

Eötvös Lóránd Tudományegyetem
Pedagógiai és Pszichológiai Kar

A beszéd prozódiai jellemzőinek észlelése

Honbolygó Ferenc

Doktori (PhD) disszertáció

2009

Témavezető: Dr. Csépe Valéria, DSc

Pszichológia Doktori Iskola
Dr. Hunyady György, DSc
Kognitív Pszichológia Doktori Oktatási Program
Dr. Csépe Valéria, DSc

A védési bizottság tagjai:

Elnök: Dr. Molnár Márk, DSc
Belső opponens: Dr. Bámréti Zoltán, CSc
Külső opponens: Dr. Winkler István, DSc
Tagok: Dr. Király Ildikó, PhD
Dr. Czigler István, DSc
Dr. Kónya Anikó, PhD
Dr. Balázs László, PhD

Tartalomjegyzék

Ábrák jegyzéke	v
Táblázatok jegyzéke	vii
0. Bevezető	1
1. Szakirodalmi áttekintés	4
1.1. A prozódiai jellemzők természete	4
1.2. A hangsúly fonetikai háttere	8
1.2.1. A hangsúly produkciós jellemzői	8
1.2.2. A hangsúly percepciósi jellemzői	10
1.3. A hangsúly fonológiai háttere	19
1.3.1. A hangsúly fonológiai elemzésének történeti háttere	19
1.3.1.1. A hangsúly paradigmatis elemzése - a pedagógiai és strukturalista irányzat	19
1.3.1.2. A hangsúly funkcionális elemzése - a prágai iskola	22
1.3.2. A generatív fonológia	23
1.3.2.1. Az SPE	23
1.3.2.2. Az SPE kritikái	24
1.3.3. A metrikus fonológia	27
1.3.3.1. A beszéd ritmusa	27
1.3.3.2. A metrikus rács	30
1.3.3.3. A parametrikus metrikai elmélet	33
1.3.4. Fox elmélete a hangsúly kijelöléséről	36
1.3.5. A magyar hangsúly	39

TARTALOMJEGYZÉK

1.4. A hangsúly produkciója és reprezentációja	42
1.4.1. A beszédprodukció általános modellje	42
1.4.2. Tárolás vagy szabály?	45
1.4.3. A hangsúly produkció sérülése afáziában	49
1.4.4. Szegmentális és szuprasegmentális reprezentáció függetlensége	52
1.4.5. A hangsúlyreprezentáció nyelvspecifikus jellege	56
1.5. A hangsúly feldolgozása	61
1.5.1. A beszédfeldolgozás általános modellje	61
1.5.2. A szófelismerés modelljei	63
1.5.3. A hangsúlyos szótagok kitüntetett jellege	65
1.5.4. A hangsúly szerepe a szegmentációs folyamatban	68
1.5.4.1. A klasszikus szófelismerési modellek kritikája	68
1.5.4.2. A Metrikai Szegmentációs Stratégia	70
1.5.4.3. Egyéb kulcsok szerepe a szegmentációban	75
1.6. A prozódiai feldolgozás agyi háttere	78
1.6.1. A prozódiai feldolgozás féltekei lateralizációja	78
1.6.2. A prozódia jellemzők produkciója és percepciója afáziás betegeknél	79
1.6.3. A beszédfeldolgozást kísérő agyi elektromos változások	84
1.7. A szakirodalmi áttekintés összefoglalása	88
1.8. Jelen tanulmány	91
1.9. Hipotézisek	92
2. Eredmények	94
2.1. Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása	94
2.1.1. Módszer	95
2.1.1.1. Résztvevők	95
2.1.1.2. Ingerek	95
2.1.1.3. Eljárás	98
2.1.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése	98
2.1.1.5. Statisztikai elemzés	100
2.1.2. Eredmények	103

TARTALOMJEGYZÉK

2.1.2.1.	EKP eredmények	103
2.1.2.2.	Statisztikai eredmények	104
2.1.3.	Megbeszélés	107
2.2.	A 2-4. kísérlet: A hangsúly akusztikai modellje	112
2.3.	A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása	113
2.3.1.	Módszer	113
2.3.1.1.	Résztvevők	113
2.3.1.2.	Ingerek	114
2.3.1.3.	Eljárás	115
2.3.1.4.	Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése	116
2.3.1.5.	Statisztikai elemzés	116
2.3.2.	Eredmények	116
2.3.2.1.	EKP eredmények	116
2.3.2.2.	Statisztikai eredmények	117
2.3.3.	Megbeszélés	120
2.4.	A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása .	122
2.4.1.	Módszer	122
2.4.1.1.	Résztvevők	122
2.4.1.2.	Ingerek	123
2.4.1.3.	Eljárás	124
2.4.1.4.	Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése	125
2.4.1.5.	Statisztikai elemzés	125
2.4.2.	Eredmények	125
2.4.2.1.	EKP eredmények	125
2.4.2.2.	Statisztikai eredmények	127
2.4.3.	Megbeszélés	129
2.5.	A 4. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása	131
2.5.1.	Módszer	131
2.5.1.1.	Résztvevők	131
2.5.1.2.	Ingerek	131
2.5.1.3.	Eljárás	133
2.5.1.4.	Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése	134

TARTALOMJEGYZÉK

2.5.1.5. Statisztikai elemzés	134
2.5.2. Eredmények	134
2.5.2.1. EKP eredmények	134
2.5.2.2. Statisztikai eredmények	135
2.5.3. Megbeszélés	138
2.6. A 2-4. kísérlet általános megbeszélése	139
2.7. Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása	141
2.7.1. Módszer	143
2.7.1.1. Résztvevők	143
2.7.1.2. Ingerek	143
2.7.1.3. Eljárás	145
2.7.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése	146
2.7.1.5. Statisztikai elemzés	146
2.7.2. Eredmények	147
2.7.2.1. EKP eredmények	147
2.7.2.2. Statisztikai eredmények	147
2.7.3. Megbeszélés	154
3. Megbeszélés	159
3.1. Az 1. kísérlet eredményeinek megbeszélése	161
3.2. A 2-4. kísérlet eredményeinek megbeszélése	164
3.3. Az 5. kísérlet eredményeinek megbeszélése	168
3.4. A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban	170
3.5. Az EKP eredmények fonológiai értelmezése	176
3.6. Kitekintés	179
Irodalomjegyzék	182

Ábrák jegyzéke

1. A disszertáció felépítése	3
1.1. A hangsúlyos szótag mechanikus felismerési modellje	15
1.2. Az autoszegmentális tengelyek illusztrációja	25
1.3. A metrikus összetevők és azok szerveződése	33
1.4. Levelt modell	43
1.5. A szavak kódolásának szintjei	45
1.6. A beszédfeldolgozás modellje	62
1.7. A szegmentációs kulcsok hierarchikus szerveződési modellje	77
2.1. Az 1. kísérletben alkalmazott ingerek akusztikai jellemzői	96
2.2. Az 1. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei	97
2.3. Az ICA módszer illusztrációja	101
2.4. Az 1. kísérlet EKP eredményei	103
2.5. Az 1. kísérletben a fonéma deviánsra adott különbségi görbe	104
2.6. Az 1. kísérletben a hangsúly deviánsra adott különbségi görbe	105
2.7. Az EN1 komponens egyéni amplitúdó és látencia értékei	108
2.8. Az EN2 komponens egyéni amplitúdó és látencia értékei	108
2.9. A standard és a hangsúly deviáns inger akusztikai eltérése, és az EKP válaszok összefüggése	110
2.10. A 2. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői	114
2.11. A 2. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei	115
2.12. A 2. kísérlet EKP eredményei	117
2.13. A 2. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe	119
2.14. A 3. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői	123

ÁBRÁK JEGYZÉKE

2.15. A 3. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei	124
2.16. A 3. kísérlet EKP eredményei	126
2.17. A 3. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe	127
2.18. A 4. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői	132
2.19. A 4. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei	133
2.20. A 4. kísérlet EKP eredményei	135
2.21. A 4. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe	137
2.22. A 2-4. kísérlet eredményeinek összefoglalása	139
2.23. Az 5. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői	144
2.24. Az 5. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei	145
2.25. Az 5. kísérlet EKP eredményei - 1. feltétel	149
2.26. Az 5. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe - 1. feltétel	150
2.27. Az 5. kísérlet EKP eredményei - 2. feltétel	151
2.28. Az 5. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe - 2. feltétel	153
2.29. A 2-5. kísérlet eredményeinek összefoglalása	155
2.30. A szabályos hangsúlyozású álszó által kiváltott EKP-ok a stan- dard és deviáns helyzetben	156
2.31. A szabálytalan hangsúlyozású álszó által kiváltott EKP-ok a standard és deviáns helyzetben	157
3.1. A metrikus összetevők és azok szerveződése	172

Táblázatok jegyzéke

1.1. Metrikus rács	28
1.2. Hangsúlyütközés	30
1.3. A metrikus rács létrehozása	32
1.4. A parametrikus metrikai elmélet	34
1.5. A hangsúly reprezentációja a metrikus rácsban 1.	37
1.6. A hangsúly reprezentációja a metrikus rácsban 2.	37
1.7. A hangsúly reprezentációja a metrikus rácsban 3.	38
1.8. A magyar hangsúly	39
1.9. A magyar hangsúly reprezentációja a metrikus rácsban	40
2.1. Az 1. kísérletben kapott EN komponens értékei	106
2.2. A 2. kísérletben kapott EN komponens értékei	118
2.3. A 3. kísérletben kapott EN komponens értékei	128
2.4. A 4. kísérletben kapott EN komponens értékei	136
2.5. Akusztikai különbségek az 1. és 5. kísérlet ingerei között	145
2.6. Az 5. kísérletben kapott EN komponens értékei - 1. feltétel	148
2.7. Az 5. kísérletben kapott EN komponens értékei - 2. feltétel	152

Köszönetnyilvánítás

A dolgozatnak szükségszerűen csak egy szerzője lehet, de az valójában egy egész kutatócsoport munkáján alapul. Ezért szeretnék köszönetet mondani az MTA Pszichológiai Kutatóintézet Fejlődépszichofiziológiai Kutatócsoportjának, amely az elmúlt években lehetőséget biztosított arra, hogy kutatásaimat elvégezzem, és befogadott a soraiba.

Köszönetnél sokkal többel tartozom témavezetőmnek, Csépe Valériának, mindazért a támogatásért, segítségért és tudásért, amit az elmúlt években kaptam tőle. Neki köszönhetem, hogy elindulhatam ezen a pályán, és lehetővé tette számomra, hogy belekóstoljak abba, hogyan zajlik egy nemzetközileg elismert kutatócsoport munkája. Hálás vagyok azért, hogy a disszertációmban bemutatott kísérletek elvégzéséhez biztosított egy olyan elektrofiziológiai labort, amely nemzetközileg is versenyképes. Köszönöm, hogy a kezdeti próbálkozásoktól a disszertáció megírásának végéig számíthattam rá, és egyre növekvő elfoglaltságai ellenére mindvégig követte a kibontakozó munkát.

Köszönet illeti a kutatócsoportból Baliga Lászlónét (Gabit), aki nem csak abban segített, hogy kiváló minőségű mérési eredmények álljanak a rendelkezésemre, de az ő érdeme, hogy a labor mindig olyan hely maradt, ahol jó lenni. A dolgozat ábráinak nagy része is az ő segítségével készült el. Köszönettel tartozom Szűcs Dénesnek az EKP elemzési módszerek megtanulásában nyújtott segítségért, és Ragó Anettnek az építő beszélgetésekért.

Köszönettel tartozom az MTA Pszichológiai Intézet könyvtárosa-
inak, Gálné Kukovecz Évának és Gerő Ágnesnek, hogy lehetővé

tették a néha nem egyszerűen elérhető szakirodalmakhoz való hozzáférésemet.

Köszönöm szüleimnek, hogy hagyták, hogy a saját utamat járjam, és támogatásukkal és szeretetükkel mögöttem álltak.

Végül köszönöm feleségemnek, Nórának, a kitartást, buzdítást, elfogadást és szeretet, ami nélkül nem készült volna el a disszertáció.

0.

Bevezető

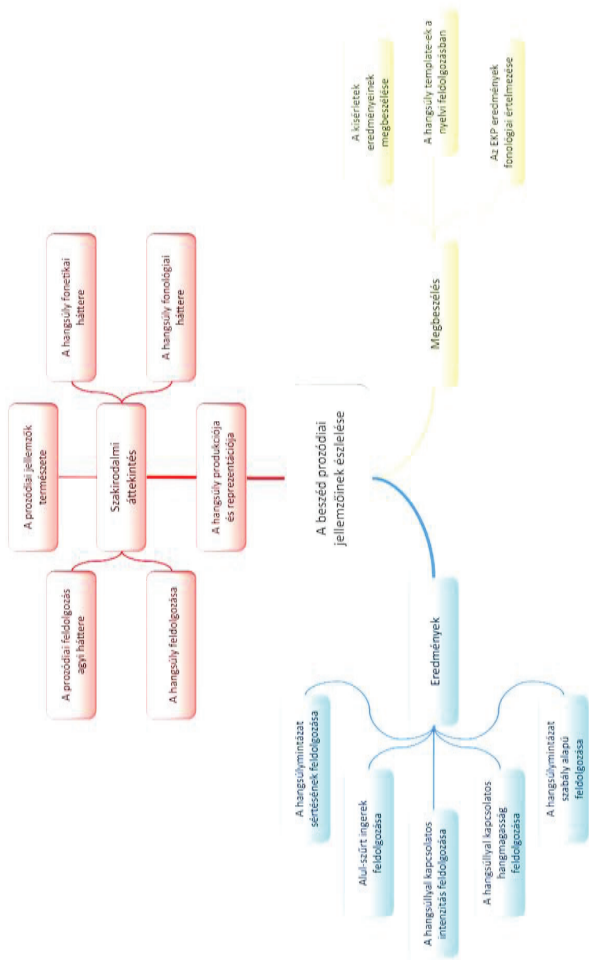
Disszertációmban a beszéd észlelésének agyi hátterével foglalkozom. A beszéd feldolgozása során számos különböző folyamat zajlik az agyban, amelyek lehetővé teszik, hogy az akusztikai bemenetből kinyerjük a nyelvi üzenetet. Ezen folyamatok közül disszertációmban azokról lesz szó, amelyek a beszéd prozódiai részével, ezen belül is a hangsúllyal kapcsolatosak. A beszéd prozódia jellemzőinek tanulmányozása viszonylag kevés figyelmet kapott a beszéd-észleléssel foglalkozó kutatásokban, miközben a prozódiai jellemzők a nyelvi inputnak ugyanolyan szerves részét képezik, mint a beszédhangokkal kapcsolatos információk. Ezért disszertációm alapvető célja, hogy felhívja a figyelmet a prozódiai jellemzők fontosságára.

Az értekezés központi témája a beszédészlelést kísérő agyi elektromos aktivitás tanulmányozása. Az emberi fejről elvezethető EEG jel ingerhez kötött szinkronizált megváltozása, az eseményhez kötött agyi potenciál (EKP) a kognitív idegtudomány talán legsikeresebb módszere. Segítségével viszonylag kis erőfeszítéssel betekintést nyerhetünk olyan feldolgozási folyamatokba, amelyeket a kognitív pszichológiai egyéb eszközeivel nehezen tudnánk vizsgálni. Disszertációmban bizonyítani szeretném, hogy az eseményhez kötött agyi potenciál komponensek a megfelelő kísérleti eljárások alkalmazásával lehetővé teszik azt, hogy a nyelvészeti, pszicholingvisztikai modellek által feltételezett reprezentációk működését az emberi agyban valós időben, online módon ragadjuk meg.

A hangsúly tanulmányozásában multidiszciplináris megközelítést alkalmazok, mivel úgy vélem, hogy e komplex nyelvi jelenség megfelelő megértéséhez több elméleti keretet is figyelembe kell venni az adatok magyarázatában. Ennek megfelelően dolgozatomban szakirodalmi áttekintés részeként sorra veszem a hangsúly nyelvészeti, pszichológiai és idegtudományi elméleteit.

A disszertációban megfogalmazott hipotéziseket hat empirikus kísérletben vizsgáltam. A kísérletek mindegyikében az eseményhez kötött agyi potenciálok módszerét alkalmaztam. A vizsgálatok során az EKP komponensek közül az Eltérési Negativitás komponenst, mint a preattentív változásdetekcióhoz kapcsolódó agyi elektromos változást tanulmányoztam.

A dolgozat felépítését az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A disszertáció felépítése

1.

Szakirodalmi áttekintés

1.1. A prozódiai jellemzők természete

A beszéd észlelése során alapvetően két típusba sorolható akusztikai információt kell feldolgoznunk: a beszédhangok, hangkapcsolatok és hangsorok jellemzőire vonatkozó *szegmentális* információt, és az ezekre mintegy ráépülő, a hangsorok egészét moduláló, több beszédhangon átívelő *szupraszegmentális* információt (Gósy, 2004).

A prozódiai vagy szupraszegmentális jellemzőket (a disszertációban a két fogalmat egymás szinonimájaként fogom használni) hagyományosan a szegmentális jellemzőkkel állítják szembe. A beszédprodukción ez a két jellemző együtt, komplex hangjelként jelenik meg, egyidőben hozzuk létre, és a beszédpercepció során összetartozóan, egyidejűleg kell feldolgoznunk őket. A két jellemzőnek a nyelvi értesben eltérő funkciói vannak. Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy míg a szegmentális jellemzők a *beszédhangokkal* kapcsolatos akusztikai információt tartalmazzák, addig a szupraszegmentális jellemzők elsősorban *tagoló* funkciót töltenek be, azaz a különböző szintű nyelvi egységek (szavak, frázisok, mondatok) elválasztását teszik lehetővé.

A prozódiai jellemzők mibenlétéről viszonylag keveset tudunk. A beszédészleléssel foglalkozó szakirodalmat ma is inkább a szegmentumok, azaz a beszédhangok tanulmányozása uralja, mégpedig azért, mert a beszédértésben ezek játszanak központi szerepet. Ennek következtében sokáig kevesebb figyelem

1.1 A prozódiai jellemzők természete

fordult a prozódiai jellemzők tanulmányozása felé, és nincs konszenzus azok természetére és a feldolgozást magyarázó általános elméleti keretre vonatkozóan sem (Fox, 2000). A prozódiai jellemzők kutatására irányuló figyelem hiányának további oka lehet az is, hogy ezen jellemzők egyelőre nehezebben meghatározhatók. A hangsúly fonetikai jellemzői kapcsán látni fogjuk, hogy a hangsúly létrehozó akusztikai-fonetikai jellemzők azonosítása önmagában is sok problémát okoz. Ezen kívül a prozódiai jellemzők kevésbé tűnnek fontosnak. A szegmentális jellemzők esetében fel sem merül az a kérdés, hogy lényegesek-e ezek vagy sem, hiszen a beszédprodukciónak maga ezekre épül. A prozódiai jellemzők esetében viszont jelentős erőfeszítést kell tennünk egyáltalán a funkciók feltárása érdekében. Mindezek ellenére mivel a prozódiai jellemzők a szegmentális jellemzőkhöz hasonlóan tagadhatatlanul jelen vannak a beszéddel kapcsolatos akusztikai információban, nem lehet figyelmen kívül hagyni azokat.

A prozódiai jellemzők közé hagyományosan a hanghosszt, a nyomatókót vagy hangsúlyt, a ritmust valamint az intonációt soroljuk (Fox, 2000).^{*} A prozódiai jellemzők felsorolása ugyanakkor nem is olyan egyszerű. Ennek oka egyrészt az, hogy a legtöbb prozódiai jellemző nem egydimenziós, mivel több akusztikai változást is tartalmaznak, s ezek ráadásul át is fedhetik egymást. Például a hangsúly esetében általában mind az intenzitás, mind az alaphérfekvencia megváltozik, de az alaphérfekvencia változása jellemző az intonációra is. A másik ok, hogy a prozódiai jellemzőket nehéz elválasztani a paralingvisztikai jellemzőktől (pl. affektív prozódia). Mindez azzal jár, hogy az itt felsoroltaktól eltérő prozódiai jellemzőkkel is találkozhatunk a szakirodalomban.

A prozódiai jellemzők általános tulajdonságaival kapcsolatban három dolgot érdemes megjegyezni. Egyrészt, az egyes prozódiai jellemzők jelentősen eltérnek egymástól akusztikai jellemzőikben: az intonáció elsősorban az alaphérfekvencia változásához kapcsolódik, míg a hangsúly magában foglalhatja az intenzitás, az időtartam és az alaphérfekvencia változását is. Másrészt, akusztikailag a szegmentális és szupraszegmentális jellemzők nem különülnek el élesen egymástól: egyidejűleg hallhatók, nem pedig egymást követően. Harmadrészt, lényeges különbséget találunk a szegmentális és szupraszegmentális jellemzők

^{*}A nyomatókó és a hangsúly (accent illetve stress) megkülönböztetésére a későbbiekben még visszatérünk.

1.1 A prozódiai jellemzők természete

produkciónak módjában. A két jellemző közül a képzést tekintve a prozódiai jellemzők tekinthetők alapvetőbbnek, mert ezek jellemzően az artikulációs csatorna laringális és szublaringális részeinek modulációi révén jönnek létre, míg a szegmentális jellemzők inkább a szupralaringális részben alakulnak ki. A beszédprodukciónak *forrás-szűrő modellje* (Fant, 1960) értelmében a prozódiai jellemzők a forráshoz tartoznak, a szegmentális jellemzők pedig a szűrőhöz.

A prozódiai jellemzők fonológiai szerepével kapcsolatban elmondható, hogy azok a szegmentális jellemzőkkel összehasonlítva nagyobb nyelvi egységekre vonatkoznak. Míg a szegmentális jellemzők egy-egy beszédhangra terjednek ki, addig a prozódiai jellemzők mindig több hangra (szótagokra, szavakra, vagy akár egy egész mondatra, mint az intonáció) vonatkoznak. Nyelvészeti szempontból ez azt is jelenti, hogy a prozódiai jellemzők nem csak paradigmatiszusak, vagyis az egymással helyettesíthető elemek szintjén értelmezettek, de szintagmatikusak is, vagyis az elemek közötti viszonyokon alapulnak. Sőt, feltehetőleg a prozódiai jellemzőkre elsősorban a szintagmatikus jelleg jellemző, vagyis az, hogy nem önmagukban, hanem a több nyelvi elem egymáshoz való viszonyában jelennek meg.

Fonetikai szempontból tehát a prozódiai jellemzők alapvetőbbek, mint a szegmentális jellemzők. Fonológiai szempontból viszont a fordítottja igaz: a legtöbb hagyományos nyelvészeti elmélet egyetért abban, hogy a prozódiai jellemzők csak módosítják a szegmentális jellemzőket, vagyis azokhoz képest másodlagosnak tekintendők (Fox, 2000). Az a feltételezés ugyanakkor, hogy a prozódiai jellemzők szintagmatikus jellegűek, azt implikálja, hogy azok valamilyen struktúrával rendelkeznek. Ez a szerkezet összetett, többszintű és hierarchikus.

Disszertációm középpontjában a prozódiai jellemzők közül az egyik legvitatottabb jellemző, a hangsúly áll. A hangsúly természetével kapcsolatban lényegében semmilyen lehetséges elemzési szinten nincsen konszenzus az ezzel foglalkozó kutatók között. Nem világos, hogy milyen fonetikai jellemzőkkel rendelkezik, illetve hogy rendelkezik-e egyáltalán állandó akusztikai-fonetikai jellemzőkkel. Kérdéses a fonológiai szerepe, és kapcsolata a morfológiai és szintaktikai jellemzőkkel. Az sem egyértelmű, hogy maga a hangsúly milyen elméleti keretben írható le a legmegfelelőbben (Fox, 2000). Szintén kérdéses,

1.1 A prozódiai jellemzők természete

hogyan képzelhető el a hangsúly reprezentációja, a nyelvi jel pszichológia realitása és ennek idegrendszeri háttere.

A hangsúllyal kapcsolatos egyet nem értést jól illusztrálja a hangsúllyal kapcsolatos elnevezések, és egyáltalán a lehetséges hangsúlyok sokfélesége. Az angolban legalább három különböző, a nyelvészetben is használt kifejezés létezik: „stress”, „accent” és „emphasis”. A magyarban is létezik több elnevezés, ilyenek a hangsúly, a nyomaték és a kiemelés. Fox (2000) az alábbi terminológiát javasolja: általánosságban, arra a nyelvi jelenségre vonatkozóan, hogy a beszédflowam bizonyos részei kiemelődnek valamilyen módon, az „accent” kifejezés alkalmazható. Ugyanakkor a jelenség konkrét fonetikai megvalósulására a „stress-accent” vagy „pitch-accent” kifejezéseket javasolja, utalva arra, hogy ugyanazon fonológiai jelenség a nyelvtől függően eltérő akusztikai-fonetikai jellemzőkkel járhat együtt. A *stress* a dinamikai jellemzőkre, azaz a hangintenzitás változására utal, a *pitch* pedig a hangmagasság változására. A magyar nyelvészeti szakirodalomban ez a fajta megkülönböztetés nem igazán létezik. A Fox által használt terminológiának a magyarban a fonetikailag értelmezett jelenségre inkább a hangsúly, a fonológiai jelenségre pedig a nyomaték fogalmi felelnének meg. Mivel a magyar nyelvű nyelvészeti szakirodalom általánosságban a hangsúly kifejezést használja, ezért én is ezt fogom alkalmazni, illetve esetenként a hangsúly szinonimájaként a nyomaték szót, vagyis a kettő között nem fogok különbséget tenni. Ennek praktikus oka is van, nevezetesen, hogy esetenként nehéz eldönteni (főként a pszichológiai vonatkozásokról), hogy a fonetikai vagy fonológiai szintről van-e szó.

A továbbiakban elsőként a hangsúly fonetikai és fonológiai hátterét tekintem át. Ezt követi a hangsúly reprezentációjának illetve a nyelvi produkcióban és feldolgozásban betöltött szerepének a bemutatása. Végül pedig a hangsúly feldolgozásával és reprezentációjával kapcsolatos idegtudományi adatok ismeretése következik.

1.2. A hangsúly fonetikai háttere

A hangsúly, és általában a prozódiai jellemzők iránt már az ókorban is mutatkozott érdeklődés. Maga a prozódia szó a görög „prosódia” (*προσῳδία*) szóból ered, amelynek jelentése: „ami a dalhoz hozzáadódik”. Azonban egészen a 20. századig az elemzés elsősorban leíró jellegű volt, azaz a hangsúly pontos akusztikai-fonetikai jellemzőinek tárgyalására nem került sor. Enne oka valószínűleg az objektív mérőeszközök hiányában keresendő, mivel ezek nélkül nem voltak olyan mérési lehetőségek, amelyekkel az addig csak szubjektív megfigyelésként, vagy sejtésként létező megállapításokat tudományosan is igazolni lehetett volna.

A hangsúly tanulmányozásának két lényeges területe különíthető el. Az egyik a hangsúly produkcióját vizsgálta, különös tekintettel a hangsúlyos szótag képzése kapcsán jelentkező izomtevékenységre és fiziológiai paraméterekre. A másik irányzat inkább a hangsúly percepciók oldalára koncentrált és a hangsúlyos szótagot kísérő akusztikai jellemzők tanulmányozását tűzte ki célul.

1.2.1. A hangsúly produkciós jellemzői

A hangsúly produkciójával kapcsolatos elképzelések szerint a hangsúly alapvetően a beszélőnek valamilyen nagyobb produkciós erőfeszítéséből származik a hangsúlyos szótag kiejtése során. Ez az erőfeszítés a beszédprodukciós folyamat több szintjén megjelenhet: kapcsolódhat az erőteljesebb kilégzéshez (Sweet, 1906, idézi Fox, 2000), vagy lehet a háttérben egy olyan általános erőfeszítés, amely nem lokalizálható egyértelműen egyik szervre sem, pontosabban több szerv együttes működése határozza meg (Jespersen és Jones, 1913 és 1967, idézi Fox, 2000). Létezik olyan elképzelés is, mely szerint a hangsúlyos szótagot az izomtevékenység fokozása révén hozzuk létre, de az erőteljesebb kilégzés csak akkor vezet nagyobb kiáramló levegő mennyiséghez, ha a hangrés ugyanekkor összeszűkül, mivel minél kisebb a hangrés, a szubglottális nyomás annál erőteljesebben rezgetti meg a hangszálakat, és annál intenzívebb lesz a létrejövő hang (Jespersen, 1904, idézi Fónagy, 1958) .

Fónagy Iván egy az 1950-es években végzett vizsgálatsorozatában a hangsúly produkciójának fiziológiai alapjait vizsgálta (Fónagy, 1958). Fónagyot a

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

hangsúly produkciójának tanulmányozásához az vezette el, hogy a szakirodalom áttekintése és saját akusztikai mérései alapján is azt találta, hogy hiába vetjük össze a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok akusztikai jellemzőit, nem találunk olyan konzisztens eltérést, amely minden esetben megbízhatóan jelzi a hangsúly meglétét. Igaz ugyan, hogy a különböző nyelveken végzett akusztikai vizsgálatok eredménye szerint a hangsúlyos szótag valóban nagyobb hangerővel, hangmagassággal illetve időtartammal járt együtt, de könnyen lehet olyan példákat is találni, amelyeknél nincs meg ez a pozitív összefüggés. Fónagy szerint: „Az akusztikus tényezők és a hangsúly összefüggése ellentmondó esetekben át megnyilvánuló törvényszerűség” (Fónagy, 1958, 18.o.). Ugyanakkor a hangsúlyt mindig az egyes esetekben ítéljük meg, nem pedig általánosságban, vagyis mégiscsak lennie kellene valamilyen objektív tényezőnek is. Fónagy javaslata az, hogy a hangsúly megállapítása során nem csak az akusztikai inputot vesszük figyelembe, hanem egyéb tényezőket is, és az egyik ilyen tényező a hangsúly produkciójának számításba vétele lenne.

Fónagy a beszédprodukcióban részt vevő izmok elektromiográfiás vizsgálata segítségével kimutatta, hogy a hangsúlyos szótag kiejtését a produkcióban résztvevő szinte minden izom (rekeszizom, hasizom, bordaközi izmok, gégeizom) nagyobb aktivitása kíséri. Ezen izmok közül azonban egyedül a bordaközi izom volt az, amely megbízhatóan nagyobb aktivitást mutatott a hangsúlyos szótag kiejtése előtt. Fónagy ezen kívül azt találta, hogy a hangsúlyos szótagot kísérő nagyobb izomaktivitás nem feltétlenül jár együtt a hangsúlyos szótag nagyobb hangosságával. Azaz a hangsúly nem feltétlenül jelent meg az akusztikai jellemzőkben, noha a produkció során mérhetően jelen volt egy nagyobb izomaktivitás. Ugyanakkor egy ugyanezen szavakkal végzett percepció vizsgálat eredménye szerint a vizsgált személyek annak ellenére a nagyobb erőfeszítéssel ejtett szótagot észlelték hangsúlyosabbnak, hogy annak hangsúlyossága nem nyilvánult meg a hangerőben.

Fónagyhoz eredményeit más kutatók is megerősítették, aki szintén a bordaközi izmok aktivitásának növekedését találták a hangsúlyos szótagok produkciója esetén (pl. Ladefoged, 1967, idézi Fox, 2000). Ladefoged szintén azt emeli ki, hogy a hangsúlyos szótag nem feltétlenül jár együtt konstans akusztikai változásokkal, ezzel szemben ami állandó, az a produkció során jelentkező

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

nagyobb izomaktivitás. Ezt az erő kifejtését azonban közvetlenül csak a beszélő tapasztalja meg, a hallgatónak következtetnie kell rá: „[a hallgató] A füllel érzékelt élményt visszavezeti a beszédaktusra.” (Fónagy, 1958, 22.o.). A hangsúlyra vonatkozó következtetés tehát két dolgon alapul: egyrészt az akusztikai bemeneten, másrészt pedig a hallgató hangsúly-képzésre vonatkozó saját tudásán.

Mindezek alapján Fónagy szerint a hangsúlyt egy meglehetősen komplex, akusztikai-motoros jellemzőnek kell tekinteni, amely egy „lélektani kategória: a hangsúlyélmény tehát nem a hallószervben, hanem a központi idegrendszerben alakul ki a hangjelenség alapos, de gyors és öntudatlan elemzése nyomán.” (Fónagy, 1958, 23.o.). Ez az elképzelés nyilvánvalóan egybecseng a beszédészlelés motoros elméletével (Lieberman és munkatársai, 1967), amely azt tartja, hogy a beszédhangok észlelésekor a hallgató a beszélő produkciós szándékára következtet, és nem kizárólag az akusztikus bemenetet használja fel a beszéd megértése során. Valójában a beszédhangok esetében is hasonló problémával találkozunk, mint a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagoknál. A beszédhangok akusztikai megvalósulása, és ezek reprezentációja (a fonéma-reprezentáció) között nincs egy az egyben megfelelés (akusztikai-fonetikai variancia-probléma, Klatt, 1979). Attól függően, hogy ki, mikor, milyen állapotban képzi a beszédhangot, és az milyen egyéb hangok társaságában szerepel, a ki-ejtett beszédhang egészen különböző megjelenési formákat ölthet. Lieberman és munkatársai (1967) erre a variancia-problémára javasolta azt a megoldást, mely szerint a hallgató a beszéd megértése során nem csak az akusztikai inputot veszi figyelembe, hanem ennek révén következtetni próbál azokra az artikulációs gesztusokra, amelyeket feltételezhetően a beszélő felhasznált a hangok produkciójakor is.

1.2.2. A hangsúly-percepció jellemzői

A hangsúly-vizsgálatának produkciós irányzata látszólag gyümölcsözőbb, de a percepció irányzat, vagyis a hangsúly akusztikai-fonetikai jellemzőinek feltárása (szemben a produkció során jelentkező fiziológiai jellemzők vizsgálatával) sokkal több figyelmet kapott (Fox, 2000). Ennek oka, hogy lényegesen

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

könnyebb az akusztikai jellemzőket mérni, mint a fiziológiai jellemzőket, ráadásul az akusztikai jellemzők könnyebben meghatározhatók, hiszen pontosan tudjuk, hogy miféle változások történhetnek a hangban. Változhat a minőség, az időtartam, intenzitás és az alapfrekvencia (f_0). Így a kérdés tulajdonképpen leegyszerűsíthető arra, hogy ezen jellemzők közül vajon melyik változása vezet a hangsúlyélmény létrejöttéhez.*

A hangsúly akusztikai jellemzőinek mérése már a 19. század végén elkezdődött. Annak alapján, amit a hangsúly produkciójáról már akkor is tudni lehetett (vagyis hogy azt erőteljesebb hangképzéssel hozzuk létre) a kutatók azt feltételezték, hogy az intenzitás változása lesz a legfontosabb hangsúlyt kísérő akusztikai jellemző. Fónagy Iván szavaival élve: „[a fonetikusok] Abból a feltevésből indultak ki, hogy az erőteljesebben ejtett zöngé képzések a hangszalagok erősebb rezgésbe jönnek és ennek megfelelően a levegőrészecskék rezgési amplitúdója is fokozódik. Ha ez így van, úgy a hangsúlyos szótagokat nagyobb amplitúdók jelzik majd a kimogrammonokon is.” (Fónagy, 1958, 4.o.). A valódi mérések azonban nem támasztották alá ezt az elképzelést, és bizonyos esetekben a hangsúlyos szótag kisebb amplitúdóval járt együtt, mint a hangsúlytalan. Tovább árnyalta a képet az az észrevétel, miszerint egy hang észlelt hangosságát nem csak az intenzitása, hanem a rezgésszáma is befolyásolja, és ezt a megfigyelést nem lehet figyelmen kívül hagyni a beszéd esetében sem. Ugyanakkor azok a szubjektív hangerőskálákat (phon, son) alkalmazó mérések sem vezettek meggyőzőbb eredményekre, amelyek valóban figyelembe vették a hangmagasság és -intenzitás kölcsönhatását. Nem sikerült bizonyítani, hogy a hangsúlyos szótag minden esetben nagyobb hangerővel jár együtt. Fónagy saját mérései alapján például a „pipát” szóban az első szótag körülbelül 8 phon-nal marad el a második szótagtól (Fónagy, 1958). Ezen hangerőkülönbség ellenére ebben a szóban is az első szótagot halljuk hangsúlyosnak. A fő kérdés ugyanakkor nem az, hogy mi okozza a hangerő és a hangsúly egymásnak való meg nem felelését, hiszen ezt többé-kevésbé vissza tudjuk vezetni a beszédhangok képzési sajátosságaira (tehát hogy az /á/ hangot egyszerűen hangosabban ejtjük ki,

*Feltételezhetően létezik még egy jellemző, amelyet idáig nem igazán vizsgáltak a hangsúllyal kapcsolatban, és ez a hangfelfutási-idő (rise-time) változása, vagyis a szótag elején az intenzitás változásának üteme, gyorsasága.

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

mint az /i/-t, függetlenül attól, hogy hangsúlyos vagy hangsúlytalan). A kérdés inkább az, hogy amennyiben nem a hangosságot használjuk fel a hangsúlyos szótag észlelése során, akkor milyen akusztikai jellemző vezeti az észlelést.

A hangsúly percepciójának modernebb, műszeres alapú vizsgálatában Fry munkái számítanak meghatározónak (Fry, 1955, 1958). Fry (1958) a kísérleti személyeknek úgynevezett *hangsúly minimális párokat* mutatott be. A hangsúly minimális párok olyan szópárok, amelyek ugyanazon fonémákból állnak, de jelentésük mégis eltér amiatt, mert a hangsúlymintázatuk eltérő (pl. a pár első tagjánál az első, a második tagnál pedig a második szótagon van a hangsúly). A magyarban a hangsúlynak nincs ilyen jelentés megkülönböztető szerepe, de az angolban van, pl.: 'present (ajándék) vs. pre'sent (bemutat).^{*} Fry (1958) arra volt kíváncsi, hogy a hangsúly akusztikai megjelenésének manipulációjakor – szisztematikusan változtatva a hangosságot, hosszt és az f₀-t, – melyik akusztikai paraméter járul hozzá leginkább a hangsúly észleléséhez. Azt találta, hogy legnagyobb hatása az f₀-nak és a hosszúnak volt, a hangosság viszont önmagában nem volt elegendő a hangsúlyélmény megváltozásához. Frynak azt is sikerült megállapítania, hogy a hangsúly megkülönböztetésében valójában a hanghossz és -intenzitás aránya, és nem ezek abszolút értéke a fontos. A nagyobb arány biztosabb megkülönböztetést eredményezett. A hangmagasság esetében viszont egy minden-vagy-semmi hatást talált, vagyis azt, hogy a hangmagasság nagyságától függetlenül annak megváltozása a hangsúly percepciójának megváltozásához vezet. Fry (1958) ugyanakkor azt is leszögezi, hogy a hangsúly percepciójában az intonáció változása (amit elsősorban a hangmagasság változásával hozunk létre) minden egyéb faktort felülír. Ez a hatás felhívja a figyelmet a hangsúly percepciójának és reprezentációjának egyik legfontosabb problémájára, nevezetesen arra, hogy miként választható szét, illetve szétválasztható-e egyáltalán a szóhangsúly és a mondat intonációja.

A Fry által kapott eredmények nyilvánvalóan nyelvspecifikusak, és egyéb nyelvekben más akusztikai korrelátumok lehetnek fontosak (a magyarban például a hossz nem lehet a hangsúlyozásra használni, mivel az egy kontrasztív

^{*}Ezen szavak esetében valójában az angolban sem csak a hangsúlymintázat változik, hanem a szegmentális szerkezet is, mivel a hangsúlytalan szótagok esetében megváltozik a hangzók minősége. Itt például: /'prezent/ illetve /pr'zent/ lesz a szavak kiejtése.

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

fonetikai jegy, amely fonémákat különböztet meg egymástól). Ráadásul ahogy láttuk, az f_0 nem csak a hangsúlyozásban, de az intonációban is részt vesz, ezért nem tekinthető a hangsúly egyedi akusztikus jelzésének. Vagyis úgy tűnik, hogy noha találhatunk olyan akusztikai jelzéseket, amelyek együtt járnak a hangsúllyal, ezek a) nem állandóak, b) nem univerzálisak, és c) nem kizárólagosak.

A hangsúly akusztikai és perceptuális jellemzőinek vizsgálata a modern számítógép alapú korpuszok és beszédfelismerő rendszerek elterjedésével új lendületet kapott. Az automatikus beszédfelismerő rendszerek általában a szegmentális szintet veszik csak figyelembe, márpedig a prozódia és ezen belül a hangsúly információ bevonása elméletileg sokat javíthatna a felismerés színvonalán. Freij és munkatársai (1990) szerint a prozódiai információ figyelembe vétele több szempontból is segíthetné a beszédfelismerést: egyrészt a szóhatárokkal kapcsolatban tudna információt szolgáltatni, másrészt segíthetne a szintaktikai szerkezettel kapcsolatos döntésekben (frázis határok, kiemelés, stb.), harmadrészt pedig a lexikai keresési teret szűkíthetné azon nyelvek (pl. angol vagy holland) esetében, ahol a hangsúly jelentésmegkülönböztető szerepű. Ráadásul, ahogyan azt Wang és Seneff (2001) kiemeli, a hangsúlyos szótagok egyfajta „fonetikai megbízhatósági sziget”-et képeznek, mivel e szótagok esetében a beszédhangok fonetikai jellemzői sokkal tisztábban, kiemeltebben vannak jelen (ez főként az angol nyelvre igaz, ahol a hangsúlytalan szótagok gyakran változnak a minőségükben is).

A hangsúly automatikus beszédfelismerésben történő felhasználásával kapcsolatos tanulmányok többféle megközelítést alkalmaztak. A tanulmányok egyik csoportja a hangsúlymintázat felismerését a szófelismerés szempontjából, pontosabban a lexikai keresési tér szűkítése szempontjából vizsgálja. Ezek a tanulmányok elsősorban a hangsúly minimális párok elkülöníthetőségével foglalkoznak. Ahogy azt láthattuk, a hangsúly minimális párok olyan szópárok, amelyek ugyanazon hangokból állnak, de a hangsúlymintázatuk eltér egymástól, és emiatt eltér a jelentésük. A hangsúly minimális párok vizsgálata azért fontos, mert itt a két szóban a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok valóban csak a hangsúlyosságban térnek el egymástól, minden más akusztikai jellem-

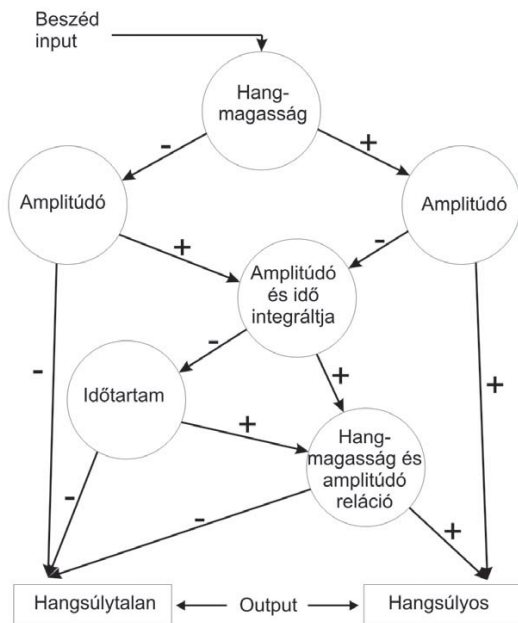
1.2 A hangsúly fonetikai háttere

zöben megegyeznek, és így (elvileg) lehetőség van tisztán csak a hangsúlyhoz kapcsolódó akusztikai jellemzők lemérésére.

Az egyik első ezzel kapcsolatos vizsgálat Lieberman (1960) tanulmánya volt, amely az eltérő hangsúlyhoz kapcsolódó akusztikai jellemzők relevanciáját vizsgálta annak kiderítésére, hogy azok mennyire használhatók fel a hangsúly minimális párok elkülönítésében. A tanulmányban 50 minimális pár akusztikai jellemzőit vizsgálta, egy 16 beszélő által felmondott korpuszon. A mérési eredmények szerint a hangsúllyal legmegbízhatóbban az alapfrekvencia járt együtt. A hangsúlyos szótag az esetek 90%-ában nagyobb alapfrekvenciával rendelkezett, mint ugyanazon szó hangsúlytalan szótagja, és 87%-ban volt nagyobb, mint a minimális párban található ugyanazon szótag hangsúlytalan alakja. A másik fontos jellemző az amplitúdó volt, amely 87%-ban volt nagyobb a hangsúlyos szótagban a hangsúlytalanhoz képest. A hangsúlyos szótag egy esetben sem rendelkezett egyszerre alacsonyabb alapfrekvenciával és amplitúdóval, mint a hangsúlytalan szótag, vagyis e két jellemző közül legalább az egyik mindig nagyobb volt a hangsúlyos szótagban. Lieberman szerint egyfajta trade-off van az alapfrekvencia és az amplitúdó között: „az alapfrekvencia perceptuális hangsúllyal koherens változása kompenzálja az amplitúdó nem-koherens változását, és fordítva” (Lieberman, 1960, 453.o.). A hangsúllyal együttjáró akusztikai jellemzők közül tehát Lieberman (1960) eredményei szerint a leginkább megbízható az alapfrekvencia, majd az amplitúdó és a hossz. Lieberman javasol egy olyan mechanikus hangsúly felismerő rendszert, amely bináris döntések alapján jut el több jellemző megvizsgálásával a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok elkülönítéséhez (ld. 1.1 ábra).

Egyéb hangsúly minimális párokat alkalmazó tanulmányok hasonlóan jó hangsúly azonosítási pontosságról számoltak be, mint Lieberman (1960). Freij és munkatársai (1990) rejtett Markov-modelleket használva 95%-os pontosságot ért el, Ying és munkatársai (1996) pedig csak az amplitúdó és hossz információ figyelembe vételével 90% körüli azonosítási pontosságról számolt be.

A hangsúly automatikus beszédfelismerő rendszerekben betöltött szerepe kapcsán egy másik irányzat azt vizsgálta, hogy a hangsúlyinformáció milyen



1.1. ábra. A hangsúlyos szótag mechanikus felismerési modellje. Lieberman (1960) alapján. A modell az egyes akusztikai jellemzőket hierarchikus módon veszi figyelembe, és bináris (kisebb-nagyobb, az ábrán „+” és „-”) döntések révén jut el a hangsúlyosság megállapításához. Például ha az összehasonlítandó szótagok közül valamelyiken kisebb a hangmagasság és az amplitúdó is, akkor az a szótag lesz a hangsúlytalan.

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

módon használható fel a folyamatos beszéd felismerésben. Ezeket a tanulmányokat az jellemzi, hogy nem szópárok, hanem nagyobb adatbázisokkal, korpuszokkal dolgoztak. Céljuk hasonló a fentebb bemutatott kutatásokhoz: a hangsúly olyan akusztikai korrelátumait keresik, amelyek lehetővé teszik a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok megbízható elkülönítését. Az egyik ilyen tanulmányban Wang és Seneff (2001) azt vizsgálta, hogy mennyiben javítható a JUPITER rendszerben a beszéd felismerési teljesítmény akkor, ha a modellben figyelembe veszik a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok közötti különbséget. A JUPITER egy olyan automata rendszer, amely telefonon keresztül ad időjárési információt úgy, hogy automatikusan „megérti” a telefonálók kérdéseit. A szerzők a korábbi telefonbeszélgetések adatbázisát felhasználva azt elemezték, hogy mely akusztikai jellemzők azok, amelyek a leginkább alkalmazhatók a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok elkülönítésére. Eredményeik szerint az egyedi jellemzőket vizsgálva az amplitúdó mentén volt a legjobb az elkülönítés, a jellemzők kombinációit vizsgálva pedig az összesített amplitúdó, a hossz, a hangmagasság meredeksége és a zöngéesség átlagos valószínűsége együtt adta a legjobb kombinációt. A hangsúlydetekciós modellt a beszéd felismerésre alkalmazva azt találták, hogy kb. 5%-kal növelhető a felismerés pontossága, ha annak során figyelembe veszik a hangsúly információt is. Ez a vizsgálat tehát egy valódi modellen tesztelve támasztotta alá azt, hogy a hangsúly szerepét figyelembe kellene vennie a beszéd feldolgozási modelleknek.

