és 6. típusénál, habár a különbség nem szignifikáns.

A BDH

Mindezek mellé járulhat hozzá, hogy a Határtörlési hipotézis értelmében egy további határ beékelése kevesebb költséggel jár, mint egy felesleges határ törlése, ami magyarázhatja az 5., 6. és 7. típusú mondatok reakcióidejének viszonylagos alacsony voltát. A hiányzó határral és a felesleges határral rendelkező mondattípusok összevetése (6. ábra) szintén az elméletet támogató eredményt hozta: a rossz helyen lévő határ törlése több feldolgozási időt vett igénybe, mint egy új elhelyezése.

A legmagasabb reakcióidő

A legmagasabb reakcióidőt a 2. és 7. típusú mondatokra vártuk, mert prozodiájuk egészen az egyértelműsítő szóig félrevezetheti az értelmezést. E tekintetben a 2. típus az elvártaknak megfelelően viselkedett. A 7. típus érdekessége, hogy egyetlen más típustól sem tér el szignifikánsan. Az eredmény úgy értelmezhető, hogy e típus valahogy a helytelen és a

helyes prozódia között áll, méghozzá az igeneves kifejezés már ismertetett tulajdonságai következtében: a határ hiánya ebben a szerkezetben nem tartható abszolút elvetendőnek. A hibák magas száma e típusnál alátámasztja a feltételezést, hogy a 7. típus prozódíája ugyan nem egészen helytelen, mégis félrevezető. Ezért éppen ez az eredmény emeli ki a prozódia különös szerepét: megjelenési formájában nagy a variancia, de az adott forma meghatározó az értelmezés vezetésében.

A jobb oldali határtónus

A jobb oldali határtónussal kapcsolatban feltételeztük, hogy önmagában is képes kiváltani a prozódiai határra jellemző hatást. A 4. típus reakcióideje szignifikánsan magasabb lett, mint az 1. típusé, de nem érte el a mindhárom összetevő által kiváltott hatást: a 2. típusnál kevesebb feldolgozási időt von maga után. Ebből következik, hogy a jobb oldali határtónus a magyar nyelven sikeresen előlegezi a határt, azonban nem pótolja azt.

A kutatás hiányosságai, fejlesztési javaslatok

A kutatásban meglehetősen kis minta elemszámmal dolgoztunk, és ezt az adatok hitelességének mérlegelésekor figyelembe kell vennünk. Általános pszichológiai kutatás lévén, amelyben résztvevőnként több mint négyszáz adattal dolgoztunk, mégis elmondható, hogy eredményeinkre lehet támaszkodni, és további kutatások kiindulási pontjává válhat.

A kutatás további hiányossága, hogy nem kontrollálta a jobb kéz használatával járó esetleges nagyobb sebességet: az igaz mondatokra minden résztvevőnek a jobb Ctrl billentyűt kellett lenyomnia.

További kutatások tervezésekor, jelen tanulmányból és a 8. típusból okulván, mindenképp ajánlatos elvégezni előzetes vizsgálatokat, amelyekben anyanyelvi beszélők a mondatok prozódijának helyességét ítélik meg. Ezáltal megelőzhetőek a Megbeszélés részben felvetett bizonytalanságok.

Általános következtetések

Jelen kutatás eredményei maradéktalanul alátámasztják a Határtörlési hipotézist. Az eredmények emellett rávilágítottak, hogy a jobb oldali határtónus valóban kiemelt szerepet játszik a határ jelölésében, de hatása mértékében nem vetekedhet a minden összetevővel rendelkező határral.

Hivatkozások

- Bögels, S., Schriefers, H., Vonk, W., Chwilla, D. J. (2011): The role of prosodic breaks and pitch accents in grouping words during on-line sentence processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 9, 2447-2467.
- Frazier, L., Clifton, Ch. Jr., Carlson, K. (2004): Don't break or do: Prosodic boundary preferences. *Lingua*, 114, 3-27.
- Friederici, A. D., Aleter, K. (2004): Lateralization of auditory language functions: A dynamic dual pathway model. *Brain and Language*, 89, 267-276.
- Hevesi, N., Honbolygó, F., Török, Á., Bánréti, Z., Hunyadi, L., Csépe, V. (2010): Az intonáció sértésének feldolgozása beágyazott mondatok esetében. *Pszichológia*, 30, 4, 273-293.
- Honbolygó, F., Török, Á., Bánréti, Z., Hunyadi, L., Csépe, V. (2012): ERP of prosody and syntax interaction in embedded sentences; Symposium. *International Journal of Psychophysiology*, 85, 352-353.
- Hwang, H., Steinhauer, K. (2011): Phrase Length Matters: The interplay between implicit prosody and syntax in Korean garden path sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 11, 3555-3575.
- Kerkhofs, R., Vonk, W., Schriefers, H., Chwilla, D. J. (2008): Sentence processing in visual and auditory modality: Do comma and prosodic break have parallel functions? *Brain Research*, 1124, 102-118.
- Kjelgaard, M. M., Speer, S. R. (1999): prosodic facilitation and interference in the resolution of temporary syntactic closure ambiguity. *Journal of Memory and Language*, 40, 153-194.
- Li, X.Q., Yang, Y.F., Lu, Y. (2010): How and when prosodic boundaries influence syntactic parsing under different discourse contexts: ERP study. *Biological Psychology*, 83, 250-259.
- Li, X. Q., Chen, Y., Yang, Y. (2011): Immediate integration of different types of prosodic information during on-line spoken language comprehension: An ERP study. *Brain Research*, 1386, 139-152.
- Pauker, E., Itzhak, I., Baum, S. R., Steinhauer, K. (2011): Effects of cooperating and conflicting prosody in English garden path sentences: ERP evidence for the boundary deletion hypothesis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 10, 2731-2751.

Roll, M., Horne, M. (2011): Interaction of right- and left-edge prosodic boundaries in syntactic parsing. *Brain Research*, 1402, 93-100.

Roll, M., Horne, M., Lindgern, M. (2011): Activating without inhibiting: Left-edge boundary tones and syntactic processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 5, 1170-1179.

Steinhauer, K., Friederici, A. D. (2001): Prosodic boundaries, comma, and brain responses: The Closure Positive Shift in ERP as a universal marker for prosodic parsing in listeners and readers. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30, 3.

Steinhauer, K. (2003): Electrophysiological correlates of prosody and punctuation. *Brain and Language*, 86, 142-164.