Más, a folyamatos beszéd feldolgozásban szerepet játszó hangsúlydetekciót vizsgáló szerzők kevésbé optimisták a hangsúly alkalmazhatóságára vonatkozóan. Van Kуйjk és Boves (1999) a holland Polyphone adatbázist (több ezer beszélőtől telefonon rögzített, spontán alkotott és felolvasott mondatokat tartalmazó adatbázis) felhasználva azt az eredményt kapták, hogy az általuk létrehozott algoritmus kb. 70%-os teljesítményt képes csak elérni a hangsúlyos és hangsúlytalan magánhangzók klasszifikációjában. A szerzők a hossz, az amplitúdó és a spektrális változások különböző módokon normalizált értékeit vizsgálták. Ezek közül a leghatékonyabb mutatónak a teljes energia, azaz a vizsgált magánhangzó teljes időtartamára összesített amplitúdó érték bizonyult. A szerzők a többi hasonló tanulmány megállapításaival összehasonlítva úgy vélik, hogy detekciós eredményeik azért nem túl jók, mert másokhoz képest kevésbé kontrollált

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

korpuszsal dolgoztak, tehát variábilisabbak a vizsgált fonetikai jellemzők. A hangsúly minimális párokat alkalmazó vizsgálatoknak ugyanis pontosan az a lényegük, hogy rendkívül kontrollált feltételek között vetik össze a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagokat, és nagyon limitált ingeranyaggal (néhány 10 szó) dolgoznak. A Van Kuijk és Boves (1999) vizsgálatához hasonlóan nagyobb adatbázisokból dolgozó tanulmányok viszont több beszélő több ezer szavát elemzik, emiatt nagyobb fonetikai variabilitással kell megbirkózniuk. Nyilvánvaló, hogy ez utóbbi tanulmányoknak nagyobb az ökológiai validitása, ennél fogva jóval pontosabban modellezik azokat a körülményeket, amelyek között az átlagos emberi vagy a gépi feldolgozónak a hangsúlyt detektálnia kell.

Hasonló következtetésre jutnak Xie és munkatársai (2004). Egy számítógépes angol nyelvet tanító szoftver megalkotásához, a felhasználhatóság szempontjából vizsgálták a hangsúlyt. Cikkükben egy olyan rendszer kifejlesztésének lehetőségét vizsgálták, amely a nyelvtanulók által produkált hangsúlymintázatokat vizsgálja, és adott esetben kijavítja azokat. Egy ilyen szoftver megalkotásának első lépése természetesen az, hogy tudni kell, milyen akusztikai jellemzőket kell majd monitorozni. A szerzők a hossz, amplitúdó, alapfrekvencia és magánhangzó minőség információkat vizsgálva az angol nyelvben arra az eredményre jutottak, hogy a hangsúly legmegbízhatóbb jelzése a hossz és az amplitúdó információ kombinációja. Hasonlóan jól jelezte a hangsúlyt a magánhangzó minősége is, ez azonban nem mondható el az alapfrekvenciáról. Bár a vizsgált akusztikai jellemzők alapján a hangsúly detekciója nem volt rosszabb, mint a fentebb bemutatott tanulmányokban, a szerzők szerint a talált 80-90%-os teljesítmény nem elegendő ahhoz, hogy ezt az algoritmust kereskedelmi forgalomba kerülő rendszerekben alkalmazzák.

A bemutatott tanulmányok alapján úgy tűnik, hogy semmivel sem jutotunk közelebb a hangsúllyal kapcsolatos akusztikai információk mibenlétének feltárásához. Továbbra is azt kell gondolnunk, amit már a 19. századi nyelvészek is leszögeztek, hogy a hangsúlynak nincs megbízható akusztikai korrelátuma. Igaz, hogy a nagyobb hossz-, amplitúdó- vagy alapfrekvencia-értékek bizonyos százalékban együtt járnak a hangsúllyal, de szinte minden esetben fennáll valamekkora megmagyarázatlan variancia, amely megbízhatatlanná teszi a detekciós algoritmusokat. A fent bemutatott tanulmányok ugyanakkor

1.2 A hangsúly fonetikai háttere

arra is felhívják a figyelmet, hogy a hangsúly nagyon fontos szerepet játszik a beszédfeldolgozási folyamatban, és sok előnnyel járna, ha az automatikus beszédfeldolgozási rendszerekben megbízhatóan lehetne implementálni a hangsúlydetekciós algoritmusokat.

Fox (2000) összefoglalása szerint az ismert fonetikai bizonyítékok alapján alapvetően két eltérő következtetésre juthatunk. Gondolhatjuk azt, hogy különböző típusú hangsúlyok vannak, és a típustól függően vagy az intenzitás vagy a hangmagasság játssza a fontosabb szerepet. Ugyanakkor levonhatjuk azt a következtetést is, hogy a hangsúlynak nincs konzisztens fonetikai manifesztációja, és ezért fonetikai értelemben nem lehet meghatározni. Ez lényegében ugyanaz a konklúzió, mint amit a beszédhangok esetében alkalmazunk: nincs egy-az-egyben megfeleltetés az akusztikai-fonetikai jellemzők és a reprezentációk között. A beszédfeldolgozásnak nem valamilyen egyedi esetéről van tehát szó. Amint azt a következőkben be fogom mutatni, a hangsúly modern fonológiai elméletei pontosan abból indulnak ki, hogy a hangsúly nem konzisztens akusztikai formában jelenik meg.

1.3. A hangsúly fonológiai háttere

A hangsúly fonológiai tanulmányozásának hagyományosan három fő irányzatát lehet elkülöníteni (Fox, 2000). Az egyik az *amerikai strukturalista iskola* (Bloomfield, Bloch, Trager, Newman), amely a hangsúlyhoz kapcsolódó jegyek és szintek leírására koncentrál. A másik a *brit pedagógiai iskola* (Jones), amely nem annyira az elméleti leírásra, hanem az oktatásban felhasználható hangsúlykategóriák azonosítására törekszik. Mindkét irányzat a hangsúly paradigmikus jellemzésével foglalkozik, vagyis arra törekszik, hogy megállapítsa és kategorizálja a hangsúly különböző típusait. A harmadik irányzat a *prágai iskola* (Jakobson, Trubeckoj), amely főként a hangsúly funkcionális jellemzésével foglalkozik. Az alábbiakban Fox (2000) alapján a teljesség igénye nélkül tekintem át ezen irányzatoknak a hangsúly fonológiai természetére vonatkozó legfontosabb megállapításait.

1.3.1. A hangsúly fonológiai elemzésének történeti háttere

1.3.1.1. A hangsúly paradigmikus elemzése - a pedagógiai és strukturalista irányzat

A hangsúly paradigmikus elemzése során az a cél, hogy egy jellemzőnek vagy jegynek egymást kölcsönösen kizáró szintjeit, vagy fokozatait állapítsák meg. Legegyszerűbb esetben ez a jegy maga a hangsúly, a nyelvi egység (első sorban a szótag) pedig vagy rendelkezik a jeggyel vagy nem, azaz vagy hangsúlyos, vagy hangsúlytalan. A kölcsönös kizárás itt egyértelmű, hiszen egy adott szótag nem lehet egyszerre hangsúlyos és hangsúlytalan is.

A hangsúly fonológiai elemzésének brit pedagógiai irányzata lényegében a hangsúlynak a nyelvtanításban is felhasználható jellemzésére törekszik. Az első sorban Daniel Jones (1956, idézi Fox, 2000) nevéhez kapcsolható irányzat a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagokon kívül megkülönböztet még másodlagos hangsúlyt is, így például az „administration” szóban az első szótagot másodlagos hangsúlyúnak tekinti. A fonetikai átírásban is különbséget tesz az elsődleges és másodlagos hangsúly között, pl. /æd,mɪs'treɪfən/. Ez az a jelölés, amit

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

a szótárak ma is használnak a hangsúly kapcsán. Az elsődleges és másodlagos hangsúly megkülönböztetésén túl a pedagógiai irányzat megkülönbözteti a hangsúly egyéb formáit, mint például a szóhangsúlyt, szemben a mondathangsúlyval, továbbá az empatikus és kontrasztív hangsúlyt. A pedagógiai irányzat elsősorban a hangsúly leírására törekszik, anélkül hogy bármilyen elméleti háttérre támaszkodna. Mindenekelőtt a hangsúly paradigmatis elemzését adja, azaz a hangsúly szintjeit és fokozatait próbálja megállapítani és leírni.

A másik irányzat, amely szintén a hangsúly paradigmatis jellemzését nyújtja, az amerikai strukturalista iskola. A hangsúly kapcsán itt is az az alapvető kérdés, hogy hány és milyen szintekkel írható le az. Sweet (1906, idézi Fox, 2000) például három hangsúlyszintről beszél: erős, félig erős és gyenge. Sweet ezen kívül azt is állítja, hogy valójában végtelen számú szintet lehetne elkülöníteni, de ezeknek nincs nyelvészeti jelentőségük. Bloomfield (1935, idézi Fox, 2000) szintén három, egymást kizáró hangsúlyszintet különít el a hangosság alapján: hangos, normál, kevésbé hangos hangsúlyt. A paradigmatis elemzésnek megfelelően Bloomfield ezeket a szinteket „másodlagos fonémáknak” tekinti, vagyis úgy véli, hogy a fonémákhoz hasonló distinktív szerepük van. Trager és Bloch (1941, idézi Fox, 2000) ezt az irányzatot követve immár négy hangsúlyszintet különít el, ugyancsak a hangosság alapján: hangos, csökkentett hangos, közepes, halk (érdemes észrevenni, hogy ezek a szerzők nem veszik figyelembe a hangsúly komplex akusztikai jellemzőit, azaz hogy a hangosságon kívül az f_0 és a hossz is változhat). Trager és Bloch nevéhez egy jelölési rendszer is kapcsolódik: különböző ékezetek segítségével jelölik az egyes hangsúlyszinteket, a lehangosabbtól kezdve az \acute{a} , \hat{a} , \grave{a} , a ékezetekkel, pl. „élavátor-óperátor”. Egy későbbi írásában Trager és Smith (1951, idézi Fox, 2000) szintén négy szintet említ, de már mint elsődleges, másodlagos, harmadlagos és gyenge hangsúlyként hivatkoznak az egyes szintekre. Hasonló rendszert állít fel Newman (1946, idézi Fox, 2000) is, de nála a hangsúlynak már hat szintje lehetséges.

A hangsúly paradigmatis leírására törekvő szerzők tehát egészen sokféle számú, minőségű és adott esetben jelölési rendszerű hangsúlyszintet állítanak fel. Ezek a különböző hangsúlyrendszerek azonban nem igazán feleltethetők

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

meg egymásnak. Ez nem csak azért van így, mert eltérő számú szinteket tételeznek fel, hanem azért is, mert egyes esetekben más-más megoldást javasolnak egy szó vagy szókapcsolat helyes hangsúlyozását illetően. Például az „analogical” szóban Newman rendszere szerint közepes hangsúly esne az első szótagra és erős hangsúly a másodikra, Trager elképzelése szerint harmadlagos és másodlagos, Jones viszont másodlagos és elsődleges hangsúlyokat jelölne. Fox (2000) szerint több oka is lehet a hangsúly rendszerek ezen inkonzisztenciájának. Lehetséges, hogy a szerzők eltérő megfigyeléseket tettek, vagy pedig eltérő dialektusokat írtak le. Ugyanakkor az is lehetséges, és ez a valószínűbb, hogy az eltérő leírások oka a szerzők által képviselt (többnyire implicit) elméleti háttér, és a szerzők azért beszélnek eltérő számú hangsúly szintekről, mert a megfigyelések értelmezésekor eltérő elméleti megközelítést alkalmaznak. Az elméletek közötti egyik ilyen lényeges eltérés a vizsgált tartomány nagyságában van, vagyis hogy a hangsúly rendszer kialakításában a szó, szókapcsolat vagy összetett szó szintjeit veszik-e figyelembe. Jones számára például a szó szint a vizsgálendő tartomány, a strukturalista iskola viszont a szókapcsolatok szintjét is figyelembe veszi, mivel valójában a másodlagos és harmadlagos hangsúly csak ezen a szinten értelmezhető.

A másik lényeges teoretikus eltérés a hangsúly és az intonáció viszonyának értelmezésében rejlik. A pedagógiai iskola a hangsúly és intonáció összekapcsolására törekszik, míg a strukturalista iskola ezeket egymástól különálló, de interakcióba lépő rendszereknek tartja. Arnold (1957, idézi Fox, 2000) elemzése szerint a Jones-féle elsődleges és másodlagos hangsúly megkülönböztetés valójában a hangsúly és intonáció összemosásából ered, ugyanis a kettő közötti valódi különbség az, hogy az elsődleges hangsúly esetében van valamilyen az intonációs struktúrából származó hangmagasság változás is. Azaz valójában az egyes hangsúlyszintek elkülönítésében Jones nem csak a hangsúlyt, hanem az ettől elvileg független intonációt is figyelembe veszi. A hangsúly és intonáció különválasztása ugyanakkor megszünteti a szóhangsúly és mondathangsúly két külön jelenséggént való kezelését, mivel azt mondhatjuk, hogy a mondathangsúly esetében a szóhangsúlyhoz képest nagyobb hangsúlyt valójában az intonáció okozza. Eszerint a hangsúly és intonáció különválasztása egy sor in-

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

konzisztenciára megoldást nyújthat. Erre az elképzelésre a későbbiekben még visszatérünk.

Mindez azonban nem oldja meg a paradigmaticus megközelítések azon alapvető problémáját, hogy nagyon nehéz a hangsúly esetében olyan kölcsönösen kizáró jellemzőket találni, mint a beszédhangoknál a fonémákhoz kapcsolódó jellemzők. Ennek oka nagyrészt a hangsúly komplex akusztikai megvalósulásában keresendő, ezt pedig nehéz egyetlen jellemző megváltozásának tulajdonítani (mint pl. a zöngéesség két szintje). Ez viszont önmagában is megkérdőjelezi a paradigmaticus megközelítés alkalmazásának létjogosultságát a hangsúly elemzésében.

1.3.1.2. A hangsúly funkcionális elemzése - a prágai iskola

A prágai iskola célja a fentiekől eltérően nem a hangsúlyhoz kapcsolódó fonetikai jellemzők feltárása, valamint ezek valamilyen struktúrába foglalása, hanem a hangsúly funkciójának elemzése. Az eddigi áttekintés alapján azt feltételezhetjük, hogy a konkrét megvalósulástól független funkcionális elemzés nagyobb eséllyel indul a hangsúly elemzésében. A prágai iskola elméletalkotóinak alapvető kiindulási pontja az, hogy nyilvánvaló, hogy a beszéd bizonyos részei kiemelődnek, de irreleváns az, hogy ez hogyan történik (Jakobson, 1931, idézi Fox, 2000, Trubeckoj, 1935, idézi Fox, 2000). Trubeckoj (1939, idézi Fox, 2000) három általános fonológiai funkciót különít el: distinktív, kulminatív és delimitatív, vagyis jelentésmegkülönböztető, kiemelő és elhatároló. Ezen funkciók közül a hangsúly kapcsán csak a kulminatív és delimitatív jöhet szóba, mivel a distinktív paradigmaticus kontrasztokon alapul, és ennek létjogosultságát az előzőekben már elvetettük. Ezek szerint tehát a hangsúly kiemelő vagy elhatároló funkcióval rendelkezhet, és Trubeckoj szerint az, hogy pontosan melyik funkciót valósítja meg, attól függ, hogy milyen nyelvről van szó. A kulminatív funkció minden nyelvre jellemző, mivel a kiemelés maga a hangsúly lényege. Trubeckoj szerint a kiemelő funkció arra szolgál, hogy meghatározza egy adott kijelentésen belül a nyelvi egységek számát. A delimitatív, vagy elhatároló funkció azonban csak azokban a nyelvekben jelenik meg, amelyekben a hangsúly kötött, vagyis minden esetben ugyanazon a szótagon jelenik meg.

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

Csak ebben az esetben képes a hangsúly a nyelvi egységek közötti határokat jelezni, mivel ekkor egyértelmű megfelelés van a hangsúly és a szakaszhatár között (még akkor is, ha a hangsúly nem az első szótagra esik, mint a magyarban, hanem például az utolsó előttire, mint a lengyelben). A kötetlen hangsúlyú nyelvekben, mint például az angolban, a németben vagy a hollandban, a hangsúly delimitatív funkciója nem valósul meg. A hangsúly elhatároló funkciója ugyanakkor rendkívül lényeges, és később még részletesen lesz szó róla.

A hangsúly fonetikai varianciájának problémáját a funkcionális elemzés egyszerűen úgy oldja meg, hogy nem foglalkozik vele, pontosabban azt állítja, hogy a hangsúly által betöltött funkciók szempontjából nem fontos az, hogy milyen akusztikai-fonetikai jellemzők segítségével hozzuk azt létre. A lényeg az, hogy a használt jegyek képesek legyenek a kulminatív illetve delimitatív funkciók valamilyen módon történő jelölésére.

A funkcionális megközelítés erőssége abban rejlik, hogy az egyes nyelvekben eltérő fonetikai jellemzőkkel leírható jelenségeket annak alapján képes csoportosítani, hogy milyen szerepet töltenek be. A megközelítés problémája mindezekelőtt az, hogy egyébként hasonló jelenségeket eltérően csoportosíthat amiatt, mert ragaszkodik a nyelvek tipologizálásához (kötött vs. kötetlen hangsúly).

1.3.2. A generatív fonológia

1.3.2.1. Az SPE

Az 1960-es években a fonológiának egy olyan radikálisan új irányzata jelenik meg, amely Noam Chomsky és Morris Halle nevéhez fűződik. Bár egyes szerzők szerint felfedezhető bizonyos folytonosság a generatív fonológia és az amerikai strukturalista irányzat, illetve a prágai iskola között (Goldsmith és Laks, 2009), a különbségek sokkal nyilvánvalóbbak. A generatív fonológia hívei szerint ez az első olyan nyelvészeti irányzat, amely valóban tudományos leírását adja a nyelvi folyamatoknak, és lényegében ma is meghatározza a gondolkodásunkat a nyelv fonológiai leírásával kapcsolatban. A generatív fonológia alapvető műve, a *The Sound Pattern of English (SPE)* (Chomsky és Halle, 1968) széleskörű leírását adja az angol nyelv fonológiájának, és a mai napig mind a fonológiai

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

struktúra, mind az angol nyelv leírásában mérföldkönek számít. Itt nem vállalkozhatok az SPE alapvetéseinek rendkívül felszínes bemutatásánál többre, de mivel szinte az összes későbbi hangsúllyal foglalkozó fonológiai elképzelés az SPE-hez képest (legtöbbször annak állításaival vitázva) határozza meg magát, lényegesnek tartom bemutatni egy rövid leírás erejéig.

Az SPE alapvető feltételezése, hogy az akusztikai jelként megjelenő beszéd különböző reprezentációk sorozatos transzformációja során jön létre. Három alapvető reprezentációt tételvezhetünk fel: a szintaktikai szerkezetet, a fonológiai szerkezetet, és a logikai formát (lényegében a jelentést). A szintaktikai szerkezet kiinduló reprezentációs formája az úgynevezett mélystruktúra, amelyből több különböző transzformációs szabály alkalmazásával létrejön a mondat felszíni struktúrája. Ez a felszíni struktúra interfészt képez mind a fonológiai, mind a jelentés reprezentációval. A felszíni struktúra leképeződése a fonológiai struktúrára szintén transzformációk sorozatára épül, a transzformációk végeredménye pedig maga a megszólaló beszédhang.

Az SPE a fonológiai szerkezettel kapcsolatban azt állítja, hogy a beszéd-folyam lényegében diszkrét szegmensek sorozata, a szegmensek pedig leírhatók megkülönböztető jegyek illetve jellemzők szekvenciájaként. Az SPE szerint nem csak a beszédhangok, hanem minden fonológiai jellemző kezelhető szegmentális jegyként, vagyis minden fonológiai jellemző leírható egy úgynevezett *jegymátrixszal*. Így például a hangsúly a $[\pm \text{stress}]$ jeggyel jellemezhető, vagyis a hangsúlyos szótagok, hangok a $[+\text{stress}]$, a hangsúlytalanok pedig a $[-\text{stress}]$ jeggyel írhatók le, csakúgy mint ahogyan a zöngés és zöngétlen hangok a $[\pm \text{voiced}]$ jeggyel jellemezhetőek. Ezentúl, az SPE szerint a fonológiai jellemzőket minden esetben a szintaktikai struktúra határozza meg.

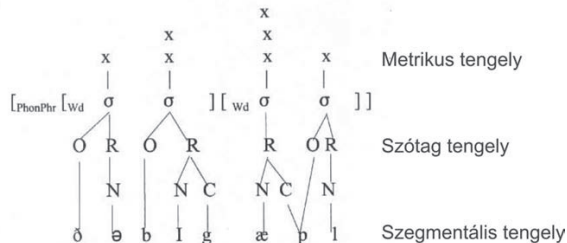
1.3.2.2. Az SPE kritikái

Az SPE állításaival kapcsolatban az egyik legalapvetőbb kritika az, hogy túlságosan „szintaktocentrikus” (Jackendoff, 2002), mivel mind a fonológiai mind a szemantikai szerveződést a szintaxisból vezeti le, és ezáltal azokat alárendeltnek tekinti a szintaxishoz képest. Ebből az is következik (bár Jackendoff szerint Chomsky ezt expliciten nem állította), hogy a nyelvi rendszerben

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

az egyetlen generatív komponens a szintaxis, vagyis csak itt található olyan szabályrendszerek, amelyek lehetővé teszik véges számú elemek végtelen számú kombinációját. Jackendoff (2002) ezzel szemben amellett érvel, hogy a fonológiai struktúra meghatározásában a szintaxistól független tényezők is részt vesznek, illetve hogy léteznek olyan fonológiai szabályok, amelyek lehetővé teszik a kombinatorikusságot: „A nyelv több független kombinatorikus rendszert foglal magában, ezeket interface rendszerek együttese kapcsolja össze” (Jackendoff, 2002, 111.o.).

A fonológiának, mint független struktúrának a feltételezését Jackendoff az autoszegmentális fonológiához (Goldsmith, 1979) illetve a metrikus fonológiához (Lieberman és Prince, 1977) vezeti vissza. Az autoszegmentális fonológia a fonológiai szerkezetet több, egymástól többé-kevésbé független szerveződési szintre, úgynevezett *autoszegmentális tengelyre* (tiers) osztja, ahogyan azt az 1.2 ábra illusztrálja.



1.2. ábra. Az autoszegmentális tengelyek illusztrációja. Jackendoff (2002) alapján. A szegmentális tengely szintjén a „The big apple” frázist alkotó fonémák találhatóak. A szótag tengely szintjén találhatóak a szótagok, illetve ezek szerkezeti alkotóelemei: az onset (O), rhyme (R), nucleus (N) és coda (N). Látható, hogy a szótag szerkezet maga is hierarchikus: az onset és rhyme a felső szint, a rhyme pedig tovább bontható a nucleus-ra és coda-ra. A metrikus tengely a szavak hangsúlymintázatát jeleníti meg, a később bemutatandó metrikus rács formában. σ : szótag, PhonPhr: fonológiai frázis, Wd: szó

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

Vagyis a fonológiai reprezentáción belül legalább három különböző reprezentáció képzelhető még el: a *szegmentális tengely*, amely a beszédhangokat reprezentálja, a *szótag tengely*, amely a beszédhangok szótagokká történő szerveződését mutatja, és a *metrikus tengely*, amely a szótagok ritmikai szerkezetét jeleníti meg. Ezen kívül természetesen egyéb szerveződési szintek is létezhetnek, de ez a három a leglényegesebb. Ezzel szemben a Chomsky-féle standard elméletben csak a szegmentális struktúra létezett, azaz a szótag szerkezet és a metrikus rács egy teljesen új dolog a standard elmélet állításaihoz képest.

Selkirk (1984) a standard elmélettel kapcsolatos kritikájában elsősorban a prozódiai szerkezetre koncentrált. A prozódiai szerkezet szempontjából két újítást tart különösen fontosnak. Az egyik annak elvetése, hogy a fonológia struktúra kizárólag szegmensekből (beszédhangokból), és az ezekhez kapcsolódó szintaktikai szerkezetből áll. Ehelyett a szegmensek szintje felett fontos szerep jut a szótagnak, mint saját szerkezettel rendelkező reprezentációs egységnek. A másik újítás a fonológiai szerkezet önálló, hierarchikus szerveződésként való felfogása volt, szemben azzal, hogy a fonológiai reprezentáció csak a szintaktikai szerkezet „hozzáigazítása” (readjustment). Selkirk (1984) szerint két alapvető szerveződés képezi részét a fonológiai reprezentációnak: a prozódiai alkotóelemek stuktúrája, és egy különálló ritmikai struktúra. Vagyis egy adott mondat leírásához két különálló reprezentáció szükséges: az egyik reprezentáció azt írja le, hogy a mondat milyen prozódiai alkotóelemeket tartalmaz (pl. beszédhang, szótag, szó, intonációs frázis, stb.), és ezek hogyan viszonyulnak egymáshoz, a másik reprezentáció pedig azt, hogy milyen a mondat ritmikai szerkezete.

A standard elmélet hangsúllyal kapcsolatos nézőpontjának egy fontos kritikája Selkirk (1984) szerint, hogy a hangsúly egy nagyon alapvető jellemzőjéről nem tud mit mondani. Nevezetesen arról, hogy a hangsúly szabályos mintázattal rendelkezik, vagyis a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok bizonyos módon váltogatják egymást. Ez semmilyen más szegmentális fonológiai jellemzőről nem mondható el (pl. a zöngéesség ismétlődésében nincsen regularitás). A standard elmélet ugyanakkor a hangsúlyt is szegmentális jellemzőnek, és ezzel például a zöngéességhez hasonlónak tételezi fel, márpedig ez azt jelenti, hogy nem értelmezi a hangsúly ismétlődő mintázat jellegét. A hangsúly mintázatként

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

való értelmezése ugyanakkor egyértelművé válik akkor, ha feltételezzük, hogy a mondatok rendelkeznek egy független ritmikai szerkezettel, és ez a ritmikai szerkezet lesz az, ami biztosítja a hangsúly reguláris, ismétlődő mintázatát.

A különálló ritmikai szerkezet feltételezése egy nagyon lényeges újítás a fonológiai leírásban, mert a nyelvi szerkezetbe egy általános, nem nyelvi folyamatot hoz be, hiszen a ritmus nem csak a nyelvben, de például a zenében, és mozgásban is szerepet játszik. Ezt az elképzelést az úgynevezett *metrikus fonológiai elmélet* fejtette ki részletesen.

1.3.3. A metrikus fonológia

1.3.3.1. A beszéd ritmusa

A metrikus fonológia elmélete tehát abból indul ki, hogy a nyelv, hasonlóan több más emberi tevékenységhez, egy összetett ritmikai struktúrával rendelkezik. A ritmus bizonyos események (például hangok, vagy mozdulatok) szabályos időbeli szerveződésére vonatkozik. Legnyilvánvalóbban a beszédben és a zenében jelenik meg, de egyéb tevékenységekben is megjelenik, mint például a légzésben, a szívdobogásban, a járásban, vagy a csecsemő szopásában.

A beszéd és zene ugyanakkor eltér az egyéb periodikusan ismétlődő tevékenységektől abban, hogy mindkettő esetében a ritmikai elemek hierarchikusan szerveződnek, vagyis több szintű szerveződés valósul meg. Ez azt jelenti, hogy a ritmikai elemek nem csak egyszerűen váltogatják egymást hanem bizonyos csoportosulások alakulnak ki belőlük. A csoportosulások az egyes hangok hangsúlyviszonyainak váltakozásából erednek. A zenében ez úgy nyilvánul meg, hogy egy dallamon belül nem minden hang szól ugyanolyan hangerővel, és ezek a hangerőváltozások szabályosak. Vagyis a hangosabb és halkabb, azaz hangsúlyos és hangsúlytalan hangok szabályos váltakozása lesz a ritmikai szerveződés alapja. Ezek komplex, többszintű és hierarchikus rendszerbe szerveződnek, amit *metrikus szerveződésnek* nevezünk.

A ritmus leírásának egyik módja az úgynevezett *metrikus ráccsal* történő reprezentáció. A metrikus rács a ritmus két dimenzióját ragadja meg: egyrészt az olvasható le róla, hogy a ritmikai szerkezet hány szerveződési szintet tartalmaz, másrészt pedig az, hogy az egyes szinteken hogyan szerveződnek az

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

zók miatt változó. A nyelvészeti szakirodalomban egyelőre nincs egyetértés a magyar nyelv besorolásával kapcsolatban.

A nyelvi ritmust létrehozó ritmikai egység tehát lehet a hangsúly, a szótag vagy a mora. Mindhárom esetében azt feltételezzük, hogy a ritmust ezek szabályos váltakozása okozza, illetve hogy az egyes ismétlődő elemek között azonos idő telik el, vagyis izokrónia valósul meg. Eszerint a szótag-időzítésű nyelvekben a szótagok állandó hosszúságúak, a hangsúly-időzítésű nyelvekben a hangsúlyos szótagok közötti időintervallum azonos hosszúságú, a mora-időzítésű nyelvekben pedig a morák közötti idő az, ami azonos hosszúságú. Ez vezet ahhoz, hogy a különböző ritmikájú nyelvek egészen eltérő módon hangzanak. A szótag-időzítésű nyelveket géppuska-ropogáshoz hasonlítják az elemek azonos hosszúság miatt, a hangsúly-időzítésűeket viszont Morze-kódhoz, mivel a hangsúlyos elemek közötti azonos idő megtartása azzal jár, hogy a szótagok különböző hosszúságúak lesznek. Magának az izokroniának az empirikus bizonyítása ugyanakkor nem járt sikerrel. A legtöbb akusztikai mérés nem tudta kimutatni, hogy a hangsúly-időzítésű nyelvekben az egymást követő hangsúlyos szótagok között valóban azonos idői távolság lenne (pl. Lehiste, 1977), illetve hogy a szótag-időzítésű nyelvekben a szótagok azonos hosszúságúak lennének (pl. Pointon, 1980). Fox (2000) ugyanakkor emellett érvel, hogy a bizonyítékok hiánya ellenére is fenntartható az izokrónia feltételezése, ha elfogadjuk azt, hogy a ritmus nem a pontos idői különbségeken alapul, hanem a ritmikai elemek megközelítően szabályos ismétlődésén. Az a tény, hogy az objektív mérések nem találnak izokroniát, nem azt jelenti, hogy az nem létezik, hanem azt, hogy nem feltétlenül jelenik meg az akusztikai információban. Ez viszont annak köszönhető, hogy a produkció során több „zavaró” tényező is van, mint például a kiejtett beszédhangok valódi hossza, vagy a szótagok száma, illetve a szótagot alkotó beszédhangok jellemzői. Ezek mind befolyásolják, hogy végül pontosan milyen idői távolságot találunk a ritmikai elemek között. Egy másik fontos probléma, hogy nem teljesen egyértelmű, hogy a mérések során milyen információt veszünk alapul: a szótagok fizikai kezdetét (onset), vagy pedig az észlelt kezdetet. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a kettő nem esik egybe: mivel a szótagok bizonyos felfutási idővel (rise time) indulnak, és nem azonnal a maximális amplitúdóval, ezért több tíz milliszekundumnyi eltérés lehet a fizikai

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

kezdet, és az észlelt kezdet között. Ráadásul ez az eltérés hangonként változó, sőt feltételezhetően a beszédhangok lényeges tulajdonsága, hogy milyen felfutási idővel rendelkeznek.

Látható tehát, hogy bár a ritmikai elemek közötti izokroniát nem feltétlenül tudjuk akusztikai mérések segítségével alátámasztani, mégis feltételezhető, hogy ez legalábbis a produkciós szándék szintjén létezik. Ez a probléma lényegében ugyanaz, mint az akusztikai-fonetikai variancia probléma a beszédhangok esetében, illetve a hangsúly akusztikai megnyilvánulásának varianciája, ahogy arról már szó volt a hangsúly fonetikai hátterének bemutatásánál.

1.3.3.2. A metrikus rács

Az egyik fő érv a nyelvi ritmus, illetve a hangsúly rács típusú reprezentációjának használata mellett az, hogy a rács lehetővé teszi néhány jelenség egyszerű leírását. Az egyik ilyen jelenség az úgynevezett *hangsúlyütközés* (stress-clash), amely például az angol „thirteen men” szókapcsolatban fordul elő. A „thirteen” esetében ugyanis a második szótagon van a hangsúly, a „men” pedig maga is hangsúlyos, ami azzal jár, hogy a két szó egymás mellé kerülésekor két hangsúlyos szótag lenne egymás mellett. Ezt elkerülendő az történik, hogy a „thirteen” második szótagja hangsúlytalanná válik, és az első kapja meg a hangsúlyt. Ezt a hangsúly ütközést, illetve a hangsúly áthelyeződését nagyon jól szemlélteti az 1.2 táblázat rács ábrázolása.

			x			x	3.szint
		x	x		x		2.szint
x	x	x		x	x	x	1.szint
thir	teen	men	–	thir	teen	men	

1.2. táblázat. A hangsúlyütközés illusztrációja a metrikus rács segítségével.

A hangsúlyütközés a rács reprezentációban úgy fogalmazható meg, hogy a rácsban nem engedhető meg, hogy két jelölés között ne legyen egy alacsonyabb szintű jelölés (kivéve ha az első szinten vagyunk).

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

A metrikus rács alapvetően a hangsúly relációs természetét emeli ki, és ezáltal szemben áll az SPE azon elképzelésével, hogy a hangsúly a különböző hangsúlyszintek „numerikus” és szegmentális leírásával reprezentálható. A szegmentális leírás azt feltételezi, hogy az egyes hangsúlyszintek mindig hasonló akusztikai-fonetikai paraméterekkel rendelkeznek, és létezik egy olyan paraméter, amely korrelációban áll a hangsúly szintjével, és aminek növelése a hangsúlyosság növekedésével jár együtt. A relációs elképzelés ezzel szemben úgy véli, hogy a hangsúly csak a hangsúlyos és hangsúlytalan (erős és gyenge) szótagok egymáshoz való viszonyában jelenhet meg. Vagyis nem egy állandó, standard fizikai jellemző jelenléte vezet a hangsúly észleléséhez, hanem az, hogy a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok eltérnek egymástól. Az akusztikai-fonetikai mérési eredmények fényében a relációs elméletet kell támogatnunk, mivel láthattuk, hogy nagyon nehéz olyan akusztikai-fonetikai paramétereket találni, amelyek megbízhatóan jeleznék a hangsúlyosságot. Amennyiben viszont a hangsúlyt egy relációban értelmezzük, nincs szükség egy konkrét paraméterre, csupán arra, hogy valamilyen módon különbség legyen a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok között. A relációs elmélet legfőbb előnye, hogy racionalizálni képes a hangsúlyozás bizonyos szabályszerűségeit, amelyekkel kapcsolatban a szegmentális elmélet csak önkényes leírásokat tudott adni (pl. a hangsúlyütközés).

Mindenesetre abban az esetben, ha elfogadjuk a hangsúlynak és a nyelvi ritmusnak a metrikus fonológia szerinti értelmezését, akkor valójában azt is el kell fogadnunk, hogy ezeket a többi nyelvi szerveződéstől független elvek és szabályok határozzák meg. A metrikus fonológia alapvető állítása ugyanis, miként láthattuk az, hogy a metrikus rács nem a szintaktikai struktúrából származik, és nem a szótagszerkezet határozza meg, hanem ezektől különálló szabályok határozzák meg, amely szabályok azt írják le, hogy mely metrikus konfigurációk lehetségesek. Selkirk (1984) alapján az alábbiakban foglalhatjuk össze, hogy végeredményben mit is jelent a különálló ritmikai szerkezet feltételezése:

- a beszédben léteznek észrevehető lüktetések
- bizonyos lüktetések hangsúlyosként emelkednek ki, és ezek ismétlődő mintázatokat alkotnak

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

- a hangsúlyos elemek hierarchiába szerveződnek.

Láthattuk, hogy a metrikus rács megfelelő eszköz ezen hierarchikus mintázatok ábrázolására. Lényeges ugyanakkor kiemelni, hogy a rács önmagában nem határozza meg a mintázatot, vagyis ezt külső, de lehetőleg a rács fogalmaiban értelmezhető módon kell definiálni. A fonológiai leírás feladata annak meghatározása, hogy milyen elvek határozzák meg a ritmikai szerkezetet, és hogy közülük melyek univerzálisak és melyek nyelvspecifikusak.

Az univerzális illetve nyelvspecifikus fonológiai szabályok működését jól illusztrálja Jackendoff (2002) példája. A „Monongahela” (amerikai város Washington államban) szó az 1.3 táblázatban látható módon reprezentálható a metrikus rácsban:

				x	
		x		x	
x	x	x	x	x	
Mo	nong	a	he	la	

1.3. táblázat. A metrikus rács reprezentáció létrehozása.

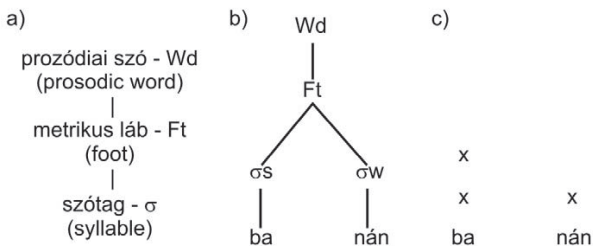
A metrikus rács első szintjének kialakulása egyértelmű: minden egyes szótag kap egy jelölést. A második szinten már csak a hangsúlyos szótagok kapnak jelölést. Azt, hogy melyik szótag lesz hangsúlyos, nyelvspecifikus elvek határozzák meg. A második szint elemei között azonban hangsúlyütközés jön létre, mivel ugyanazon a szinten egymás mellett két jelölés is található. Emiatt vagy a második, vagy a negyedik szótagnak kell még egy plusz hangsúlyt kapnia. A hangsúlyütközés szabálya univerzális, de az, hogy hogyan legyen feloldva, már nyelvspecifikus. Így az angolban a negyedik szótag (vagyis a jobb oldali elem) fogja megkapni a plusz hangsúlyt, de például a magyarban a bal oldali elem kapná (persze a magyarban a második szinten lévő hangsúlyos elemek is eltérőek lennének; maga Jackendoff hozza egyébként a magyar példát ennél az elemzésnél). Így jön létre a metrikus rács harmadik szintje, ahol már csak egyetlen jelölés található a negyedik szótagnál, és ez lesz az a szótag, amely a szó főhangsúlyát fogja viselni.

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

1.3.3.3. A parametrikus metrikai elmélet

A parametrikus metrikai elmélet (Hayes, 1995) a metrikus fonológiai elképzelések egyik újabb változata. Hayes feltételezi, hogy a hangsúly kulminatív, azaz minden szó vagy frázis rendelkezik egy kiemelkedő szótaggal. Illetve úgy véli, hogy a hangsúly ritmikailag elosztott, vagyis a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok bizonyos szabályos szerveződés szerint váltakoznak, és ez a szerveződés ráadásul hierarchikus jellegű.

Hayes azon szerzők közé tartozik, akik szerint a hangsúly nem egy fonológiai jegy, hanem egy hierarchikusan szerveződő ritmikai struktúra. A struktúra szerveződése kapcsán természetesen alapvető kérdés, hogy melyek a szerveződési egységek. Hayes több szerzővel egyetértve (pl. Liberman és Prince, 1977, Selkirk, 1984) három szerveződési szintet, vagyis metrikus összetevőt javasol: szótag, metrikus láb és szó szint (ld. 1.3 ábra).



1.3. ábra. A metrikus összetevők és azok szerveződése. Az ábra a) része mutatja a metrikus összetevők hierarchiáját, a b) ezek szerveződését fa struktúrában, a c) pedig a metrikus rácsban reprezentálva. Az *s* és *w* az erős (strong) és gyenge (weak) szótagokra vonatkozik.

Hayes a hangsúly univerzális meghatározását egy parametrikus elméletben képzei el. Úgy véli, hogy a hangsúllyal kapcsolatos szabályrendszer alapja az, hogy a különböző nyelvek esetében az alapvető jellemzők egy limitált opció listából kerülnek kiválasztásra (ld. 1.4 táblázat).

1.3 A hangsúly fonológiai háttére

a)	A láb típus kiválasztása	
i.	Méret	Maximálisan egyszeres / kétszeres / háromszoros / korlátlan hosszúságú
ii.	Mennyiség érzékenység	Az erős szótagok (előfordulhatnak / nem fordulhatnak elő) a láb gyenge pozíciójában
iii.	Címkézés	A lábak (kezdeti / végső) prominenciával rendelkeznek
iv.	Kötelező elágazás	A láb feje (szükségszerűen / nem szükségszerűen) erős szótag
b)	Feldolgozás iránya	Balról jobbra / jobbról balra
c)	Iterativitás	A láb létrehozása (iteratív / egyszeri)
d)	Helyzet	(Új metrikai szint létrehozása / létező metrikai szinten való alkalmazás)

1.4. táblázat. Hayes parametrikus metrikai elmélete a hangsúly kijelöléséről, Hayes (1995), 54.o. alapján.

Hayes a magyar hangsúlyon keresztül illusztrálja a paraméterek működését (Hayes, 1995, 54.o.). Eszerint a magyarban a következő értéket veszik fel a paraméterek. A láb típusa kétszeres, az erős szótagok lehetnek gyenge pozícióban, a láb kezdeti prominenciával rendelkeznek, és a láb feje nem kell, hogy erős szótag legyen. A feldolgozás iránya balról jobbra halad, a láb létrehozása iteratív, és a hangsúly létrehozása új metrikai szint létrehozásával történik meg.

Hayes szerint tehát a metrikus szerkezet alapját a metrikus lábak alkotják, és emiatt fontos kérdés, hogy milyen típusú lábak léteznek. Hayes 3 típusú lábat különböztet meg: *szillabikus trocheus* (syllabic trochee), *jambus* (iamb) és *moraikus trocheus* (moraic trochee).

A szillabikus trocheusok esetében a lábak egyszerűen a szótagokon alapulnak, és a kezdő, vagyis bal oldali láb lesz a kiemelkedő. A szó szintű hangsúly-mintázat kialakulását két szabály írja le:

1. Láb konstrukció: Bontsd a szavakat szillabikus trocheusokra, balról kezd-

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

ve.

2. Szó konstrukció: Alkalmazd a Bal Végződési Szabályt.

a) Hozz létre egy új metrikus alkotóelemet a már létező láb struktúra felett.

b) Tégy rács jelet a az alkotóelem fejének jelölésére a bal oldalon.

A Bal Végződési Szabály a Végződési Szabály (End Rule) egyik esete. A Végződési Szabály az a szabály, amely kijelöli, hogy a létrehozott láb szerkezetben melyik láb lesz a hangsúlyos, azaz hogy a szó kezdeti vagy végső prominenciát kap-e (End Rule Left / Right), és ahogyan az látható, a prominencia kijelölése legjobban a metrikus rácsok fogalmaiban képzelhető el. Hayes (1995) szerint a szillabikus trocheusokat használó nyelvek közé tartozik többek között a magyar, a finn és az észt nyelv.

A másik két láb típus, a jambus és a moraiikus trocheus esete kissé bonyolultabb a szillabikus trocheusénál, mivel e kettőnél a láb létrejötte komplexebb szabályokon alapul. Ugyanakkor mindhárom láb típusra igaz, hogy a szó szintű hangsúlymintázat létrehozása lényegében csak azon alapul, hogy a már létrejött lábak közül melyikre kerül a prominencia. Így a jambus esetében a Jobb Végződési Szabály fog működni, a moraiikus trocheus esetében pedig a Bal Végződési Szabály.

Hayes (1995) egyik érdekes elképzelése az, hogy a láb tipológia egy tisztán ritmikai szerkezet nyelvi megnyilvánulása. Úgy véli, hogy a lábak lényegében egy ritmikai jellegű csoportosítás eredményeképpen jönnek létre. Empirikus eredményekre hivatkozva (Bolton, 1894, Woodrow, 1909, idézi Hayes, 1995) azt állítja, hogy a különböző akusztikai jellemzőkkel rendelkező nem beszéd jellegű hangokat a hallgatók eltérően csoportosítják annak függvényében, hogy a hangok intenzitásukban, vagy időtartamukban térnek-e el egymástól. Az intenzitásukban eltérő hangok esetében a csoportosítás a kezdeti prominencia alapján történik, időtartamukban eltérő hangok esetében viszont a csoportosítás végső prominencia alapú. Ezt a szabályszerűséget Hayes *Jambikus / Trochaikus Szabálynak* (Iambic / Trochaic Law) nevezi. Hayes úgy véli, hogy ez a ritmikai alapú csoportosítás képezi az alapját a metrikus láb tipológiának is, oly módon

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

hogy a kezdeti és végső prominenciát az határozná meg, hogy az adott nyelvben a szótagok mely jellemzője állandó: az időtartam vagy az intenzitás. Ez utóbbi elképzelés a metrikus láb tipológiának a ritmikai szerveződéshez való kapcsolásáról kissé alul specifikált Hayes elméletében, de mindenképpen egy érdekes próbálkozásnak tűnik a nyelvi és nem nyelvi ritmus összekapcsolására.

1.3.4. Fox elmélete a hangsúly kijelöléséről

Egy újabb elmélet (Fox, 2000) szerint a hangsúlyszerkezet valójában csak két szinttel rendelkezik: egy ritmikai és egy intonációs szinttel. E két szint hierarchikus viszonyban áll egymással, az intonációs szint a ritmikai szintre épül. A ritmus szintjén a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok szabályos váltakozását találjuk, és az ezen a szinten megvalósuló hangsúlyt szóhangsúlynak nevezzük. Fox a ritmikai struktúrát úgy értelmezi, hogy az valójában csak a hangsúly potenciális helyét jelöli ki. Az, hogy fonetikailag a hangsúly melyik szótagon fog megjelenni, több tényezőtől is függ, például a beszéd sebességétől, vagy az egymás mellé kerülő szavak hangsúlyviszonyaitól. Fox értelmezésében a hangsúly egy „mentális ütés” (mental beat), azaz nem szükséges hogy megjelenjen az akusztikai-fonetikai szinten ahhoz, hogy észleljük. A hangsúly akusztikai variációjának problémája feloldható azzal, hogy a hangsúlyt egy absztrakt hangsúlymintázat pontenciális megvalósulásának tekintjük, amely az artikulációs folyamat során módosulhat, és variánssá válhat. A ritmikai struktúra tehát egy olyan reprezentáció, amely szabályossága folytán lehetővé teszi a ritmikai elemek anticipációját, és így azt hogy a konkrét akusztikai jellemzők hiányában is meg tudjuk állapítani a hangsúlyos szótagok pozícióját.

A hangsúly szerveződésének másik szintje az intonációs struktúra. Az intonáció olyan prozódiai jellemző, amely nem a szavak, hanem a mondatok, illetve frázisok szintjén értelmezhető. Az intonációs struktúra, amelyet elsősorban a hangmagasság változás révén hozunk létre, egy csúcsból vagy magból, és a többi részből áll, és a ritmikai szintre épül. Az egyes frázisok esetében az intonációs csúcs mindig egybeesik valamelyik szó hangsúlyos szótagjával, ezért a frázisokban lesz egy olyan szótag, amely kettős kiemelés (szóhangsúly és intonációs csúcs) kap. Ebből következően a mondat szintjén úgy tűnhet,

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

Azaz minden páratlan szótag hangsúlyos lesz, és a frázis rendelkezik egy intonációs csúccsal, a „legislators” szó első szótagján. Kínálkozik ugyanakkor egy alternatív értelmezés is, mégpedig, hogy a frázist három rövidebb frázisra bontjuk, és mindegyikben lesz egy-egy intonációs csúcs (ld. 1.7 táblázat, a frázis határokat a || jelzi):

x					x					x				
x		x			x		x			x		x		
x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	
twen	ty	se	ven		Mis	sis	sip	pi		le	gi	sla	tors	

1.7. táblázat. A „twenty-seven Mississippi legislators” frázis metrikus rács reprezentációja 3.

Ez az ábrázolás már nagyon hasonlít a Hayes-féle ábrázoláshoz, de amint az jól látható, ezt úgy értük el, hogy megváltoztattuk a frázisok határainak értelmezést. Ez viszont arra is ráirányítja a figyelmet, hogy a hangsúlyszerkezet létrejöttének valamilyen módon kapcsolatban kell állnia a mondat szintaktikai struktúrájával. A hangsúly meghatározása szempontjából a morfológiai és szintaktikai szerkezet természetesen nem irreleváns, de nem ezek azok, amelyek elsődlegesen meghatározzák. A hangsúlyszerkezet tehát egy autonóm rendszer (emellett érvelt Jackendoff, 2002, és Selkirk, 1984 is), és függetlennek tekinthető mind a morfo-szintaktikai struktúrától, mind a lexikai tartalomtól. Fox (2000) szerint az hangsúlyszerkezet és a lexikai, illetve morfo-szintaktikai szerkezet közötti kapcsolat úgy képzelhető el, hogy a morfológiai és szintaktikai szerkezetet egy egyébként autonóm módon kialakult prozódiai struktúrával kell összeegyeztetni. Leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy egy adott nyelv ritmikai jellemzőiből következően létrejön egy alapvető hangsúlyszerkezet, de ezt módosítja, hogy pontosan milyen mondatban, milyen tartalommal, milyen körülmények között mondjuk ki a szöveget.

Fox (2000) tehát amellett érvel, hogy a hangsúly reprezentációjában szükséges elválasztani egymástól a hangsúly és az intonációs szintet. Úgy véli, hogy a hangsúly definíciós problémái főként abból fakadnak, hogy ezt a két szintet az elméletalkotók összemosásák, miközben a nyelvi szerveződés nagyon is eltérő

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

mechanizmusairól van szó. Ez pedig nem csak ahhoz vezet, hogy a fonológiai elméletek esetenként nem azonos metrikai reprezentációját adják ugyanannak a szónak, szókapcsolatnak vagy frázisnak, hanem ahhoz is, hogy a hangsúly fonetikai megnyilvánulását vizsgáló szerzők nem tudnak konszenzusra jutni a hangsúly akusztikai-fonetikai paramétereivel kapcsolatban. Mindez természetesen arra is visszavezethető, hogy nagyon nehéz a hangsúlyt önmagában, az intonációtól függetlenül kezelni, hiszen ezek egyrészt egyszerre vannak jelen (még az izolált szavak esetében is), másrészt ugyanazokat az akusztikai jelzéseket használjuk mindkettő képzésére.

1.3.5. A magyar hangsúly

A továbbiakban Varga (2002) alapján azt mutatom be, hogy a fenti fonológiai elképzelések a hangsúly megvalósulásáról hogyan alkalmazhatók a magyar nyelvre.

Varga (2002) szerint a magyar nyelvben a hangsúlynak 3 fonológiai szintje van: főhangsúly, mellékhangsúly és hangsúlyhiány. Ezeket több fonetikai és fonológiai jellemző különíti el egymástól. A főhangsúly kétféle típusba sorolható prominenciával vagy kiemelkedéssel is rendelkezik: egyrészt melodikus másrészt pedig nem-melodikus prominenciával. A melodikus prominenciát Varga úgy értelmezi, hogy az ezzel bíró szótagok nagyobb hangmagassággal (f₀ értékkel) rendelkeznek, a nem-melodikus prominenciára ugyanakkor egy nagyobb intenzitás jellemző. A mellékhangsúly a főhangsúlytól annyiban tér el, hogy csak a nem-melodikus prominencia található meg itt, azaz a mellékhangsúlyal rendelkező szótagok nagyobb intenzitással, de nem nagyobb hangmagassággal rendelkeznek a hangsúlytalan szótagokhoz képest (ld. 1.8 táblázat).

	extra intenzitás	extra hangmagasság
hangsúlytalan	-	-
mellékhangsúly	+	-
főhangsúly	+	+

1.8. táblázat. A magyar hangsúly fonológiai szintjei és akusztikai jellemzői Varga (2002) alapján.

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

Varga a hangsúlyt részben abszolút és részben relációs terminusokban értelmezi. A melodikus prominencia egy abszolút kiemelkedés, mivel vagy rendelkezik egy szótag az extra hangmagassággal, vagy nem. A nem-melodikus prominencia viszont relatív, mert az extra intenzitás csak valamihez képest (jelen esetben a hangsúlytalan szótaghoz képest) értelmezhető, mivel minden szótag rendelkezik bizonyos mértékű intenzitással. Az intenzitás változása lesz tehát az a fonetikai jellemző, amely a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagokat elkülöníti egymástól. Ugyanakkor az intenzitás alapján nem lehet elkülöníteni a fő- és mellékhangsúlyt, mivel mindkettő rendelkezik az extra intenzitással. Ez utóbbiakat a hangmagasság különíti el egymástól, mivel csak a főhangsúly esetében található meg egy extra hangmagasság.

A magyar hangsúly ezen jellemzése egy jelentős ponton különbözik egyéb szerzők munkáitól, ez pedig a főhangsúlyok közötti különbségtétel módja. É. Kiss (1992) szerint például a magyarban több főhangsúly is lehet egy mondatban, és az ezek közötti különbségtétel elsősorban szintaktikai alapú. Varga ennek ellentmondva ugyanakkor azt állítja, hogy a magyarban lehet ugyan egy adott szintaktikai frázisban több főhangsúly, de ezek között nem tehető különbség sem szintaktikai, sem fonetikai értelemben. Varga szerint a metrikus rács is csak korlátozottan alkalmazható a magyarban a hangsúlyszerkezet leírására, és csak az első három szinten a főhangsúly-mellékhangsúly-hangsúlytalan szótag elkülönítést lehet ezzel ábrázolni (ld. 1.9 táblázat).

	x			x			
	x		x			x	
	x	x	x	x	x	x	x
Meg	jött	An	gé	la	né	ni	

1.9. táblázat. Egy magyar frázis metrikus rács reprezentációja Varga (2002) alapján.

A hangsúly ezen értelmezése összecseng azzal, amit Fox (2000) esetében láthattunk, vagyis hogy a hangsúlyszerkezet kapcsán alapvetően csak két szint létezik: a ritmikai és az intonációs. Az intonációs szintre lenne jellemző az,

1.3 A hangsúly fonológiai háttere

amit Varga melodikus prominenciának nevez, vagyis a mondatok főhangsúlyának létrejötte a hangmagasság változása révén. Fox szerint ez a szint valójában csak a frázisoknál értelmezhető, és egy mondatban csak egy szó kaphatja meg. Varga ezzel szemben a főhangsúlyt a szavak tulajdonságának tekinti, és úgy véli, hogy minden szó önmagában is rendelkezik főhangsúllyal (azaz melodikus prominenciával). A mondat szintjén ugyanakkor nem minden szónál találunk főhangsúlyt, mivel a frázis szerkezet létrehozásakor bizonyos szavak elveszítik a főhangsúlyt egy *hangsúlytalanodási* folyamat következtében. Azaz egy komplex szintaktikai, szemantikai és pragmatikai szabályokon alapuló folyamat következtében jön létre egy adott frázisra jellemző hangsúlymintázat, ahol egyes szavak megtartják, mások pedig elveszítik a főhangsúlyt.

Továbbra is az látható tehát, hogy a hangsúly értelmezése kapcsán újra és újra definíciós problémákba ütközünk. Jelen esetben például az a kérdés, hogy a magyar szavak valóban rendelkeznek-e alapesetben főhangsúllyal (azaz Varga értelmezésében egy extra intenzitással és extra hangmagassággal), vagy pedig a főhangsúly (extra hangmagasság) már az intonációs struktúra része.

Összefoglalva a hangsúllyal kapcsolatos fonológiai elméleteket azt mondhatjuk, hogy azok jelenleg meghatározóan a metrikus rács fogalmaiban gondolkodnak. Azt állítják, hogy a beszéd nyilvánvalóan ritmikus jellege mögött valamiféle hierarchikus struktúra található. Ez a struktúra nyelvspecifikus és absztrakt szabályok alapján épül fel, és nyelvenként eltérő az, hogy milyen komplexitású szerkezet jön létre. A fonológiai elméletek legfontosabb hozzáadéka a hangsúly megértése kapcsán az, hogy a hangsúlyt mint önálló és komplex szabályokon alapuló struktúrát írják le, amely akkor is létezik, ha egyes esetekben az akusztikai-fonetikai jellemzőkből ez nem következik egyértelműen.

1.4. A hangsúly produkciója és reprezentációja

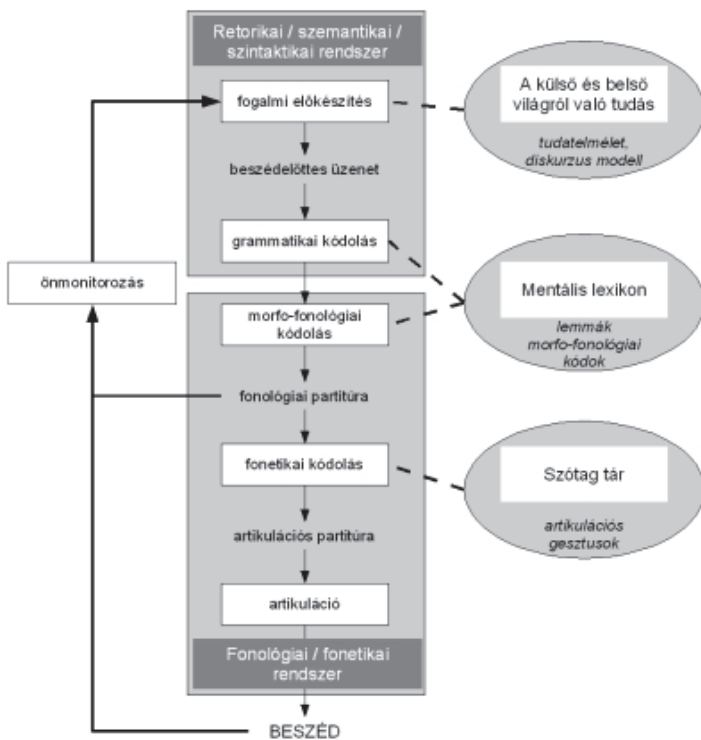
1.4.1. A beszédprodukció általános modellje*

A hangsúly nyelvi funkciókban játszott szerepének megértésében fontos kérdés, hogy a nyelvi produkció folyamatában hol, mely szakaszban történik a hangsúly kijelölése. Vagyis, hol és hogyan valósul meg az, hogy a produkálendő kijelentés megkapja a megfelelő hangsúlymintázatot. Nyilvánvaló, hogy a nyelvi produkció során kell lennie egy olyan szakasznak vagy folyamatnak, amelynek során a kiejtendő szavak illetve mondatok prozódiai szerkezete és hangsúlyszerkezete létrejön.

A beszédprodukció pszicholingvisztikai modelljei közül az egyik leginkább elfogadott Levelt modellje (Levelt, 2003). A modell amellett, hogy átfogó leírását adja a produkciós folyamatnak, a prozódiai jellemzőket is integrálja (ld. 1.4 ábra).

Levelt öt szakaszt különböztet meg a beszédprodukció során. Az első szakasz a *fogalmi előkészítés szakasza*, amelynek során a beszélő létrehozza a hallgatónak szánt üzenetet. Ez egy pre-verbális, vagyis valódi szavakban még nem létező üzenet, amely a beszélő fogalmi bázisán, és a hallgató ismereteire vonatkozó vélekedésén (tudatelmélet) alapul. A következő, *grammatikai kódolási szakaszban* az üzenet fogalmi elemei aktiválják a nekik megfelelő elemeket, az úgynevezett *lemmákat* a mentális lexikonban. A lemmák Levelt modelljében nem csak a szavak jelentését, hanem azok nyelvtani szerepével kapcsolatos információkat is tartalmaznak, ezért szintaktikai szónak is nevezik. A lemma a jelentésen és a szintaktikai szerepen kívül a szó morfológiai és fonológiai szerkezetét is tartalmazza. Így tehát amint az üzenetben szereplő fogalom aktiválja a hozzá kapcsolódó lemmát, az tovább vezet az adott szó fonológiai szerkezetéhez. Mindez már a harmadik, úgynevezett *morfo-fonológiai kódolási szakaszban* történik. Ezt követően a szótagok aktiválják a nekik megfelelő artikulációs gesztusokat. Ez a *fonetikai kódolás szintje*, vagyis a szót alkotó szótagok motoros megvalósulásának egyfajta terve. Maga az artikuláció, vagyis a megfelelő beszédhangok kiejtése az ötödik szinten, az *artikuláció szintjén* történik meg. A

*A fejezet Honbolygó (2008) alapján készült.



1.4. ábra. Levelt modell. A Levelt-féle beszédproduktions modell Levelt (2003) alapján.

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

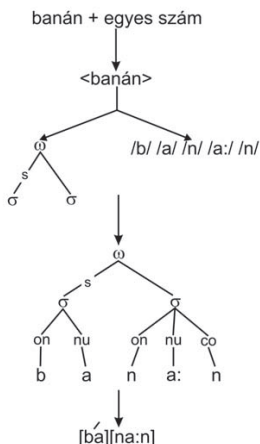
modell feltételez még egy, az egész produkciós folyamattal párhuzamosan haladó folyamatot, az önmonitorozást, amely lehetővé teszi, hogy kontrolláljuk a produkciós folyamatot, és az esetlegese hibázások esetén javítsuk a produkciót. Az önmonitorozás mind a már kiejtett, mind a belső beszéd ellenőrzését lehetővé teszi, és lényegében a produkciós folyamat bármely szintjén képes beavatkozni.

A Levelt-modell szerint a hangsúly és általában a prozódiai szerkezet kijelölése a morfo-fonológiai kódolás szakaszában történik. Ez lényegében három alfolyamatból áll: a morfo-fonológiai kód aktiválódásából, a fonológiai kód összerakásából (spell-out), és a prozodifikációból. Ezen a szinten férünk hozzá a szóformához, vagyis a szavak hangalakjához. A produkálni kívánt szó morfo-fonológiai kódjának aktiválódása magában foglalja a szó fonológiai megvalósítását, vagy „kibetűzését” (spell-out). Ez két típusú reprezentáció aktiválását jelenti, a szegmentális és a szupraszegmentális (metrikai) reprezentációt. Itt történik meg tehát a hangsúlyszerkezet kijelölése.

Ahogy az 1.5 ábrán is látható, a lemma alak aktiválódásával együtt mind a szó morfo-fonológiai kódja (lényegében a szót alkotó fonémák), mind a hangsúly szerkezet aktiválódik. Az elképzelés szerint tehát a szóval kapcsolatos szegmentális és szupraszegmentális szerkezet külön-külön aktiválódik, majd a spell-out folyamat során kerül sor ezek összekapcsolására, hiszen a produkció során ezeket egyidejűleg kell kiejteni. Az ábra középső részén látható, hogy milyen típusú absztrakt reprezentációban képzelhető el a prozódiai-, szótag- és szegmentális szerkezet reprezentációja: rendelkezésre állnak a fonológiai alkotórészek (fonémák), de ezzel együtt és tőlük függetlenül a szótag szerkezet, valamint mindezek felett a metrikus szerkezet, vagyis annak jelölése, hogy a szótagok közül melyik lesz hangsúlyos. A produkció későbbi szintjein azután ennek a komplex fonológiai partitúrának feleltetjük meg az artikulációs gesztusokat, és ezután történik meg a produkció artikulációs szakasza, amikor mindezek a jellemzők kimondásra kerülnek.

Ezen elképzelés szerint tehát a hangsúly produkciója egy tárolt mintázat előhívása révén történik meg. Vannak ugyanakkor azzal kapcsolatos bizonyítékok is, amelyek szerint a tároláson kívül a hangsúlyszerkezet létrehozása szabály alapon is megvalósulhat. Az alábbiakban ezeket tekintem át.

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja



1.5. ábra. A szavak kódolásának szintjei. A Levelt modell kódolási szintjeinek lehetséges megvalósulása Roelofs és Meyer (1998) alapján. A magyarázatot lásd a szövegben. ω : szó, σ : szótag, s: erős szótag, on: onset, nu: nucleus.

1.4.2. Tárolás vagy szabály?

A hangsúly struktúra kijelölése tehát két módon történhet: vagy egy előhívási folyamat révén férünk hozzá a tárolt hangsúly szerkezethez, és ezt alkalmazzuk a produkálandó szóra, vagy pedig valamilyen szabály alkalmazásával online komputáció révén állapítjuk meg az adott szó hangsúly szerkezetét. Cutler és Isard (1980) szerint az angolban elsősorban a tárolt hangsúlymintázat előhívása történik a produkció során. Az elképzelés lényege, hogy a mentális lexikonban nem csak a szavak fonológiai szerkezetét, hanem a hangsúlyszerkezetét is tároljuk, vagyis egyszerre van jelen a szegmentális és szupraszegmentális struktúra reprezentációja. Cutler és Isard (1980) szerint a hangsúlymintázat tárolt jellegére vonatkozóan a legfőbb bizonyítékokat azok a produkciós hibák szolgáltatják, amelyekben a hangsúlymintázat sérül. Az ilyen hibázások

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

tanulmányozása azt mutatja, hogy ezek a hibák szinte mindig egy létező szó hangsúlymintázatának hibás alkalmazását jelentik, valamint hogy a két szó morfológiailag kapcsolódik egymáshoz, illetve, hogy a hibázás csak morfológiailag komplex (képzett) szavaknál jelenik meg. Azaz vagy homonímiák esetében („present” (ige) - „present” (főnév)) vagy azonos szótővel rendelkező szavak esetében („economy” - „economic”) fordulnak elő. Ezt a fajta hibázási mintázatot kizárólag azzal lehet magyarázni, hogy a két szó azonos helyen tárolódik a mentális lexikonban, és mindkettő esetében külön specifikálva van a hangsúlymintázatuk, de a produkció során valamilyen okból a két mintázat összecsérelődik. Ha ugyanis a szabály alapú hangsúly kijelölés lenne felelős ezekért a hibákért, akkor nem világos, hogy miért csak a képzett szavaknál jelentkeznek, és miért egy létező, de nem megfelelő hangsúlymintázat kialakulásából állnak. Ugyanez a helyzet, ha a hibázást nem a morfo-fonológiai kódolási, hanem az artikulációs szinten történőnek, vagyis egyszerű nyelvbotlásnak tételezzük fel – ez sem magyarázza a hibázás szisztematikusságát.

Ugyanakkor Cutler és Isard (1980) szerint a hangsúlymintázat szabály alapú produkciója is létezhet párhuzamosan a mintázat tárolásával, de ezt elsősorban az új, vagy nem létező szavak produkciója esetén alkalmazzuk. Vagyis a szerzők egy párhuzamosan működő, duális hangsúly kijelölő rendszert feltételeznek: az ismerős szavaknál a lexikonban tároljuk a hangsúly mintázatot, az új szavaknál viszont szabályok alkalmazására van szükség. Ezek a szabályok természetesen a már bemutatott metrikus fonológiai szabályok lennének. A két rendszer együttes működése egy kognitív értelemben gazdaságos működés: a gyakran használt szavak esetében gazdaságosabb olyan folyamatok működtetése, amelyek egyszerűen előhívják a szavak tárolt hangsúlymintázatát, és nem bonyolult szabályok révén kalkulálják ki ezt a mintázatot. Ugyanakkor szükség van egy olyan rendszerre is, amely képes az új szavak, nevek, vagy nem létező szavak hangsúlymintázatának kijelölésére. Ráadásul azt is feltételezhetjük, hogy a tárolás és komputáció kérdése nyelvenként eltérően alakul: a magyarhoz hasonló kötött hangsúlyozású nyelvekben a hangsúlyozás szabály alapon is hatékonyan működhet, mivel a szabályok viszonylag egyszerűek, és ezért feltételezhetően nem gazdaságos a külön tárolás. Az angolhoz hasonló kötetlen hangsúlyozású nyelvekben viszont hatékonyabb a hangsúlyszerkezetet

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

az egyes szavakkal együtt tárolni, mivel bonyolult az egyes szavak esetében a hangsúlyozás kiszámítása.

A tárolás vagy komputáció problémakörével kapcsolatban több olyan vizsgálat is született, amely a szógyakorisági hatást tanulmányozta különböző hangsúlymintázatú szavak esetében. A szógyakoriság és hangsúlymintázat összefüggése közvetlenül a tárolás és komputáció kérdését érinti, amennyiben ha a szógyakorisági hatáshoz hasonlóan azt találjuk, hogy a gyakoribb szavak hangsúlymintázatához gyorsabb a hozzáférés, akkor egyértelműen kijelenthetjük, hogy a szavak hangsúlymintázata a jelentésükkel együtt tárolódik. Ha ugyanis szabály alapú a hangsúly kijelölése, akkor ezt nem kellene hogy befolyásolja az, hogy milyen gyakori az adott szó, mert a szabályt ugyanolyan módon alkalmazzuk a gyakori és a ritka szavakra. A szógyakorisági hatásnak a hangsúly kijelölésére gyakorolt hatása ismét egy olyan jelenség, amely a magyarban, illetve általában a kötött hangsúlyú nyelvekben nem tanulmányozható, mivel itt nincsenek különböző hangsúlymintázatok.

Colombo (1992) olasz nyelvvel (amely szintén kötetlen hangsúlymintázattal rendelkezik) kapcsolatban végzett kutatásai szerint összefüggés van a szavak gyakorisága és a hangsúlymintázat szabályossága között. A hangsúlymintázat szabályossága arra vonatkozik, hogy az olaszban kétféle hangsúlymintázat lehetséges, hangsúly az utolsó előtti, vagy az utolsó előtti előtti szótagon. Ezek közül az első mintázat jóval gyakoribb, mint a második, és ezért az tekinthető szabályosnak, míg a másik szabálytalan. Az angolban egyébként hasonló a helyzet: Cutler és Carter (1987) számításai szerint az angol szavak több, mint 80%-a az első szótagon hangsúlyos, és csak a maradék kap hangsúlyt a többi szótagon. Colombo (1992) egy egyszerű szóolvasási feladatban azt találta, hogy a magas gyakorisági értékű szavak esetében nincs különbség az olvasási időben aszerint, hogy milyen a szavak hangsúlymintázata (szabályos vagy szabálytalan). A ritka szavaknál viszont a szabályos hangsúlymintázatú szavaknál rövidebb volt az olvasási idő, mint a szabálytalan hangsúlymintázatúaknál. Colombo (1992) szerint az eredmények ezen mintázata úgy magyarázható, hogy magas gyakoriságú szavaknál a hangsúlymintázat a lexikonban van specifikálva, függetlenül attól, hogy ez a mintázat szabályos vagy szabálytalan, és ezért

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

annak előhívása egyformán gyors. Az alacsony gyakoriságú szavaknál ugyanakkor a hangsúly kijelölését befolyásolja a hangsúly szabályossága, amely szintén egyfajta gyakorisági tényező (a gyakoribb mintázat tekinthető egyúttal szabályosnak is). Ez úgy történhet, hogy a gyakoribb mintázat egyfajta alapértelmezett mintázatként viselkedik, és minden szó alapesetben ezt kapja meg. A szabálytalan (kevésbé gyakori) hangsúlymintázatú szavaknál az történik, hogy ez az alapértelmezett mintázat nem illeszkedik a szó valódi (egyébként a lexikonban specifikált, de a szó alacsony gyakorisága miatt lassabban hozzáférhető) mintázatához, és ez az össze-nem-illés késlelteti a produkciót, és megnöveli az olvasási időt. Vagyis Colombo (1992) is egy duális rendszer működését tételezi fel, amelyben egyszerre zajlik a mentális lexikonban tárolt hangsúlymintázat előhívása, és nyelvspecifikus fonológiai szabályok alapján történő hangsúlykijelölés, és a kettő eltérő módon működik attól függően, hogy gyakori vagy kevésbé gyakori szavakról van szó.

Burani és Arduino (2004) hasonló szóolvasási kísérletet végzett szintén olasz nyelven, a szógyakorisági hatás és a hangsúlymintázat szabályossága közötti kapcsolat tisztázására. A szerzők azt feltételezték, hogy az alacsony gyakoriságú szavak esetében nem a hangsúlymintázat szabályossága a meghatározó faktor, hanem az, hogy az adott szó hány úgynevezett *hangsúly szomszéddal* rendelkezik. A hangsúly szomszédság (stress-neighbourhood) arra vonatkozik, hogy az adott szó esetében hány olyan másik szó van, amely ugyanolyan végződésű, és ugyanolyan hangsúlymintázatú is, azaz mennyire lehet a szegmentális szerkezet alapján a hangsúlymintázatra következtetni (az olasz esetében mint láttuk a szó végéhez képest határozódik meg a hangsúly, ezért a végződést érdemes figyelembe venni). Például az olaszban az -oro végű szavak nagy része szabályos hangsúlyozású, míg az -ola végű szavak nagyobb része szabálytalan. Így egy -oro végű, szabályos hangsúlyozású szónak sok hangsúly szomszédja van, míg ha szabálytalan hangsúlyozású, akkor kevés (az -ola végűeknél pedig fordítva). A hangsúly szomszédság és szabályosság manipulálásával Burani és Arduino (2004) azt találta, hogy az alacsony gyakoriságú szavakat, függetlenül a hangsúly szabályosságától, gyorsabban olvasták ki a kísérleti személyek, ha több hangsúly szomszéddal rendelkeztek, mint ha kevéssel. Ugyanakkor

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

ez a hatás nem maradt meg, ha a feladat nem olvasás, hanem lexikai döntés volt, amiből az következik, hogy a hatás fonológiai, és nem szemantikai jellegű. A szerzők szerint ezek az eredmények nem támasztják alá Colombo (1992) azon elképzelését, hogy létezne egy alapértelmezett hangsúlymintázat (amely a hangsúlymintázat gyakoriságából fakad). Ezzel szemben inkább arra utalnak, hogy a hangsúlymintázat kijelölésének kritikus tényezője, hogy kinyerjük azt a releváns szegmentális egységet, amelyet egyfajta jelzőingerként használva meg tudjuk állapítani a szó hangsúly szomszédjait, és így a valószínű hangsúlymintázatot. Ez az elképzelés a hangsúly kijelölésével kapcsolatban alkalmazható az álszavak esetében is, hiszen azok a szegmentális szerkezetük alapján szintén besorolhatók bizonyos hangsúly szomszédságba, és ez alapján következtetni lehet a hangsúlymintázatokra. Vagyis Burani és Arduino (2004) megkérdőjelezi a hangsúly szabály alapú működését, és úgy vélik, hogy a megfelelő hangsúlymintázat kijelölése működhet pusztán valószínűségi alapon, úgy hogy a szegmentális szerkezet alapján a szavakat a különböző hangsúly szomszédokhoz rendeljük, és ezek hangsúlymintázatát alkalmazzuk rájuk is.

1.4.3. A hangsúly produkció sérülése afáziában

A hangsúly reprezentációja kapcsán érdekes adatokkal szolgált az afáziás betegek hangsúly produkciójának vizsgálata. A tanulmányok nagyrészt alátámasztják a hangsúllyal kapcsolatos duális rendszer működését, amelyben egyszerre van jelen a tárolt hangsúlymintázat előhívása, és a fonológiai szabályok alkalmazása.

Az egyik ilyen tanulmányban Cappa és munkatársai (1997) a hangsúly produkció sérülését vizsgálták egy baloldali sérüléssel rendelkező beteg esetében. Az egyik lényeges eredmény az volt, hogy a beteg hasonló produkciós hibákat vétett szóolvasás, képmegnevezés és spontán beszéd közben, ami arra utal, hogy a hangsúly egy autonóm reprezentációval rendelkezik, és a beteg hibázásai nem artikulációs zavarra, hanem egy magasabb reprezentációs szint zavarára vezethetők vissza. Másrészt a hibák specifikus mintázattal rendelkeztek: a beteg nagyrészt olyan szavak esetében követett el hangsúlyozási hibákat, amelyek nem szabályos hangsúlyozásúak voltak. A szerzők által vizsgált olasz

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

nyelv változó hangsúlyozású, de a szavak nagyobb százaléka a fonológiai szerkezet alapján megállapítható szabályos hangsúlyozással rendelkezik. A hibák tehát azon szavakat érintették, amelyeknek hangsúlymintázata nem jósolható be, és amelyeknél normál esetben a hangsúly a lexikonban specifikált. A szerzők szerint mindez arra utal, hogy a beteg számára a lexikonban meghatározott hangsúlyszerkezet nem állt rendelkezésre, illetve nem volt hozzáférhető, ugyanakkor a szabály alapú hangsúlykijelölés jól működött. Mindez alátámasztja a hangsúly produkció kapcsán azokat az elképzeléseket, melyek szerint a hangsúly kijelölésének két módja is lehet: a lexikonban tárolt mintázat előhívása, illetve a szabály alapon történő kijelölés. Ráadásul ezek a betegadatok arra is utalnak, hogy a két rendszer egymástól független, hiszen a beteg esetében ezek disszociációja figyelhető meg (a kettős disszociáció, vagyis a szabály alapú rendszer sérülése a lexikai megmaradása mellett egyelőre nem bizonyított).

Hasonló eredményekre jutott Laganaro és munkatársai (2002) is, szintén olasz nyelvet beszélő baloldali agysérüléssel rendelkező beteg vizsgálatával. A Cappa és munkatársai (1997) által kapott eredményeket ez a vizsgálat annyiban egészítette ki, hogy álszavak produkcióját is vizsgálták, amelyeknél nyilvánvalóan nincs lexikai reprezentáció, és amelyektől emiatt azt várhatjuk, hogy a hangsúly kijelölése szabály alapon történik. A szerzők valóban ezt az eredményt kapták: az álszavak hangsúlyozásában mutatott teljesítmény nem különbözött az afáziás és normál kontroll személyeknél.

Nickels és Howard (1999) kifejezetten az afáziás betegek által elkövetett hangsúly produkciós hibákat vizsgálták. A szerzők egy egyszerű szóismétlési feladatban vizsgálták a betegek hibázásait, és ezen hibázásokat részletes kvalitatív elemzésnek vetették alá. Az eredmények szerint az afáziás betegek produkciós hibákat vétettek a hangsúlytalan szótaggal kezdődő szavak ismétlésekor. Ugyanakkor a betegek nem követtek el hangsúly kijelölési hibákat, vagyis a hangsúlymintázat produkciója (ismétlése) minden esetben helyes volt. Az eredmények összességében azt mutatták, hogy az egyébként hasonló produkciós mintázatot mutató afáziások sem egységesek a hangsúly produkciós hibázások tekintetében, mivel nem minden beteg mutatott ilyen hibákat. Ráadásul egyes betegek hibázásai a kontextustól függetlenül érintették a hangsúlytalan szótagokat, mások viszont csak akkor hibáztak, ha a szókezdő szótag volt

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

hangsúlytalan. A tipikus hibázás a hangsúlytalan szótag elhagyása illetve duplikálása volt, amikor a betegek a hangsúlytalan kezdő szótag helyett az ezt követő hangsúlyos szótagot ismételték kétszer („romance” helyett „momance”). Nickels és Howard (1999) szerint ezek a hibázások leginkább azzal magyarázhatók, hogy a betegek esetében a sérülés magát a metrikai struktúrát érinti, ami ahhoz vezet, hogy a produkció során a szó fonológiai formája (fonológiai partitúra) nem megfelelő módon jön létre, mivel hiányzik annak szupraszegmentális struktúrája. Butterworth (1992) az afáziás betegeknél tapasztalható fonológiai kódolási folyamatokkal foglalkozó cikkében úgy véli, hogy ha a szó a spell-out során nem kap semmilyen specifikus hangsúly szerkezetet, akkor a későbbi produkciós folyamatok a default hangsúlyszerkezetet rendelik a szóhoz. Az angolban ez a magyarhoz hasonlóan a hangsúlyos-hangsúlytalan szerkezet lenne. A hangsúlytalan szótagok elhagyása mindezek alapján úgy magyarázható, hogy a produkció során a megismétlendő szó fonológiai partitúrájából hiányozni fog annak hangsúly szerkezete. Mivel ezt a produkciós folyamatok a default szerkezettel fogják pótolni, ugyanakkor a hallott szó hangsúlytalan szótaggal kezdődik, ezt az ellentmondást úgy tudja a rendszer feloldani, hogy elhagyja a hangsúlytalan kezdő szótagot.

Ugyancsak a nem szabályos vagy irreguláris hangsúly mintázat produkciós nehézségét találta de Bree és munkatársai (2007), akik afáziás betegek szó és álszó olvasási és ismétlési teljesítményét tanulmányozták. Eredményeik szerint az afáziások számára a legnagyobb problémát a nem szabályos, hangsúlytalan szótaggal kezdődő álszavak ismétlése jelentette. A szerzők az eredmények magyarázatában a nyelvi munkamemória kapacitásának csökkenését teszik felelőssé a hangsúly produkciós problémáért. Úgy vélik, hogy a nem szabályos hangsúly ismétlése során a személyeknek erőteljesebben kell a munkamemóriára támaszkodniuk, és ha annak kapacitása csökkent, mint az afáziások esetében, akkor az problémákat fog okozni az ismétlésben.

Úgy tűnik tehát, hogy az afáziás betegek esetében specifikus módon sérülhet a hangsúly produkciója. A bemutatott eredmények arra utalnak, hogy elsősorban arról lehet szó, hogy az afáziások nem képesek hozzáférni a szabálytalan hangsúlyozású szavak hangsúlymintázatához, és ezért a default jellegű hangsúlymintázatot próbálják ezekben a helyzetekben is alkalmazni. Ezen

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

eredmények megerősítik a hangsúly reprezentációjával kapcsolatos azon elképzeléseket, melyek szerint a hangsúlynak létezik egy szabály alapú általános reprezentációja, és egy a lexikonban specifikált, szabálytalan hangsúlymintázatot leképező reprezentációja is.

1.4.4. Szegmentális és szupraszegmentális reprezentáció függetlensége

A hangsúly produkciójával kapcsolatos másik alapvető kérdés amellet, hogy annak kijelölése egy tárolt mintázat előhívása, vagy pedig egy szabály alkalmazása révén történik, az hogy független-e egymástól a hangsúly és a szegmentális szerkezet. A szegmentális és szupraszegmentális szerkezet viszonyával kapcsolatban a pszicholingvisztikai modellek alapvető állítása, hogy ezek előhívása illetve generálása egymástól függetlenül történik, és a produkció későbbi szakaszában történik meg a kombinációjuk, és az artikulációs folyamatok már egységként, egyidőben hozzák létre a kettőt. A prozódiai jellemzők a szegmentálisokkal egyszerre szólnak meg, sőt ahogy arról már volt szó, a prozódiai jellemzők produkciója alapvetőbb, mint szegmentálisoké, mivel az előbbieket a glottális forrás megváltoztatása révén jönnek létre, míg az utóbbiak az artikulációs csatorna szűrő funkciója révén valósulnak meg.

Roelofs és Meyer (1998) kísérletükben mind a szegmentális és a metrikai szerkezet egyidejűségével, mind a metrikai szerkezet tárolt jellegével kapcsolatban szolgáltatnak bizonyítékokat. A szerzők az úgynevezett *implicit szóforma priming* paradigmát alkalmazták, amelyben a résztvevőknek szópárokat kellett megtanulniuk egy néhány párt tartalmazó listából, és a teszt fázisban a szópár első tagjának bemutatására a második tagot kellett produkálniuk. A kísérlet során a megtanulandó lista második tagjainak (válasz szavak) jellegzetességeit manipulálták, nevezetesen azt, hogy ezek a válasz szavak mennyire hasonlítanak egymáshoz a szóformájukban, illetve metrikai szerkezetükben. A szerzők feltételezése szerint ha a válasz szavak hasonlóak, akkor létrejön egy előfeszítési hatás, és emiatt a válasz szavak produkciója gyorsabb lesz. Ha viszont ezek nem hasonlóak, akkor nincs priming hatás. A metrikai szerkezettel kapcsolatban az volt a feltételezés, hogy ha a metrikai szerkezetet tároljuk,

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

akkor csak akkor kapunk priming hatást, ha a listában szereplő szavak szótagszáma és hangsúly szerkezete ugyanolyan. Ha viszont a metrikai szerkezete egy komputáció eredménye, akkor a priming létrejön az eltérő szótagszám és hangsúlyszerkezet ellenére is. A kísérlet során a szerzők csak a hasonló listában találtak priming hatást, ami tehát arra utal, hogy a produkció során lehetséges egy adott hangsúlymintázat előkészítése, és ezáltal gyorsabb produkciója, ami viszont csak akkor történhet meg, ha a hangsúly mintázatot elő kell hívni. Egy másik kísérletben ugyanakkor azt találták, hogy önmagában a metrikai szerkezet nem vezet priming hatáshoz, mivel ha a szegmentális szerkezet nem egyezett a szólistákban, akkor nem volt különbség a hasonló és nem hasonló metrikai szerkezettel rendelkező listából kiválasztott válasz szavak produkciós idejében. A szerzők szerint ez úgy értelmezhető, hogy a szegmentális és metrikai spell-out folyamat párhuzamosan és egyidejűleg történik, és mindegyiknek be kell fejeződnie, mielőtt a produkció a következő szintre lépne. Vagyis hiába lenne gyorsabb az egyik a priming hatás miatt, ha a másik még nem készült el, mert az eredményeiknek kombinálódni kell ahhoz, hogy az artikulációs folyamatok elindulhassanak, hiszen ott egyidejűleg kell az izomvezérlést indítani.

A szegmentális és szupraszegmentális szerkezet produkciójával kapcsolatban Schiller és munkatársai (2003) eseményhez kötött agyi potenciál (EKP) vizsgálatot végeztek. A kísérletben az EKP rendkívül jó idői felbontását használták ki abból a célból, hogy a fonológiai kódolás, pontosabban a hangsúlyszerkezet és a szótagszerkezet kijelölésének idői lefutását tanulmányozzák. A kísérlet során a résztvevőknek képeket kellett némán megnevezni, majd pedig két típusú döntési feladatot elvégezni. A metrikai feladatban a hangsúly helyéről kellett döntést hozniuk, a szótag feladatban pedig azt kellett eldönteniük, hogy a szó második mássalhangzója az első vagy második szótaghoz tartozik (pl. a magyarban laB-da vs. la-Banc). A döntéseket egy *go/no-go* elrendezésben kellett elvégezni, vagyis például a metrikai feladatban akkor kellett megnyomni egy gombot, ha a látott kép megnevezésében a hangsúly az első szótagon volt, és nem kellett megnyomni a gombot, ha a másodikon. A kísérletben kapott N200 EKP komponens nem tért el latenciája szerint a két döntési feladatban, de eltért amplitúdójában. Az eltérés lényege az volt, hogy a szótag feladatban a *go* próbák váltottak ki nagyobb N200-at szemben a *no-go*

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

próbákkal, a metrikai helyzetben pedig a no-go próbák váltottak ki nagyobb N200-at szemben a go próbákkal. A szerzők mindezt úgy értelmezték, hogy a metrikai és szótag spell-out folyamat egyidőben zajlik (azonos N200 látenciák), de az agy kissé eltérő területei valósítják meg ezeket (eltérő amplitúdó csúcsok a go/no-go helyzetekben). Ezek az eredmények tehát szintén arra utalnak, hogy a szegmentális és szupraszegmentális szerkezet kijelölése a fonológiai kódolás szakaszában egyszerre történik, de egymástól eltérő mechanizmusokon alapulnak.

A hangsúly kijelölésének problémáját Schiller és munkatársai (2004) egy előfeszítési kísérletben vizsgálták a holland nyelvben, amely szintén kötetlen hangsúlyozással rendelkezik. Kísérletükben a résztvevőknek képeket kellett megnevezniük, és eközben szavakat hallottak. A szavak bemutatására sor kerülhetett a kép megjelenése előtt, után, vagy azzal egyidejűleg, illetve produkálандó szóhoz hasonló, vagy attól eltérő hangsúlymintázattal rendelkezhetek. A szerzők az előfeszítési hatást, Roelofs és Meyer (1998) vizsgálatához hasonlóan a hangsúlymintázat tárolt jellegére utaló jelzésként értelmezték. Vagyis amellet érveltek, hogy ha a szavak hangsúlymintázatát a lexikonban tároljuk, akkor az azonos hangsúlymintázatú, egyidejűleg bemutatott szó előfeszíti a megnevezendő kép nevének hangsúlymintázatát, és ezáltal annak produkciója gyorsabb lesz. A kísérlet eredményei szerint nem jött létre a várt priming hatás, vagyis az azonos hangsúlymintázat előzetes bemutatása nem könnyítette meg a szó produkcióját. Ugyanakkor konzisztens eltérés mutatkozott a két különböző típusú hangsúlymintázat között: a szó eleji hangsúllyal rendelkező szavak megnevezése gyorsabb volt, mint a szóvégi hangsúllyal rendelkező szavaké. A holland nyelvben, az angolhoz hasonlóan, az első szótagjukon hangsúlyos szavak jóval gyakoribbak, ezért ez a mintázat tekinthető a szabályos formának. Vagyis úgy tűnik, hogy a szabályos hangsúlyú szavak megnevezése gyorsabb volt, mint a szabálytalanoké. Ugyanezt a hatást találta Colombo (1992) már ismertetett vizsgálatában, azzal a különbséggel, hogy nála ez csak az alacsony gyakoriságú szavak esetében jelentkezett, és nem képmegnevezési, hanem szóolvasási feladatban. Schiller és munkatársai (2004) szerint az előfeszítési hatás hiánya arra utal, hogy a kísérletben nem a hangsúlymintázat lexikonból történő előhívása történt, hanem annak kiszámítása történt, de utalnak arra,

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

hogy ezek az eredmények nem feltétlenül érvényesek. Ugyanakkor (bár a szerzők erre nem hivatkoznak) az előfeszítési hatás hiánya magyarázható Roelofs és Meyer (1998) eredményeivel is, nevezetesen hogy önmagában a hangsúly-mintázat nem előfeszíthető, csak akkor, ha a szegmentális szerkezetben is van bizonyos átfedés. Vagyis a kapott eredmények nem feltétlenül döntőek a tárolás vs. komputáció kérdésében.

A hangsúly produkciójával kapcsolatos eredmények tehát úgy tűnik, hogy alátámasztják a Levelt-modell feltételezéseit azzal kapcsolatban, hogy a produkciós folyamat fonológiai spell-out szakaszában történik meg a hangsúly kijelölése, a beszédsegmentumok kijelölésével együtt. Az azonban már korántsem világos, hogy magának a hangsúlymintázatnak a kijelölése milyen folyamatok eredményeképpen jön létre: vajon valóban tároljuk-e az összes, vagy csak néhány szó hangsúlymintázatát a fonológiai szerkezetével együtt, vagy pedig ezt a mintázatot a fonológiai szabályok alapján számoljuk ki. Feltételezhető, hogy mindkettő egyszerre létezik, és hogy nyelvenként eltér, hogy melyik lényegesebb. Valamint azt is feltételezhetjük, hogy a nyelvfejlődés során is találunk eltéréseket ebben. A fejlődés módja feltételezhetően az, hogy a gyermekek a nyelvi input alapján megállapítják, hogy az anyanyelvükben mi a hangsúly alkalmazásának módja, és ez alapján létrehozzák a megfelelő fonológiai szabályokat. A nyelvhasználat révén idővel viszont a sokat használt mintázatok eltárolódhatnak a lexikonban, és a szabály alkalmazási stratégia csak speciális esetekben (új szavak, nevek, ritka szavak) kerül elő. Az alapvető kérdés az, hogy például magyarban van-e hangsúly tárolás: a magyarban ugyanis elvileg minden szó ugyanúgy kapja meg a hangsúlyt (kivéve az összetett szavakat), és ezért nem tűnik túl gazdaságosnak minden esetben eltárolni a mintázatot. Elképzelhető ugyanakkor, hogy mivel bizonyos nyelvek esetében szükséges a tárolás, ezért univerzális módon minden beszélő esetében létrejön ez a rendszer, akkor is, ha valójában nem lenne rá szükség. Erre vonatkozóan létezik egy elképzelés, amely azt feltételezi, hogy attól függően, hogy mennyire kötött vagy kötetlen az adott nyelv hangsúlyozása, eltérő mértékben lesznek a hallgatók érzékenyek a hangsúly akusztikai jelzéseire. Ez az elképzelés a következő fejezetben tárgyalandó *hangsúlysüketség* jelensége.

1.4.5. A hangsúlyreprezentáció nyelvspecifikus jellege

Emmanuel Dupoux és munkatársai egy vizsgálatsorozat keretében foglalkoznak az általuk hangsúlysüketségnek nevezett jelenséggel (Dupoux és munkatársai, 1997, Dupoux és munkatársai, 2001, Peperkamp és Dupoux, 2002, Dupoux és munkatársai, 2008). A jelenség arra vonatkozik, hogy a francia nyelvű beszélők, összehasonlítva például spanyol anyanyelvű beszélőkkel, a hangsúlymintázat feldolgozása terén gyengébb teljesítményt mutatnak.

A jelenség tágabb kontextusban értelmezve azt a kérdést veti fel, hogy milyen hatása van az anyanyelvnek a későbbi nyelvsajátításra. Viszonylag sok adat áll rendelkezésre azzal kapcsolatban, hogy az anyanyelvre jellemző szegmentális jellemzők elsajátítása, vagyis a beszédhangok kategorikus percepciójának kialakulása azzal jár, hogy a nem anyanyelvre jellemző beszédhangok észlelése torzul. Ennek pontos mechanizmusa még vitatott, de az biztos, hogy a nyelvsajátítás során a gyermekek beszédfeldolgozó rendszere úgy alakul át, hogy érzékenyek lesznek az anyanyelvükben létező beszédhang kontrasztokra, és elveszítik érzékenységüket a nem létező kontrasztokra. A legjobb példa erre a japán beszélők alacsony diszkriminációs teljesítménye az /l/ - /r/ hangok megkülönböztetésében, amely kontraszt a japánban nem létezik (Goto, 1971). A szegmentális jellemzők mellett ugyanakkor a szupraszegmentális jellemzők észlelése kapcsán is felmerül az a kérdés, hogy mennyire befolyásolja ezt az anyanyelv elsajátítása: mennyire van hatással a hangsúly és egyéb prozódiai jellemzők észlelésére az anyanyelv.

Dupoux és munkatársai (1997) első hangsúlysüketeggel foglalkozó cikkükben francia és spanyol beszélőket hasonlítottak össze a hangsúlymintázat feldolgozása szempontjából. A franciától eltérően a spanyol nyelvben a hangsúlynak van jelentésmegkülönböztető szerepe, azaz léteznek olyan hangsúly minimális párok, amelyek a szegmentális szerkezetükben megegyeznek, de a hangsúly helyétől függően eltérő lesz a jelentésük. Ezért feltételezhető, hogy a spanyol beszélők számára lényeges a hangsúly-információ megfelelő feldolgozása, a francia beszélők számára viszont nem. Dupoux és munkatársai (1997) egy ABX diszkriminációs paradigmával az első, második vagy harmadik szótagon hangsúlyos CVCVCV szavak megkülönböztetését vizsgálták, és azt találták,

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

hogy a franciák több hibát vétettek a spanyoloknál mind az első-második, mind a második-harmadik szótagon hangsúlyos szavak megkülönböztetésében. Ez azért lényeges, mert a második-harmadik szótagon lévő hangsúly létezik a franciában, míg az első-második szótagon lévő hangsúly nem. A két csoport között akkor is volt különbség, amikor egy másik feladatban a hangsúlyt a feladat megfelelő megoldása érdekében figyelmen kívül kellett hagyni. A franciák ezt a feladatot jobban csinálták, mint a spanyolok. Ugyanakkor nem volt különbség a két csoport között, amikor nem ABX, hanem egy egyszerűbb AX feladattal vizsgálták a hangsúly diszkriminációját. Mindezek az eredmények azt mutatják, hogy a francia beszélők gyengék a hangsúlymintázat feldolgozásában, de csak akkor, ha a hangsúlyt át kell kódolni, és bizonyos ideig emlékezetben kell tartani (ABX feladat). Akkor viszont nem, ha közvetlenül kell összevetni két mintázatot, és ez az akusztikai jellemzők alapján megtehető (AX feladat). Azaz feltételezhetően nem a diszkriminációban, hanem a reprezentációban van eltérés a két csoport között. Úgy tűnik tehát, hogy a beszédhang kontrasztokhoz hasonlóan a prozódiai jellemzők észlelése is átalakul a nyelv elsajátítása során, és az érzékenység elvész azokra a jellemzőkre, amelyek egy adott nyelvben nem lényegesek.

Egy másik tanulmányban a szerzők a hangsúlysüketség vizsgálatának egy „robosztus” paradigmáját mutatják be (Dupoux és munkatársai, 2001). Bár az ABX feladat is rámutatott bizonyos eltérésekre a francia és spanyol beszélők között, a hatás nem volt igazán tiszta, és túl nagy volt az egyéni változatosság. Az újabb paradigmában egy bonyolultabb átkódolási feladatot alkalmaztak, amelyben változtatták mind az emlékezeti terhelést, mind pedig az ingerek fonetikai variabilitását. A feladat két részből állt. Az első, tréning szakaszban a résztvevők megtanulták CVCV minimális párok hozzárendelését két billentyűhöz. Két típusú minimális párt használtak: egy fonémában eltérőt (pl. /tuku/ vs. /tupu/), és egy hangsúlymintázatban eltérőt (pl. /tu'pu/ vs. /tupu'/). Ezután a teszt szakaszban a minimális párok tagjaiból álló sorozatokat hallottak, amelyeket reprodukálniuk kellett a párok egyes tagjainak megfelelő gombok lenyomásával. A sorozatok hossza eltérő volt, és a bemutatott ingerek akusztikai jellemzőit változtatták (egy beszélő több szavát használták, illetve az egyes szavak hangmagasságát mesterségesen megváltoztatták). Az eredmények azt

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

mutatták, hogy a francia beszélők gyengébben teljesítettek az eltérő hangsúlyú szavak reprodukciójában, mint spanyol beszélők, de nem volt különbség a két csoport között az eltérő fonémájú szavak reprodukciójában. Az akusztikai variancia növelése tovább rontotta a francia beszélők teljesítményét, ami arra utal, hogy a feladat megoldásában ők elsősorban az akusztikai jellemzőkre hagyatkoztak, és amikor erre nem volt lehetőség, akkor gyengén teljesítettek. Ezzel szemben a spanyol beszélők teljesítményét az akusztikai variancia nem befolyásolta, vagyis ők feltételezhetően egy magasabb szintű, absztraktabb kódolást alkalmaztak a sorozatok megjegyzésében. Ugyanakkor nem zárható ki az, hogy a francia beszélők egyszerűen azért teljesítettek rosszul a feladatban, mert nem rendelkeznek olyan explicit, metalingvisztikai tudással a hangsúlyról, amely lehetővé tenné számukra, hogy átkódolják egy absztrakt reprezentációba a hangsúlyos - hangsúlytalan különbségeket.

Ezen lehetőség vizsgálata érdekében Dupoux és munkatársai (2008) három csoport teljesítményét hasonlították össze: francia anyanyelvű, spanyolul tanuló francia anyanyelvű és spanyol anyanyelvű. Feltételezhető ugyanis, hogy a spanyolul tanuló francia beszélők rendelkeznek metanyelvi tudással a kontrasztív hangsúllyal kapcsolatban, mivel ez elengedhetetlen a spanyol nyelv megtanulásához. A vizsgálatban a fenti sorozat felidézési paradigmát alkalmazták, és azt találták, hogy nincs különbség a spanyolul beszélő és nem beszélő franciák között a mutatott hangsúlysüketség mértékében, de mindkét csoport szignifikánsan eltér a spanyol csoporttól. Érdekes módon ugyanakkor különbség volt a két francia csoport között abban, hogy hány ismétlés kellett a tréning szakaszban ahhoz, hogy megbízhatóan megtanulják a hangsúly minimális párok asszociációját a billentyűkhöz: a spanyolul nem tanulónak sokkal több próbára volt szükségük ehhez, mint a spanyolul tanulónak. Feltételezhető, hogy a hangsúllyal kapcsolatos metalingvisztikai tudásnak a tréning során valóban volt szerepe, de a teszt fázisban már nem, mivel abban a két csoport között nem volt különbség. Ezen eredmények tehát arra utalnak, hogy a hangsúlysüketség olyan alapvető beszédfeldolgozási jellegzetessége a francia beszélőknek, amely az idegen nyelvekkel való interakció hatására sem változik meg. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy a vizsgálatban részt vevő spanyolul tanuló fran-

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

ciák mindannyian késői elsajátítók voltak, vagyis 10 éves koruk után kezdték el a nyelvtanulást.

A szerzők szerint ezen eredményeket egy olyan nyelvi elsajátítási modell magyarázza legjobban, amely szerint a nyelvi jellemzők elsajátítása során az adott nyelvre specifikusan jellemző fonetikai és fonológiai tér jön létre. Ez a tér nyelvspecifikus módon torzul, illetve alakul át, és a későbbi nyelvi feldolgozás során úgy működik, hogy az idegen nyelvű ingereket az anyanyelvnek megfelelő módon dolgozza fel. Azaz, ha az anyanyelvben nincs különbség a szavak hangsúlymintázatában, akkor az egyébként különbséget mutató idegen nyelvű szavakat is így fogjuk feldolgozni. Ez lenne tehát az alapja a hangsúlysüketségnek.

Felmerül a kérdés, hogy a hangsúlysüketség jelenség csak a francia nyelvre jellemző, vagy egyéb a franciához hasonló nyelvekben is megjelenik. Peperkamp és Dupoux (2002) amellett érvelnek, hogy a hangsúlysüketség valójában egy univerzális nyelvsajátítási folyamat eredményeként minden olyan nyelvben létrejön, ahol a hangsúly nem rendelkezik jelentésmegkülönböztető szereppel. A szerzők vizsgálatukban a már bemutatott sorozat felidézési paradigmát alkalmazták egy nyelvközi összehasonlító vizsgálatban, melyben finn, magyar és lengyel beszélők vettek részt. Annak érdekében, hogy a hangsúly akusztikai jellemzői lehetőség szerint ne befolyásolják a feladat megoldását, egy holland anyanyelvű személy mondta fel a minden nyelven álszavaknak számító hangsúly minimális párokat. Ezen kívül a csoportok eredményeinek összehasonlítása érdekében a szerzők nem a hangsúly feladat eredményét, hanem a hangsúly és a fonéma feladatban elért teljesítmény különbségét, az általuk *hangsúlysüketség indexnek* nevezett változót vetették össze. Ez a változó tehát azt jeleníti meg, hogy a fonéma különbség feldolgozásához képest mennyire jól vagy rosszul működik a hangsúly feldolgozása, és minél nagyobb az index értéke, annál nagyobb a hangsúly süketség mértéke. Az eredmények szerint a francia beszélők esetében volt a legnagyobb a hangsúlysüketség index, őket követték a finn, magyar, lengyel és végül a spanyol beszélők (a francia és spanyol eredmények az előző vizsgálatokból származtak). Az eredmények tehát alátámasztották azt, hogy a francián kívül más nyelvekben is létezik a hangsúlysüketség jelensége, valamint azt is mutatták, hogy ennek mértéke eltérő az egyes nyelvekben.

1.4 A hangsúly produkciója és reprezentációja

A hangsúly siketséggel kapcsolatos eredmények tehát arra utalnak, hogy nyelvspecifikus feldolgozási különbségek léteznek a hangsúly feldolgozása tekintetében. A különböző nyelveket beszélők esetében a nyelvi információra vonatkozó perceptuális tér nem csak a fonémák feldolgozása esetében torzul, de hasonló torzulást tapasztalhatunk a hangsúly információ feldolgozása kapcsán is. Természetesen a fenti eredmények alapján egyáltalán nem világos, hogy a nyelvi feldolgozó rendszer mely részének működését befolyásolja ez a torzulása, de annyit mindenesetre jeleznek az eredmények, hogy a hangsúlymintázat jellegétől függően eltérő módon szerveződik a különböző anyanyelvű beszélőknél a hangsúly feldolgozása.

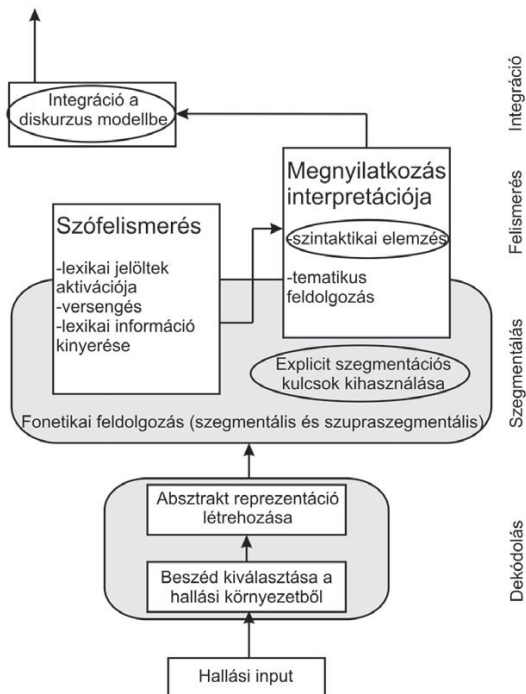
1.5. A hangsúly feldolgozása

1.5.1. A beszédfeldolgozás általános modellje

A hangsúly akusztikai jellemzőin, produkcióján, nyelvi reprezentációján kívül természetesen az is lényeges kérdés, hogy mi is a szerepe a nyelvi feldolgozási folyamatokban. Szó volt már arról, hogy a hangsúly részt vesz a nyelvi ritmus megvalósításában, és fontos részét képezi a prozódiai struktúrának. A hangsúlynak a beszédészlelésben játszott szerepe tisztázása érdekében érdemes áttekinteni egy kurrens beszédfeldolgozási modellt. Cutler (2003) modellje egy olyan elképzelését nyújtja a beszéd feldolgozásának, amely figyelembe veszi a prozódiai jellemzőket is (ld. 1.6 ábra).

Cutler a következőképpen képzei el a beszédinformáció feldolgozásának folyamatát. A hallási input feldolgozása során alapvetően négy feldolgozási szint különíthető el: elsőként a beszéddel kapcsolatos információ dekódolása történik meg, majd a beszédflowam szegmentálása, vagyis a szóhatárok megtalálása következik, ezt követően a szavak felismerése, végül pedig ezek integrációja megy végbe. Az első, dekódolási szakaszban az észlelőrendszer feladata egyrészt az, hogy a beszéddel kapcsolatos akusztikai információt kinyerje a hallási környezetből (egyfajta figura-háttér elkülönítés révén), majd pedig kinyerje a kontextustól és a beszélőtől függően változó folyamatos inputból az invariáns és diszkrét nyelvi egységeket. A variáns és folyamatos akusztikai jellemzők invariáns és diszkrét perceptuális egységekké történő átalakításához szükséges az input egy absztrakt reprezentációba való kódolása, és a továbbiakban ezen a reprezentáción zajlanak a feldolgozási folyamatok.

A dekódolás, illetve absztrakt reprezentációs egységekre írás után, tulajdonképpen ezzel párhuzamosan történik meg a beszédflowam szegmentálása, vagyis a jelentéssel bíró egységekre (szavakra) való tagolás. A hallott szöveg ugyanis, az írottól eltérően nem tartalmaz egyértelmű szóhatárokat: az egyes szavakat nem feltétlenül választják el szünetek, és a szünetek nem feltétlenül a szavak határain vannak. Emiatt a beszédészlelés során az egyik legnagyobb kihívás, amivel a feldolgozó rendszernek szembe kell néznie az, hogy a beszédflowamot értelmes, jelentéssel bíró egységekre tagolja, mégpedig úgy, hogy eköz-



1.6. ábra. A beszédfeldolgozás modellje. A beszédfeldolgozás modellje Cutler (2003) alapján. A körrel jelölt részek jelzik azokat a feldolgozási folyamatokat, amelyekben a prosódiai jellemzők szerepet játszanak.

1.5 A hangsúly feldolgozása

ben nem állnak rendelkezésre világos jelzések a határokkal kapcsolatban. Tény ugyanakkor, hogy legtöbbször minden nehézség nélkül képesek vagyunk megállapítani a szóhatárokat, és ez azt mutatja, hogy valamilyen módon a világos szünet jelzések hiányában is végre tudjuk hajtani a szegmentációt. Cutler szerint ez az egyik olyan feldolgozási szint, ahol felhasználjuk a prozódiai információt.

A feldolgozási folyamat következő szintje a felismerés, ahol egyrészt a szófelismerési folyamatok, másrészt pedig a kijelentések interpretálásának folyamatai zajlanak. A prozódiai jellemzők a szintaktikai elemzés szintjén is részt vesznek, itt elsősorban az intonációs jellemzők játszanak fontos szerepet. Végül a feldolgozott nyelvi információ a diskurzus modellbe, vagyis a tágabb kontextusba való elhelyezése történik meg. Itt szintén szerepet kapnak a prozódiai jellemzők, főként az affektív prozódia. A fenti modell szerint tehát a prozódiai jellemzők a beszédfeldolgozás több szintjén is lényeges szerepet játszanak. Specifikusan a hangsúly elsősorban a szóhatárok megtalálásában, azaz a lexikai feldolgozási folyamat kezdeti szakaszában vesz részt.

1.5.2. A szófelismerés modelljei

A hangsúly egyik lényeges funkciója tehát a beszédfolyam szavakra történő szegmentációja lehet. Több elképzelés is létezik azzal kapcsolatban, hogy hogyan valósulhat meg a szavak felismerése az egyértelmű szegmentációs jelzések hiányában. Norris és munkatársai (1995) három típusú elméletet különböztet meg:

1. szigorúan balról-jobbra haladó felismerési modellek (pl. kohort modell)
2. versengési modellek (pl. Shortlist)
3. a felismerésben különálló szegmentációs folyamatokat feltételező modellek.

A szigorúan balról-jobbra haladó szófelismerési modellek a szegmentációt mintegy a szófeldolgozás melléktermékének tekintik. Ezekben az elméletekben

1.5 A hangsúly feldolgozása

ugyanis a lexikai hozzáférés a folyamatos inputban található valamilyen (elméletenként más) információ alapján indul el, és az aktiválódó lexikai elemek már szóhatárokkal rendelkező szavakként működnek. A kohort modell (Marslen-Wilson és Tyler, 1980) a szófelismerést két szakaszból áll folyamatnak tekinti. Az első, autonóm szakaszban a bejövő akusztikai-fonetikai információ alapján a mentális lexikonban aktiválódnak a hallott szó potenciális megfelelői, pontosabban mindazok a szavak, amelyeknek kezdete megegyezik a hallott szó kezdetével. Ezeknek a potenciális szavaknak az összessége alkotja az úgynevezett szókezdő kohortot. A kohort modell fontos feltételezése, hogy miután a szókezdő kohort létrejött, az abban szereplő szavak versengésbe kezdenek egymással. A versengés során egyetlen jelölt marad a kohortban, a többi pedig kiesik, és ez az egy jelölt lesz az, ami a lexikai hozzáféréshez, és így a szó megértéséhez vezet. A versengési folyamat a kohort modell második szakasza, amelyben már nem csak az input, de a felülről-lefelé irányuló kontextus hatás is szerepet játszik. A szókezdő kohortból két dolog miatt eshetnek ki a jelöltek: a) nincs egyezés a szó és a további hangmintázat között, b) nincs egyezés a szó és a szemantikai vagy szintaktikai kontextus között. A felismerés akkor történik meg, amikor a kohortban csak egyetlen elem marad. A modell lehetővé teszi, hogy akár kontextus nélkül is még a szó vége előtt megtörténjen a felismerés. Hiszen ha a kohort mérete egyetlen elemre csökken a folyamatosan bejövő input következtében, akkor abban a pillanatban, amikor a versengő elemek kiesnek a kohortból, felismerjük a szót. Azt a pontot, amikor egy szó egyedüli elem marad a kohortban, egyediségi pontnak (uniqueness point) nevezzük.

A szófelismerési modellek másik típusa az úgynevezett versengési modellek. Ezek közé tartozik például a TRACE vagy a Shortlist modell. Ezen modellekre is igaz, ami a szigorúan balról-jobbra haladó feldolgozást feltételező modellekre, hogy a szegmentációt a szófeldolgozási folyamat melléktermekének tekintik. A versengési modellek abban térnek el a kohort modelltől, hogy a lexikai jelölteket nem csak a szó kezdete aktiválja, hanem lényegében a szó bármely pontja. A Norris (1994) által kifejlesztett Shortlist modellben például minden egyes fonéma elindít egy lexikai keresést, és a folyamatosan beérkező további fonémák módosítják a lehetséges szavak körét. A lexikai aktiváció akkor jön létre, ha csak egyetlen jelölt marad, amely megfelel a bejövő inputnak. Tehát

1.5 A hangsúly feldolgozása

mind a balról-jobbra haladó modellek, mind a versengési modellek azt feltételezik, hogy előbb aktiválódnak a szavak, és ezek aktiválódása vezet egy olyan percepcióhoz, mintha a szavak között valódi határok lennének (miközben az akusztikai input valójában egybefüggő beszédflow). Ugyanakkor a kohort modell azt is feltételezi, hogy a lexikai aktiváció a szó kezdetén indul el, míg a Shortlist szerint az az input minden egyes pontján elindul.

A fenti két modell közös állítása, hogy a beszédflow szavakra történő szegmentációja valójában a szó felismerése után (poszt-lexikálisan) történik. A harmadik típusú szófelismerési modellek azt feltételezik, hogy a beszédflow során rendelkezésre állnak olyan explicit jelzőingerek, amelyek többek között egyértelműen jelzik a szavak határait. Ezen jelzőingerek lehetővé teszik azt, hogy a szegmentáció a szófelismerés előtt, azaz pre-lexikálisan történjen meg. Több lehetséges explicit szegmentációs jelzőinger is felmerült, amelyek három csoportba sorolhatók (Mattys, 2004):

1. szupraszegmentális: hangsúly, szóhossz
2. szegmentális: fonotaktikai jellemzők, magánhangzó harmónia
3. szubszeptális: allofonikus variáció, akusztikai jelzések (szünet, lélegzetvétel, glottális zár), koartikuláció

Ezek közül a továbbiakban elsősorban a hangsúllyal foglalkozom.

1.5.3. A hangsúlyos szótagok kitüntetett jellege

A hangsúlyos szótag beszédflow-feldolgozásban játszott kitüntetett jellegét több bizonyíték is alátámasztja (Mattys, 1997). A hangsúlyos szótagok akusztikai értelemben kiugróak: nagyobb hangosság, hangmagasság, hossz, stb. jellemző rájuk. A hangsúlyos szótagok stabilabbak, a hangsúlyos magánhangzók minősége kevésbé változik, mint a hangsúlytalanoké. A hangsúlyos szótagok perceptuálisan jobban megkülönböztethetők, mint a hangsúlytalanok. A hangsúlyos szótagokat kevésbé értjük félre, mint a hangsúlytalanokat (Browman, 1978, idézi Mattys, 1997), és jobban értjük azokat zajos környezetben is (Kozhevnikov és Chistovich, 1966, idézi Mattys, 1997). Ezen kívül a hallgatók pontosabban

1.5 A hangsúly feldolgozása

lokalizálják a klikkeket a hangsúlyos, mint a hangsúlytalan szótagokban (Bond, 1971, idézi Mattys, 1997), és a hangsúlyos szótagokban gyorsabb a fonéma detekció, mint a hangsúlytalanokban (Cutler és Foss, 1977). Nakatani és Schaffer (1978) azt találták, hogy a jelentésétől megfosztott beszéd esetében pusztán a prozódiai jellemzők segítségével a hallgatók képesek voltak megfelelően két szóra bontani egy három szótagból álló melléknév-főnév párt. A vizsgálatban a szerzők az úgynevezett *reiteráló beszédet* használták, amelyben a mondatok szótagjait egyetlen értelmetlen szótaggal helyettesítik, úgy hogy megőrzik a mondat prozódiai jellemzőit (pl. Jó napot kívánok. - Ma mama mamama.). Pisoni (1981) a hangsúlyos szótagokat a beszédészlelés „megbízhatósági szigeteinek” (islands of reliability) tartja, vagyis a beszédflowam olyan részeinek, amelyek mind akusztikai, mind fonetikai szempontból kiugróak a nem hangsúlyos szótagokhoz képest.

Más szerzők szerint a hangsúlyos szótagok „kiugrását” nem csak akusztikai-fonetikai jellemzők támasztják alá, hanem magasabb szintű fonológiai illetve ritmikai, szabályossági folyamatok is (Pitt és Samuel, 1990). Eszerint a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok ritmikus váltakozása egy olyan idői struktúrát alakít ki, amely a feldolgozó rendszer számára lehetővé teszi, hogy elvárásokat alakítson a hangsúlyos szótagok pozíciójával kapcsolatban, ezáltal a megfelelő pozícióra irányítja a figyelmet és facilitálja a feldolgozást. Mivel a figyelemi fókusz itt a feltételezések szerint egyik hangsúlyos szótagról a másikra ugrik, ezért az elméletet *attentional bounce hypothesis*, vagyis figyelemi ugrási hipotézisnek nevezik (Pitt és Samuel, 1990). Ez az elképzelés sokban hasonlít a metrikai rács fonológiai elméletéhez, amely szintén a hangsúlyos szótag helyének predikcióját lehetővé tevő hierarchikus reprezentációkat tételez fel.

A figyelemi ugrási hipotézist empirikus adatok is megerősítik. Shields és munkatársai (1974) azt találta, hogy egy fonéma monitorozási helyzetben a kísérleti személyek gyorsabban detektálták a cél fonémát akkor, ha az egy olyan szótagban szerepelt, amelyet hangsúlyosnak vártak el, mintha egy olyan szótagban szerepelt, amelyet hangsúlytalanannak vártak el. Ráadásul ez a hatás nagyobb volt akkor, ha a célszó a mondatban később szerepelt, vagyis ha több idő volt az elvárás felépüléséhez. Az eredményekkel kapcsolatos kritika ugyanakkor az volt, hogy a szerzők nem választották el egymástól a ritmikai

1.5 A hangsúly feldolgozása

hatás miatt a hangsúlyos szótagra irányuló facilitációt, és a hangsúlyos szótag akusztikai kiugróságából következő facilitációt (bár a pozíció befolyásoló hatása inkább az előbbit támasztja alá). Ebből a kritikából kiindulva Pitt és Samuel (1990) egy olyan vizsgálatot tervezett, amelyben a célszavakból eltávolították a hangsúllyal kapcsolatos akusztikai jellemzőket, vagyis neutralizálták a hangsúlyt (a célszavakban nem volt különbség a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok között, és így nem volt különbség a hangsúlyos és hangsúlytalan szótaggal kezdődő szavak között sem). A ritmikai hatás ebben az esetben csak nagyon gyengén volt megfigyelhető. Ugyanakkor ha a ritmikai kontextust egyértelműbbé tették azzal, hogy a célszavak nem mondatokban, hanem kétszótagú, a célszóhoz hasonló hangsúlymintázatú szavak között szerepeltek, akkor a hatás erősebb lett, és az elvárt hangsúlyos szótagban szereplő fonémákat mintegy 24 ms-al gyorsabban detektálták a kísérleti személyek, mint az elvárt hangsúlytalan szótagban szereplőket. Úgy tűnik tehát, hogy perceptuális rendszer valóban eltérő mértékű figyelmet fordít a hangsúlyos szótagokra, mint a hangsúlytalanokra, és ezt a figyelmi hatást önmagában a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok szabályos váltakozása is képes irányítani, és nem csak az, hogy a hangsúlyos szótag fizikailag is kiugró-e (száliens). Ez a hatás azonban meglehetősen kicsi, és a normál mondatok ritmusa általában nem is teremt olyan erős ritmikai kontextust, amely erős predikciókat tenne lehetővé. Pitt és Samuel (1990) szerint ugyanakkor az egyes nyelvek eltérhetnek abban, hogy ezek a predikciók mennyire erősek: például a magyar nyelvben, ahol mindig a szó első szótagja hangsúlyos, ez a ritmikai hatás sokkal lényegesebb lehet a beszéd feldolgozásában, mint az angolban, ahol kevésbé bejósolható a hangsúlyos szótag helye.

Mіндеzen eredmények tehát arra utalnak, hogy a hangsúlyos szótag a beszédfeldolgozás tekintetében kitüntetett szereppel rendelkezik: gyorsabb és pontosabb az észlelése, a kiugrósága miatt nagyobb figyelem fordul felé, és viszonylag szabályos előfordulása miatt az anticipációs folyamatok bejósolhatják a pozícióját. Vannak ugyanakkor közvetlen bizonyítékok is azzal kapcsolatban, hogy a hangsúlyos szótagok valóban szerepet játszanak a beszéd szegmentációjában.

1.5.4. A hangsúly szerepe a szegmentációs folyamatban

1.5.4.1. A klasszikus szöfelismerési modellek kritikája

Az egyik első elképzelés a hangsúly szegmentációban játszott szerepével kapcsolatban Grosjean és Gee (1987) nevéhez fűződik. Grosjean és Gee a szigorúan balról-jobbra haladó szöfeldolgozási modellek kritikájából kiindulva ismertetik saját elképzelésüket, mely szerint a szöfeldolgozás során két folyamat működik: egyrészt a bejövő hangfolyam prozódiai jellemzőinek monitorozása, másrészt pedig maga a lexikai hozzáférés. Ebben a folyamatban lényeges szerepük van a hangsúlyos szótagoknak, mert ezek lennének azok a jelzőingerek, amelyek mentén a lexikai hozzáférés egyáltalán elindul, függetlenül attól, hogy a szó elején vagy végén található. A hangsúlytalan szótagok feldolgozása csak a hangsúlyosakkal kapcsolatban jöhet szóba, és mindegy, hogy ezek a hangsúlyos szótagtól jobbra vagy balra találhatók.

Grosjean és Gee (1987) szerint a szöfeldolgozási modellek egyik legnagyobb problémája az, hogy a legtöbb ilyen modell az írott nyelv feldolgozásából indul ki, és egyszerűen ezt alkalmazza a beszélt nyelv megértése kapcsán is. Ezért ezek a modellek olyan feltevésekhez vezetnek a hallott szavak feldolgozása kapcsán, amelyek nem feltétlenül állják meg a helyüket. Az egyik ilyen feltételezés, hogy a szavakat szekvenciálisan, balról-jobbra haladva és egyesével ismerjük fel. Ez a feltevés megtalálható mind a kohort modellben (Marslen-Wilson és Tyler, 1980), mind a logogén modellben (Morton, 1969). A másik ilyen feltevés, hogy a szöfelismerés során a szó kezdetének feldolgozása kritikus, és a szavakat az egyediségi pontnál ismerjük fel. A szókezdetnél történő lexikális hozzáférés a legtöbb szó esetében jól működik, de például a funkciószavak, vagy második szótagon hangsúlyozott szavak esetén már nem.

A szöfeldolgozás szekvenciális jellege és az egyediségi pontnál történő feldolgozás ellen több empirikus eredmény szól. Pickett és Pollack (1963) azt találták, hogy a folyamatos szövegből kivágott szavak önmagukban nehezen érthetők. Hasonló eredményekhez vezetett Grosjean (1980) úgynevezett *gating paradigmája* is: ebben az volt a kísérleti személyek feladata, hogy folyamatos beszédből kivágott szavakat ismerjenek fel, úgy hogy a szavakból egyre hosszabb szakaszokat mutattak be nekik. Az eredmények szerint a kísérleti

1.5 A hangsúly feldolgozása

személyek az egyszótagú, alacsony gyakoriságú szavaknak csak kb. 50%-át ismerték fel. Azaz nem minden szót ismertek fel az akusztikai offset előtt, és ez az eredményt nyilvánvalóan ellentmond (vagy legalábbis nem teljesen összeegyeztethető) a szigorúan balról-jobbra haladó feldolgozást feltételező modelleknek.

A gating paradigma alkalmazásával kapott további eredmények azt mutatják, hogy noha a többszótagú szavak valóban felismerhetők a végük előtt, az egyszótagú szavaknál gyakran előfordul, hogy csak több szótaggal a végük után kerül sor a felismerésükre (Grosjean, 1985). Ezek a hibás szóhatár átlépések adják az egyik leggyakoribb formáját az elhallásoknak: Bond és Garnes (1980) például azt találta, hogy a több szóra kiterjedő elhallások 70%-a ilyen szóhatár elcsúszást tartalmaz (valamint még szóhatár törlést és hozzáadást). Ezen kívül Cutler és Butterfield (1992) szintén azt találta, hogy mind a természetesen előforduló, mind a laboratóriumban indukált félrehallások esetében a hallgatók olyan hibákat vétenek, ami arra utal, hogy a hangsúlyos szótagokat tekintik a szavak kezdetének (pl. „Achieve her way instead” helyett „A cheaper way to stay”).

A lexikai hozzáférés tehát nem minden esetben történik szigorúan szekvenciális, balról-jobbra haladó módon, és nem feltétlenül ismerjük fel a szavakat a végük (és így az egyediségi pont) előtt. Grosjean és Gee (1987) a kohort és egyéb szekvenciális modellekkel szemben egy olyan szófeldolgozási modellt mutat be, amelyben a prozódia és hangsúly is lényeges szerepet játszik. A modell szerint a lexikai hozzáférés nem közvetlenül az akusztikai információn zajlik, hanem az akusztikai jellemzők először egy közbenső (intermediary) reprezentációba íródnak át, amely a fonetikai szegmensek gyenge és erős szótagokba való csoportosítását tartalmazza. A lexikai hozzáférés azután ezen a közbenső reprezentáción történik meg. Grosjean és Gee (1987) azt állítják, hogy a lexikai hozzáféréshez kizárólag a hangsúlyos szótagokat használjuk fel, és ezek indítják be a lexikai feldolgozást. Miután a hangsúlyos szótag elindította a lexikai feldolgozást, az feltételezhetően úgy zajlik, ahogyan a kohort modell leírja: az aktiválódott, egymással versengő lexikai elemek közül az kerül kiválasztásra, amely leginkább megfelel az inputnak és a kontextusnak. A hangsúlytalan szótagok (illetve akár hangsúly nélküli funkciószavak, és minden egyéb, ami nem

1.5 A hangsúly feldolgozása

hangsúlyos) a hangsúlyos szótagok mindkét oldalán, valamilyen mintázatfelismerő elemzés révén kerülnek feldolgozásra. Grosjean és Gee (1987) feltételeznek top-down folyamatokat is: ezek egyrészt magának a szónak a felismerését segítik, másrészt a hangsúlytalan szótagok azonosítását. Kiemelik továbbá a fonotaktikai szabályok fontos szerepét, amelyek segíthetnek eldönteni, hogy mely hangsúlytalan szótagok járhatnak együtt a hangsúlyosakkal. A hangsúly információ felhasználása a szókezdet megállapításán kívül azért is lényeges, mert a prozódiaira vonatkozó fonológiai szabályok predikciókat tesznek lehetővé a szakaszhatárokkal kapcsolatban. Például az angolban egy hangsúlyos + hangsúlytalan + hangsúlyos + hangsúlyos szekvenciát a rendszer minden bizonnyal úgy fog szegmentálni, hogy külön választja a hangsúlyos + hangsúlytalan + hangsúlyos hármast, és egy következő szóhoz tartozónak jelöli az utolsó hangsúlyos szótagot (természetesen a magyarban eltérő szabályok működnek). Mindez azt jelenti, hogy pusztán a szupraszegmentális információ alapján, még azelőtt hogy bármilyen beszédhangokkal kapcsolatos feldolgozás megtörténne, már készen lehet egy „prozódiai váz” a kijelentés szegmentációjával kapcsolatban, amely bár később felülbírálnak, de valószínűleg nagy mértékben segíti a szófeldolgozást.

1.5.4.2. A Metrikai Szegmentációs Stratégia

Anne Cutler és munkatársai több kísérletben vizsgálták azt a feltételezést, hogy a lexikai hozzáférés során a hangsúlyos szótagok indítják be a feldolgozást. Az első ilyen vizsgálatban (Cutler és Norris, 1988) az úgynevezett *beágyazásos paradigmát* alkalmazták, melyben a résztvevők feladata az volt, hogy jelentés nélküli álszavakba ágyazott jelentéssel bíró célszavakat detektáljanak. Az álszavak két szótagosak voltak, és vagy csak az első, vagy pedig mindkét szótagjuk hangsúlyos volt. A második szótagra helyezett hangsúly esetében azonban a célszó átnyúlt a szakaszhatáron. Például a *mint* szót két álszó kontextusában kellett detektálni: a *mintesh* és a *mintayve* esetében. A *mintesh*-nél az első szótag, vagyis a *mint* hangsúlyos, a *mintayve* esetében viszont az angol nyelv hangsúlyozási szabályainak megfelelően a *tayve* is hangsúlyos lesz. Vagyis ha

1.5 A hangsúly feldolgozása

valóban a hangsúlyos szótag indítja el a lexikai hozzáférést, akkor a *mintayve*-hoz hasonló kontextus esetében a *tayve* elindít egy második lexikai feldolgozást is, és ez megnehezíti a *mint* szó detektálását, mivel a szó utolsó hangját a szegmentálási folyamatok egy másik szó részeként fogják feldolgozni. A kísérlet eredménye valóban alátámasztotta ezt a feltételezést: ha a detektálandó szó átnyúlt az álszóban a hangsúlyos és hangsúlytalan szakasz határán, akkor kb. 80 ms-al tovább tartott a célszó detektálása. Ez az eredmény tehát arra utal, hogy a szófeldolgozás során a hangsúlyos szótagok valóban fontos szerepet játszanak, mivel a lexikai hozzáférés ezek mentén indul el. A későbbi tanulmányok a hangsúly szegmentációban játszott szerepével kapcsolatos ezen elképzelésére a lexikai feldolgozás *Metrikai Szegmentációs Stratégiája* (MSS) néven utalnak.

Az MSS kapcsán felmerülő legfőbb probléma az, hogy például az angol nyelv esetében, bár a szavak nagy része hangsúlyos szótaggal kezdődik, léteznek olyan szavak is, amelyek hangsúlytalan szótaggal indulnak. Az ilyen szavak feldolgozása kapcsán feltételezhetünk valamilyen speciális mechanizmust, amely képes visszafelé kalkulálni. Vagyis a „hagyományos”, proaktív, balról-jobbra haladó szófeldolgozás mellett, amely a hangsúlyos szótagok mentén indítja be a keresést, létezne egy visszafelé, retroaktívan jobbról-balra haladó folyamat is. Mindez Mattys (1997) szerint úgy képzelhető el, hogy a hangsúlyos szótagok nyitnak egy feldolgozási ablakot, amelyen belül a hangsúlytalan szótagok is feldolgozásra kerülnek, előre vagy visszaható folyamatok révén. Ezt a mechanizmust Grosjean és Gee (1987) is leírja, azonban az ezt alátámasztó kísérleti bizonyítékokból nincs túl sok.

Az egyik ilyen bizonyíték a hangsúlytalan szótaggal kezdődő szavak esetében a retroaktív feldolgozásra Mattys és Samuel (1997) tanulmánya, amely az úgynevezett *migrációs paradigmát* alkalmazta. A migráció lényegében egy illuzórikus percepció, amely akkor jön létre, amikor a különböző füllen dichotikusan hallható szavak bizonyos szegmensei összeolvadnak (pl.: ki-jou + bou-ton = bijou). A migrációs paradigma lényege a következő. A résztvevők dichotikus hallgatási helyzetben szavakat hallanak, és különböző célszavakat kell detektálniuk. A célszavakat, amelyek lehetnek valódi szavak vagy álszavak, a dichotikusan bemutatott szópárokban kell detektálni. A kísérleti helyzetben a szópár egyik tagja csak egyetlen fonémában tér el a célszótól, de ezt a fonémát

1.5 A hangsúly feldolgozása

a szópár másik tagja tartalmazza (pl. célszó: „controversy” , szópár: „kintroversy - bosglorafe”). A kontroll helyzetben ugyanezek a szavak szerepelnek, amnyi különbséggel, hogy a szópár második tagja egy eltérő fonémát tartalmaz (pl. „basglorafe”), és így a migráció révén nem jöhet létre a célszó.

Mattys és Samuel (1997) vizsgálatukban azt mérték, hogy hányszor detektálták tévesen a kísérleti személyek a célszót a kísérleti és kontroll szituációban, azaz mennyire voltak képesek ellenállni az illuzórikus migrációnak. A kontroll helyzetben a célszó detektálása azt jelenti, hogy a személyek nem megfelelően észlelik a fonémákat, ugyanis ebben a helyzetben még akkor sem jöhet létre a célszó percepciója, ha amúgy a migráció kialakul. A kísérletben három tényező szerepét vizsgálták a migrációs rátára vonatkozóan: a lexikalitást, a migráló egység pozícióját, és a szó hangsúlymintázatát. Az eredmények szerint a migrációs ráta nagyobb volt álszavak esetén, vagyis az álszavak esetében gyakrabban hibáztak a célszó detektálásában. Ezt a hatást a szerzők top-down lexikai hatásoknak tulajdonították, azaz annak, hogy a létező szavak esetében a lexikai reprezentáció facilitálja azok feldolgozását, és ellenállóbbá teszi a migrációs illúzióval szemben. Az álszavak esetében viszont nem működik ez a hatás.

Ugyanakkor a hangsúlynak is jelentős szerepe volt a migrációs rátára vonatkozóan. Ha a migráció a hangsúlyos szótagban történt, akkor a szavak és az álszavak hasonló mértékű migrációs rátát mutattak, ha viszont a migráció nem a hangsúlyos szótagot érintette, akkor a szavak migrációs rátája kisebb volt, mint az álszavaké. Mindez a szótag pozíciójától (szó eleje vs. szó közepe) függetlenül így volt. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a hangsúlyos szótagok, pozíciójuktól függetlenül kritikus fontosságúak a szófeldolgozásban. Ha ugyanis a migráció miatt sérülnek a hangsúlyos szótagok, akkor sérül a szavakhoz történő lexikai hozzáférés, és emiatt tűnik el a szavak és álszavak közötti különbség. Tehát a szavakhoz a hangsúly sérülése miatt nincs lexikai hozzáférés, az álszavakhoz pedig amiatt, mert ezeknek eleve nincs lexikai reprezentációja, és ennek következtében nem áll rendelkezésre az a top-down hatás, ami segítené a migrációs hatásnak való ellenállást.

Mattys és Samuel (1997) eredményei nem csak azt támasztják alá, hogy a hangsúlyos szótagok kritikusak a lexikai hozzáférésben, hanem azt is, hogy a

1.5 A hangsúly feldolgozása

hangsúlytalan szótaggal kezdődő szavak esetében is a hangsúlyos szótag mentén indul a lexikai hozzáférés, és így valószínűsítik a retroaktív feldolgozó mechanizmus létezését. Ezen mechanizmus explicit bizonyítása érdekében a szerzők az előzőekben ismertetett kísérletet azzal egészítették ki, hogy a dichotikusan bemutatott szavak mellé fehérzajt kevertek. A fehérzaj feltételezett hatása az, hogy növeli a feldolgozó rendszer terhelését, és gátolja a retroaktív mechanizmus működését. Ebben a situációban a szerzők azt az eredményt kapták, hogy a hangsúlytalan szótaggal kezdődő szavak esetében, amikor a hangsúlyos szótag a szó belsejében volt, nem volt különbség a szavak és álszavak között a migrációs rátában, azaz nem jelentkezett a lexikai reprezentációval rendelkező szavakkal kapcsolatos facilitációs hatás. Ez úgy értelmezhető, hogy a fehérzaj meggátolta a retroaktív mechanizmus működését, emiatt a hangsúlytalan szótaggal kezdődő szavak esetében, amelyeknél lényeges lenne a retroaktív működés a megfelelő lexikai feldolgozáshoz, nem jött létre megfelelő hozzáférés.

Mindezek alapján Mattys és Samuel (1997) alapvető fontosságúnak tartja a hangsúly szerepét a lexikai feldolgozásban, és úgy vélik, hogy a migrációs paradigma segítségével kapott eredmények alátámasztják a Cutler és Norris (1988) által javasolt MSS modellt. Ugyanakkor ezt a modellt egy olyan mechanizmussal javasolják kiegészíteni, amely mind proaktív, mind retroaktív módon képes figyelembe venni a hangsúlyos szótagokat, vagyis a hangsúlyos szótag mindkét oldalán képes elindítani a lexikai hozzáférést. A modell alapvető működése előreható jellegű, de ha ez nem vezet megfelelő lexikai jelöltekhez, akkor lehetőség van egy visszafelé ható folyamat beindítására. Ugyanakkor, ahogyan azt a migrációs eredmények mutatják, a visszafelé ható mechanizmus kevésbé robusztus, és erőforrás igényesebb, mint az előreható mechanizmus, de ahogy láttuk viszonylag ritkán is van rá szükség. A mechanizmus működése feltételezhetően valamilyen átmeneti memóriátár használatán alapul, hiszen a retroaktív feldolgozás csak úgy lehetséges, ha rendelkezésre állnak az előzetesen elhangzott információk. Ez a feltételezett proaktív/retroaktív feldolgozó mechanizmus sokban hasonlít a látás esetében a szakkadikus működésre, csak itt nem térben, hanem időben kell előre-, illetve visszaugrani. Ugyanakkor ez a memóriátár nem egyszerű tárhely, hanem egy dinamikusan működő rendszer: bármilyen irányú keresési folyamatok működhetnek benne. Mindezt tehát úgy

1.5 A hangsúly feldolgozása

képzhetjük el, hogy a hangsúlyos szótágok körül, amelyek kiugró jellegük miatt megragadják a figyelmet, és ritmikusságuk miatt predikciókat alakíthatunk ki a megjelenésükkel kapcsolatban, egy feldolgozási ablak jön létre, és ebben a hangsúlyos szótagtól jobbra vagy balra eső hangsúlytalan szótagokat aktív folyamatok dolgozzák fel.

Vannak ugyanakkor olyan elképzelések is, amelyek megkérdőjelezik a hangsúly fontosságát a szegmentációs folyamatban. Egyrészt nyelvközi összehasonlító vizsgálatok azt mutatják, hogy az egyes nyelvekben eltérő információk alapján történhet a szavak szegmentációja, és a hangsúly használata valójában csak az angol és ahhoz hasonló hangsúly alapú nyelvekre jellemző. A szótag alapú nyelveknél (pl. francia) bizonyítékok vannak arra vonatkozóan, hogy a szegmentációs egység a szótag (Mehler és munkatársai, 1981), a mora alapú nyelveknél (pl. japán) pedig a mora (McQueen és munkatársai, 2001). Úgy tűnik tehát, hogy noha az az információ, amit a beszélők a folyamatos szöveg szavakra történő szegmentációjában használnak, nyelvenként eltér, az mégis közös a nyelvekben, hogy a szegmentáció alapja a nyelvi ritmust meghatározó nyelvi egység. Vagyis a beszéd szegmentációjában az lehet az univerzális, hogy minden nyelv a rá jellemző ritmikai egységet használja fel a szegmentációban. Cutler és munkatársai (1997) kiemelik, hogy a szegmentációs egységek nem az inputból magából származnak, hanem az adott nyelvet használó beszélők jellegzetességei. Vagyis az angol beszélők a francia nyelvet nem a szótagok mentén fogják szegmentálni, hanem ugyanúgy a hangsúlyos szótagok mentén, mint ahogy a saját anyanyelvüket. Tehát függetlenül az input jellegzetességeitől, a hallgatók mindig az anyanyelvükre jellemző szegmentációs mechanizmust alkalmazzák. Hasonló feltételezéssel él Dupoux és munkatársai (1997) a hangsúlysüketség elméletben, azaz hogy az anyanyelvre jellemző hangsúlymintázat alapvetően meghatározza az eltérő jellegű hangsúly feldolgozását, és azokban a nyelvekben (pl. francia), ahol a hangsúlynak nincs jelentésmegkülönböztető szerepe, a beszélők nem képesek megfelelően reprezentálni a hangsúly megváltozását.

A szegmentációs kulcsokkal kapcsolatban érdemes kitérni a magyar nyelvre. Mint azt az 1.3.3.1 fejezetben láttuk, a magyar nyelvre jellemző szegmentációs kulccsal kapcsolatban a szakirodalom egyáltalán nem egyértelmű: a magyar

1.5 A hangsúly feldolgozása

nem lehet tisztán szótag-időzítésű, mivel a szótagok hossza változó, ugyanakkor viszont a hangsúly nem rendelkezik jelentésmegkülönböztető szereppel, és emiatt a magyar nem lehet tisztán hangsúly időzítésű sem. Mattys (1997) ezt a kérdést egy más szemszögből közelíti meg, és úgy véli, hogy a magyarhoz hasonló szabályos hangsúlyozású nyelvekben a szegmentációs probléma lényegében nem is létezik, mivel a szókezdet szinte mindig tökéletesen egybeesik a hangsúlyos szótaggal. Mattys szerint a magyarhoz hasonló nyelvekben azt történhet, hogy a beszéd feldolgozó rendszer megkeres minden főhangsúllyal rendelkező szótagot a beszédfolyamban, és ezt használja a lexikai feldolgozás beindítására (Mattys, 1997). Ráadásul egy proaktívan működő rendszer elegendő lenne a feldolgozáshoz, mivel gyakorlatilag nincs olyan szituáció, amikor a hangsúlyos szótaghoz képest visszafelé kellene a szókezdet komputációját elvégezni. Azaz a hangsúly nagy jelentőségű lehet a szegmentáció során, még akkor is, ha a magyar egyébként nem hangsúly időzítésű nyelv.

1.5.4.3. Egyéb kulcsok szerepe a szegmentációban

A hangsúlyon kívül ugyanakkor egyéb szegmentációs jelzőingerek is rendelkezésre állnak a szegmentációs folyamatban. Mattys (2004) kísérletében a szegmentációs kulcsok közül a hangsúlyt és a koartikulációt vizsgálta. A koartikuláció, mint szubszegmentális fonetikai jellemző olyan módon jelezheti a szóhatárt, hogy a szóhatáron kisebb mértékű koartikuláció figyelhető meg, mint a szó belsejében. Mattys (2004) egy úgynevezett *modalitásközi fragmentum priming* paradigmát alkalmazott. Ebben a vizsgált személyeknek egy vizuálisan bemutatott szóról kellett lexikalitási döntést hozni, miközben akusztikusan egy több szótagból álló értelmetlen szót mutattak be nekik, aminek a vége részben azonos volt a célszóval. A kísérletben manipulálták a fragmentum hangsúly szerkezetét és a koartikuláció mértékét, és azt mérték, hogy ez milyen mértékű priming hatást hoz létre, azaz mennyire változik meg a célszó döntési ideje. Az eredmények azt mutatták, hogy önmagában a fragmentum és a célszó hangsúly mintázata nem volt hatással a döntési időre, azaz nem volt előfeszítő hatása annak, ha a hangsúlymintázat azonos volt. A koartikuláció és a hangsúly együttes vizsgálata ugyanakkor azt mutatta, hogy a koartikuláció önmagában

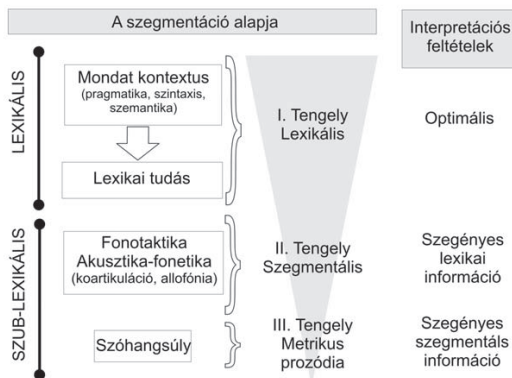
1.5 A hangsúly feldolgozása

jelentős előfeszítő hatással bír, mivel a koartikuláció csökkentése csökkentette a döntési időt, akkor is ha az a hangsúlytalan szótagon volt jelen (vagyis a koartikuláció és a hangsúly ellentmondott egymásnak). A további kísérletek ugyanakkor azt mutatták, hogy háttérzaj hozzáadása esetén már a hangsúly információ volt az, ami a primingot meghatározta. Ezek az eredmények tehát azt mutatják, hogy az egyes szegmentációs kulcsok eltérő módon használhatók fel, és a felhasználást a kontextuális feltételek befolyásolják. Úgy tűnik, hogy a hangsúly információ főként akkor irányítja a szegmentációt, amikor az input szuboptimális, de ez persze nem jelenti azt, hogy egyéb körülmények között ne alkalmaznánk azt. A hangsúlynak ezt a „végső menedék” (Mattys, 2004, 404.o.) szerepét az biztosíthatja, hogy a szegmentációs kulcsok közül ez a leginkább száliens, és zaj estén is viszonylag könnyen kinyerhető az inputból.

A szegmentációs kulcsok egyfajta hierarchikus szerveződéssel kapcsolatban Mattys és munkatársai (2005) vizsgálatai szolgáltatnak bizonyítékot. A szerzők előfeszítési feladatokban, a fenti kísérletekhez hasonlóan zajos és nem zajos körülmények között vizsgálták az akusztikai-fonetikai és fonotaktikai kulcsok, valamint a hangsúly hatását a lexikai feldolgozásra, pontosabban azt, hogy ezek ellentmondása esetén melyik jellemző határozza meg inkább a szegmentációt. Azt találták, hogy ezen jellemzők hierarchikus rendszert alkotva járulnak hozzá a szegmentációhoz, fokozatos és nem minden-vagy-semmi módon. Az egyes jellemzők relatív dominanciája pedig attól függ, hogy milyenek a környezeti feltételek. Optimális körülmények között főként a lexikai (szemantikai, szintaktikai és pragmatikai) kontextus alapján zajlik a szegmentáció. Amennyiben a lexikai információ kevésbé van jelen (pl. egyedülálló szavak esetében), akkor nagyobb szerepet kapnak a szegmentációs jellemzők. Végül pedig ha ez utóbbiakhoz korlátozott a hozzáférés, például zajos környezet esetében, akkor a hangsúly információ válik a legfontosabbá (ld. 1.7 ábra).

Mattys és munkatársai (2005) ugyanakkor kiemelik, hogy a szegmentációs kulcsok ezen hierarchiája nyelvenként eltérő lehet. Például feltételezhető, hogy a magyarban az angolhoz képest sokkal fontosabb a hangsúly szerepe, mivel sokkal egyértelműbb annak pozíciója. Valamint a szerzők feltételezik, hogy a kulcsok elsajátítása fordított a hierarchiában betöltött pozíciójukhoz képest:

1.5 A hangsúly feldolgozása



1.7. ábra. A szegmentációs kulcsok hierarchikus szerveződési modellje. Mattys és munkatársai (2005) alapján

elsőként a prozódiai kulcsokat sajátítjuk el, ezt követik a szegmentális kulcsok, végül pedig a lexikaiak.

Mindezek alapján tehát úgy tűnik, hogy a folyamatos beszédflowam szavakra történő szegmentálásában sok különböző feldolgozási szinten működő folyamat vesz részt, és több olyan jellemző is rendelkezésre áll, amelyek jelezhetik a szóhatárokat. Feltételezhető, hogy az egyes nyelvekben ezek a jellemzők különböző súlyozással vesznek részt a feldolgozási folyamatban, és a bemutatott eredmények alapján úgy tűnik, hogy a magyarban regularitása miatt nagyon fontos lehet a hangsúly szegmentációs szerepe. A következő részben olyan eredményeket mutatok be, amelyek a hangsúly, és általában a prozódiai jellemzők feldolgozásának idegrendszeri feldolgozásával kapcsolatosak.

1.6. A prozódiai feldolgozás agyi háttere

1.6.1. A prozódiai feldolgozás féltekei lateralizációja

A hangsúly, illetve általánosabban a prozódia feldolgozásának idegrendszeri hátterét viszonylag kevés tanulmányban vizsgálták. A kutatások egyik iránya a féltekei lateralizáció vizsgálatában a dichotikus hallási paradigmát alkalmazása. Ebben a feladattól függően a jobb vagy bal fül fölény kimutatása a cél (*Right Ear Advantage* – REA, *Left Ear Advantage* – LEA), ami abban nyilvánul meg, hogy az adott fülbe lejátszott ingerek feldolgozása gyorsabb vagy pontosabb lesz, és ennek interpretációja az, hogy az adott ingert az ellenoldali agyfélteke dolgozza fel inkább.

A prozódiai információk feldolgozása kapcsán az alapvető feltételezés az volt, hogy a verbális ingerek feldolgozása a bal agyféltekéhez, a non-verbális ingerek – és így a prozódia – feldolgozása viszont a jobb agyféltekéhez kapcsolódik. A vizsgálatok ugyanakkor arra az eredményre vezettek, hogy a kép ennél sokkal árnyaltabb, és a grammatikai és prozódiai feldolgozás féltekei lateralizációja egyáltalán nem ilyen egyszerű. Zurif és Mendelsohn (1972) például azt találta, hogy azoknál az értelmetlen szavaknál, amelyeknél a prozódiai kontúr megtartották, szignifikáns REA-t lehetett kimutatni, prozódiai kontúr nélkül viszont nem volt lateralizációs különbség. Ugyanakkor Blumstein és Cooper (1974) LEA-t talált egy olyan szituációban, amikor a feladat szűrt beszéddel volt kapcsolatos. A két kísérlet közötti fő különbség, hogy az elsőben a prozódiai információ szorosan kapcsolódott a nyelvi információhoz, míg a másodikban önmagában szerepelt.

Behrens (1985) specifikusan a hangsúly feldolgozásának féltekei lateralizációjára volt kíváncsi. Dichotikus hallgatási feladatban három különböző ingerhelyzetben tanulmányozta a feldolgozási fölényt. Mindhárom kísérletben az volt a kísérleti személyek feladata, hogy eldöntsék, a dichotikusan hallható szópárokban melyik szótag volt hangsúlyos és melyik hangsúlytalan. Az első kísérletben hangsúly minimális párokat mutattak be, a másodikban ugyanezen szavak alul-szűrt változatát, a harmadikban pedig értelmetlen hangsúly minimális párokat. Az eredmények szerint az egyes szituációkban eltérően jelent-

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

kezett a feldolgozási főlény: a hangsúly minimális párok esetében szignifikáns REA volt kimutatható, a szűrt szavak esetében ezzel szemben szignifikáns LEA jelentkezett. Az értelmetlen szavak esetében nem tért el szignifikánsan a két oldal feldolgozási teljesítménye. Behrens (1985) interpretációja szerint ezek az eredmények a hangsúly feldolgozásának egyfajta kumulatív jellegét mutatják: a prozódiai információ önmagában történő feldolgozása a jobb agyféltekéhez kapcsolódik (szűrt ingerek – LEA), de csak akkor ha nem áll rendelkezésre egyéb fonetikai vagy szemantikai információ. Ha csak a fonetikai információ van jelen (értelmetlen szavak), akkor nem mutatható ki lateralizáció. Ha pedig mind fonetikai, mind szemantikai információ rendelkezésre áll a prozódiaián kívül, akkor egyértelmű bal féltekei lateralizációt találunk (értelmes szavak – REA). Azaz a bal agyfélteke csak akkor vesz részt a prozódiai információ feldolgozásában, ha az rendelkezik nyelvi relevanciával, egyébként pedig a jobb oldalon történik a feldolgozás.

1.6.2. A prozódia jellemzők produkciója és percepciója afáziás betegeknél

A prozódiai folyamatok féltekei lateralizációjának másik kutatási irányzata az afáziás betegek tanulmányozása volt. Az afáziás betegek vizsgálata kapcsán kapott eredményeket Baum és Pell (1999) foglalja össze, részletesen kitérve az affektív és lingvisztikai prozódiai produkciós és percepciós oldalára is. Az afáziás betegek prozódiai produkciója kapcsán sokáig tartotta magát az a nézet, hogy a jobb féltekei sérültek a bal féltekei sérültekhez képest aprozódias vagy diszprozódias produkciót mutatnak, vagyis sérült náluk mind az emocionális mind a nyelvi szándékú prozódia kifejezése (Baum és Pell, 1999). Később azonban ez az elképzelés részben megdőlt, mivel szigorúbb kísérleti feltételek mellett olyan eredmények születtek, amelyek szerint jelen van ugyan diszprozódia az afáziás betegeknél, de nem specifikusan a jobb vagy bal oldali sérülteknél, hanem mindkét csoportnál (Cancelliere és Kertesz, 1990). Ráadásul ez mind az affektív, mind a lingvisztikai prozódiai kapcsán így van, amit például Baum és Pell (1997) eredményei támasztanak alá. Ők azt kapták, hogy jobb-, és balfélteke sérült betegek egyaránt képesek megfelelő módon jelezni a mondat típusokat

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

az intonáció segítségével. Ezek az eredmények azt mutathatják, hogy a prozódiai jellemzők produkciója nem feltétlenül lateralizált, illetve lehetséges, hogy elsősorban kéreg alatti struktúrák irányítják. Ugyanakkor a prozódiai jellemzőkön belül érdemes több szintet is elkülöníteni. Van Lancker (1980) például egy olyan hierarchikus szerveződést javasol, amelynek egyik végpontján az affektív prozódia áll, mint legkevésbé nyelvi jellegű szerveződés, ezt követi az intonáció, mint szintaktikai szerveződés, majd pedig a hangsúly és a hangmagasság, amelyek mint leginkább nyelvi szerveződések a lexikai differenciációt teszik lehetővé (a hangmagasság a tonális nyelvekben, a hangsúly pedig a hangsúly alapú nyelvekben). Ezek a szintek többek között abban is eltérnek egymástól, hogy a produkció tervezése milyen módon történik, és milyen nagyságú nyelvi egységen hat (pl. mondat vagy szó szint), és ennek megfelelően az egyes szinteken feltételezhetően más-más, akár eltérő agyféltekére lokalizálható területek vesznek részt. Mindezek miatt tehát azt várhatnánk, hogy az afáziás betegek nem mutatnak azonos problémákat a különböző szinteken, pontosan amiatt, mert az egyes szinteken eltérő agyi területek megfelelő aktivitása szükséges.

Az afáziás betegek hangsúly produkcióját illetően többen is találtak deficitet. Weintraub és munkatársai (1981) jobbfélteke sérülteknél a kontrasztív hangsúly produkciója során (pl. A fiú futott. A lány sétált. Ki futott? Mit csinált a lány?) az akusztikai kulcsok hiányát, és így a hangsúly nem megfelelő kifejezését találta. Behrens (1988) eredményei szerint ugyanakkor a jobbfélteke sérültek megfelelően tudták jelölni a hangsúlyt, és hasonló akusztikai kulcsokat használtak, mint a normál személyek, de kevesebb kulcsot használtak a hangsúly produkciójában. Emmorey (1987) összevetve a bal-, és jobbféltekei sérültek hangsúlyprodukcióját összetett szavak és frázisok esetében (redcap vs. red cap) azt találta, hogy a jobbfélteke sérültek produkciója közelítette a normál személyek produkcióját, míg a balfélteke sérülteknél gyengébb volt a hangsúly jelzése, ami főként a hossz és a hangmagasság inadekvát produkciójában nyilvánult meg. Ouellette és Baum (1994) szintén azt találták, hogy a jobbféltekei sérültek megfelelően produkálták a hangsúlyt, a balféltekei sérültek viszont a hossz megfelelő alkalmazásában gyengébbek voltak. Ezek az eredmények tehát alátámasztják azt a feltételezést, hogy az eltérő nyelvi szin-

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

tek eltérő agyi struktúrákon alapulnak, mivel a hangsúly produkció problémái úgy tűnik elsősorban a balféltekei sérülteknél jelentkeznek.

A prozódiai jellemzők percepciójának sérülésével kapcsolatos adatok szintén meglehetősen ellentmondásosak. Egyes szerzők találtak bizonyítékot a jobbféltekei sérült betegek emocionális prozódia megértési képességeire (Heilman és munkatársai, 1975), mások viszont nem találtak különbséget bal-, és jobbféltekei sérült betegek között (Cancelliere és Kertesz, 1990). Ugyanakkor a legtöbb vizsgálat megerősítette azt, hogy ha nincs is egyértelmű különbség a különböző féltekei sérültek között, a normál kontroll és az agysérült betegek között szinte mindig van eltérés. Ez pedig arra utalhat, hogy a prozódia agyi feldolgozása bilaterális összehangoltságban történik, azaz a megfelelő megértéshez a két félteke együttes munkája szükséges. Van Lancker és Sidtis (1992) azt vizsgálta, hogy pontosan milyen szerepe van a két féltekének az emocionális prozódia megértésében. Bal-, és jobbfélteke sérült, valamint normál kontroll személyek emocionális prozódiai azonosítási teljesítményét vizsgálták, valamint megkísérelték azt megállapítani, hogy a különböző személyek hibázásai az ingeranyag mely akusztikai paramétereivel álltak összefüggésben. Azt találták, hogy noha mindkét betegcsoport hasonlóan magas hibázási arányt mutatott, a hibázási mintázat eltérő volt. Az elemzések alapján a szerzők arra következtettek, hogy a balféltekei sérültek főként a hangmagasság információra alapozták az ítéleteiket (vagyis az intenzitás illetve hossz információt kevésbé tudták figyelembe venni), a jobb féltekei sérültek viszont elsősorban a hossz információt vették figyelembe (vagyis a hangmagasság feldolgozásával voltak problémáik). Mindezek alapján a szerzők arra következtettek, hogy az afáziás betegek prozódia feldolgozási problémái perceptuális jellegűek, és az érintett félteke által normál esetben hatékonyabban feldolgozott akusztikai információt (balfélteke: hossz, jobb félteke: hangmagasság) kevésbé jól tudják felhasználni. Ez egybevág Zatorre és Belin (2001) eredményeivel, akik szerint a két félteke specializálódott a spektrális és temporális ingerek feldolgozására oly módon, hogy mindkét félteke feldolgozza ugyan mindkét típusú információt, de a jobb erőteljesebben részt vesz a spektrális, a bal pedig a temporális információ feldolgozásában. Az afáziás betegek perceptuális feldolgozási problémáit olyan tanulmányok is alátámasztják, melyek nem nyelvi jellegű ingerek feldolgozását vizsgálták, és

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

a betegek kapcsán hasonló mintázatot figyeltek meg (Robin és munkatársai, 1990).

A lingvisztikai prozódia, és elsősorban a hangsúly feldolgozása kapcsán ismét csak sok különböző eredményt találhatunk. Blumstein és Goodglass (1972) azt találta, hogy sem a Broca-, sem a Wernicke-afáziások számára nem okozott problémát egy olyan feladat elvégzése, amelyben csak a hangsúlyban különböző szó szerkezetek megkülönböztetését kellett elvégezni (pl. redcap vs red cap). Baum és munkatársai (1982) ugyanakkor egy hasonló feladatot alkalmazva a Broca-afáziások gyengébb teljesítményét mutatták ki. Weintraub és munkatársai (1981) eredményei szerint a jobbfélteke sérüléssel rendelkező betegek deficitet mutatnak a hangsúly észlelésében egy hasonló feladatban, normál kontrollokhoz képest. Ugyanakkor Baum és munkatársai (1982) balfélteke sérülteknél találtak deficitet, a kontrollcsoporthoz képest. Emmorey (1987) mindkét féltekei sérült betegcsoport eredményét figyelembe véve azt találta, hogy a balfélteke sérültek mind a jobbfélteke sérültekhez, mind a normál kontrollhoz képest rosszabul teljesítenek egy hangsúly diszkriminációs feladatban. Mindez egybecseng Behrens (1985) fentebb bemutatott dichotikus hallgatási paradigmában kapott eredményeivel, melyek szerint a hangsúly feldolgozása során akkor tapasztalható a bal félteke erőteljesebb részvétele, ha nyelvi jellegű információt kell feldolgozni.

Pell és Baum (1997) egy komplex vizsgálatban bal-, és jobbfélteke sérült valamint normál kontroll személyek teljesítményét hasonlította össze egy diszkriminációs és egy azonosítási feladatban, amelyben affektív és lingvisztikai prozódiai jellemzőikben, illetve jelentés tartalmukban eltérő (jelentéssel bíró, értelmetlen és alulszűrővel szűrt) mondatokat hallottak a vizsgált személyek. Az affektív prozódiai feladatban a személyeknek azt kell eldönteniük, hogy a mondatok vidám, szomorú vagy dühös érzelmi tartalmúak, a lingvisztikai prozódiai feladatban pedig azt, hogy a mondatok állító, kérdő vagy felszólító jellegűek. Az eredmények azt mutatták, hogy a diszkriminációs feladatban a betegcsoportok a kontroll csoporthoz hasonlóan teljesítettek, de a döntési idejük majdnem kétszerese volt a kontroll csoporténak. Az azonosítási feladatokban ugyanakkor a betegcsoportok szignifikánsan gyengébb teljesítményt mutattak mind az affektív, mind a lingvisztikai feladatban. Ez a teljesítménybeli eltérés

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

mindhárom mondatfajta, vagyis az értelmes, értelmetlen és szűrt mondatok esetében fennállt. Ugyanakkor a bal-, és jobbfélteke sérült betegek között nem volt szignifikáns különbség, habár a balfélteke sérültek a lingvisztikai feladatokban konzisztensen gyengébbek voltak, mint a jobbfélteke sérültek. Egyetlen feltételben tért el egymástól a két csoport, mégpedig az értelmes mondatok lingvisztikai prozódiai azonosításában, ahol a balfélteke sérültek gyengébb teljesítményt mutattak, mint a normál kontrollok, de a jobbfélteke sérülteknél nem volt ilyen különbség. Azaz úgy tűnik, hogy a balféltekei sérültek valóban mutatnak valamiféle károsodást a lingvisztikai prozódia terén, de az affektív prozódiai ilyen fajta laterizációjára nem talált bizonyítékot ez a vizsgálat.

Összefoglalva az agysérült betegeknek a prozódia feldolgozása és produkciója kapcsán kapott eredményeket, úgy tűnik, hogy bizonyos mértékű laterizáció valóban létezik. Az eredmények arra utalnak, hogy a lingvisztikai jellegű prozódia feldolgozása és produkciója inkább a bal féltekéhez köthető. Az affektív prozódia kapcsán ugyanakkor nem található egyértelmű jobb oldali laterizáció. Elképzelhető, hogy ez annak köszönhető, hogy a nyelvi illetve prozódiai szerveződés különböző szintjein lévő információk feldolgozása más-más féltekéi involváltságot feltételez. Valamint a szerveződéstől függően fontos lehet a különböző szubkortikális területek részvétele is, illetve az, hogy az egyes akusztikai-fonetikai jellemzőket, amelyek a különböző szinteken más-más fontosságúak, szintén eltérő agyi területek dolgozzák fel (ld. pl. időtartam és hangmagasság feldolgozása).

Ezen eredményeket alátámasztja Aleman és munkatársai (2005) normál személyeken végzett funkcionális képalkotó eljárást (fMRI) alkalmazó vizsgálata. A szerzők kimutatták, hogy a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok diszkriminációja során a bal oldali superior temporális területek poszterior része aktiválódott. Az aktiváció egyaránt kiterjedt a superior temporális tekervényre (STG) és árokra (STS). Ez az aktivitási mintázat érdekes módon akkor is megjelent, amikor a kísérleti személyek nem hallották, hanem elképzelték a képernyőn megjelenő szavak prozódiai szerkezetét. Ezen kívül a bal inferior frontális tekervény területén (Br 44, Broca-terület) is találtak aktivációt. Mindez arra utal, hogy a hangsúlyinformáció feldolgozása során a kísérleti személyek a motoros kódra is támaszkodtak, mégpedig mind a hallgatási, mind a

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

képzelt feladat során. Aleman és munkatársai (2005) eredménye szerint tehát a hangsúlyinformáció feldolgozása a baloldali agyi területekhez köthető.

1.6.3. A beszédfeldolgozást kísérő agyi elektromos változások

Ahogy az többször is említettük, a hangsúly feldolgozása kapcsán viszonylag kevés olyan eredmény áll rendelkezésre, amely annak idegrendszeri hátterével foglalkozna. A kognitív idegtudományi kutatások elsősorban a beszéd szegmentális jellemzőinek feldolgozásával foglalkoztak, és a szupraszegmentális jellemzők tanulmányozása meglehetősen kis figyelmet kapott.

A beszédhangok agyi feldolgozásának tanulmányozása során leggyakrabban alkalmazott módszer az ingerek által kiváltott agyi elektromos aktivitás (EEG) mérése, illetve az ingerhez szinkronizált agyi elektromos változások, az eseményhez kötött agyi potenciálok (EKP) vizsgálata. A legelterjedtebb kísérleti eljárás az úgynevezett passzív kakukktójas paradigma, amelyben egy gyakori (standard) és egy ettől valamilyen ingerdimenzióban eltérő ritka ingert (deviáns) felváltva mutatnak be, miközben a kísérleti személyek figyelme egy elterelő feladatra irányul, azaz a hallott ingereket figyelmen kívül hagyják. A passzív kakukktójas helyzetben a deviáns inger – amennyiben a standardtól megkülönböztethető – kivált egy, a változás kezdetét 100-250 ms-al követő, fronto-centrálisan negatív maximumot, a poszterior területeken pedig polaritásfordulást mutató eseményhez kötött agyi potenciált, az úgynevezett Eltérési Negativitást (EN) (Näätänen, 2001). Az EN-t első leírása óta (Näätänen és munkatársai, 1978) mind humán, mind állatkísérletekben (pl. Csépe és munkatársai, 1987) sokat vizsgálták. Näätänen (2001) szerint az EN egyedülálló mérőeszköze a hallási diszkrimináció pontosságának, így valójában a modern képkötő eljárások sem vehetik fel vele a versenyt, már csak azért sem, mivel ezek egyike sem kínál ilyen pontos idői felbontást. Ráadásul az EN jelzi a diszkrimináció pontosságát is: minél jobb a megkülönböztetés, annál nagyobb az EN (Lang és munkatársai, 1990).

Azzal kapcsolatban is egyre nő a bizonyítékok száma, hogy az EN specifikusan a nyelvi ingerek feldolgozását is jól követi. Az első kísérletek óta (Aaltonen

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

és munkatársai, 1987) a disszertáció megírásának idejéig már több mint 200 cikk foglalkozott a beszédhangok által kiváltott EN-el. Az EN különösen alkalmasnak tűnik arra, hogy a beszédhangok agyi feldolgozásának folyamatát kövessük. Az EN-t vizsgáló paradigmák ugyanis legtöbbször passzív elrendezést használnak, amelyben a vizsgált személyeknek nincs semmilyen feladatuk a bemutatott ingerekkel kapcsolatban, és a kutatók azt vizsgálják, hogy az észlelőrendszer preattentív módon hogyan dolgozza fel az ingereket. Ez pedig látszólagosan kis ökológiai validitása ellenére valójában jól modellezi a beszéd feldolgozásának hétköznapi szituációját, amikor is a figyelem nem a beszéd jellemzőire irányul, hanem a beszéd tartalmára. Tulajdonképpen minden olyan kísérleti módszer, amely nem ezen a passzív módon vizsgálja a beszéd feldolgozását (pl. jósági ítéletek, diszkriminációs feladatok), valamilyen extra kognitív feldolgozási folyamatot vesz igénybe, adott esetben meta-lingvisztikai tudást igényel. Ezzel szemben a passzív kakukktójas paradigma lehetővé teszi, hogy az agyi elektromos aktivitás tanulmányozása révén önmagában a beszéd feldolgozását kísérő agyi folyamatokat tanulmányozzuk.

A beszéd feldolgozása kapcsán kapott EN vizsgálatok alapvető eredmény az, hogy a beszédhangok közötti eltérések, amelyek akusztikai eltérésekben valósulnak meg, de elsősorban mégsem akusztikai, hanem fonetikai jellegűek, kiváltják az EN komponenst, amennyiben a hangok között detektálható eltérés van. Ugyanakkor a beszédhangok kapcsán a feldolgozási folyamatot nagyban befolyásolja az, hogy a beszédhangok rendelkeznek-e hosszú távú reprezentációval is (fonéma reprezentáció). Azaz a beszédhangok feldolgozása esetében nem egyszerűen a standard ingerekre kialakult ideiglenes szenzoros emlékezeti nyom és az eltérő paraméterezésű deviáns ingerek összehasonlítása történik meg, hanem ezeknek egyidejűleg a hosszú távú reprezentációkhoz való hozzá-mérésére is sor kerül. Ráadásul a fonéma reprezentációk nyelvspecifikusak, azaz az EN attól függően jelenik meg, hogy egy adott nyelvben van-e eltérés a reprezentációk között, és nem attól függően, hogy fizikailag eltérnek-e az ingerek. Winkler és munkatársai (1999) például finn és magyar beszélőknek mutattak be olyan beszédhang párokat, amelyek vagy kategórián belüli, vagy kategóriák közötti kontrasztokat jelentettek a két csoport számára. A hangok azonosak voltak mindkét csoport esetében, de változott az, hogy melyek számítottak

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

kategórián belüli, illetve kategóriák közötti beszédhangoknak. Az eredmények azt mutatták, hogy mindkét csoport esetében mindegyik kontrasztra megjelent az EN, de mindkét csoport esetében nagyobb volt a kategóriák közötti különbségre. A kategóriák közötti nagyobb különbségre nyelvspecifikusan megjelenő nagyobb EN értelmezhető úgy, hogy itt a feldolgozó rendszer a fizikai különbségeken túl a hosszú távú reprezentáció jóságát (goodness) is „figyelembe veszi” és eltérés esetén össze-nem-illést jelez. Näätänen és munkatársai (1997) MEG vizsgálatukban azt találták, hogy az adott nyelvre jellemző prototipikus beszédhang kontrasztok feldolgozása során kapott EN nagyobb aktivitást váltott ki a bal oldali agyi területeken, mint a jobb oldalon. Azon kontrasztok feldolgozása esetén viszont, amelyek az adott nyelvben nem léteztek, vagyis nem állt rendelkezésre aktiválható fonéma reprezentáció, az EN mindkét oldalon azonos aktivitást mutatott. A beszédhangok kontrasztjaival kiváltott EN tehát kettős természettel rendelkezik: egyrészt egy olyan, a fonémákra jellemző akusztikus változás detekciójával jár együtt, amely egy mindkét oldalon jelentkező komponenst vált ki, másrészt pedig egy olyan nyelvspecifikus feldolgozás befolyása alatt áll, amely egy bal oldalra lokalizálható választ eredményez.

A beszédfeldolgozással kapcsolatos EN eredmények magyarázó modelljét Näätänen (2001) írta le. Näätänen (2001) olyan úgynevezett *fonéma trace*-eket tételez fel a beszédhangok feldolgozásának hátterében, amelyek egyfajta felismerési sablonokként működnek, és a beszédhangok feldolgozása során a különböző akusztikai jellemzőkkel rendelkező hangok aktiválják ezeket. A trace-ek aktiválódása jelenti lényegében a fonémák kategorizációját, vagyis azt, hogy az egyébként igen variábilis akusztikai jellemzőkkel leírható beszédhangokat a feldolgozó rendszer megfeleltette az absztrakt fonéma reprezentációknak. Ezek a reprezentációk a nyelvajátítás során viszonylag gyorsan kialakulnak, feltételezhetően 6-12 hónapos kor körül (Cheour és munkatársai, 1998). A beszédhangok feldolgozása során az elmélet szerint azok aktiválják a hosszú távú fonéma reprezentációkat, és ezek feldolgozásakor az EN nem csak a közvetlen fizikai jellemzők összemérést tükrözi, hanem az ezekkel a hosszú távú nyomokkal való összemérést is. Az elképzelés szerint egy nyelvben létező illetve nem létező beszédhang kontraszt feldolgozása abban tér el egymástól, hogy az előbbiben a

1.6 A prozódiai feldolgozás agyi háttere

feldolgozás vonatkoztatási alapja a fonéma reprezentáció, az utóbbiban pedig nem, azaz az előbbiben aktiválódik a fonéma trace, az utóbbiban viszont nem.

A beszédhangokkal kapcsolatos eredményeken kívül arra is van néhány bizonyíték, hogy kifejezetten a hangsúly mintázatának detekciója EN-t vált ki, jöllehet ezek elsősorban csecsemőkkel végzett adatokon alapulnak. Weber és munkatársai (2004) azt találták, hogy már 5 hónapos csecsemők esetében is megtörténik a különböző hangsúlymintázattal rendelkező szavak diszkriminációja, amely a babáknál egy pozitív amplitúdójú EN választ vált ki, miközben a 4 hónaposok még nem tesznek különbséget a mintázatok között. Az 5 hónaposok esetében ugyanakkor csak abban a feltételben kaptak szignifikáns pozitív EN választ, amikor a standard a második, a deviáns pedig az első szótagon volt hangsúlyos (vagyis amikor a németben a gyakoribb hangsúlymintázatú szó volt deviáns helyzetben).

Friedrich és munkatársai (2004) ráadásul nyelvi hatást is találtak a 4-5 hónapos csecsemők hangsúlyfeldolgozása esetében: német és francia anyanyelvű csecsemők eltérő agyi válaszokat mutattak a német illetve a francia hangsúlyozásnak megfelelő szavak feldolgozása során. Ebben a vizsgálatban a Weber és munkatársai (2004) által közölt eredményekhez képest – ugyanolyan ingereket használva – csak abban a helyzetben találtak szignifikáns pozitív EN választ a német csecsemőknél, amelyben a deviáns inger esetében a hangsúly a második szótagon volt. Ugyanakkor a francia csecsemők esetében akkor volt csak szignifikáns eltérés az ingerek között, ha a standard a második, a deviáns pedig az első szótagon volt hangsúlyos. Azaz a 4-5 hónapos csecsemők a hangsúlyt az anyanyelvük domináns hangsúlymintázatának megfelelően dolgozták fel. Az eredmények ráadásul azt mutatták, hogy a mindkét csoport esetében az EN válasz 600 ms körül jelent meg, vagyis a szó második részéhez kapcsolódóan.

1.7. A szakirodalmi áttekintés összefoglalása

Mit tudhatunk meg tehát a hangsúllyal kapcsolatos szakirodalmi adatok áttekintéséből?

A *hangsúly akusztikai jellemzői* nem határozhatók meg egyértelműen. A főként az angol nyelvvel foglalkozó szakirodalomból az a konklúzió vonható le, hogy a hangsúly főként az f_0 és az intenzitás változásával jár együtt, de fontos lehet még a hossz is. Feltételezhető, hogy a hangsúlyos szótagok ezen akusztikai jellemzők közül mindig legalább az egyikben nagyobbak, mint a hangsúlytalan szótagok. Az akusztikai mérések eredményei ugyanakkor nem konzisztensek, és emiatt a hangsúlyt nem lehet megbízhatóan felhasználni az automatikus beszédfeldolgozó rendszerekben. A hangsúly produkciójára vonatkozó elektromiográfias vizsgálatok ezzel szemben azt találták, hogy a beszédproduktions rendszer szublingvális részéhez tartozó izmok szinte mindegyikénél nagyobb aktivitás mutatható ki a hangsúlyos szótag produkciójakor, szemben a hangsúlytalan szótaggal, és főként a bordaközi izmok aktivitása jár együtt igen megbízhatóan a hangsúly produkciójával.

A *hangsúly fonológiai hátterével* kapcsolatban feltételezhető, hogy az nem úgy írható le legjobban, mint egy adott fonológiai jegy jelenléte, vagy hiánya (\pm stress), és nem segíti a hangsúly megértését, ha egyszerűen annak szintjeit próbáljuk leírni (elsődleges, másodlagos, harmadlagos hangsúly, stb.). Ezzel szemben a hangsúly, mint metrikus struktúra leírása már sikeresebbnek mondható. A metrikus fonológiai leírás a hangsúlyt relációs fogalmakban értelmezi, és ezzel megoldást kínál a hangsúly variábilis akusztikai jellemzőinek kezelésére: nem a hangsúly fizikai megjelenése a lényeg, hanem hogy a hangsúlyos és a hangsúlytalan szótag eltérjen egymástól. A metrikus fonológiai azt állítja, hogy a beszédben léteznek észrevehető lüktetések, amelyek közül bizonyosok kiemelkednek a többi közül, és ez a kiemelkedés egy szabályos és hierarchikus rendszert alkot. Az, hogy pontosan milyen szintek jönnek létre, nyelvenként eltérő. A magyarban a hangsúly rendszer viszonylag egyszerű volta miatt feltételezhetően elegendő egy a hangsúlyos és hangsúlytalan szótagokat elkülönítő metrikus szint, és egy a frázisok szintjén értelmezett intonációs szint.

1.7 A szakirodalmi áttekintés összefoglalása

A *hangsúly produkciójával* kapcsolatban azt mondhatjuk, hogy a produkciós folyamatban feltételezhetően létezik egy olyan szakasz, amikor az egymástól függetlenül reprezentált szegmentális és szupraszegmentális struktúra összekapcsolása megtörténik. A szavak produkciójához nélkülözhetetlen az, hogy a produkciós folyamatban valamikor rendelkezésre álljon egy olyan reprezentáció, amely nem csak a szavakat alkotó fonémákat jelöli ki, hanem a szavak szótag szerkezetét, és azok hangsúlymintázatát is. Ahhoz ugyanis, hogy az artikulációs rendszer létre tudja hozni az adott szót, rendelkezni kell információval arra vonatkozóan, hogy pontosan mely szótagokat kell hangsúlyosan és hangsúlytalanul ejteni. Ugyanakkor nem világos, hogy a hangsúlymintázat milyen módon reprezentálódik: ez minden egyes szó esetében rendelkezésre áll a mentális lexikonban, vagy pedig komputációs folyamatok révén, a fonológiai szabályok segítségével hozzuk létre a produkciós folyamat során. Feltételezhető, hogy mindkettő egyszerre létezik, és hogy nyelvenként eltér, hogy melyik lényegesebb. A magyarban a hangsúly szabályos jellege miatt feltételezhetjük, hogy egy pusztán szabály alapú rendszer is megfelelően képes a hangsúlymintázat kijelölésére.

A *hangsúlynak a beszédfeldolgozásában betöltött funkciójával* kapcsolatban azt mondhatjuk, hogy elsősorban a lexikai feldolgozásban lehet ennek szerepe. Egyes elméletek szerint a lexikai feldolgozási folyamatban a hangsúlyos szótag lehet a beszédfolyam azon kiemelkedő eleme, amely lehetővé teszi a folyamatos beszéd szavakra történő szegmentációját, és ezáltal a lexikai keresési folyamat beindítását. Ugyanakkor léteznek olyan elképzelések, amelyek szerint a hangsúly csak egy a lexikai feldolgozás során felhasznált kulcsok közül, és elsősorban akkor vesszük igénybe, amikor a hallási környezet nem optimális (pl. zajos környezetben). Természetesen a szegmentációs kulcsok esetében is feltételezhető, hogy az egyes nyelvek eltérő módon alkalmazzák ezeket. Így a magyarban a szabályosság miatt a hangsúly szerepe nagyobb lehet, mint például az angolban.

A *hangsúlyfeldolgozás illetve produkció idegrendszeri háttere* kapcsán az afáziás betegekkel folytatott vizsgálatok azt mutatják, hogy a hangsúly és a szegmentális információ feldolgozása disszociálódhat. A hangsúly feldolgozás és produkció zavara elsősorban a bal féltekei sérülésekhez kapcsolódik. Hasonló

1.7 A szakirodalmi áttekintés összefoglalása

eredményeket mutatottak ki a hangszűly feldolgozás funkcionális neuroanatómiai háttérét tanulmányozó vizsgálatok, amennyiben a hangszűlymintázat feldolgozása során a bal oldali szűperior temporális területek aktivációját találták.

1.8. Jelen tanulmány

Disszertációm központi kérdése mindezen szakirodalmi adatok fényében az volt, hogy mit tudhatunk meg az agyi elektromos aktivitás változásainak vizsgálatára révén a hangszúly idegrendszeri reprezentációjáról. Alapvető kérdésem arra vonatkozott, hogy a hangszúly, hasonlóan a szegmentális jellemzőkhöz, feldolgozható-e automatikus, azaz preattentív módon. Arra is kerestem a választ, hogy a hangszúlymintázat agyi feldolgozása mennyiben támaszkodik a hangszúllyal kapcsolatos fizikai jellemzők feldolgozására, illetve mennyiben játszanak szerepet ebben a hosszú távú reprezentációk. Valamint az is érdekelt, hogy a hangszúlymintázat hosszú távú reprezentációja a lexikonban specifikált leírás, vagy általános szabály formájában működik-e.

Az áttekintett elméletek és empirikus adatok alapján azt feltételezhetjük, hogy a hangszúlymintázat feldolgozása nem csak adatvezérelt, azaz bottom-up módon történik, hanem a top-down reprezentációk is szerepet játszanak a feldolgozási folyamatokban. A hangszúlymintázat feldolgozása feltehetőleg a beszédhangok feldolgozásával analóg módon zajlik. A beszédhangok feldolgozása kapcsán a már bemutatott Näätänen-féle modellt (Näätänen, 2001) szerint a beszédhangok feldolgozása a hosszú távú fonéma trace-eken, mint felismerési sablonokon alapul. Ennek alapján azt feltételeztük, hogy a prozódiai információ feldolgozása során is rendelkezésre állnak hosszú távú reprezentációk, amelyeket *prozódiai template*-eknek, vagy specifikusan a hangszúly kapcsán *hangszúly template*-eknek nevezhetünk. A template elnevezést azért tartjuk jobbnak a trace-nél a hangszúlyra vonatkoztatva, mert úgy véljük, hogy a hangszúly esetében nem egyszerűen emlékezeti nyomokról van szó, hanem mintázatokat tároló absztrakt reprezentációkról. Az áttekintett szakirodalmi adatok alapján a hangszúly template-eket úgy képzeljük el, hogy azok a szavak hangszúlymintázatát a metrikus szerkezetnek megfelelően tárolják, azaz a szótagokhoz kapcsolt hierarchikus hangszúlyszintek formájában, ahogy azt a Levelt-modell (ld. 1.5 ábra), illetve a Hayes-féle elképzelés (ld. 1.3 ábra) leírja.

A hangszúlymintázat feldolgozásának EKP korrelátumai kapcsán úgy véljük, hogy a fonéma trace-ek működéséhez hasonlóan amennyiben a feldolgozott hangszúlymintázat eltér a reprezentációban meghatározott mintázattól, akkor

1.9 Hipotézisek

aktiválódnak a változásdetekciós mechanizmusok, és megjelenik az EN komponens.

A hangsúly hosszú távú reprezentációja elméletileg két módon képzelhető el. Vagy a mentális lexikonban van eltárolva minden szó bejegyzésénél külön-külön, vagy pedig a jellemző mintázatnak létezik egy szabályalapú reprezentációja, azaz egy olyan absztrakt template-je amely az adott nyelvre jellemző szabályos hangsúlyozást tartalmazza, egy fonológiai szabály jellegű reprezentációs formában.

Mindezek alapján az agyi elektromos válaszokkal követni kívánt hangsúlyfeldolgozásra vonatkozóan az alábbi predikcióink lehetnek. Ha a hangsúlymintázat feldolgozásában top-down információk is szerepet játszanak a bottom-up információkon kívül, akkor a beszéd- és az ugyanolyan akusztikai jellemzőkkel rendelkező, de nem-beszéd jellegű ingerek feldolgozása során eltérő agyi válaszokat fogunk regisztrálni. Ha a top-down információ a mentális lexikonból származik, akkor a lexikonban tárolt jelentéssel rendelkező szavak, illetve a lexikonban reprezentációval nem rendelkező értelmetlen álszavak feldolgozása eltérő agyi válaszokkal fog együtt járni. Ha a top-down információ általános, szabály alapú template jellegű, akkor viszont a jelentéssel rendelkező szavak, és a jelentéssel nem rendelkező, de szó szerű álszavak feldolgozása hasonló agyi válaszokat fog kiváltani.

1.9. Hipotézisek

A fentiek alapján a következő explicit hipotéziseket fogalmaztuk meg:

1. A hangsúly feldolgozása a szegmentális jellemzőkhöz hasonlóan preatentív módon valósul meg. A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása EN komponenst vált ki.
2. A hangsúly a szegmentális jellemzőkhöz hasonlóan rendelkezik hosszú távú beszédspecifikus reprezentációval. Ezért a beszéd jellegű, és az ugyanolyan akusztikai jellemzőkkel rendelkező, de nem beszéd jellegű információk feldolgozása eltérő agyi válaszokat eredményez.

1.9 Hipotézisek

3. A hangsúly template egy általános és absztrakt szabály, a hangsúly template formájában létezik, és a prelexikális szinten van jelen. Emiatt a szavak és álszavak feldolgozása során egyaránt aktív. A hangsúlymintázat feldolgozása során a nyelvi inputot összevetjük a hangsúly template-tel, és ha a nyelvi input nem felel meg a hangsúly template-nek, akkor az kiváltja az EN komponenst.

Mindezen kérdések megválaszolására öt eseményhez kötött agyi potenciál kísérletet végeztünk el, amelyek mindegyikében passzív kakukktójas paradigmákban vizsgáltuk az agyi elektromos aktivitás változását a különböző ingerparaméterek hatására.

Az 1. kísérlet szolgált a hangsúly feldolgozását kísérő EKP komponensek egyfajta normatív megállapítására, és azoknak a beszédhangok által kiváltott EKP komponenseivel való összevetésére. Ebben a kísérletben azt vizsgáltuk, hogy lehetséges-e a hangsúlymintázat preattentív feldolgozása.

A 2-4. kísérletben a hangsúlyt kísérő fizikai paraméterek feldolgozását vizsgáltuk az akusztikai jellemzők különböző módokon történő modellezésével. Ezekben a kísérletekben nem-beszéd jellegű ingerek használtunk annak igazolására, hogy a hangsúly feldolgozása során nem csak az akusztikai jellemzőket, de a hosszú távú template-eket is felhasználjuk.

Az 5. kísérletben a hangsúllyal kapcsolatos template alapú feldolgozás EKP korrelátumait vizsgáltuk meg, lexikai reprezentációval nem rendelkező álszavakat alkalmazva, oly módon, hogy két feltételben felcseréltük a standard és deviáns helyzetben lévő szabályos és szabálytalan hangsúlyozású álszavakat.

2.

Eredmények

2.1. Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása*

Ebben a kísérletben az volt a célunk, hogy megállapítsuk, képes-e az emberi agy a hangsúlymintázatban bekövetkező változás észlelésére preattentív helyzetben, azaz a Hipotézisekben megfogalmazott 1. hipotézist vizsgáltuk. Ezen kívül a jól ismert beszédhang kontrasztok feldolgozását is vizsgáltuk, annak érdekében, hogy a szegmentális és szupraszegmentális információk feldolgozását össze tudjuk hasonlítani. A beszédhang kontrasztok feldolgozása esetében azt vártuk, hogy a zöngésségi időben eltérő szókezdő beszédhangok automatikus feldolgozása kiváltja a jól dokumentált Eltérési Negativitás (EN) komponenset. A hangsúlymintázat feldolgozása kapcsán az volt az elvárásunk, hogy a magyar nyelvnek megfelelő hangsúlymintázat (a szó első szótagja hangsúlyos) sértése esetében (a szó második szótagja hangsúlyos) a nyilvánvaló eltérés, vagyis a második szótagon megjelenő hangsúly detektálása kiváltja az EN-t.

*A fejezet Honbolygó és munkatársai (2004) és Honbolygó és Csépe (2007) alapján készült.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása

2.1.1. Módszer

2.1.1.1. Résztvevők

A kísérletben 34, nagyrészt egyetemista korú személy vett részt (18-41 évesek, átlagéletkor: 22,8 év), közülük 24 nő. A személyek mindannyian jobbkezesek voltak, és a kísérlet előtt elvégzett audiometriai vizsgálat szerint (250-8000 Hz-es frekvencia tartományban) hallásküszöb eltérést nem mutattak. A kísérlet megkezdése előtt a résztvevők informált beleegyező nyilatkozatokat adták arról, hogy a kísérletben önként vesznek részt, s annak célját, módját megértették. A személyek a kísérletben történő részvételért pénzbeli juttatást kaptak.

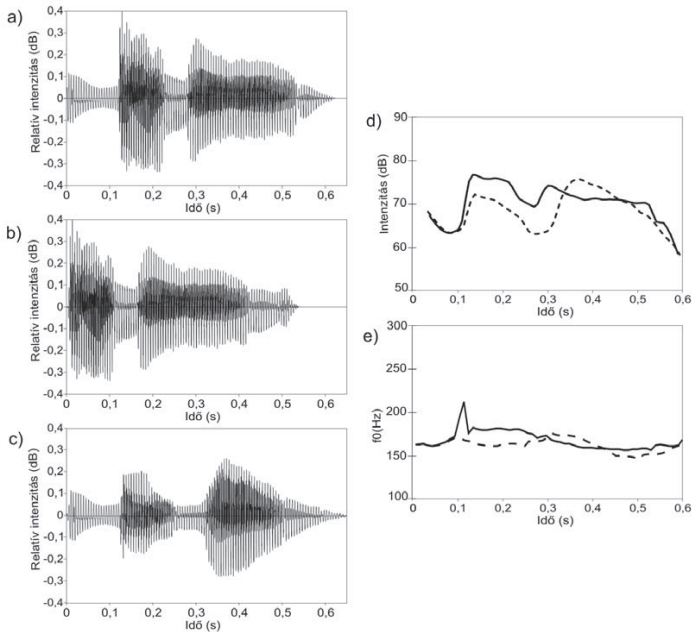
2.1.1.2. Ingerek

A kísérletben három különböző ingerszót alkalmaztunk, egy standard ingert és két abból származtatott deviáns ingert. A szavakat női beszélő mondta fel, és számítógép segítségével rögzítettük és digitalizáltuk 44,1 kHz mintavételi frekvenciával. A standard egy kétszótagú, értelmes szó volt („banán”, ld. 2.1 ábra a) része). A két eltérő inger egyike, az úgynevezett „fonéma deviáns”* (2.1 ábra b) része) abban tért el a standardtól, hogy a szókezdő „b” hang helyett annak zöngétlen párja, „p” szerepelt (vagyis a „panán” szót kaptuk). A másik deviáns szupraszegmentális struktúrájában tért el a standardtól: a szabályos magyar kiejtéstől eltérően ennél a szónál a második szótagon volt a hangsúly. Ezt az úgynevezett „hangsúly deviánst” eltérő hangsúlymintázattal rögzítettük (ld. 2.1 ábra c) része).

Annak érdekében, hogy az ingerek által kiváltott EKP válaszokat minél pontosabban tudjuk értelmezni, az ingereket részletes akusztikai méréseknek vetettük alá. Ugyanakkor, mivel a kísérlet fókuszában a hangsúly feldolgozása állt, csak a hangsúlyhoz kapcsolódó akusztikai paramétereket elemeztük.

Három akusztikai jellemzőt mértünk mindkét szó (standard és hangsúly deviáns) mindkét szótagján (első és második) (ld. 2.2 ábra). A maximális intenzitás, vagyis az adott szótagon belül az intenzitás legmagasabb értéke, a

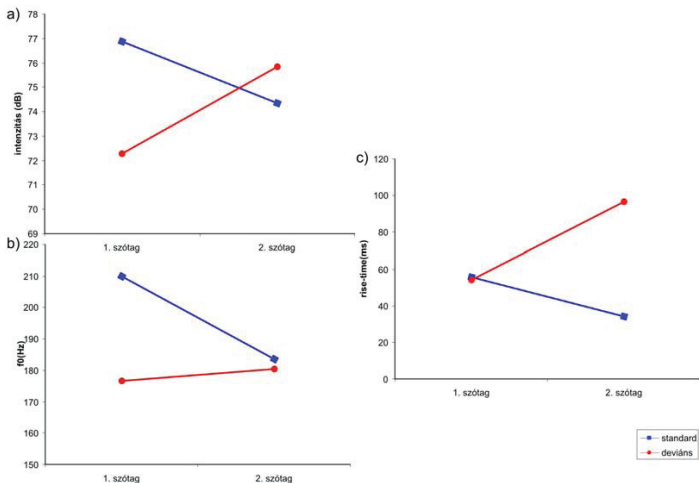
*A fonéma deviáns kifejezést a szakirodalomban elterjedt rövid megnevezés miatt használjuk annak ellenére, hogy fonetikai megfontolásból korrekt a „szókezdő beszédhang szerint eltérő inger” kifejezés lenne.



2.1. ábra. Az 1. kísérletben alkalmazott ingerek akusztikai jellemzői. Az oscillogrammok a standard (a), fonéma deviáns (b) és hangsúly deviáns (c) ingereket ábrázolják. A d) ábra a standard (folytonos vonal) és hangsúly deviáns (szaggatott vonal) ingerek intenzitás burkológörbéjét, az e) ábra pedig a két ingere f_0 kontúrját mutatja. Jól látható, hogy a hangsúly deviáns mind az intenzitásban, mind az f_0 -ban több ponton is eltér a standardtól.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangszálmintázat sértésének feldolgozása

standard esetén az első szótagon volt nagyobb (77 vs. 74 dB), a deviáns esetén pedig a második szótagonál (72 vs. 76 dB). A maximális f_0 értéke, azaz a szótagokon belül az alaphfrekvencia legmagasabb értéke, a standardnál az első szótagon (210 vs. 183 Hz) a deviánsnál pedig a második szótagon (177 vs. 180 dB) volt nagyobb. A harmadik vizsgált akusztikai jellemző a rise time (a maximális amplitúdó elérésének ideje), amely azt fejezi ki, hogy a szótag kezdete és a maximális intenzitás elérése között mennyi idő telik el. A standard esetén ez ugyancsak az első szótagon volt nagyobb (55 vs. 34 ms), a deviáns esetében viszont a második szótagon (54 vs. 96 ms). Amint a 2.2 ábrán látható, mindkét szónál az első szótag rise time-ja nagyjából azonos, de a második szótag hangszálmintázata típusú inger esetében rövidebb ennél, hangszálmintázata típusú inger esetében viszont hosszabb. Vagyis a hangszálmintázatot nem az abszolút rise time, hanem a rise time-ok közötti relatív eltérés valósítja meg.



2.2. ábra. Az 1. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei. Az ábra a) része mutatja az egyes szótagokon mért maximális intenzitást, a b) a maximális f_0 -t, a c) pedig a rise-time-ot.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangszálmintázat sértésének feldolgozása

Az akusztikai mérések tanúsága szerint tehát a hangszálmegvalósulása komplex, és több akusztikai jellemzőben is eltérést okoz. Az eltérés minősége minden esetben hasonló, vagyis a hangszálmegvalósulás az adott akusztikai jellemző többletét okozza (nagyobb intenzitás, f_0 , rise time).

2.1.1.3. Eljárás

A kísérlet során a résztvevők akusztikusan szigetelt és elektromosan árnyékolts kísérleti helyiségben, egy kényelmes székben foglaltak helyet. A kísérleti ingereket fejhallgatón keresztül (AKG Varimotion System, K401), 70 dB SPL hangerővel hallották, és az ingerekkel kapcsolatban semmilyen feladatuk nem volt. Elterelésül egy általuk választott, hang nélkül bemutatott videofilmet néztek. Az ingereket előre meghatározott kvázi-random sorrendben mutattuk be, a deviáns inger valószínűsége 25% volt. Az ingerek sorrendjének meghatározásakor figyeltünk arra, hogy az első 10 inger mindenképpen a standard legyen, és ne legyen közvetlenül egymás után két deviáns. A két különböző típusú deviáns különálló sorozatokban adtuk, minden sorozatban 150 standard és 50 deviáns szerepelt. Az ingerek közötti idői távolság (stimulus onset asynchrony, SOA) random módon változott 730-830 ms között. A SOA random változtatása azért volt fontos, mert azonos SOA értékek mellett a standard ingerek egy szabályos és ritmikus mintázatot alakítanak ki. A deviáns ingerek ezt a ritmikusit megzavarják, ez pedig befolyásolhatja az ingerek közötti különbség észlelését, mivel elképzelhető, hogy a személyek ekkor nem a fonéma- vagy hangszálmegvalósulásra reagálnak, hanem a ritmus megváltozására. A kísérlet tervezését és bemutatását a *Presentation* szoftverrel végeztük. A kísérlet időtartama körülbelül 1,5 óra volt, beleértve az elektródák felhelyezését és levetését.

2.1.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése

Az agyi elektromos aktivitás rögzítése 32 csatornás EEG regisztráló berendezéssel történt (*BrainAmp* erősítő és *BrainVision Recorder* szoftver, Brain-Products GmbH). Az elektródákat elasztikus elektródásapka (EasyCap) segítségével helyeztük a kísérleti személyek hajás fejbőrére a nemzetközi 10%-os

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása

rendszernek megfelelően. Az elektródákat az alábbi pozíciókban helyeztük el: Fp1, Fp2, F9, F7, F3, Fz, F4, F8, F10, FC5, FC1, FC2, FC6, T9, T7, C3, Cz, C4, T8, T10, CP5, CP1, CP2, CP6, P7, P3, P4, P8, O1, O2, P9, P10. Referenciaként a Pz elektróda, földként pedig az Fz és Fpz pozíciók között elhelyezett elektróda szolgált. Az elektródák kontakt impedanciáját 10 k Ω alatt tartottuk. A felvétel során 500 Hz-s mintavételezési frekvenciát és 0,1 és 70 Hz közötti online sávszűrőt használtunk.

A regisztrált adatok offline elemzése a *BrainVision Analyzer* szoftver segítségével történt. Az elemzés során elsőként az adatok szűrése történt meg, 0,3 - 30 Hz (12dB/oct) közötti Butterworth sávszűrő, és az 50 Hz-es elektromos hálózati feszültség változás hatását eltávolító lyukszűrő segítségével. A szemmozgási és egyéb műtermékek szűrése egy új módszer, a független komponens elemzés (Independent Component Analysis, ICA) alkalmazásával történt, szintén a BrainVision Analyzer szoftver segítségével.

Az ICA egy olyan matematikai eljárás, amely lehetővé teszi a tereileg egymástól független forrásból származó, de összekevert jelek vakon, vagyis előzetes feltételezések nélküli szétválasztását. Az EEG jelek elemzése során az ICA alkalmas arra, hogy a különböző forrásból származó agyi elektromos jeleket, és a szemmozgásból vagy egyéb izommozgásból származó jeleket szétválassza (Delorme és munkatársai, 2007). Az ICA alkalmazása a műtermék szűrésére több okból is ideálisnak tűnik. Egyrészt a hagyományos eljárásokkal szemben, amelyekben a szűrés a műterméket tartalmazó szegmensek eltávolítását jelenti, az ICA nem okoz adatvesztést, mivel az alkalmazott algoritmus révén lényegében az EEG-jel műtermékek nélküli visszaépítése történik. Másrészt a szem- és izommozgási műtermékek valóban függetlenek az EEG jeltől, ezért feltételezhető, hogy az ICA nagy hatékonysággal képes ezeket kiszűrni. Delorme és munkatársai (2007) tanulmánya szerint, melyben több különböző műtermék szűrő eljárást hasonlítottak össze, az ICA alkalmazásával nagymértékben növelhető a hagyományos módszerek hatékonysága is.

Az adatok elemzése során a következő módon alkalmaztuk az ICA eljárást a műtermékek szűrésére. A nyers EEG független komponensekre bontását követően minden személynél egyénileg vizsgáltuk meg az ICA komponenseket, és vizuális elemzés révén választottunk ki 2-5 olyan komponenst, amelyek a

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása

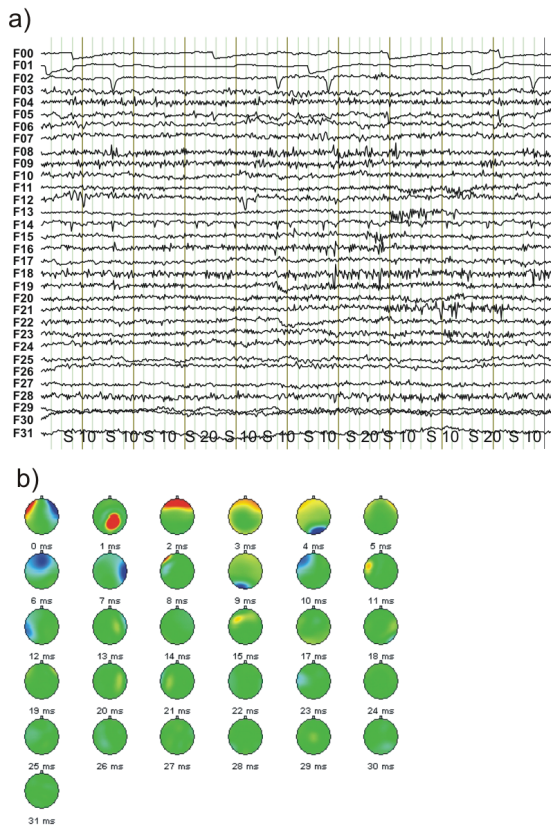
szemmozgási műtermékekre jellemző mintázatot mutatták. A vizuális elemzést segítette az ICA komponensek amplitúdó eloszlásának skalpra történő leképezése (ld. 2.3 ábra).

Ezt követte az ICA komponensek transzformációja az eredeti EEG jellé, úgy hogy abból egy matematikai eljárás segítségével a műtermékekhez kapcsolódó komponenseket kivettük. Az ICA eljárás eredményeként tehát egy olyan EEG jelhez jutottunk, amely már nem tartalmazta a szemmozgási műtermékeket, és a további elemzést ezen a jelen végeztük.

Az EEG adatok elemzésének következő lépéseként az eredeti Pz referenciát átszámoltuk az összes elektróda átlagos referencia értékére. Ezt az eljárást Picton és munkatársai (2000) javasolják, mint a legkevésbé torzító referencia-számítási módot. Ezt követően az EEG felvételt 900 ms-os szakaszokra szegmentáltuk, az ingerek kezdetéhez szinkronizáltan, az inger kezdete előtt 100 ms-tól az inger kezdete után 800 ms-ig. A szegmentálást mindhárom ingertípusra külön végeztük el. Ezután a szegmentált adatok alapvonal korrekciója (-100 ms-tól az ingerkezdetig tartó szakaszt figyelembe véve), majd a műtermékek kiszűrése következett. Az ICA elemzés ugyan a műtermékek nagy részét eltávolította, de mivel azoknak a szemmozgáson kívül egyéb forrásuk is lehet, ezért fontosnak tartottuk a hagyományos módszer alkalmazását is. A műtermékeket az összes elektródán kerestük egy automatikus algoritmus segítségével, amely eltávolította a $\pm 80\mu V$ -ot meghaladó feszültségértékeket tartalmazó szegmenseket. A műtermékszűrés során 3 személy esetében találtunk túl sok műterméket (az összes szegmens több mint 30%-át kellett eltávolítanunk), ezért őket a további elemzésből kihagytuk, és csak 31 résztvevő eredményeit mutatjuk be. Végezetül átlagoltuk a műtermék szűrés után fennmaradó szegmenseket, feltételenként és személyenként külön-külön. Lényeges, hogy a standard feltétel esetében nem az összes szegmenst átlagoltuk, hanem csak a deviánst megelőző standard ingerhez kapcsolódó szegmenseket. Ezen eljárás révén azonos számú standard és deviáns válaszokból átlagolt EKP-okat nyertünk.

2.1.1.5. Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzéshez az egyéni EKP görbék csúcsmplitúdóit használtuk. A csúcsok mérése az összes csatornán, automatikus csúcskereső algoritmus



2.3. ábra. Az ICA módszer illusztrációja. Az ábra a) része mutatja a módszer által a nyers EEG felvételtől kinyert ICA komponenseket, a b) rész pedig az egyes komponensek amplitúdó eloszlását. Jól látható az F00, 01 és 02 ICA komponenseken a vízszintes és függőleges szemmozgás, valamint az F14 komponensen az EKG jel.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangúlymintázat sértésének feldolgozása

segítségével történt. Az algoritmus egy előzetesen kiválasztott referencia csatornán mérte le egy adott látenciaablakba (a továbbiakban: LA) eső leginkább negatív csúcs látencia értékét, és a többi csatornán az ehhez az időpillanathoz tartozó amplitúdó értékeket olvasta le. A látenciaablakot úgy választottuk meg, hogy az egyéni átlagokból képzett nagytálagokon, illetve ezek különbségi görbéjén csúcsoakat kerestünk, és az ablak a csúcstól ± 50 ms-ra esett. A referencia csatorna megválasztása szintén a nagytálagokon történt, azt a csatornát választottuk ki, amelyen a vizsgált EKP komponens maximális amplitúdójú volt. A fonéma deviáns esetén a csúcs keresése 270-370 ms közötti LA-ban történt, míg a hangúly deviáns esetében 270-370 illetve 570-670 ms között, és mindegyik esetben az Fz csatornát használtuk a csúcskeresés referenciájaként. A standard esetében szintén a 270-370 és 570-670 ms közötti LA-kat vettük figyelembe.

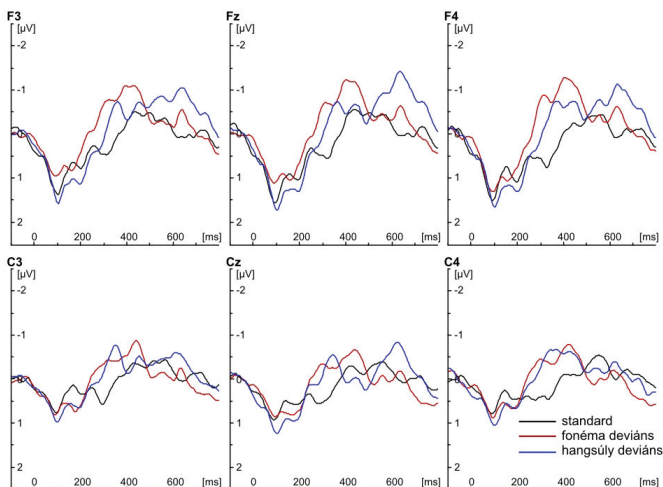
A statisztikai elemzés során az EN komponens meglétére vonatkozó hipotézist teszteltük, vagyis azt, hogy van-e szignifikáns különbség a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok nagyságában azokon az elektródákon, amelyeken az EN maximális amplitúdóval van jelen. Ezek az F3, Fz, F4, C3, Cz, C4 elektródák voltak. A hipotézis ellenőrzésére egy 6x2-es ismételt méréses varianciaanalízist végeztünk el, az Elektróda (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4) és Feltétel (standard vs. deviáns) faktorokkal. A statisztikai elemzést a *Statistica* szoftverrel végeztük. A statisztikai elemzést három különálló ingerhelyzet esetében végeztük el: fonéma deviáns, hangúly deviáns első válasz, hangúly deviáns második válasz. Az elemzés során az Elektróda hatás interakcióinak vizsgálata esetében a Greenhouse-Geisser (G-G) korrigált egyváltozós tesztet használtuk, mivel az Elektróda változó sok szintje miatt feltételezhető volt a szféricitási feltétel megsértése. Az egyes elektródákon elvezethető aktivitások összehasonlításához kontrasztelemezést alkalmaztunk. A csúcslátenciák összehasonlítását összetartozó mintás t-próbával végeztük el.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgoása

2.1.2. Eredmények

2.1.2.1. EKP eredmények

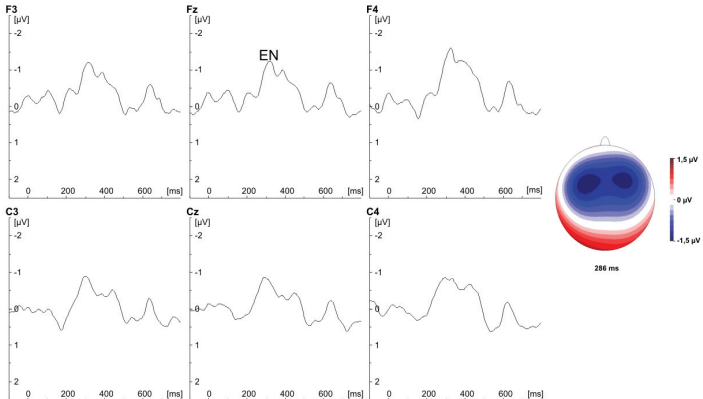
A 2.4 ábra összefoglalja a három különböző ingerre (standard, fonéma deviáns, hangsúly deviáns) adott EKP válaszokat.



2.4. ábra. Az 1. kísérlet EKP eredményei. Az ábrán 31 személy válaszaiból képzett nagytalagok láthatók a 6 vizsgált csatornán. A standard és a két deviáns ingerre adott válaszokat a különböző színek jelzik. A negativitás itt és a további ábrákon felfelé van.

Annak érdekében, hogy pontosabb képet alkothassunk a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok különbségéről, a két görbe különbségét képeztük, oly módon, hogy a standard által kiváltott EKP-ot kivontuk a deviáns által kiváltott EKP-ból. Ahogyan a különbségi görbén látható (2.5 ábra), a fonéma deviáns kb. 290 ms-al az inger kezdete után egy fronto-centrális maximummal rendelkező EN-t váltott ki. Az EN nagysága 1-1,5 μV körüli volt.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangúlymintázat sértésének feldolgozása



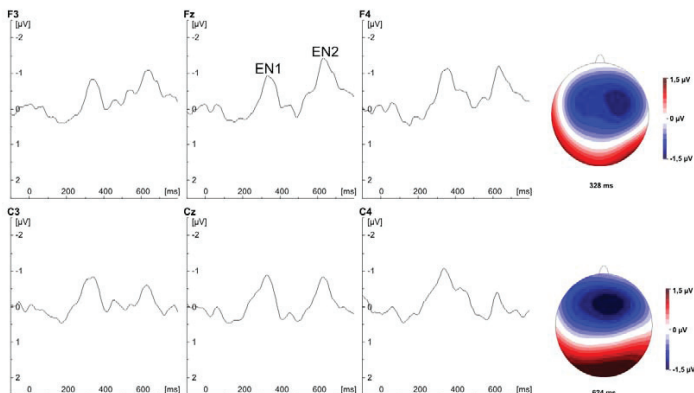
2.5. ábra. Az 1. kísérletben a fonéma deviánsra adott különbségi görbe. A különbségi görbe a fonéma deviánsra adott EKP mínusz a standardra adott EKP választ jeleníti meg. Jól látszik a 290 ms körül létrejövő EN, amelynek skalpra vetített eloszlását az amplitúdó eloszlási térkép mutatja meg.

A hangúly deviáns esetében a különbségi görbe (2.6 ábra) azt mutatja, hogy ez az eltérés két különböző csúslátenciájú EN komponenset váltott ki, az elsőt 330 ms, a másodikat pedig 620 ms-nál. A fonéma deviánshoz hasonlóan mindkét EN polaritásfordulást mutatott az okcipitális elvezetésekben. Az első EN centrális eloszlással, míg a második jobb oldalra lateralizált és kissé frontálisabb eloszlással jellemezhető. A könnyebb megkülönböztetés érdekében az első EN-t „EN1”-nek, a másodikat „EN2”-nek neveztük el.

2.1.2.2. Statisztikai eredmények

A statisztikai elemzéshez az egyéni EKP görbéken leírt csúcsok amplitúdóértékeit használtuk fel. A különböző feltételek esetében az egyes csatornákon mért átlagértékeket, illetve az egyes csúcsok látenciáját a 2.1 táblázat foglalja össze (a látencia értékekből azért szerepel csak egy, mert a csúcskeresés során egyetlen referencia elektródán kerestünk csak csúcsot, a többi elektródán pedig

2.1 Az 1. kísérlet: A hangúlymintázat sértésének feldolgoása



2.6. ábra. Az 1. kísérletben a hangúly deviánsra adott különbségi görbe. A különbségi görbe a hangúly deviánsra adott EKP, mínusz a standardra adott EKP választ jelenti meg. Az ábrán megjelöltük a két EN komponenst, valamint feltüntetjük ezek amplitúdó eloszlási térképét.

ugyanazt a látenciaértéket használtuk).

Az ismételt mérések varianciaanalízis szignifikáns különbséget mutatott ki a standard és fonéma deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok között. Szignifikáns Feltétel főhatást ($F(1,30) = 41,85, p < 0,01$) és szignifikáns Elektroda főhatást ($F(5,150) = 11,81, p < 0,01$) találtunk. A Feltétel x Elektroda interakció a Greenhouse-Geisser korrekció figyelembe vételével nem érte el az 5%-os szignifikancia szintet, noha korrekció nélkül szignifikáns volt ($F(5,150) = 2,62, p = 0,03$, G-G korrigált $p = 0,052$, G-G Epsilon = 0,63). Eszerint a standard és fonéma deviáns ingerek által kiváltott átlagolt válasz mind a hat vizsgált elektródán hasonló módon jelentkezett. Ezt alátámasztja a kontrasztelemlzés eredménye is, amely szerint minden csatornán szignifikáns különbség mutatható ki a feltételek között ($p < 0,01$). Az EKP csúcsok látenciája között nem volt különbség ($t(30) = 0,72, p > 0,05$).

A hangúly deviáns által kiváltott két EN-t külön-külön vizsgáltuk. Az

	Fonéma																	
	EN1						EN2											
	Standard		Devians		Standard		Devians		Standard		Devians							
lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD				
F3	326,19	-0,34	0,16	320,97	-1,24	0,21	326,19	-0,34	0,16	341,29	-1,08	0,26	608,13	-0,54	0,14	625,55	-1,57	0,22
Fz		-0,41	0,16		-1,4	0,19		-0,41	0,16		-1,26	0,23		-0,81	0,13		-2,05	0,23
F4		-0,05	0,15		-1,37	0,19		-0,05	0,15		-0,98	0,24		-0,59	0,18		-1,59	0,22
C3		0,07	0,15		-0,51	0,12		0,07	0,15		-0,75	0,2		-0,36	0,16		-0,73	0,17
Cz		0,09	0,19		-0,53	0,16		0,09	0,19		-0,82	0,24		-0,45	0,17		-1,01	0,22
C4		0,3	0,15		-0,55	0,16		0,3	0,15		-0,67	0,15		-0,33	0,15		-0,31	0,13

2.1. táblázat. A standard és devians ingerek által kiváltott EN válaszok amplitúdó értékeinek átlagai és szórásai a 6 vizsgált csatornán és a három különböző ingerhelyzetben, valamint a csúcsamplitúdókhöz tartozó látencia értékek.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása

EN1 esetén szignifikáns Feltétel ($F(1,30) = 27,61, p < 0,01$) és Elektroda főhatást kaptunk ($F(1,24) = 16,35, p < 0,01$), de a kettő interakciója nem volt szignifikáns ($F(5,150) = 0,17, p > 0,05$). A kontrasztlemezés eredménye szerint a két feltétel között minden elektródán szignifikáns különbség volt ($p < 0,01$). A standard és deviáns EKP-ok csúslátenciája szignifikáns eltérést mutatott ($t(30) = -2,33, p < 0,05$), a deviáns esetében mintegy 15 ms-al nagyobb látenciával jelentkezett a maximális csúcs, mint a standardnál.

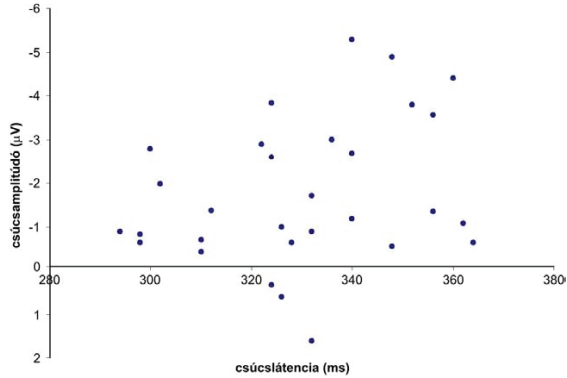
Az EN2 esetén szignifikáns Feltétel ($F(1,30) = 23,38, p < 0,01$) és Elektroda főhatást ($F(5,150) = 19,18, p < 0,01$) kaptunk, valamint szignifikáns volt a kettő közötti interakció is ($F(5,150) = 5,82, p < 0,01$, G-G korrigált $p < 0,01$, G-G Epsilon = 0,58). A kontrasztlemezés azt mutatta, hogy a két feltétel közötti különbség a C3 és C4 csatornákon nem volt szignifikáns ($p > 0,05$), de a többi csatornán igen ($p < 0,01$). Itt is szignifikáns eltérés találtunk a csúslátenciák között ($t(30) = -2,95, p < 0,01$), a deviáns inger EKP csúcsa nagyobb látenciával rendelkezett.

A megjelenő EN1 és EN2 komponensek esetében megvizsgáltuk azt, hogy azok mennyire robusztus módon vannak jelen az egyéni EKP-okban. A 2.7 és a 2.8 ábrák mutatják az egyéni különbségi görbéken mért EN amplitúdóját és látenciáját a két esetben.

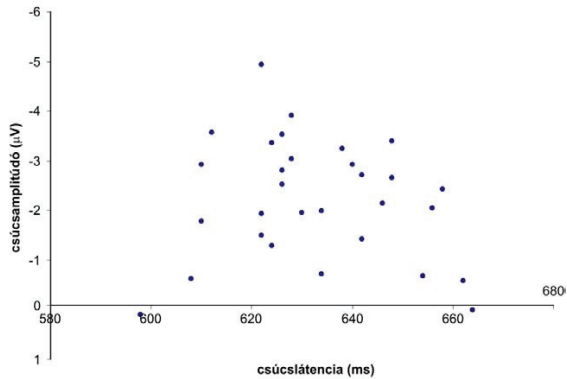
Látható, hogy mindkét EN a személyek nagy részénél 0-tól eltérő amplitúdóval volt jelen, azaz a legtöbb személynél megjelentek a komponensek. Ugyanakkor az ábra azt is jól mutatja, hogy a két EN amplitúdója és látenciája eltérő mértékű varianciát mutat. Az EN2 esetében mind a látencia, mind az amplitúdó kisebb szórással rendelkezik, vagyis az eredmények sokkal inkább homogének, mint az EN1 esetében (látencia: $SD_{EN1} = 22,3$; $SD_{EN2} = 19,3$; amplitúdó: $SD_{EN1} = 1,6$; $SD_{EN2} = 1,2$).

2.1.3. Megbeszélés

Eredményeink azt mutatják, hogy mind a fonéma, mind a hangsúly deviáns inger szignifikáns EN-t váltott ki a fronto-centrális elektródákon, vagyis mind a szegmentális, mind a szupraszegmentális eltérés preattentív detekciója megtörtént. A fonéma deviáns által kiváltott EN jól dokumentált hatás: több



2.7. ábra. Az EN1 komponens egyéni amplitúdó és látencia értékei. A csúcsamplitúdók és látenciák az egyéni különbségi görbéken mért értékeket mutatják az Fz csatornán.



2.8. ábra. Az EN2 komponens egyéni amplitúdó és látencia értékei. A csúcsamplitúdók és látenciák az egyéni különbségi görbéken mért értékeket mutatják az Fz csatornán.

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása

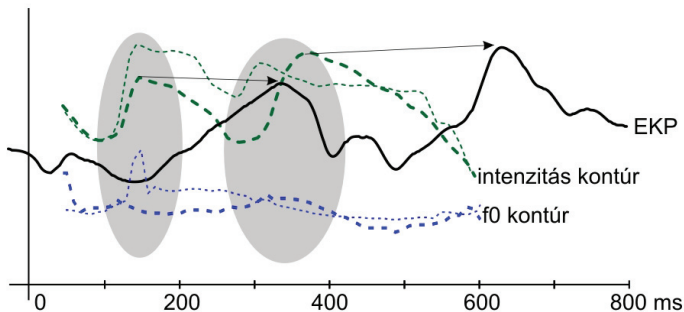
szerző is bizonyította, hogy a beszédhangok egyes jellemzőiben bekövetkező változás EN-t vált ki (összefoglalásul ld. Näätänen, 2001). Jelen tanulmányban reprodukáltuk ezt az eredményt, természetes beszédet, és több szótagú szavakat használva.

A hangsúly deviáns által kiváltott EKP-ok azt mutatják, hogy a hangsúlymintázat megváltozása is feldolgozásra kerül preattentív módon. Az adatokból az látható, hogy a hangsúly deviáns a fonéma deviánstól eltérő EKP-okat vált ki, mégpedig két egymást követő EN-t, a fonéma deviáns által kiváltott egy helyett. Ez arra utal, hogy a szegmentális és szupraszegmentális jellemzők feldolgozása eltérő módon, és egymástól függetlenül történik. A hangsúlymintázat sértése által kiváltott EKP mintázat meglehetősen robusztusnak mondható, mivel az eredmények nagy számú, 31 résztvevő eredményein alapulnak, és a résztvevők nagy részénél jelen volt mindkét EN. Az egyéni EN-ek ugyanakkor arra azt mutatják, hogy az EN1 és EN2 eltérő homogenitással rendelkeznek: az EN2 esetében mind az amplitúdó, mind a látencia egyéni variabilitása kisebb.

A kérdés természetesen az, hogy a két egymást követő EN hogyan interpretálható. A hangsúlymintázat megváltozása ugyanis két különböző szinten is értelmezhető. Egyrészt a standard és deviáns inger jelentősen eltér egymástól az akusztikai jellemzőikben. A 2.9 ábra illusztrálja ezen akusztikai eltéréseket, és azt, hogy ezek milyen viszonyban állnak a létrejövő EN válaszokkal.

Ahogy a 2.9 ábrán látható, az ingerekhez kapcsolódó intenzitás-kontúrok elsőként az ingerkezdet után kb. 150 ms-al térnek el egymástól, amikor is a deviáns intenzitása és az intenzitás növekedése kisebb, mint a standardé. A rise time-ban ugyanakkor nincs eltérés. Innentől kezdve komplex változások láthatók a kontúrokban, de körülbelül 350 és 400 ms között ismét markáns eltérés tapasztalható: az intenzitás nagysága ugyan mindkét ingernél hasonló, de a rise time a deviánsnál nagyobb. Az f0 változása lényegében követi az intenzitás változását: 150 ms-al az inger kezdete után a standard esetében egy jelentős f0 csúcs látható, amely hiányzik a deviánsnál. 350-400 ms-nál ugyanakkor a deviáns f0 értéke nagyobb, bár ez a különbség jóval kisebb, mint az inger elején. Az ábrán azt is ábrázoltuk, hogy ezen eltérések milyen összefüggésben állnak a megjelenő EN válasszal. Ahogy az ábrán látható, a két inger közötti akusztikai eltéréseket az EN válaszok konzisztens módon 160 ill. 150 ms-os különbséggel

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása



2.9. ábra. A standard és a hangsúly deviáns inger akusztikai eltérése, és az EKP válaszok összefüggése. A folytonos fekete vonal jelöli a hangsúly deviáns különbségi görbét, a szaggatott vonalak pedig a standard (vékony) és a deviáns (vastag) akusztikai változását. Az ábrán az intenzitás (zöld) és az f_0 (kék) változását is feltüntettük, és a szürkével jelölt területek jelzik azokat az idői tartományokat, ahol a két inger közötti kritikus eltérések találhatók. A nyilak azt jelzik, hogy feltételezhetően az ingerek mely eltérései váltják ki az EN válaszokat.

követik. Mindezek alapján tehát úgy interpretálhatjuk a deviáns által kiváltott EKP mintázatot, hogy a létrejövő két EN komponens a szavak első és második szótagján tapasztalható akusztikai eltérések detekcióját jelzi.

Ugyanakkor a két szótag esetében az akusztikai jellemzők eltéréseinek az iránya nem azonos. Az első szótag esetében ugyanis a deviáns ingernél az akusztikai paraméterek kisebb értékkel rendelkeznek, mint a standardnál, a második szótag esetében viszont ezek az értékek a deviánsnál nagyobbak. Az EN kapcsán azonban tudjuk, hogy nem az ingerek akusztikai jellemzőit követi, hanem az ingerek közötti különbség detekcióját jelzi, legyen az bármilyen irányú. Például Näätänen és munkatársai (1989) a kisebb intenzitással rendelkező deviáns esetében is kaptak EN-t, illetve minél nagyobb volt a különbség a standard és deviáns inger intenzitása között (azaz minél kisebb volt a deviáns intenzitása), annál nagyobb volt az EN.

A hangsúlymintázat megváltozása az akusztikai változáson kívül ugyan-

2.1 Az 1. kísérlet: A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása

akkor fonológiai jellegű változással is együtt jár. A nyelvi feldolgozás szintjét illetően az történik, hogy egy az első szótagján hangsúlyos szó helyett egy olyan szót hallunk, amely a második szótagján hangsúlyos. Azaz fonológiai értelemben a szó mindkét szótagján történik változás a deviáns szó esetében: az első szótagon hiányzik a hangsúly, a második szótagon pedig van egy plusz hangsúly. A magyar nyelv esetében ráadásul ez a változás a hangsúlyozási szabályok komoly sértését jelenti, mivel a magyarban a hangsúly minden esetben a szó első szótagjára esik (legalábbis a két szótagú egyszerű szavak esetében). Ezen értelmezés szerint tehát a két EN a deviáns szó két szótagján található fonológiai jellegű eltérések detekcióját jelzi: az első szótagon mutatkozó hangsúlyhiányt, és a második szótagon lévő plusz hangsúlyt.

Mindezek alapján a hangsúly feldolgozása során kapott két EN interpretációja egyaránt lehet az, hogy a komponensek a hangsúlymintázattal kapcsolatos akusztikai eltérésekre adott válaszok, és az is, hogy a hangsúllyal kapcsolatos fonológiai szabály sértésére adott válaszok. Eredményeink mindenképpen arra utalnak, hogy feldolgozó rendszer nem csak a szegmentális jellemzőkben bekövetkező változásokra mutat specifikus érzékenységet, hanem hasonlóan érzékenyen detektálja a szupraszegmentális szerkezetben bekövetkező változásokat is. Jelen vizsgálat azt a további kérdést veti fel, hogy a hangsúlymintázat feldolgozása kapcsán kapott agyi elektromos válaszok vajon egyszerűen az ingerek közötti fizikai eltéréseit tükrözik, vagy pedig egy magasabb, absztrakt nyelvi jellegű feldolgozásra is utalnak. Interpretációnk szerint ez ebben a vizsgálatban nem dönthető el egyértelműen, ugyanakkor feltételezésünk szerint a kapott EN-ek elsősorban a nyelvi és nem az akusztikai jellegű különbségre adott válaszként értelmezhetők. Ezért a további három kísérletben specifikusan ezt a kérdést próbáltuk megválaszolni.

2.2. A 2-4. kísérlet: A hangsúly akusztikai modellje

A 2-4. kísérletben azt vizsgáltuk, hogy az első kísérletben kapott elektrofiziológiai eredmények (az egymást követő két EN megjelenése) mennyiben tulajdoníthatóak annak, hogy itt elsősorban az ingerek akusztikai jellegzetességei kerülnek feldolgozásra. Ha az első kísérletben robusztus módon megjelent EN-ek csak az ingerek közötti akusztikai különbséget tükrözik, akkor hasonló módon kell megjelenniük olyan nem-beszéd jellegű ingerek esetében is, amelyek tartalmazzák az eredeti nyelvi ingerek akusztikai jellemzőit. Ha azonban a nem-beszéd ingerek esetében nem jelenik meg hasonló EKP mintázat, akkor azt mondhatjuk, hogy a feldolgozás az ingerek nyelvi jellemzőire támaszkodik, és az EN-nel kísért eltérés detekciója ennek alapján történik. Azaz ezekben a kísérletekben a Hipotézisekben megfogalmazott 2. hipotézist vizsgáltuk.

A hangsúly akusztikai jellemzőit három különböző helyzetben modelleztük: alul-szűrt ingerekkel (2. kísérlet), csak az intenzitás változásában eltérő ingerekkel (3. kísérlet), és csak a hangmagasság változásában különböző ingerekkel (4. kísérlet). Az alul-szűrt ingerek alkalmazása bevett módszer a prozódiai jellemzők feldolgozását vizsgáló kísérletekben (ld. pl. Behrens, 1985), mivel ezzel a módszerrel olyan ingerek hozhatók létre, amelyek a szűrés miatt elveszítik beszéd jellegüket és érthetőségüket, ugyanakkor a prozódiai jellemzőket megvalósító akusztikai paraméterek az eredeti ingerekhez hasonlóak maradnak. A két másik modellben egy-egy olyan akusztikai paramétert választottunk ki (intenzitás és f_0), amelyekről feltételezhető volt, hogy fontos szerepet játszanak a hangsúly feldolgozásában. Ezek feldolgozását külön-külön vizsgáltuk meg úgy, hogy egy nem-beszéd jellegű ingert hoztunk létre, amely vagy az egyik, vagy a másik paraméternek az eredeti ingerekhez hasonló változását tartalmazta.

A hangsúlymintázattal kapcsolatos intenzitás és f_0 változások külön-külön való tanulmányozása kapcsán egy további kérdésre is kerestük a választ, nevezetesen arra, hogy ezen akusztikai jellemzők milyen arányban vesznek részt a hangsúly feldolgozásában. Azt feltételeztük, hogy tisztán az akusztikai jellemzők diszkriminációjának minősége utalhat arra, hogy melyek azok a jellemzők,

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

amelyek kisebb vagy nagyobb súllyal vesznek részt a feldolgozásban. Konkrétabban, ha az eredmények azt mutatják, hogy például az intenzitás változásának feldolgozása során a nem-beszéd ingereknél nincs változásdetekció, az fő eltéréseinek feldolgozásakor viszont igen, akkor ez arra utal, hogy a beszéd jellegű hangsúly feldolgozása során a magyar nyelvben elsősorban az fő információt vesszük figyelembe.

A kísérletek során nagy figyelmet fordítottunk arra, hogy a módosított ingerek esetében az akusztikai paraméterek minél jobban megfeleljenek az eredeti ingerek akusztikai paramétereinek. Emiatt minden esetben részletes akusztikai elemzésnek vetettük alá az ingereket.

2.3. A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

A 2. kísérletben olyan ingerek feldolgozását vizsgáltuk, amelyeket az 1. kísérletben alkalmazott ingerekből hoztunk létre egy alul áteresztő szűrő alkalmazásával. A szűrő úgy módosítja az ingereket, hogy azok elveszítik beszéd jellegüket, ugyanakkor a prozódiai információk feltételezhetően a maguk komplexitásában megmaradnak. Kérdésünk az volt, hogy ezen ingerek feldolgozása milyen EKP mintázattal jár együtt: megjelenik-e a két EN, hasonlóan az első kísérlethez, vagy sem. Feltételezésünk szerint ha ebben a kísérletben az első kísérlethez hasonló EKP mintázatot kapunk, akkor ez azt jelenti, hogy az első kísérletben kapott EN-ek az ingerek közötti akusztikai különbségek detekcióját jelzik. Ha azonban az itt kapott EKP mintázat eltér az első kísérletben kapottól, akkor ez arra utal, hogy az első kísérletben az ingerek közötti nyelvi jellegű eltérés detekciója történt.

2.3.1. Módszer

2.3.1.1. Résztvevők

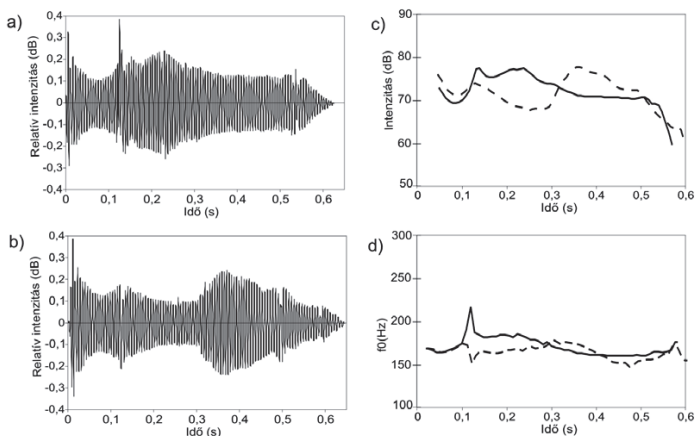
A kísérletben 16 személy (14 nő) vett részt, életkoruk 18-41 év között volt (átlagéletkor: 21 év). A vizsgált személyek egy kivételével jobbkezesek voltak, és a vizsgálatot megelőző audiometriai vizsgálat szerint normál hallásúak

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

voltak. A személyek a részvételért kurzus kreditet kaptak, és a vizsgálat megkezdése előtt mindannyian informált beleegyező nyilatkozatot adtak.

2.3.1.2. Ingerek

A kísérletben két olyan ingert használtunk, amelyek az első kísérletben használt szavak módosított változatai voltak. A módosítás lényege az volt, hogy egy hangszerkesztő szoftver segítségével (Praat) az eredeti ingereket megszürtük. A szűrés egy alul átengedő szűrővel történt, amely a 300 Hz feletti frekvenciákat szűrte ki (Hann low pass filter, 10 Hz-es simítással). Mivel a szűrő módosítja a hangok intenzitását, ezért a hangszerkesztő Scale Intensity funkciójával azt 75 dB-re erősítettük. Az így kapott hangok akusztikai jellemzőit a 2.10 ábra mutatja.

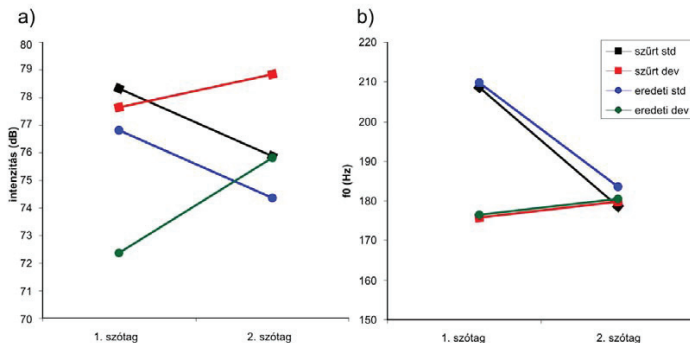


2.10. ábra. A 2. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői. Az ábra a) és b) része mutatja a standard és deviáns ingerek oszcillogramját, a c) és d) pedig az ingerek intenzitás burkológörbéjét, illetve intonációs kontúrját. A folytonos vonal jelzi a standard, szaggatott pedig a deviáns ingert.

Látható, hogy a standard és deviáns inger mind az intenzitásban, mind

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

az f_0 -ban eltér egymástól. Az akusztikai mérések alátámasztják azt, hogy a vizsgált paraméterek szinte mindegyikében (maximális intenzitás, maximális f_0 , rise time) volt eltérés a két inger között. A 2.11 ábra illusztrálja az eredeti és szűrt ingerek közötti hasonlóságot az intenzitás és az f_0 tekintetében.



2.11. ábra. A 2. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei. Az ábra az eredeti és manipulált standard és deviáns ingerek jellemzőit mutatja. Az ábra a) része mutatja az egyes szótagokon mért maximális intenzitás értékét, a b) része pedig a maximális f_0 értékét.

A 2.11 ábrán látható, hogy a szűrt ingerek az f_0 tekintetében alig térnek el az eredeti ingerektől. Az intenzitásban ugyanakkor jelentős eltérések vannak. Egyrészt a szűrt ingerek általában nagyobb intenzitással rendelkeznek, mint az eredeti ingerek, ami az ingerek létrehozása során alkalmazott plusz erősítésnek tudható be. Az alul-szűrés hatására ráadásul az 1. szótag esetében csökkent az intenzitásbeli különbség a standard és deviáns ingerek között, de továbbra is a standard esetében az első szótag, a deviáns esetében pedig a második szótag rendelkezett nagyobb intenzitással.

2.3.1.3. Eljárás

Az eljárás megegyezett az első kísérletnél bemutatottal, annyi különbséggel, hogy több ingert alkalmaztunk: 150 deviáns és 600 standard szerepelt, és a

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

deviáns inger valószínűsége 20% volt. Az első kísérlethez hasonlóan az első szótagon hangsúlyos szó módosított változata szerepelt a standard, a második szótagon hangsúlyos pedig a deviáns ingerként.

2.3.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése

Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése mindenben megegyezett az 1. kísérletnél alkalmazottal.

2.3.1.5. Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzés során az első kísérletnél bemutatotthoz hasonlóan az egyéni EKP görbék automatikusan lement csúcsmplitúdóit és látenciát vizsgáltuk. A csúcskereséshez ugyanazt a látenciaablakot használtuk, mint az első kísérletben, annak érdekében, hogy a két kísérlet eredményei minél inkább összehasonlíthatók legyenek, azaz a 270-370 ms, illetve az 570-670 ms közötti tartományban mértük le a csúcsoakat.

Az elemzés során itt is külön teszteltük az EN komponens meglétét az F3, Fz, F4, C3, Cz, C4 elektródákon a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok amplitúdó és látencia értékeinek összehasonlításával. Ehhez egy 6x2-es ismételt méréses varianciaanalízist végeztünk, az Elektróda (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4) és Feltétel (standard vs. deviáns) faktorokkal. Az elemzést külön végeztük el a hangsúly deviáns első válasz és a hangsúly deviáns második válasz esetében. Az elemzés során az Elektróda hatás interakcióinak vizsgálata esetében a Greenhouse-Geisser (G-G) korrigált egyváltozós tesztet használtuk. Az egyes elektródákon elvezethető aktivitások összehasonlításához kontraszt-elemzést alkalmaztunk. A csúslátenciák összehasonlítását összetartozó mintás t-próbával végeztük el.

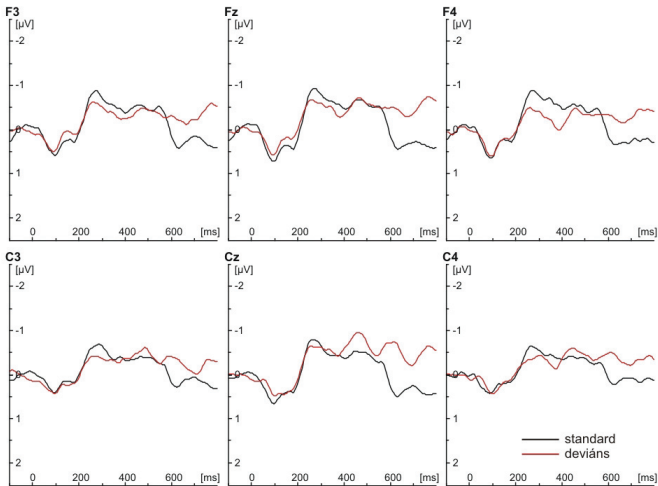
2.3.2. Eredmények

2.3.2.1. EKP eredmények

A 2.12 ábra a standard és deviáns inger által kiváltott EKP-ok nagytálagának változásait szemlélteti, a 2.13 ábra pedig a különbségi görbét. Amint az az

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

ábrán látható, mindkét EKP görbén két egymást követő negatív komponens jelent meg, a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok között azonban csak 600 ms után figyelhető meg valódi különbség. Ez a mintázat nagyban eltér attól a mintázattól, amit az első kísérletben figyelhettünk meg, mivel ott a két feltétel 330 és 630 ms-nál tért el leginkább egymástól.



2.12. ábra. A 2. kísérlet EKP eredményei. Az ábrán a nagytalagok láthatók a 6 vizsgált csatornán. A standard és a deviáns ingerre adott válaszokat a különböző színek jelzik.

2.3.2.2. Statisztikai eredmények

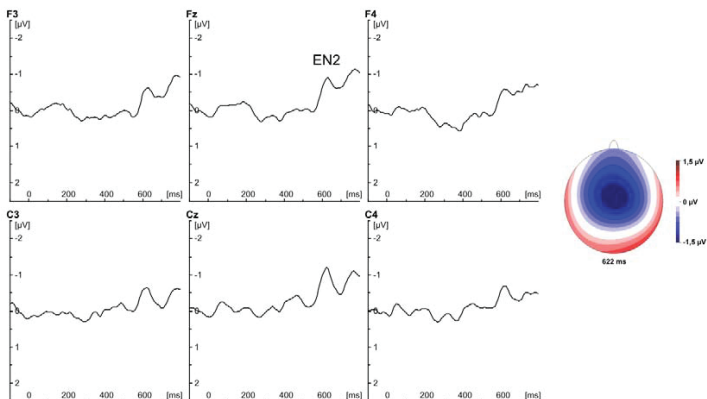
A statisztikai elemzésben az egyéni EKP görbéken lement csúcsok amplitúdó-, és látenciaértékeit használtuk, melyeket a 2.2 táblázat foglal össze.

Az első kísérlethez hasonlóan itt is külön vizsgáltuk az első és második EN meglétét. Ahogy az EKP-ok is mutatták, az első látenciaablakban nem volt eltérés a standard és deviáns ingerek között. Ezt alátámasztotta az ismételt

		1. LA				2. LA						
Standard		Devianás				Standard				Devianás		
lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	
F3	305,88	-1	0,68	320,25	-0,74	0,5	612,38	-0,18	0,88	622	-0,53	0,5
Fz		-1,21	0,7		-0,92	0,55		-0,26	0,9		-0,86	0,66
F4		-1,19	0,73		-0,63	0,58		-0,14	0,84		-0,59	0,59
C3		-0,67	0,55		-0,5	0,41		-0,08	0,37		-0,5	0,47
Cz		-0,88	0,73		-0,82	0,51		-0,08	0,63		-0,92	0,56
C4		-0,69	0,44		-0,54	0,47		-0,13	0,53		-0,54	0,44

2.2. táblázat. A standard és devianás ingerek által kiváltott EN válaszok amplitúdó értékeinek átlagai és szórásai a 6 vizsgált csatormán és a két különböző látenciaablakban, valamint a csúcsamplitúdókhöz tartozó látencia értékek.

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása



2.13. ábra. A 2. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe. A különbségi görbe a deviánsra adott EKP, mínusz a standardra adott EKP választ jeleníti meg.

mérésés varianciaanalízis eredménye, amely csak egy Elektroda főhatást mutatott ki ($F(5,75) = 6,27, p < 0,01$). A standard és deviáns ingerek EKP amplitúdóit az egyes elektródákon összevető kontrasztlelemzés azt mutatta, hogy egyedül az F4 elektródán volt szignifikáns különbség a két feltétel között ($t(15) = 5,74, p < 0,05$). Ez a különbség ugyanakkor a várttal ellentétes irányú volt, mivel a standard inger váltott ki nagyobb negativitást a deviánshoz képest. Ez az eltérés egyébként az összes vizsgált elektródán ilyen irányú volt, ahogyan az az amplitúdó értékekből, illetve az EKP-okból is látszik. A standard és deviáns között nem volt szignifikáns különbség a csúcsok látenciájában ($t(15) = -1,73, p > 0,05$).

A második EN esetében szignifikáns Feltétel főhatás találtunk ($F(1,15) = 12,38, p < 0,01$), de nem volt interakció az Elektroda feltétellel. Azaz a standard és deviáns különbsége minden vizsgált csatornán hasonló volt. A kontrasztlelemzés szerint a különbség az Fz, C3 és Cz elektródákon érte el a szignifikancia szintet ($p < 0,05$). A csúcslátenciák között itt sem volt különbség ($t(15) = -1,01, p > 0,05$).

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

2.3.3. Megbeszélés

Az alul-szűrt ingerek feldolgozása kapcsán kapott EKP eredmények tehát lényegesen eltérnek az első kísérletben kapott EKP eredményektől. Az alul-szűrés lényege, hogy az így manipulált szavak elveszítik beszéd jellegüket, de ennek ellenére a prozódiai információk megmaradnak. Ahogy az akusztikai mérések mutatták, a prozódiai információk alapjául szolgáló akusztikai jellemzőkben valóban nem történt lényeges változás a szűrés következtében. Ennek ellenére a szűrt ingerek által kiváltott agyi elektromos változások szinte teljesen eltértek az első kísérletben kapottaktól. Hiányzott az első szótaghoz kapcsolódó eltérés detekció, és valójában a standard inger nagyobb negativitást váltott ki, mint a deviáns, annak ellenére, hogy az akusztikai mérések szerint a standard és a deviáns ingerek között jelentős, és az első kísérlethez hasonló különbségek voltak. A második szótaghoz kapcsolódó EKP-ok hasonlóak voltak az első kísérlethez, mivel itt statisztikailag kimutatható EN jött létre, amelynek eloszlása az elvártnak megfelelően fronto-centrális maximumot mutatott.

Az alul-szűrt ingerek feldolgozása esetében tehát az EKP-ok viszonylag pontosan követték az ingerek akusztikai változásait. Az első szótag esetében ugyanis mind az intenzitás mind az f_0 a deviáns esetében volt kisebb, a standard hasonló részéhez képest, és ennek megfelelően a deviáns által kiváltott EKP válasz is kisebb negativitással rendelkezett, mint a standard által kiváltott válasz. A második szótag esetében ugyanakkor a deviáns inger rendelkezett nagyobb intenzitással és f_0 -al, és ennek megfelelően az ehhez a szótaghoz kapcsolódó EKP válaszok nagyobb negativitással rendelkeztek a deviáns, mint a standard esetében. Ezen eredmények tehát azt mutatják, hogy az első szótag esetében nem jött létre változásdetekció, mivel nem jelent meg az EN komponens. A második szótag esetében ugyanakkor valószínűsíthető, hogy nem csak az ingerek fizikai paramétereinek feldolgozása történt, hanem az ingerek közötti különbség detektálása is.

A 2. kísérletben az alul-szűrt ingerek feldolgozása esetében tehát azt az eredményt kaptuk, hogy az 1. kísérletben kapott két EN helyett csak egyetlen EN jelent meg, az inger második részéhez kapcsolódóan.

2.3 A 2. kísérlet: Alul-szűrt ingerek feldolgozása

A szűrt ingerek akusztikai paramétereinek vizsgálata ugyanakkor felvetette azt a problémát, hogy az alacsony szűrő alkalmazása bizonyos mértékben megváltoztatta az ingerek akusztikai jellemzőit. Ez leginkább a szűrt ingerek első szótagjainak intenzitását érintette, azaz az intenzitás burkológörbe torzulását okozta. Emiatt úgy véltük, hogy érdemes lenne tovább vizsgálni az akusztikai paraméterek feldolgozásának módját úgy, hogy külön-külön vizsgáljuk az eredeti ingerek intenzitás és hangmagasság változásának feldolgozását. Így külön tudtuk választani a hangsúly információ két alapvető akusztikai alkotóelemét, az intenzitás és a hangmagasság változását, és ezek feldolgozását egymástól függetlenül tudtuk megvizsgálni.

2.4. A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása

Ebben a kísérletben azt vizsgáltuk, hogy az első kísérletben alkalmazott ingerek intenzitás változását modellező nem-beszéd jellegű ingerek feldolgozása milyen EKP mintázatot vált ki. A második kísérlethez hasonlóan itt is azt feltételeztük, hogy a hangsúly egy bizonyos paraméterének feldolgozását nem-beszéd jellegű ingerek révén vizsgáló kísérlet segíthet annak tisztázásában, hogy az első kísérletben kapott EKP eredmények az ingerek közötti akusztikai vagy fonológiai különbség feldolgozását tükrözik. Ezen kívül feltételeztük, hogy a hangsúlyt megvalósító akusztikai jellemzők különválasztásával rávilághatunk arra, hogy a hangsúly feldolgozása során ezeket a jellemzőket milyen súllyal használjuk fel.

Jelen kísérletben az első kísérlet standard és deviáns ingerének hangerő burkológörbéjét használtuk fel egy oly módon, hogy egy állandó frekvenciájú szinuszhangra tettük rá ezt a burkológörbét. Ennek eredményeképpen olyan nem-beszéd jellegű hangokat kaptunk, amelyekben az intenzitás változása megegyezett az eredeti ingerek intenzitásának változásával, de ezen kívül semmilyen más akusztikai információt nem tartalmaztak. Ráadásul ezzel a módszerrel el tudtuk kerülni az alulszűrés által létrehozott torzítást az intenzitás burkológörbén.

2.4.1. Módszer

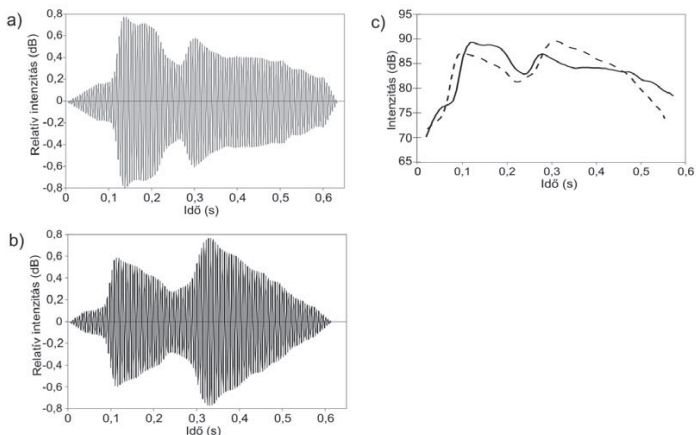
2.4.1.1. Résztvevők

A 3. kísérletben 15 személy vett részt, akik közül 9 nő volt. A résztvevők életkora 19 és 25 év között volt (átlagéletkor: 21,5 év). A résztvevők egy személy kivételével jobb kezesek voltak, és a kísérletet megelőző audiometriai vizsgálat szerint mindannyian normál hallásúak voltak. A kísérlet megkezdése előtt a résztvevők informált beleegyező nyilatkozatukat adták, és a részvételért fizetést kaptak.

2.4 A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása

2.4.1.2. Ingerek

A kísérletben két különböző típusú ingert használtunk (ld. 2.14 ábra), amelyeket az 1. kísérletben alkalmazott standard és hangsúly deviáns ingerekből (vagyis a „banán” szó első és második szótagon hangsúlyos változatából) származtattunk hangszerkesztő program alkalmazásával (Praat).

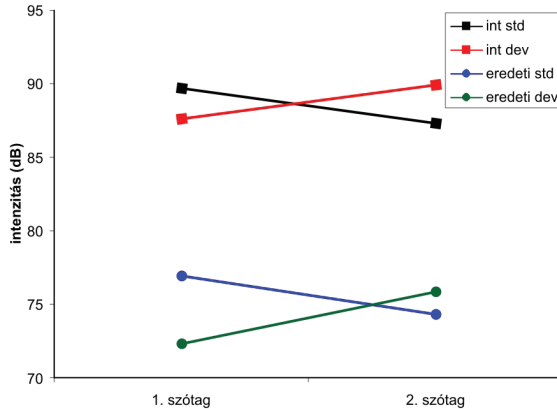


2.14. ábra. A 3. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői. Az ábra a) és b) része mutatja a standard és deviáns ingerek oscillogrammját, a c) az ingerek intenzitás burkológörbéjét. A folytonos vonal jelzi a standard, szaggatott pedig a deviáns ingert.

Az eredeti ingereken végrehajtott manipuláció lényege az volt, hogy a program segítségével kinyertük az ingerek intenzitás burkoló görbéjét, majd pedig létrehoztunk két olyan, az eredeti ingerekkel megegyező hosszúságú szinuszhangot, amelyeknek a frekvenciája 180 Hz volt. Ez megegyezett az eredeti ingerek körülbelüli alapfrekvenciájával. A létrehozott inger nem tartalmazott semmiféle változást a frekvenciában, továbbá egyetlen frekvencia komponenset tartalmazott. Ezt követően az eredeti ingerek intenzitás burkoló görbéjét alkalmaztuk a szinuszhangra. Így egy olyan nem-beszéd jellegű ingert kaptunk,

2.4 A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása

melyben kizárólag az intenzitás változott. Végezetül a jobb hallhatóság érdekében a kapott ingerek intenzitását egységesen megnöveltük. Az akusztikai mérések eredményét a 2.15 ábra foglalja össze.



2.15. ábra. A 3. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei. Az ábra az eredeti és manipulált standard és deviáns ingerek jellemzőit mutatja. Az ábra csak az egyes szótagokon mért maximális intenzitás értékét mutatja, mivel a hang nem tartalmazott f_0 változást.

Látható, hogy a módosított ingerek általánosságban nagyobb hangintenzitásúak az erősítés miatt, de az is egyértelmű, hogy az intenzitásváltozás mintázata az ingerek első és második részében megegyezik az eredeti ingerrel. A mintázat lényege, hogy a hangsúlyos szótag minden esetben nagyobb intenzitással rendelkezik, mint a hangsúlytalan szótag.

2.4.1.3. Eljárás

Az eljárás megegyezett az 1. kísérletben bemutatottal, annyi különbséggel hogy összesen 960 ingert használtunk, amiből 200 deviáns volt (deviánsok aránya 20%). Az első kísérlethez hasonlóan az első szótagon hangsúlyos szó módosított változata szerepelt standardként, és a második szótagon hangsúlyos

2.4 A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása

szó módosított változata deviánsként.

2.4.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése

Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése mindenben megegyezett az 1. kísérletnél alkalmazottal.

2.4.1.5. Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzés során az 1. kísérlethez hasonlóan ellenőriztük az EN komponens meglétét a különböző látenciaablakokban. A standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok nagytartományai, illetve a különbségi görbe alapján három LA-t határoztunk meg: 210-310 ms, 380-480 ms és 570-670 ms. Ezekben a LA-kban kerestük a leginkább negatív csúcsokat a standard és deviáns feltételekben az egyéni EKP görbékben az automatikus csúcskereső algoritmus segítségével. Ebben a kísérletben azért választottunk az 1. és 2. kísérletben alkalmazottól eltérő LA-kat, mert jelen esetben az ingerek által kiváltott EKP-ok mintázata és idői viszonyai jelentősen eltértek az előzőekhez képest.

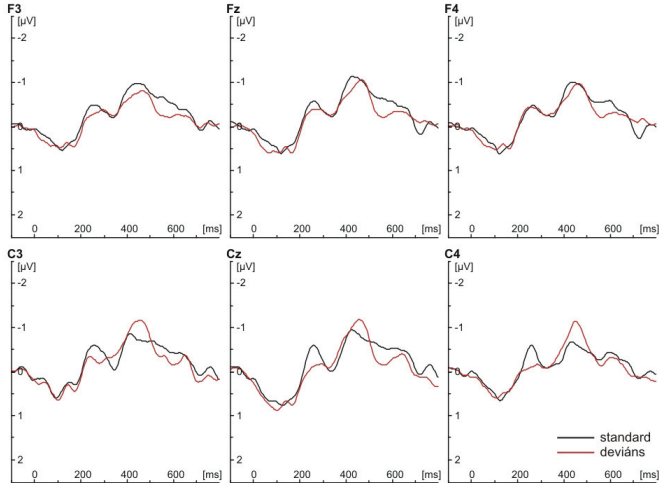
Az EN komponens meglétét az első kísérlethez hasonlóan a fronto-centrális elektródákon mért feltételenkénti amplitúdó és látenciaértékek összehasonlításával teszteltük, egy 6x2-es ismételt méréses varianciaanalízis használatával, az Elektróda (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4) és Feltétel (standard vs. deviáns) faktorokkal. Az elemzést a három LA-ban külön-külön végeztük el, és az elemzés során az Elektróda faktor esetleges interakcióinak vizsgálatakor a Greenhouse-Geisser korrekciót alkalmaztuk a sphericitási feltétel megsértésének korrigálására. A csúcslátenciák összehasonlítását összetartozó mintás t-próbával végeztük el.

2.4.2. Eredmények

2.4.2.1. EKP eredmények

A standard és deviáns által kiváltott EKP görbéket, valamint a különbségi görbét a 2.16 és a 2.17 ábrák mutatják.

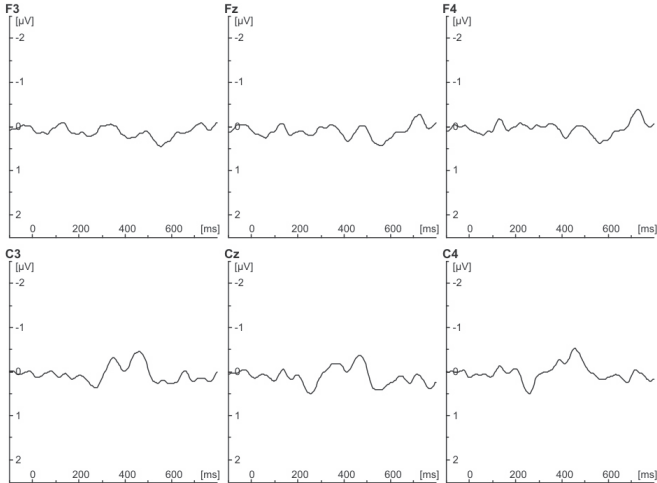
2.4 A 3. kísérlet: A hangsúlyval kapcsolatos intenzitás feldolgozása



2.16. ábra. A 3. kísérlet EKP eredményei. Az ábrán a 15 résztvevő nagyjátlaga látható a 6 vizsgált csatornán. A standard és a deviáns ingerre adott válaszokat a különböző színek jelzik.

Látható, hogy az ingerek egy három negatív csúcsból álló EKP hullám-együttest váltottak ki, továbbá a standard és deviáns által kiváltott EKP-k csak kis mértékben tértek el egymástól. Az első negatív csúcs 250ms körül jelentkezett, és itt főként a centrális elektródákon a standard inger egy nagyobb negativitást váltott ki a deviánshoz képest. A 420 ms körüli negatív csúcs esetében a deviáns rendelkezett nagyobb negatív amplitúdóval, de ez szintén inkább a centrális csatornákon volt látható. Végül 630 ms körül egy harmadik negativitást is találtunk, ahol ismét a standard inger váltott ki nagyobb negativitást. A különbségi görbén jól látszik, hogy a két inger által kiváltott EKP görbék különbsége nagyon kicsi, sehol sem éri el a $\pm 1 \mu\text{V}$ -ot. Mindez tehát arra utal, hogy a két inger feldolgozása között csak nagyon kis eltérések voltak.

2.4 A 3. kísérlet: A hangsúlyval kapcsolatos intenzitás feldolgozása



2.17. ábra. A 3. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe. A különbségi görbe a deviánsra adott EKP, mínusz a standardra adott EKP választ jelenti meg.

2.4.2.2. Statisztikai eredmények

A 2.3 táblázat tartalmazza a 3 LA-ban mért csúcsok amplitúdó és látencia értékeinek átlagát és szórását az egyes feltételekben.

Az 1. LA-ban mért csúcsamplitúdókon végzett ismételt mérések varianciaanalízis eredménye szerint mind a Feltétel ($F(1,11) = 5,25$, $p < 0,05$), mind az Elektroda ($F(5,55) = 5,72$, $p < 0,01$) főhatás szignifikáns volt, de a kettő között nem volt szignifikáns interakció. Az egyes elektródákon mért standard és deviáns inger által kiváltott amplitúdók kontrasztelemezéssel történő összehasonlítása azt mutatta, hogy csak a három centrális elektródán volt szignifikáns különbség a két feltétel között ($p < 0,05$). Ez az eredmény alátámasztotta az EKP görbéken látható különbséget, miszerint a standard inger a várhatóval ellentétben egy nagyobb negativitást váltott ki, mint a deviáns. A standard és

1. LA			2. LA			3. LA												
Standard		Devians		Standard		Devians		Standard		Devians								
lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD							
F3	260,33	-0,7	0,8	266	-0,54	0,39	427	-1,14	0,82	437,17	-1,02	0,56	618,67	-0,62	0,6	624,5	-0,6	0,44
Fz	-0,92	0,61		-0,68	0,37		-1,39	0,74		-1,33	0,79		-0,8	0,62		-0,76	0,37	
F4	-0,73	0,34		-0,64	0,38		-1,24	0,63		-1,21	0,71		-0,81	0,43		-0,71	0,35	
C3	-0,68	0,49		-0,28	0,2		-0,86	0,65		-1,08	0,6		-0,38	0,63		-0,27	0,33	
Cz	-0,78	0,63		-0,33	0,34		-1,07	0,75		-1,25	0,72		-0,69	0,84		-0,44	0,28	
C4	-0,59	0,43		-0,19	0,28		-0,75	0,61		-1,06	0,61		-0,53	0,4		-0,36	0,26	

2.3. táblázat. A standard és devians ingerek által kiváltott EN válaszok amplitúdó értékeinek átlagai és szórásai a 6 vizsgált csoporton és a három különböző látenciaablakban, valamint a csúcsamplitúdóhoz tartozó látencia értékek.

2.4 A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása

deviáns inger által kiváltott EKP-ok 1. LA-ban mért csúcslátenciájában nem volt szignifikáns különbség ($t(11) = -0,71, p > 0,1$).

A 2. LA-ban csak Elektróda hatást találtunk ($F(5,55) = 3,73, p < 0,01$), nem volt kimutatható sem Feltétel főhatás, sem a két faktor közötti interakció. Ezen eredmény szerint az EKP görbéken látható nagyobb negativitás a deviáns ingerre statisztikailag nem támasztható alá. Az ebbe a LA-ba eső csúcsok látenciái sem tértek el szignifikánsan a standard és deviáns között ($t(11) = -0,9, p > 0,1$).

Végül a 3. LA esetében a statisztikai elemzés szintén csak az egyes elektródákon mérhető amplitúdók közötti különbséget mutatta ki (Elektróda főhatás, $F(5,55) = 7,46, p < 0,01$), a standard és a deviáns feltételek között nem volt szignifikáns eltérés. Azaz az EKP görbéken látható kis amplitúdójú eltérés itt sem volt statisztikailag alátámasztható ($t(11) = -0,48, p > 0,1$).

A statisztikai elemzés tehát azt mutatta, hogy az 1. LA-t kivéve sehol sem volt szignifikáns eltérés a standard és deviáns által kiváltott EKP-ok között. A különbségi görbéken látható meglehetősen kis amplitúdó eltérések statisztikailag nem támaszthatók alá. Egyedül az 1. LA-ban mérhető csúcsok esetében találtunk szignifikáns különbséget, és itt a standard inger nagyobb negatív EKP komponenst váltott ki, mint a deviáns.

2.4.3. Megbeszélés

A 3. kísérletben tehát azt vizsgáltuk meg, hogy az 1. kísérletben használt ingerek nem-beszéd jellegű akusztikai modellje, amelyben csak az ingerek intenzitása változott, magyarázza-e a kapott EKP eredményeket.

A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy az eredeti ingerek intenzitásváltozásának feldolgozása önmagában nem vezet az 1. kísérletben kapott EN mintázathoz. Az EKP nagyátlagok azt mutatták, hogy az intenzitás változása ugyan feldolgozásra került, de a két intenzitásában eltérő inger közötti különbség mégsem váltott ki EN-t. Az EN hiánya arra utal, hogy nem történt változásdetekció, noha elvileg a két inger közötti intenzitás eltérése nagyobb volt annál, mint ami ezen ingereknél a detekció szokásos küszöbe. Az akusztikai mérések szerint a standard és a deviáns szavak első szótagja esetében

2.4 A 3. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos intenzitás feldolgozása

az intenzitás különbsége 2,1 dB, a második szótag esetében pedig 2,64 dB. Az intenzitás diszkriminációjára vonatkozó pszichofizikai függvény alapján ($\Delta L = = 10 \log_{10} \frac{I+\Delta I}{I}$, Moore, 2003, 138.o.) az éppen észrevehető különbség a kísérletben használt ingerek esetében 0,1 dB körüli, vagyis mindkét szótag esetében jóval a küszöb feletti különbségről van szó.

Az egyetlen szignifikáns különbség a két inger által kiváltott EKP-okban az inger kezdetéhez kapcsolódóan jelentkezett, ahol a standard egy nagyobb negativitást váltott ki, mint a deviáns. Az EKP-ok tehát hasonlóan a 2. kísérletben kapottakhoz, lényegében az ingerek akusztikai mintázatát követik, mivel az ingerek ezen első részében a standard nagyobb intenzitással rendelkezik, mint a deviáns. Ez a fajta különbség ugyanakkor kevésbé markánsan jelentkezik az inger második részében. Itt a deviáns esetében nagyobb az intenzitás, mint a standardnál, ami valóban egy negatívabb EKP-ot vált ki, de ez nem tér el szignifikánsan a standardtól. Ez azért is különös, mert az akusztikai mérések szerint a második szótag esetében az intenzitás különbsége a deviáns és standard között nagyobb, mint az első szótag esetében (2,64 vs. 2,1 dB).

Ezen eredmények tehát megerősítik a 2. kísérlet eredményeit, amennyiben azt mutatják, hogy önmagában véve az ingerek intenzitásának feldolgozása nem váltja ki az 1. kísérletben kapott EKP mintázatot. Azaz ismételtelen egy olyan eredményt kaptunk, amely arra utal, hogy az első kísérletben kapott két EN nem csak az ingerek közötti akusztikai különbség detekcióját jelzi.

2.5. A 4. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása

Ebben a kísérletben továbbra is a hangsúllyal kapcsolatos akusztikai jellemzők feldolgozását vizsgáltuk egy nem-beszéd jellegű akusztikai modellre támaszkodva. Az akusztikai modell az első kísérlet ingereinek a hangmagasság változását modellezte, vagyis egy olyan nem-beszéd jellegű inger volt, amely csak a hangmagasság változását tartalmazta. A kísérletben ismét arra voltunk kíváncsiak, hogy az első kísérletben kapott EN mintázat létrejön-e a csak az akusztikai változást tartalmazó nem-beszéd ingerek esetében is. Ezen felül, hasonlóan az előző kísérlethez, arra is kíváncsiak voltunk, hogy az f_0 , mint jellemző akusztikai paraméter, mennyiben járul hozzá a hangsúlyfeldolgozásához.

2.5.1. Módszer

2.5.1.1. Résztvevők

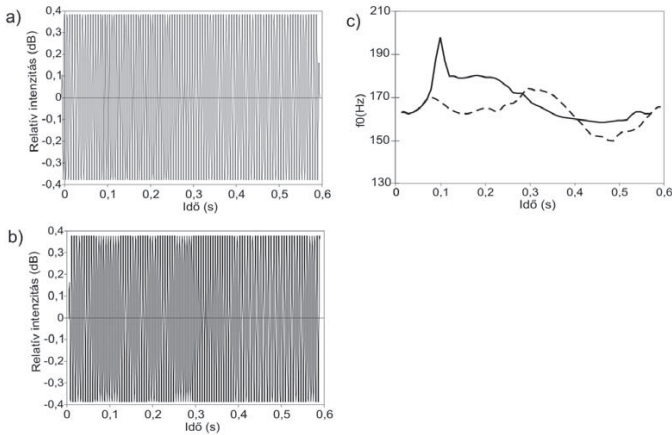
A kísérletben 16 személy (14 nő) vett részt, átlagéletkoruk 21 év volt (18-41 év). A résztvevők közül egy személy kivételével mindenki jobbkezes volt. A személyek a vizsgálatot megelőző audiometriai tesztben a vizsgált frekvenciatartományban normál hallásküszöböt mutattak. A személyek a részvételtért kurzus kreditet kaptak, és a vizsgálat megkezdése előtt mindannyian informált beleegyező nyilatkozatot adtak.

2.5.1.2. Ingerek

A 4. kísérletben az eddigi kísérletekhez hasonlóan két különböző ingert használtunk. A két ingert az 1. kísérletben alkalmazott standard és hangsúly deviáns ingerből hoztuk létre hangszerkesztő szoftver (Praat) segítségével. A létrehozott ingerek nem tartalmaztak beszéd információt, és kizárólag a hangmagasság változás mintázatában tértek el egymástól. A kísérletben olyan ingerek létrehozása volt a cél, amelyek minél pontosabban követik az 1. kísérlet ingereinek hangmagasság (f_0) változásait, de ezen kívül nem tartalmaznak egyéb

2.5 A 4. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása

akusztikai változást. Ezt úgy valósítottuk meg, hogy első lépésként kinyertük az eredeti beszédingerek f_0 kontúrját a hangszerkesztő program segítségével (75-600 Hz között, 0,01s idői felbontással), majd ezt az f_0 kontúr felhasználva egy olyan szinusz hangot szintetizáltunk, amely az eredeti ingerrel megegyező hosszúságú, és kizárólag az eredeti ingernek megfelelő f_0 változást tartalmazta. A 2.18 ábra mutatja a két inger oszcillogrammját, illetve az f_0 kontúrokat.

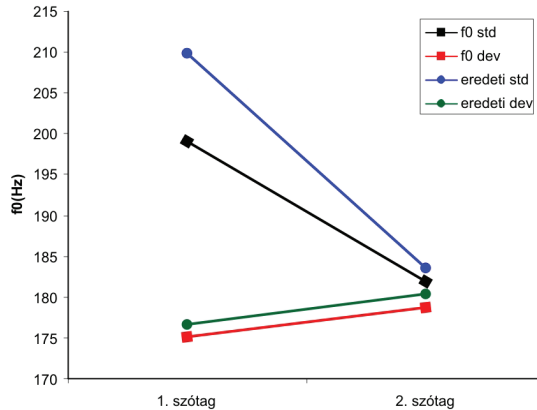


2.18. ábra. A 4. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői. Az ábra a) és b) része mutatja a standard és deviáns ingerek oszcillogrammját, a c) pedig az ingerek intonációs görbéjét. A folytonos vonal jelzi a standard, szaggatott pedig a deviáns ingert.

Az akusztikai mérések eredményét, azaz a maximális f_0 értékeit az egyes szótagok esetében a 2.19 ábra illusztrálja.

Az ábrákból jól látható, hogy az inger kezdetén a standard és a deviáns között meglehetősen nagy különbség (kb. 24 Hz) volt a maximális f_0 értékekben, míg az inger közepén az f_0 eltérés jóval kisebb, 3 Hz körüli volt. Az 1. kísérletben hasonló eltérések voltak, de ott az első szótagon az f_0 eltérés még nagyobb, több mint 30 Hz volt. A második szótag esetében az 1. kísérlet beszéd

2.5 A 4. kísérlet: A hangsúllyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása



2.19. ábra. A 4. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei. Az ábra az eredeti és manipulált standard és deviáns ingerek jellemzőit mutatja. Az ábra csak az egyes szótagokon mért maximális f_0 értéket mutatja, mivel a hang nem tartalmazott intenzitás változást.

ingereinél az f_0 különbség csak 3 Hz körül volt. Azaz mind a beszéd, mind a csak hangmagasság változást tartalmazó nem-beszéd ingerek esetében hasonló akusztikai eltérést mértünk: a hangsúlyos szótag mindig nagyobb f_0 -al rendelkezik, mint a hangsúlytalan, de ez a különbség jóval nagyobb a standard, mint a deviáns esetében. Ez az akusztikai mintázat a nem-beszéd hangok esetében is megmaradt.

2.5.1.3. Eljárás

Az eljárás megegyezett a 2. kísérletben leírtakkal. Az előzőekhez hasonlóan itt is egy olyan passzív kakuktktojás paradigmát alkalmaztunk, amelyben az első szótagon hangsúlyos szó módosított változata szerepelt standardként, a második szótagon hangsúlyos szó módosított változata pedig deviánsként.

2.5 A 4. kísérlet: A hangszílyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása

2.5.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése

Az agyi bioelektromos jelek rögzítése mindenben megegyezett az 1. kísérletben leírtakkal.

2.5.1.5. Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzés során az eddigiekhez hasonlóan azt vizsgáltuk, hogy a nagytalagok illetve különbségi görbe alapján kijelölt látenciaablakokban van-e szignifikáns eltérés a standard és deviáns ingerek által kiváltott csúcsmplitúdók valamint csúclátenciák között. Három LA-t definiáltunk: 130-230 ms, 220-320 ms és 550-650 ms között. A 3. kísérlethez hasonlóan itt is azért alkalmaztunk az 1. és 2. kísérlethez hasonlóan eltérő látenciaablakokat, mert az ingerek által kiváltott EKP komponenseket ezek segítségével tudtuk a legmegfelelőbben statisztikailag kvantifikálni. A csúcsmplitúdók közötti statisztikai különbséget egy 6x2-es ismételt méréses varianciaanalízis segítségével teszteltük, az Elektroda (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4) és Feltétel (standard vs. deviáns) faktorokkal. Az elemzést a három LA-ban külön-külön végeztük el, és az elemzés során az Elektroda faktor interakcióinak vizsgálatakor a Greenhouse-Geisser korrekciót alkalmaztuk a sfericitási feltétel megsértésének korrigálására. A csúclátenciák statisztikai vizsgálatára összetartozó mintás t-próbát alkalmaztunk.

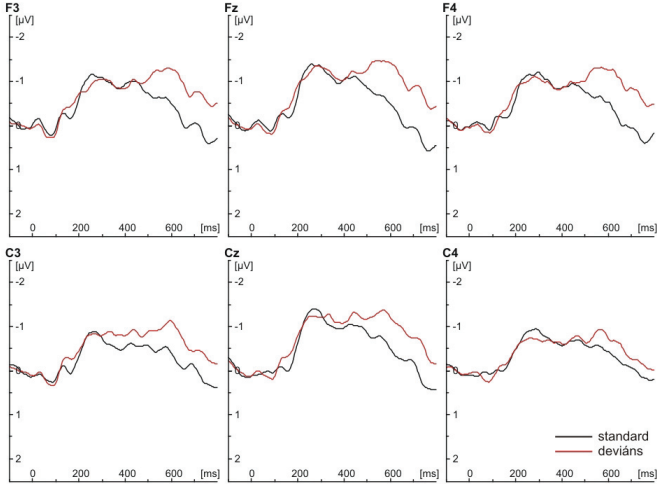
2.5.2. Eredmények

2.5.2.1. EKP eredmények

A 2.20 és a 2.21 ábra mutatja a kísérlet során eredményül kapott EKP görbék nagytalagát, illetve a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok különbségi görbéjét.

Ahogy a nagytalagok mutatják, a csak f0 változást tartalmazó szinuszhang egy két negatív csúcsból álló EKP mintázatot váltott ki, és az első csúcs 250 ms, a második pedig 450 ms körül volt található. Látható, hogy az első csúcs esetében a standard és deviáns által kiváltott EKP-ok nem különböztek egymástól, és a két EKP valójában csak 400 ms után kezdett szétválni, ahol is a deviáns által kiváltott EKP nagyobb negativitással rendelkezett, mint a

2.5 A 4. kísérlet: A hangszílyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása



2.20. ábra. A 4. kísérlet EKP eredményei. Az ábrán 16 személy nagytalaga látható a 6 vizsgált csatornán. A standard és a deviáns ingerre adott válaszokat a különböző színek jelzik.

standard által kiváltott EKP. A különbségi görbén ezen kívül jól látható egy 180ms körüli, viszonylag kis amplitúdójú negatív csúcs, ami feltételezhetően a két inger által kiváltott N1 komponens különbségét mutatja. Azaz úgy tűnik, hogy a deviáns inger nagyobb N1-et váltott ki. Ez a különbség a nagytalagokon is kivehető elsősorban a centrális elektródákon.

2.5.2.2. Statisztikai eredmények

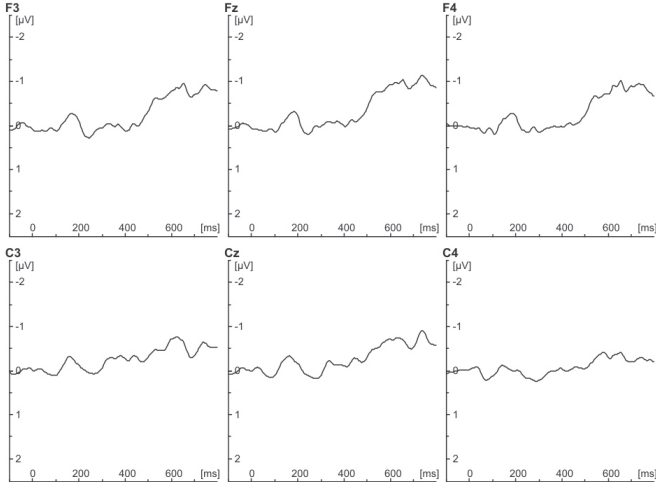
A 2.4 táblázat összefoglalja a három LA-ban a különböző feltételekben és elektródákon mért csúcsamplitúdók és látenciák átlagértékeit.

Az 1. LA csúcsamplitúdóin végzett ismételt mérések varianciaanalízis a Fel-tétel x Elektróda faktorokkal egy Elektróda főhatást eredményezett ($F(5,75) = 17,05$, $p < 0,01$), a többi hatás nem volt szignifikáns. Eszerint tehát a kü-

1. LA			2. LA			3. LA												
Standard		Devianás		Standard		Devianás		Standard		Devianás								
lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD							
F3	188,63	-1,03	0,38	198,38	-0,92	0,43	268,25	-1,47	0,64	271,5	-1,28	0,66	589,88	-0,83	0,69	589,88	-1,7	0,63
Fz		-1,2	0,51		-1,26	0,56		-1,8	0,7		-1,67	0,62		-0,95	0,92		-1,92	0,63
F4		-0,99	0,75		-1,17	0,58		-1,52	0,79		-1,49	0,61		-0,89	0,89		-1,63	0,61
C3		-0,5	0,51		-0,54	0,41		-0,96	0,53		-0,81	0,45		-0,57	0,59		-1,22	0,54
Cz		-0,83	0,64		-0,93	0,51		-1,61	0,66		-1,4	0,58		-0,76	0,67		-1,61	0,62
C4		-0,51	0,5		-0,52	0,48		-1,05	0,71		-0,78	0,53		-0,53	0,79		-1,01	0,39

2.4. táblázat. A standard és devianás ingerek által kiváltott EN válaszok amplitúdó értékeinek átlagai és szórásai a 6 vizsgált csatormán és a három különböző látenciaablakban, valamint a csúcsamplitúdókhöz tartozó látencia értékek.

2.5 A 4. kísérlet: A hangszílyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása



2.21. ábra. A 4. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe. A különbségi görbe a deviánsra adott EKP, mínusz a standardra adott EKP választ jelenti meg.

lönbségi görbéken látható eltérés a két feltétel között az N1 komponens amplitúdójában statisztikailag nem volt alátámasztható. A két feltétel által kiváltott csúcsok látenciái között nem volt szignifikáns eltérés ($t(15) = -1,07$, $p > 0,1$).

A 2. LA esetben hasonló eredmények születtek, amennyiben a varianciaanalízis itt is kizárólag az Elektroda főhatás szignifikáns voltát mutatta ki ($F(5,75) = 14,7$, $p < 0,01$). Ugyanakkor a standard és deviáns feltételeket elektródánként összehasonlító kontrasztlemezés során azt találtuk, hogy a két feltétel között szignifikáns különbség volt a Cz elektródán ($p < 0,054$). Azaz a deviáns inger ezen az elektródán szignifikánsan nagyobb negativitást váltott ki, mint a standard. A különbségi görbén 320 ms körül valóban látható egy $0,4 \mu\text{V}$ nagyságú negatív csúcs, ami tehát szignifikáns ugyan, de kis amplitúdója, valamint a többi elektródán való szignifikáns különbség hiánya miatt ez az eltérés óvatosan kezelendő. A két feltétel csúcslátenciája között itt sem volt

2.5 A 4. kísérlet: A hangszílyal kapcsolatos hangmagasság feldolgozása

szignifikáns különbség ($t(15) = -0,61, p > 0,1$).

Végül a 3. látenciaablaknál mind az Elektróda ($F(5,75) = 9,2, p < 0,01$), mind a Feltétel ($F(1,15) = 13, p < 0,01$) főhatás szignifikáns volt, de a két közötti interakció nem volt szignifikáns ($F(5,75) = 1,2, p > 0,01$). Azaz a deviáns minden vizsgált elektródán hasonló módon nagyobb amplitúdójú negativitást váltott ki, mint a standard. Ezt a kontrasztelemzés is alátámasztotta, amely minden elektróda esetében szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) mutatott ki a standard és deviáns feltétel között. A feltételek csúcslatenciája között nem volt szignifikáns különbség ($t(15) = 0,00, p > 0,1$).

2.5.3. Megbeszélés

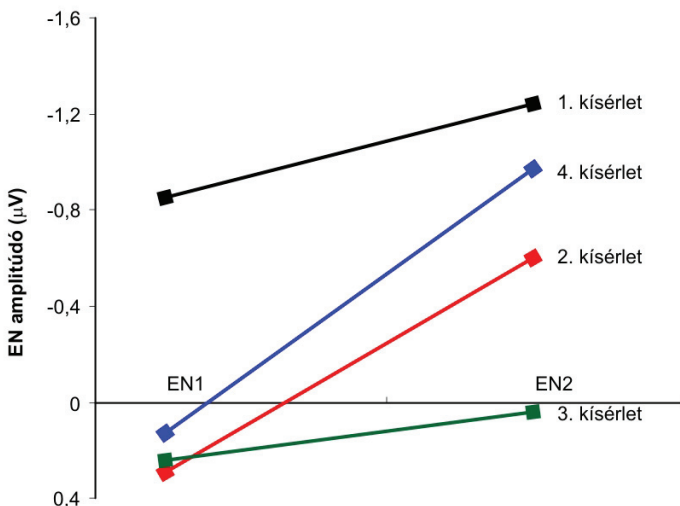
A 4. kísérletben tehát azt vizsgáltuk meg, hogy a hangszíly akusztikai összetevői közül a hangmagasság (f_0) változásának feldolgozása magyarázza-e a 1. kísérletben kapott eredményeket. Ennek érdekében egy olyan nem-beszéd jellegű ingerpárt hoztunk létre, amelyek pontosan követték az 1. kísérlet standard és hangszíly deviáns ingereinek f_0 változását, de egyéb akusztikai információt nem tartalmaztak.

A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a két inger által kiváltott negatív EKP komponensek közül csak a másodikban és harmadikban volt szignifikáns különbség a két inger között. Találtunk ugyan egy az EKP görbéken jól látható eltérést az N1 komponensben a két feltétel között, de ez a deviáns inger által kiváltott nagyobb N1 nem bizonyult szignifikánsnak.

Ha az akusztikai eltéréseket és a talált EKP mintázatot összevetjük, akkor egy meglehetősen komplex kép rajzolódik ki. A standard és a deviáns ingerek között ugyanis a legnagyobb eltérés az inger első részében található, ahol is a maximális f_0 közötti különbség, 24 Hz volt. Ugyanakkor az inger második részében nagyon kicsi volt a különbség a maximális f_0 értékében, mintegy 3 Hz. Ennek ellenére szignifikáns eltérés az EKP-okban csak az inger második feléhez kapcsolódóan jelent meg, 400-500 ms között. Ezen eredmények részletesebb interpretációjára EKP eredmények általános megbeszélésében még vissza fogok térni.

2.6. A 2-4. kísérlet általános megbeszélése

Összefoglalva a 2-4. kísérletek eredményeit, amelyekben az volt a célunk, hogy megvizsgáljuk, hogy az 1. kísérletben kapott EKP mintázat mennyiben tulajdonítható az ingerek akusztikai jellemzőire irányuló agyi feldolgozásának, azt az eredményt kaptuk, hogy azok a nem-beszéd jellegű ingerek, amelyek a hangsúlymintázat változásának különböző akusztikai elemeit ragadták meg, azonosan eltérő EKP mintázatot eredményeztek a beszéd jellegű ingerekkel kiváltott EKP mintázattal történő összehasonlításban. Az eltérés lényege az volt, hogy egyik nem-beszéd jellegű inger sem váltotta ki azt az EN-t, amely beszédingerek esetében az inger kezdetéhez kapcsolódott, miközben a hátról két esetben kiváltható volt az EN2. Az 1-4. kísérlet EKP eredményeit a 2.22 ábra foglalja össze.



2.22. ábra. A 2-4. kísérlet eredményeinek összefoglalása. Az ábrán az EN1 és EN2 komponensek csúcsmplitúdójának átlaga látható a 4 kísérleti helyzetben.

2.6 A 2-4. kísérlet általános megbeszélése

Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a hangsúlymintázat eltéréseivel kiváltott EKP-ok változása csak részben tulajdonítható annak, hogy az ingerek akusztikai jellemzői kerülnek diszkriminatív feldolgozásra. Természetesen továbbra is kérdés, hogy pontosan miként interpretálható a beszédingerek kapcsán megjelenő két EN. A négy kísérlet eredményei mindenesetre azt jelzik, hogy az EN2 elsősorban a kiemelkedő (száliers) akusztikai információ feldolgozásához kapcsolódik, és a nem-beszéd jellegű ingerek feldolgozásakor is megjelenik. Úgy tűnik, azonban hogy a kiinduló kísérletben regisztrált EN1 komponens beszéd-specifikus, amennyiben nem jelenik meg nem-beszéd jellegű ingerek esetén.

Az intenzitás- és f_0 változás külön-külön történő tanulmányozása rámutatott arra is, hogy e két akusztikai tényező feltételezhetően eltérő súllyal szerepel a hangsúly feldolgozásában. A harmadik kísérletben a csak intenzitás szerint eltérő ingerek esetében ugyanis nem csak az inger első részének feldolgozása nem váltott ki változásdetekciót, hanem a második rész feldolgozása sem. A 2. és 4. kísérletben ugyanakkor egyaránt megjelent a második EN. Ez véleményünk szerint arra utal, hogy a hangsúly változásához kapcsolódó intenzitás, mint akusztikai paraméter kevésbé hatékonyan dolgozható fel az észlelőrendszer számára. Ebből az következik, hogy a magyar nyelvben a hangsúlyos és hangsúlytalan szótag alaphangfrekvenciája fontosabb szerepet játszhat a hangsúly megvalósításában, mint az intenzitás, amiatt, mert az alaphangfrekvencia változásának feldolgozása hatékonyabban történik meg az észlelőrendszerben.

2.7. Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása

Ebben a kísérletben tovább léptünk a hangsúly feldolgozásának vizsgálatában, és arra voltunk kíváncsiak, hogy a hangsúly a nyelvi feldolgozás mely szintjén reprezentálódik a magyar nyelvben. A kísérletben azt vizsgáltuk, hogy a lexikai reprezentációval nem rendelkező álszavak esetében hogyan alakul a hangsúlymintázat sértésének preattentív feldolgoása. Ahogyan az 1. kísérletben láttuk, egy jelentésteli szó esetében a hangsúlymintázat sértése egy két EN-ből álló EKP mintázatot váltott ki. A 2-4. kísérletben olyan eredményeket kaptunk, amelyek arra utalnak, hogy ez a mintázat beszédspecifikus feldolgozást feltételez, mivel nem-beszéd jellegű ingerek esetében nem jelent meg hasonló EKP mintázat. Ugyanakkor felmerül az a kérdés, hogy a kapott EKP eredmények vajon a lexikonban tárolt hangsúlymintázat sértésére adott válaszként értelmezendők, vagy pedig egy általános fonológiai szabály sértését tükrözik. Azaz a hangsúlymintázat sértése vajon egy eltárolt egyedi reprezentációnak való meg nem felelést jelent, vagy pedig egy általános mintázattól vagy szabálytól való eltérésre vonatkozik. Ebben a kísérletben a Hipotézisekben megfogalmazott 3. hipotézist vizsgáltuk.

Ahogy a bevezetőben láthattuk, a hangsúly reprezentációja kapcsán többféle elmélet is megfogalmazódott. Cutler és Isard (1980), valamint Colombo (1992) egy olyan duális reprezentációs rendszert tétéleznek fel, amelyben egyszerre van jelen a hangsúlymintázat hosszú távú tárolása a lexikonban, és a hangsúly szabály alapú kijelölése. Feltételezésük szerint a két rendszert eltérő feltételek mellett használjuk: a lexikai reprezentáció működik az ismert szavak esetében, a szabály alapú leképezés pedig az ismeretlen szavaknál.

Ugyanakkor ezek a szakirodalmi eredmények olyan nyelveken (angol, olasz) végzett kísérleteken alapulnak, amelyekben a hangsúly mintázata változó. Azaz feltételezhetjük, hogy ezekben a nyelvekben a hangsúlymintázat lexikális reprezentációja szükségszerű, mivel az szavanként eltérő lehet, ráadásul az eltérő hangsúlymintázat eltérő jelentést hordozhat. Ezzel szemben a kötött hangsúlyú magyarban elvileg nincs szükség a hangsúly lexikai reprezentációjára, mivel az minden esetben a szavak első szótagjára esik.

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása

Ebben a kísérletben tehát az EN komponens változásainak tanulmányozása révén kívántunk olyan kérdésekre válaszolni, amelyek a hosszú távú reprezentációkkal kapcsolatosak. Ezzel kapcsolatban érdemes visszautalni a Szakirodalmi áttekintésben már bemutatott Näätänen-féle modellre. Näätänen (2001) szerint a beszédhangok feldolgozásával kapcsolatos EN adatok egy olyan modell segítségével magyarázhatók, amely a bejövő ingerek fizikai jellemzőinek összevetésén túl figyelembe veszi a beszédhangokkal kapcsolatos hosszú távú reprezentációkat is. Azaz a beszédhangok feldolgozása során két folyamat működik egyszerre: a hangok akusztikai jellemzőinek feldolgozása, illetve a fonéma template-ek aktiválódása. A beszédhangokban bekövetkező változások által kiváltott EN ennek megfelelően egyszerre tükrözi a fizikai jellemzők összevetését, és a template-től való eltérést.

A Näätänen-féle modellből kiindulva a hangsúly kapcsán is azt feltételeztük, hogy rendelkezésre állnak az adott nyelvre jellemző hangsúlymintázatot tároló hangsúly template-ek, amelyek a hangsúly feldolgozása során aktiválódnak, és vezetik a feldolgozást.

Jelen kísérletben a hangsúly lexikai reprezentációjának mikéntjét lexikai reprezentációval nem rendelkező álszavak révén vizsgáltuk, és az így kapott eredményeket összevetettük az 1. kísérletben a jelentéssel bíró szavak kapcsán kapott eredményekkel. A hangsúly reprezentációja kapcsán azt feltételezzük, hogy az szabály alapú, azaz nem (vagy nem csak) a lexikonban tárolódik az egyes szavakkal, hanem a már bemutatott hangsúly template formájában létezik. Ezért azt várjuk, hogy hangsúlymintázat sértése hasonló módon kerül feldolgozásra a szavak és álszavak esetében, azaz az 5. kísérletben az 1. kísérlethez hasonló EN mintázatot kapunk.

Jelen kísérletben egy kontroll feltételt is alkalmaztunk, amelyben megfordítottuk a standard és deviáns ingereket. A kísérlet első feltételében a szabályos hangsúlyozású szó szerepelt standardként, a szabálytalan, vagyis a második szótagon hangsúlyos szó pedig deviánsként, hasonlóan az 1. kísérletben alkalmazott elrendezéshez. A kísérlet második feltételében viszont a szabálytalan hangsúlyozású szó volt a standard, a szabályos hangsúlyozású pedig a deviáns. A fordított feltétel alkalmazásával arra voltunk kíváncsiak, hogy a szabályos és szabálytalan hangsúlyozású szavak hasonló módon viselkednek-e a standard

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása

és deviáns szituációban. Azaz, hogy a két inger a standard helyzetben azonos módon képes-e egy olyan modell kialakítására, amelyet a deviáns inger sérteni fog. A hangsúly template-ekkel kapcsolatos elképzelés alapján azt várhatjuk, hogy a fordított feltétel esetében a szabálytalan hangsúlyozású standard inger nem alkalmas egy olyan modell létrehozására, amihez a szabályos hangsúlyozású deviáns inger hozzámérhető lenne, mivel a szabálytalan inger önmagában sérti a hosszú távú szabály reprezentációt. Ekkor az várható, hogy a fordított feltételben nem fog EN létrejönni a standard és deviáns ingerek különbségére.

2.7.1. Módszer

2.7.1.1. Résztvevők

A kísérletben 15 személy vett részt, akik közül 6 nő volt. A résztvevők életkora 18-26 év volt (átlagéletkor: 20,6). A résztvevők mindegyike jobbkezes volt, és a kísérlet előtt elvégzett audiometriai teszt szerint mindegyikük normál hallású volt. A résztvevők a kísérlet megkezdése előtt informált beleegyező nyilatkozatot adtak, és a részvételért fizetést kaptak.

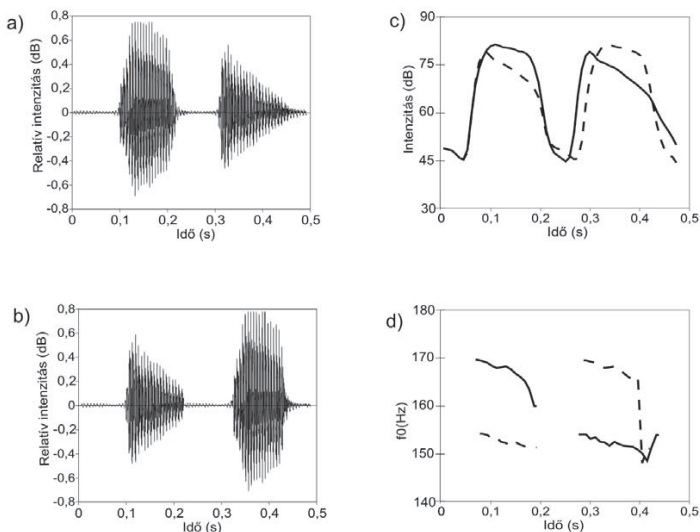
2.7.1.2. Ingerek

A kísérletben két olyan álszót alkalmaztunk ingerként, amelyek kizárólag a hangsúlymintázatukban tértek el egymástól. A szabályos hangsúlyozású szó egy két szótagból álló, és a szótag ismétlése révén kapott szó volt („bebe”). A szótag ismétlésének az volt a célja, hogy egy olyan ingert hozzunk létre, amelynek két szótagja azonos szegmentális jellemzőkkel rendelkezik, és csak a szóhangsúly eltéréséből származó prozódiai jellemzőkben térnek el. Az ingert mondatkontextus feltételben női beszélő mondta el, és azt számítógép segítségével 44,1 kHz-es mintavételi frekvenciával digitalizáltuk.

A szabálytalan hangsúlyozású szót a szabályosból hoztuk létre hangszerkesztő program (Praat) segítségével. A szerkesztés lényege az volt, hogy a két szótagot megcseréltük, és a hangsúlyos első szótag lett a második, a hangsúlytalan második pedig az első. Ezzel elértük, hogy egyrészt a két inger, másrészt

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása

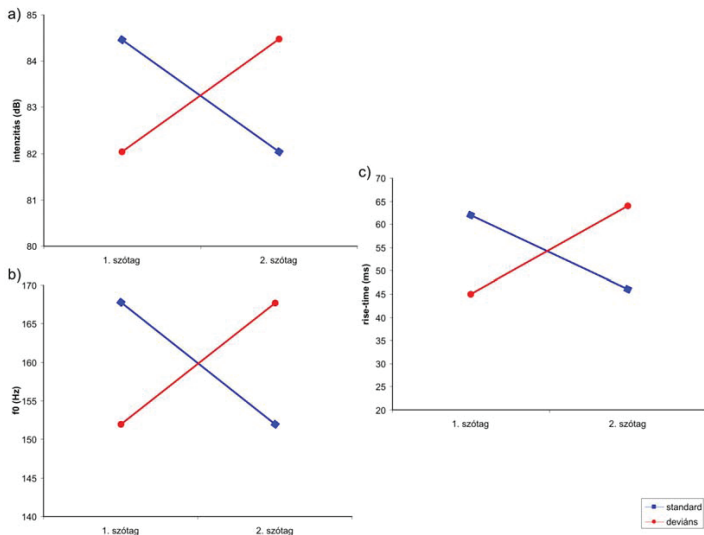
az ingerek mindkét szótagja azonos volt, természetesen leszámítva a prozódiai szerkezetüket. Az ingerek akusztikai jellemzőit a 2.23 ábra mutatja, az akusztikai mérések eredményét pedig a 2.24 ábra foglalja össze.



2.23. ábra. Az 5. kísérletben használt ingerek akusztikai jellemzői. Az ábra a) és b) része mutatja a standard és deviáns ingerek oscillogramját, a c) az ingerek intenzitás burkológörbéjét, a d) pedig az ingerek intonációs görbéjét. A folytonos vonal jelzi a standard, szaggatott pedig a deviáns ingert.

Az akusztikai mérések eredményei szerint a hangsúlyos és a hangsúlytalan szótag mindhárom mért paraméterben lényegesen eltért egymástól. A maximális intenzitásban való eltérés 2,42 dB, a maximális f_0 különbség 15,77 Hz, és a rise time különbség 16 ms. Ezeket az értékeket összehasonlítva az első kísérlet eltérő ingeranyagában mérttel az látható, hogy a két szótag közötti intenzitás különbség szinte azonos, az f_0 értékében viszont az első kísérletben nagyobb volt a változás, csakúgy mint a rise time-ban. Ennek az az oka, hogy az első

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása



2.24. ábra. Az 5. kísérlet ingereinek akusztikai mérési eredményei. Az ábra a) része mutatja az egyes szótagokon mért maximális intenzitás értékét, a b) rész az f0 értékeket, a c) pedig a rise-time-ot.

kísérletben a két szótag különböző volt, mind a fonémákat mind azok számát tekintve (ba + nán).

	intenzitás (dB)	f0 (Hz)	rise time (ms)
1. kísérlet	2,55	26,34	21,27
5. kísérlet	2,42	15,77	16

2.5. táblázat. Akusztikai különbségek az 1. és 5. kísérlet ingerek között.

2.7.1.3. Eljárás

Az eljárás hasonló volt az 1. kísérletben alkalmazotthoz, de eltérő feltételeket használtunk. Az egyik feltételben az eddigi kísérletekhez hasonlóan a sa-

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása

bályos hangsúlyszerkezetű szó szerepelt a nagyobb gyakoriságú standardként, és a szabálytalan hangsúlyozású deviánsként. A második feltételben megcseréltük a két ingert, és a szabálytalan hangsúlyozású inger szolgált standardként, a szabályos pedig deviánsként. Mindkét feltételben 20% volt a deviáns inger valószínűsége, és az előző kísérletekhez hasonlóan az ingerek itt is előre meghatározott kvázi random sorrendben követték egymást. Az ingerek számát növeltük az előzőekhez képest, és mindkét feltételben 200 deviáns és 760 standardot mutattunk be a résztvevőknek. A két feltétel bemutatásának sorrendjét variáltuk a résztvevők között, és a csoport egyik felénél a szabályos hangsúlyozású, a másik felénél pedig a szabálytalan hangsúlyozású szó szerepelt először standardként.

2.7.1.4. Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése

Az agyi bioelektromos jelek rögzítése és elemzése mindenben megegyezett az első kísérletnél alkalmazottal.

2.7.1.5. Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzés során az eddigiekhez hasonlóan az egyéni EKP görbék automatikusan leírt csúcsamplitúdóit és látenciát vizsgáltuk. A csúcskereséshez az alábbi látenciaablakokat jelöltük a nagytalagok és a különbségi görbék alapján: 320-420 ms, 410-510 ms, 520-620 ms. Az elemzés során teszteltük az EN komponens meglétét az F3, Fz, F4, C3, Cz, C4 elektródakon a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok amplitúdó és látencia értékeinek összehasonlításával. Ehhez egy 6x2-es ismételt méréses varianciaanalízist végeztünk el, az Elektróda (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4) és Feltétel (standard vs. deviáns) faktorokkal, és az elemzést a három LA-ban külön-külön végeztük el. Az elemzés során az Elektróda hatás interakciónak vizsgálata esetében a Greenhouse-Geisser (G-G) korrigált egyváltozós tesztet használtuk azokban az esetekben, amikor sérült a sphericitási feltétel. Az egyes elektródakon elvezethető aktivitások összehasonlításához kontrasztelemezést alkalmaztunk. A csúcslátenciák összehasonlítását összetartozó mintás t-próbával végeztük el.

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása

2.7.2. Eredmények

2.7.2.1. EKP eredmények

Az 1. feltételben a standard és deviáns ingerek által kiváltott EKP görbéket, és a különbségi görbét a 2.25 és a 2.26 ábra mutatja. Látható, hogy míg a standard egy két negatív csúcsból álló EKP komplexet eredményezett, addig a deviáns esetében három jól elkülönülő negativitás található. A különbségi görbe azt mutatja, hogy a standard és deviáns között markáns különbség van 300 és 600 ms körül. Ez nagyjából egybevág az első kísérletben talált EKP mintázattal. Feltűnő, hogy a két csúcs eltérő morfológiájú: a 300 ms körüli élesebb, míg a 600 ms körüli elnyújtottabb. Az EN komponensek amplitúdó eloszlásukat tekintve frontális maximumot mutattak, és az EN1 kissé jobbra lateralizálódott. Az eredeti EKP görbén jól látszik, hogy az első negativitás mind a standard, mind a deviáns inger esetében megjelenik, de a deviánsnál nagyobb. Ezzel szemben a második negativitás elsősorban a deviánsnál látható, a standardnál nem jelenik meg.

A 2. feltételben, amikor a standard és deviáns ingereket megcseréltük, a 2.27 és a 2.28 ábrán látható EKP görbéket kaptuk eredményül.

Látható, hogy ebben az esetben a két EKP görbe sokkal inkább hasonlít egymáshoz. A legnagyobb különbség a kettő között 420 ms körül látható, ami lényegében az 1. feltételben kapott első és második negativitás között található időben. A különbségi görbén látható, hogy a fordított feltételben a standard és deviáns között elsősorban ebben a középső negativításban van különbség.

2.7.2.2. Statisztikai eredmények

1. feltétel - szabályos hangsúlyozású álszó standard

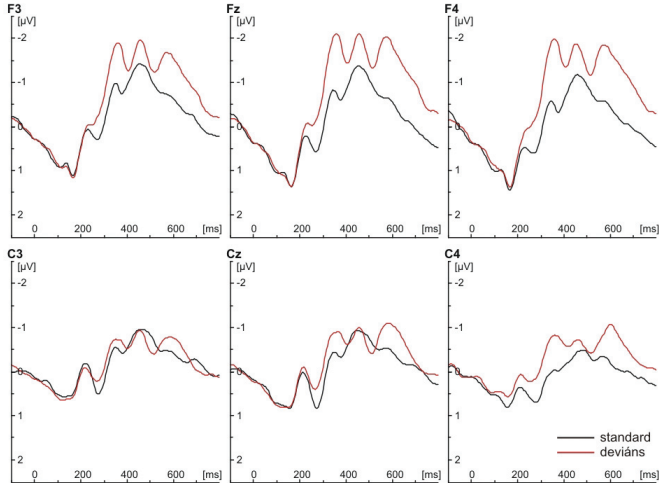
A három különböző csúcs amplitúdóit és látenciáit a standard és deviáns feltételekben a 2.6 táblázat foglalja össze.

Az 1. feltételben az 1. LA esetében az ismételt méréses varianciaanalízis Feltétel ($F(1,14) = 27,64, p < 0,01$) és Elektroda ($F(5,70) = 30,89, p < 0,01$) főhatást, valamint a két faktor közötti interakciót ($F(5,70) = 8,85, p < 0,01$, G-G korrigált $p < 0,01$, G-G Epsilon = 0,5) eredményezett. Az elektro-

	1. LA						2. LA						3. LA					
	Standard			Devians			Standard			Devians			Standard			Devians		
	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD
F3	352,93	-1,33	0,72	356,93	-2,18	1,08	464	-1,72	0,8	451,6	-2,18	1,16	564,4	-0,96	0,59	573,73	-2,01	1,17
Fz	-1,26	0,73		-2,45	1,2		-1,67	0,78		-2,37	1,18		-0,94	0,56		-2,38	1,34	
F4	-1,03	0,72		-2,25	1,09		-1,42	0,7		-2,03	1,02		-0,84	0,46		-2,12	1,31	
C3	-0,51	0,55		-0,81	0,69		-1	0,84		-1,04	0,9		-0,42	0,47		-0,84	0,69	
Cz	-0,61	0,61		-1,06	0,76		-1,01	0,71		-1,16	0,9		-0,56	0,44		-1,26	0,78	
C4	-0,14	0,69		-0,84	0,74		-0,47	0,48		-0,77	0,79		-0,26	0,32		-0,97	0,85	

2.6. táblázat. A standard és devians ingerek által kiváltott EN válaszok amplitúdó értékeinek átlagai és szórásai a 6 vizsgált csatormán és a három különböző látenciaablakban, valamint a csúcsamplitúdókhöz tartozó látencia értékek

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása

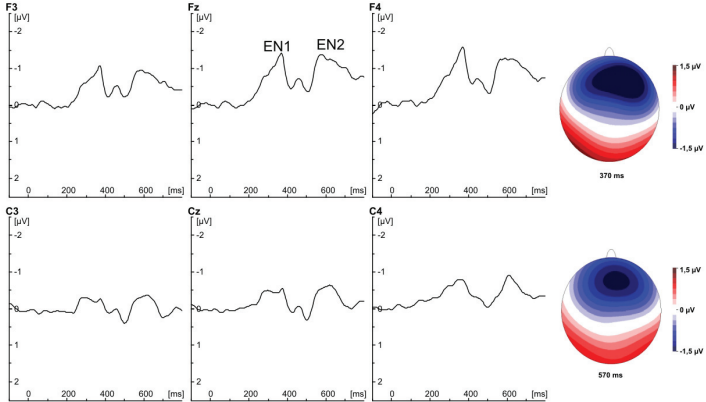


2.25. ábra. Az 5. kísérlet EKP eredményei - 1. feltétel. Az ábrán a 15 személy nagytárgya látható a 6 vizsgált csatornán. A standard és a deviáns ingerre adott válaszokat a különböző színek jelzik.

dánként lebontott kontrasztlemezés szerint a C3 elektródát leszámítva minden vizsgált elektródán szignifikáns különbség volt a standard és deviáns között ($p < 0,05$). A két feltétel között nem volt különbség a csúcsok látenciájában ($t(14) = -0,55$, $p > 0,1$). Eszerint tehát a deviáns inger szignifikáns EN-t váltott ki, amely körülbelül 300 ms-al az inger kezdete után jelent meg.

A 2. LA adatain végzett varianciaanalízis szerint ebben az esetben is szignifikáns volt a Feltétel ($F(1,14) = 6,3$, $p < 0,05$) és az Elektróda ($F(5,70) = 29,18$, $p < 0,01$) főhatás. A Feltétel x Elektróda interakció ugyanakkor a Greenhouse-Geisser korrekció alapján nem érte el a szignifikancia szintet ($F(5,70) = 2,39$, $p < 0,05$, G-G korrigált $p > 0,05$, G-G Epsilon = 0,49). A kontrasztlemezés eredménye szerint az Fz és F3 elektródákon szignifikánsan eltért egymástól a standard és deviáns inger EKP amplitúdója ($p < 0,05$), de a többi elektródán nem volt különbség. Vagyis a 420 ms körül megjelenő

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása



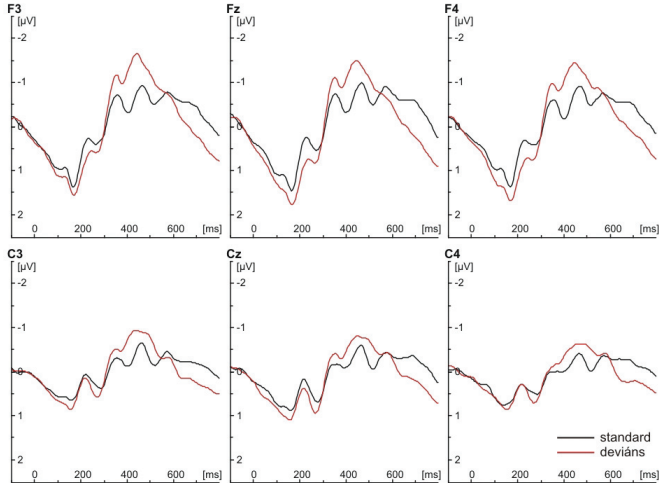
2.26. ábra. Az 5. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe - 1. feltétel. A különbségi görbe a deviánsra adott EKP, mínusz a standardra adott EKP választi jeleníti meg.

negatív csúcs ugyan szignifikánsan nagyobb amplitúdójú volt a deviáns, mint a standard ingernél, de ez a hatás korlátozottan, csak néhány elektródán jelentkezett. Ráadásul a komponens viszonylag kis amplitúdóval rendelkezett (a standard és a deviáns különbsége $0,7 \mu\text{V}$ körül volt). A két feltétel között nem volt különbség a csúcslátenciában ($t(14) = 1,63, p > 0,1$).

A 3. LA esetében a statisztikai elemzés Feltétel ($F(1,14) = 20,77, p < 0,01$) és Elektróda ($F(5,70) = 18,64, p < 0,01$) főhatást, valamint a kettő interakcióját ($F(5,70) = 8,01, p < 0,01$, G-G korrigált $p < 0,01$, G-G Epsilon = $0,55$) eredményezte. A standard és deviáns különbségének elektródánkénti kontraszt-elemzése szerint minden elektródán szignifikánsan eltért egymástól a két feltétel ($p < 0,01$). A két feltétel esetében nem találtunk szignifikáns különbséget a látenciákban ($t(14) = -1,04, p > 0,1$).

Az 1. feltételben tehát a statisztikai eredmények szerint a deviáns inger szignifikáns EN-t váltott ki mind a korai, mind a késői látenciaablakban. A két EN közé eső negativitás szintén szignifikánsan nagyobb volt a deviáns esetében,

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása



2.27. ábra. Az 5. kísérlet EKP eredményei - 2. feltétel. Az ábrán a nagytartalogok láthatók a 6 vizsgált csatornán. A standard és a deviáns ingerre adott válaszokat a különböző színek jelzik.

de ez csak néhány elektródán volt így.

2. feltétel - szabálytalan hangsúlyozású álszó standard

A három különböző komponensnek a vizsgált elektródákon mutatott amplitúdóit és látenciáit a standard és deviáns feltételekben a 2.7 táblázat foglalja össze.

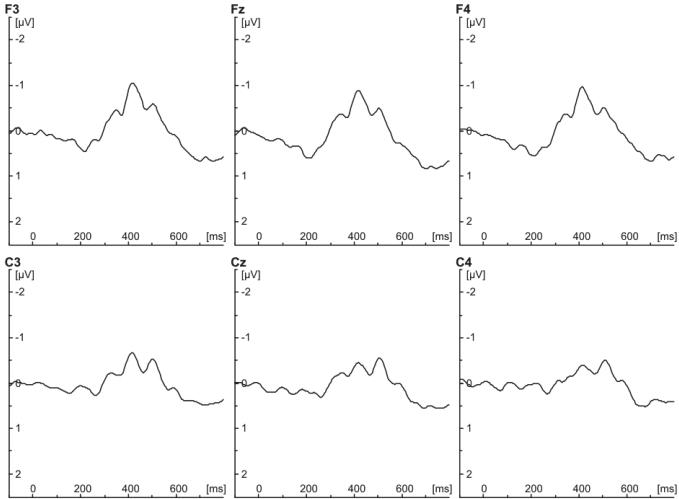
Az 1. LA esetében a varianciaanalízis csak egy Elektróda főhatást ($F(5,70) = 18,89$, $p < 0,01$) eredményezett, a többi hatás nem volt szignifikáns. A kontrasztvizsgálat eredménye szerint egyedül az F3 elektródán volt szignifikáns különbség a standard és deviáns között ($p < 0,05$). A két feltétel által kiváltott EKP-ok csúcspontjainak látenciái között nem volt szignifikáns különbség ($t(14) = -0,62$, $p > 0,1$).

A 2. LA esetében a varianciaanalízis Feltétel ($F(1,14) = 10,96$, $p < 0,01$)

1. LA												2. LA												3. LA											
Standard				Devianás				Standard				Devianás				Standard				Devianás															
lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD	lat	M	SD												
F3	-1,09	0,89	357,33	-1,57	0,72	466,8	-1,16	0,61	448,67	-1,84	0,97	566,53	-0,96	0,85	565,2	-0,97	0,82																		
Fz	-1,19	1		-1,57	0,69		-1,31	0,74		-1,84	1,16		-1,2	1,03		-0,98	0,89																		
F4	-1,06	0,79		-1,34	0,67		-1,18	0,72		-1,76	1,01		-1	0,84		-1,1	0,79																		
C3	-0,42	0,45		-0,67	0,53		-0,62	0,57		-1,03	0,69		-0,48	0,63		-0,36	0,54																		
Cz	-0,43	0,61		-0,67	0,76		-0,71	0,47		-1,06	0,67		-0,6	0,77		-0,48	0,56																		
C4	-0,24	0,4		-0,27	0,52		-0,52	0,51		-0,72	0,59		-0,4	0,54		-0,43	0,46																		

2.7. táblázat. A standard és devianás ingerek által kiváltott EN válaszok amplitúdó értékeinek átlagai és szórásai a 6 vizsgált csoportján és a három különböző látenciaablakban, valamint a csúcsamplitúdóhoz tartozó látencia értékek.

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása



2.28. ábra. Az 5. kísérletben a deviánsra adott különbségi görbe - 2. feltétel. A különbségi görbe a deviánsra adott EKP, mínusz a standardra adott EKP választ jeleníti meg.

és Elektroda ($F(5,70) = 18,66, p < 0,01$) főhatást eredményezett, szignifikáns interakció nélkül. A kontrasztlemezés azt mutatta, hogy csak az F3 és F4 elektródán volt szignifikánsan nagyobb a deviáns inger által kiváltott EKP amplitúdója a standardhoz képest. Ennél a komponensnél szignifikáns különbséget találtunk a standard és a deviáns ingerek által kiváltott EKP-ok csúcslátenciáiban ($t(14) = 2,44, p < 0,05$), amennyiben a standard mintegy 18 ms-al későbbi csúcscsal rendelkezett.

A 3. LA esetében ismét csak Elektroda főhatást találtunk ($F(5,70) = 22,01, p < 0,01$), de itt a kontrasztlemezés nem eredményezett egyik vizsgált elektródán sem szignifikáns eltérést a standard és deviáns között. Valamint a két ingerhez kapcsolódó csúcslátenciák sem voltak szignifikánsan különbözőek ($t(14) = 0,15, p > 0,1$).

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása

A statisztikai elemzés eredményei szerint tehát a fordított feltétel esetében az 1. LA-ban található komponens korlátozottan jelent meg, és egyetlen elektródán tért csak el szignifikánsan egymástól a standard és a deviáns által kiváltott EKP, ráadásul a különbség mértéke is kicsi volt ($0,5 \mu\text{V}$ körüli). A 2. LA esetében valamivel nagyobb volt a különbség, és ez már két elektródán is szignifikáns volt. A 3. LA esetében viszont nem tért el egymástól a standard és deviáns által kiváltott EKP.

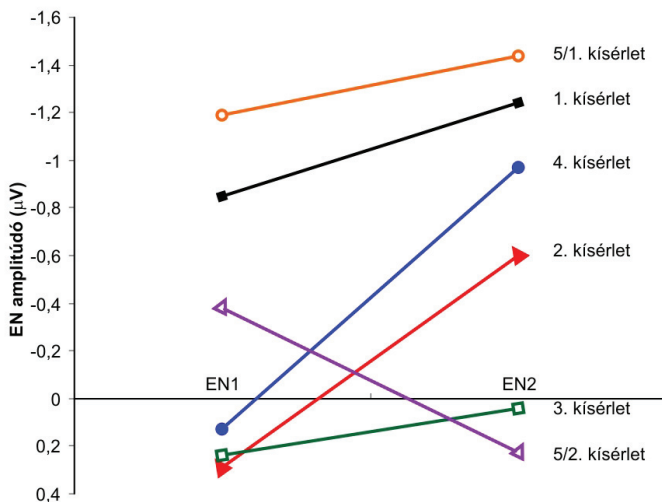
2.7.3. Megbeszélés

Az 5. kísérletben egy értelmetlen álszó esetében vizsgáltuk a hangsúlymintázat sértésének feldolgozását. A kísérlet első részében az előző kísérletekhez hasonlóan egy passzív kakuktkojás paradigmában a szabályos hangsúlymintázatu szó szerepelt standardként, és a szabálytalan hangsúlyozású (hangsúly a második szótagon) deviánsként. A kísérlet második részében megcseréltük az ingereket, és a szabálytalan hangsúlyozású szó lett a standard, a szabályos pedig a deviáns. A kísérletben külön figyelmet fordítottunk arra, hogy az ingerszó mindkét szótagja azonos legyen, és a két szótag valóban csak a hangsúlymintázatban térjen el egymástól. Hipotézisiünk az volt, hogy az álszavak esetében a hangsúlymintázat sértése hasonló feldolgozási mintázatot eredményez, mint a szavak esetében. Az eredmények valóban ezt mutatták, amennyiben 300 és 600 ms körül megjelent egy-egy EN, és ez szinte az összes vizsgált elektródán szignifikáns volt. Ez az eredmény tehát arra utal, hogy a hangsúlymintázat feldolgozása a szó lexikai reprezentációjától függetlenül történik meg, és szavak és álszavak esetében hasonló módon alakul. Ugyanakkor, ahogyan a 2-4. kísérletek eredményei mutatták, nem-beszéd jellegű ingerek esetében egy eltérő feldolgozási mintázatot kapunk, ami tehát arra utal, hogy a jelen kísérletekben kapott dupla EN specifikusan a beszéd jellegű ingerek feldolgozását kíséri.

Az ötödik kísérletben alkalmazott fordított feltétellel annak bizonyítása volt a célunk, hogy a szabályos és szabálytalan hangsúlyozású ingerek a standard és deviáns helyzetben eltérő módon viselkednek. Azt vártuk, hogy a szabálytalan hangsúlyozású inger nem alkalmas arra, hogy egy megfelelő nyomot

2.7 Az 5. kísérlet: A hangszálmintázat szabály alapú feldolgozása

hozzon létre, mivel önmagában is sérti a feltételezett hosszú távú reprezentációt, és emiatt nem fog kiváltódni az EN. A kapott eredmények valóban ezt mutatták: az első EN korlátozottan volt csak szignifikáns, a második EN pedig egyáltalán nem volt az, és a komponensek amplitúdója mindkét esetben lényegesen kisebb volt, mint az eredeti feltételben



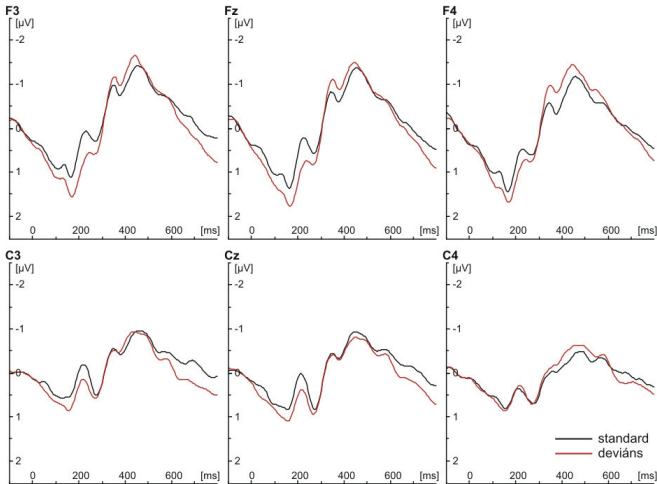
2.29. ábra. A 2-5. kísérlet eredményeinek összefoglalása. Az ábrán az EN1 és EN2 komponensek csúcsamplitúdóinak átlaga látható a 6 kísérleti helyzetben, vö. 2.22 ábra.

Mіндеzen eredmények illusztrálására a fentebb már bemutatott összefoglaló ábrát kiegészíthetjük az 5. kísérlet két feltételének eredményeivel (ld. 2.29 ábra). Ez a grafikon jól szemlélteti azt, hogy az EN1 komponens csak azokban a kísérletekben jelent meg, amelyekben beszéd jellegű ingereket alkalmaztunk, az EN2 viszont lényegében minden helyzetben megjelent. Illetve az 5. kísérlet 2. feltétele egyik kísérlethez sem hasonlító eredményt hozott, mivel az EN2

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása

mindegyik kísérletben talátnál kisebb volt, az EN1 viszont a beszéd és nem-beszéd ingereket alkalmazó kísérletek között helyezkedett el.

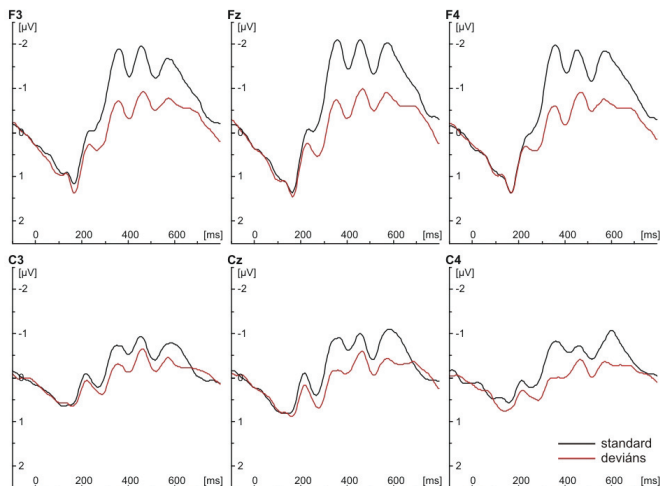
A szabályos és szabálytalan hangsúlyozású szavak által kiváltott EKP-ok a két feltételben jelentősen különböztek egymástól. A 2.30 és a 2.31 ábrán azt mutatjuk be, hogy a két inger a standard és deviáns feltételben milyen EKP-okat váltott ki.



2.30. ábra. A szabályos hangsúlyozású álszó által kiváltott EKP-ok a standard és deviáns helyzetben. A nagytáblagok ugyanazon inger által kiváltott EKP-ot mutatják a kísérlet 1. és 2. feltételében.

A 2.30 ábrán látható, hogy a szabályos hangsúlyozású szó által kiváltott EKP nem különbözik lényegesen a standard és deviáns feltételben. A deviáns feltételnél megfigyelhető, hogy a 300-400 ms közötti negatív csúcsok kissé nagyobbak a deviáns feltételben, de egyébként a két görbe nagyon hasonlít egymáshoz. A szabálytalan hangsúlyozású szó esetében a deviáns feltételben az EKP-ok jóval nagyobb amplitúdójúak, mint a standard feltételben (2.31 ábra). Az EKP-ok amplitúdójának ezt a kisebb voltát a standard helyzetben

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgoása



2.31. ábra. A szabálytalan hangsúlyozású álszó által kiváltott EKP-ok a standard és deviáns helyzetben. A nagytálagok ugyanazon inger által kiváltott EKP-ok mutatják a kísérlet 1. és 2. feltételében.

elvileg magyarázhatná az ingerhez történő habituáció, mivel ebben a feltételben az inger sokkal többször volt hallható (az EKP viszont ugyanolyan számú epochok átlagából készült). Ezt a magyarázatot megkérdőjelezi, hogy a szabályos hangsúlyozású szó esetében nem jelentkeznek ezek a hatások, ott nincs jelen az amplitúdó ilyen mértékű csökkenése.

Mіндеzen bizonyítékok tehát arra utalnak, hogy a szabályos és szabálytalan hangsúlyú inger a standard és deviáns helyzetben aszimmetrikusan viselkedik. Ez alátámasztja azt a feltételezésünket, hogy az ingerek feldolgoása során nem csak a két inger aktuális memórianyomának összemérése történik, hanem azoknak a hosszú távú hangsúly template-ekkel való összevetése is. Az az eredmény, hogy a szavak és álszavak esetében hasonló feldolgozási mintázat jön létre ugyanakkor arra utal, hogy ez a hosszú távú nyom nem a lexikonban található egyedi reprezentáció, mivel az összemérés lexikai reprezentációval nem

2.7 Az 5. kísérlet: A hangsúlymintázat szabály alapú feldolgozása

rendelkező álszavak esetében is létrejött. Véleményük szerint ez az eredmény alátámasztja azt, hogy az összemérés során használt template egy fonológiai alapú, absztrakt reprezentáció, amely a szavak hangsúlymintázatát egy szabály formájában tartalmazza. Úgy véljük, hogy kísérleteinkben kapott eredmények úgy magyarázhatók, hogy a sértett hangsúlyú szavak feldolgozása esetében az ezen hangsúly template-eknek való nem megfelelés az, ami az EN-t kiváltja.

3.

Megbeszélés

Disszertációm Szakirodalmi áttekintés részében a hangsúllyal kapcsolatban több tudományterület elképzeléseit mutattam be. A hangsúly nyelvészeti elemzésével összefüggésben szó volt arról, hogy a hangsúly akusztikai-fonetikai jellemzőinek pontos megragadása komoly mérési nehézséget, az összetett jelek nyelvhez kötötten változó kiosztásának egységes elméleti keretbe történő foglalása pedig komoly szakmai kihívást jelent. A hangsúly fonológiai jellemzése már sikeresebbnek mondható, és számos érvet sikerült találni annak alátámasztására, hogy fonológiailag a hangsúlyt legjobban egy hierarchikusan szerveződő metrikus jellemzőkkel bíró struktúraként írhatjuk le. A hangsúly produkciója kapcsán ezen kívül kifejtettem, hogy a hangsúlyszerkezet vagy egy a lexikonban tárolt képviseletként, vagy egy fonológiai szabályok formájában létező reprezentációként képzelhető el. Bemutattam továbbá azt, is hogy a beszéd feldolgozása során a hangsúly elsősorban a folyamatos beszédnek szavakra történő szegmentációjában játszik fontos, de nem egyedülálló szerepet. Valamint ismertettem a hangsúly agyi reprezentációja kapcsán rendelkezésre álló, elsősorban afáziás betegekkel végzett kutatás eredményét.

Mіндеzen szakirodalmi adatok alapján disszertációm központi témája a hangsúly feldolgozását kísérő agyi elektromos változások tanulmányozása volt. Három fő kérdést fogalmaztam meg. Első kérdésem arra vonatkozott, hogy a hangsúly, hasonlóan a szegmentális jellemzőkhöz, feldolgozható-e automatikus, azaz preattentív módon. A következő kérdés az volt, hogy a hangsúlymintázat agyi feldolgozása mennyiben támaszkodik a hangsúllyal kapcsolatos fizikai

jellemzők feldolgozására, illetve mennyiben játszanak szerepet ebben a hosszú távú reprezentációk. Végül a harmadik kérdés arra vonatkozott, hogy a hangsúlymintázat hosszú távú reprezentációja a lexikonban specifikált leírás, vagy általános szabály formájában működik-e.

Feltételezésem szerint a hangsúly feldolgozása során az észlelőrendszer egyszerre támaszkodik a bejövő akusztikai információkra, és a hangsúllyal kapcsolatos reprezentációkra. A beszédészleléssel kapcsolatos EN modellek alapján úgy véltem, hogy a hangsúly esetében is rendelkezésre állnak olyan sablonok vagy template-ek, amelyek az adott nyelvre jellemző szabályos hangsúlyozásmintázatot tartalmazzák, és amelyek a feldolgozás során aktiválódva segítik a hangsúly feldolgozását.

Feltételezéseimet az alábbi explicit hipotézisekben fogalmaztuk meg:

1. A hangsúly feldolgozása a szegmentális jellemzőkhöz hasonlóan preatentív módon valósul meg. A hangsúlymintázat sértésének feldolgozása EN komponenst vált ki.
2. A hangsúly a szegmentális jellemzőkhöz hasonlóan rendelkezik hosszú távú beszédspecifikus reprezentációval. Ezért a beszéd jellegű, és az ugyanolyan akusztikai jellemzőkkel rendelkező, de nem beszéd jellegű információk feldolgozása eltérő agyi válaszokat eredményez.
3. A hangsúly template egy általános és absztrakt szabály, a hangsúly template formájában létezik, és a prelexikális szinten van jelen. Emiatt a szavak és álszavak feldolgozása során egyaránt aktív. A hangsúlymintázat feldolgozása során a nyelvi inputot összevetjük a hangsúly template-tel, és ha a nyelvi input nem felel meg a hangsúly template-nek, akkor az kiváltja az EN komponenst.

A hipotézisek vizsgálatára öt eseményhez kötött agyi potenciál kísérletet végeztünk el, amelyek mindegyikében passzív kakukktójas paradigmákban vizsgáltuk az agyi elektromos aktivitás változását a különböző ingerfeltételek hatására. Az 1. kísérlet szolgált a hangsúly feldolgozását kísérő EKP komponensek egyfajta normatív megállapítására, és azoknak a beszédhangok által

3.1 Az 1. kísérlet eredményeinek megbeszélése

kiváltott EKP komponenseivel való összevetésére. Ebben a kísérletben azt vizsgáltuk, hogy lehetséges-e a hangsúlymintázat preattentív feldolgozása. A 2-4. kísérletben a hangsúlyt kísérő fizikai paraméterek feldolgozását vizsgáltuk az akusztikai jellemzők különböző módokon történő modellezésével. Ezekben a kísérletekben nem-beszéd jellegű ingerek használtunk annak igazolására, hogy a hangsúly feldolgozása során nem csak az akusztikai jellemzőket, de a hosszú távú template-eket is felhasználjuk. Az 5. kísérletben a hangsúllyal kapcsolatos template alapú feldolgozás EKP korrelátumait vizsgáltuk meg, lexikai reprezentációval nem rendelkező álszavakat alkalmazva, oly módon, hogy két feltételben felcseréltük a standard és deviáns helyzetben lévő szabályos és szabálytalan hangsúlyozású álszavakat.

3.1. Az 1. kísérlet eredményeinek megbeszélése

Az 1. kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a passzív kakuktkojás helyzetben bemutatott, sértett hangsúlymintázatú, vagyis az első helyett a második szótagon hangsúlyos „banán” szó, két szignifikánsan eltérő EN komponenst váltott ki 330 és 630 ms-al az inger kezdete után. Ez az EKP mintázat eltért attól, amit egy másik helyzetben a szókezdő beszédhangban történő változás („banán” helyett „panán”) váltott ki, mivel ott csak egyetlen EN-t találtunk. Ezen eredmény azt mutatja, hogy az észlelőrendszer képes arra, hogy a hangsúlymintázatban bekövetkező változást preattentív módon dolgozza fel.

A kísérletben kapott eredmények azt is bizonyítják, hogy a szavak szegmentális és szupraszegmentális mintázata egymástól függetlenül kerül feldolgozásra. Ez egybevág a Szakirodalmi áttekintésben bemutatott Levelt-féle produkciós modellel (Levelt, 2003), melynek állítása szerint a nyelvi produkció során a morfo-fonológiai kódolás szakaszában a szegmentális és szupraszegmentális reprezentáció külön-külön aktiválódik, és egy későbbi folyamat fogja a kettőt egy egységes artikulációs partitúrává összegyúrni. A Levelt-modell szerint tehát a két reprezentáció egymástól függetlenül tárolódik, és feltételezhetjük, hogy a beszédértési folyamat során is külön-külön történik ezek feldolgozása. A Levelt-modell ugyanakkor nem zárja ki azt a lehetőséget, hogy a prozódiai reprezentáció nem a mentális lexikonban kerül tárolásra, hanem egy absztrakt

3.1 Az 1. kísérlet eredményeinek megbeszélése

szabály alapú reprezentációban van reprezentálva. Az 1. kísérlet eredményei alapján ugyanakkor a reprezentáció mikéntjével kapcsolatos kérdésekre nem tudunk válaszolni.

Az EN-nel kapcsolatos szakirodalmi adatok alapján természetesen várható volt, hogy a hangsúlymintázatban bekövetkező változás EN-t váltson ki. Nagyon sok adat áll rendelkezésre azzal kapcsolatban, hogy az EN-t az ingerekben bekövetkező bármilyen diszkriminálható fizikai változás kiválthatja, legyen az a frekvencia (pl. Sams és munkatársai, 1985), az intenzitás (pl. Jacobsen és munkatársai, 2003), a hangszín (pl. Tervaniemi és munkatársai, 1997), a hanghossz (pl. Kaukoranta és munkatársai, 1989) vagy a téri helyzet (pl. Paavilainen és munkatársai, 1989) megváltozása. Ezen kívül az EN kiváltható az ingermintázatokban bekövetkező komplex változásokkal, így például létrejön a folyamatosan csökkenő hangmagasságú hangok között bemutatott ismétlődő hangra (Tervaniemi és munkatársai, 1994a), ismétlődő hangpárok bemutatása esetében a második hang elhagyására (Tervaniemi és munkatársai, 1994b). EN-t vált ki az olyan komplex szabályszerűségek megszegése is, mint például az, hogy a standard esetében a nagyobb frekvencia nagyobb intenzitással jár együtt, de ennek pontos értéke folyamatosan változik, és a deviáns ezt a szabályt töri meg (Paavilainen és munkatársai, 2001).

Ahogy a Szakirodalmi áttekintésben szó volt róla (1.6.3 fejezet) sok empirikus adat áll rendelkezésre azzal kapcsolatban is, hogy az EN specifikusan a nyelvi ingerek feldolgozását is jól követi. Ahogy láttuk, a kutatások alapvető eredmény az, hogy a beszédhangok közötti fonetikai jellegű eltérések kiváltják az EN komponenst, amennyiben a hangok között detektálható eltérés van. Ugyanakkor a beszédhangok kapcsán a feldolgozási folyamatot nagyban befolyásolja a beszédhangok hosszú távú, nyelvspecifikus reprezentációja (fonéma reprezentáció). A beszédhangok feldolgozása esetében egyszerre történik meg a standard ingerekre kialakult ideiglenes szenzoros emlékezeti nyom és a eltérő fonetikai jellemzőkkel rendelkező deviáns ingerek összehasonlítása, és a hosszú távú reprezentációkhoz való hozzámérés (Näätänen, 2001). Valamint a reprezentációk nyelvspecifikus jellege miatt az EN attól függően jelenik meg, hogy egy adott nyelvben van-e eltérés a reprezentációk között, és nem attól függően, hogy fizikailag eltérnek-e az ingerek (Winkler és munkatársai, 1999).

3.1 Az 1. kísérlet eredményeinek megbeszélése

A beszédhangok feldolgozása által kiváltott EN tehát úgy értelmezhető, hogy a feldolgozó rendszer a fizikai különbségeken túl a hosszú távú reprezentáció jóságát, illetve az annak való megfelelést is figyelembe veszi és eltérés esetén össze-nem-illést jelez.

Azt is láthattuk, hogy a beszédhangokkal kapcsolatos eredményeken kívül arra is van néhány, elsősorban csecsemőkkel végzett kísérletekből származó bizonyíték, hogy kifejezetten a hangsúlymintázat megváltozásának detekciója EN-t vált ki. Weber és munkatársai (2004) azt találták, hogy már 5 hónapos csecsemők esetében is megtörténik a különböző hangsúlymintázattal rendelkező szavak diszkriminációja, amely a babáknál egy pozitív amplitúdójú EN választ vált ki, miközben a 4 hónaposok még nem tesznek különbséget a mintázatok között. Weber és munkatársai ebben a cikkükben egy felnőtt csoporttal is elvégezték a kísérletet, amelynek az volt az eredménye, hogy az első vs. második szótagon hangsúlyos kétszótagú szavak feldolgozása során egyetlen EN jelent meg kb. 300 ms-al az inger kezdete után. Ebben a kísérletben a szerzők az első és második szótagon hangsúlyos szavakat mind standard mind deviáns helyzetben bemutatták, de a felnőttekkel végzett kísérletben kapott EN minden helyzetben hasonló volt. Az 5 hónaposok esetében ugyanakkor csak abban a feltételben kaptak szignifikáns pozitív EN választ, amikor a standard a második, a deviáns pedig az első szótagon volt hangsúlyos, vagyis amikor a németben a gyakoribb hangsúlymintázatú szó volt deviáns helyzetben.

Friedrich és munkatársai (2004) ráadásul nyelvi hatást is találtak a 4-5 hónapos csecsemők hangsúlyfeldolgozása esetében: német és francia anyanyelvű csecsemők eltérő agyi válaszokat mutattak a német illetve a francia hangsúlyozásnak megfelelő szavak feldolgozása során. Ebben a vizsgálatban a Weber és munkatársai (2004) által közölt eredményekhez képest – ugyanolyan ingereket használva – csak abban a helyzetben találtak szignifikáns pozitív EN választ a német csecsemőknél, amelyben a deviáns inger esetében a hangsúly a második szótagon volt. Ugyanakkor a francia csecsemők esetében akkor volt csak szignifikáns eltérés az ingerek között, ha a standard a második, a deviáns pedig az első szótagon volt hangsúlyos. Azaz a 4-5 hónapos csecsemők a hangsúlyt az anyanyelvük domináns hangsúlymintázatának megfelelően dolgozták fel. Az

3.2 A 2-4. kísérlet eredményeinek megbeszélése

eredmények ráadásul azt mutatták, hogy a mindkét csoport esetében az EN válasz 600 ms körül jelent meg, vagyis a szó második részéhez kapcsolódóan.

Az 1. kísérletben kapott két EN-ből álló mintázat ugyanakkor Weber és munkatársai (2004) eredményeinek fényében meglepőnek tűnhet. Saját eredményeink azt mutatják, hogy az észlelőrendszer nem csak detektálja a hangsúly-mintázat megváltozását, hanem mindkét változás, azaz a hangsúly hiánya és a hangsúly megjelenése a nem várt helyen, is detektálódik. Ennek interpretációja két különböző szinten lehetséges. Egyrészt a standard és a deviáns ingerek első és második szótagja között jelentős akusztikai különbségeket tudunk mérni a hangmagasság, intenzitás és rise-time (amplitúdóelérési idő) paraméterekben. Ugyanakkor a standard és deviáns ingerek első és második szótagja fonológiai is különbözött egymástól, amennyiben a deviáns esetében az első szótag hangsúlytalan a második viszont hangsúlyos volt. Ez a fajta hangsúlymintázat pedig ellentmond a magyar hangsúlyozás szabályának. Véleményünk szerint csupán az 1. kísérlet eredményei alapján nem dönthető el egyértelműen, hogy az EN csak a kiemelkedő akusztikus jellemző helyét követi, azaz a hangsúlymintázat sértésének feldolgozása a fizikai jellemzőkre épít, vagy a detekció ennek és a fonológiai jellemzőknek az alapján történik. Ennek egyértelmű vizsgálata érdekében végeztük el a 2-4. kísérletet, amelyekben csak a hangsúlymintázathoz kapcsolódó akusztikai változások feldolgozását tanulmányoztuk.

3.2. A 2-4. kísérlet eredményeinek megbeszélése

A 2-4. kísérletben az alapvető feltételezésünk az volt, hogy ha a hangsúlymintázat feldolgozása során az észlelőrendszer csupán a fizikai jellemzőket használja fel, akkor az olyan ingerek feldolgozása, amelyek pontosan követik az 1. kísérletben alkalmazott ingerek fizikai paramétereit, de nem tartalmaznak nyelvi információt, hasonló agyi válaszokat fognak kiváltani, mint az 1. kísérlet nyelvi ingerei. Amennyiben viszont a hangsúlymintázat feldolgozása fonológiai szabályokra épül, akkor ezen nem-beszéd ingerek feldolgozási mintázata, s ennél fogva EN-korrelátuma is eltérő lesz.

A 2-4. kísérletben három különböző modellt alkalmaztunk a hangsúly fizikai jellemzőinek megragadására. A 2. kísérletben az 1. kísérlet standard és

3.2 A 2-4. kísérlet eredményeinek megbeszélése

hangsúly-deviáns ingereit egy alacsony szűrőn átengedve olyan nem-beszéd jellegű ingert kaptunk, amely feltételezéseink szerint pontosan követte a nyelvi ingerek akusztikai paramétereinek változását. Az akusztikai mérések eredményei szerint ez valóban így is volt, de a szűrő alkalmazása miatt az inger kezdetének akusztikai jellemzői kis mértékben torzultak. Emiatt úgy véltük, hogy érdemes lenne egy-egy kontroll feltételben megvizsgálni az ingerek intenzitás- és hangmagasság változásának feldolgozását. A 3. kísérletben egy olyan nem-beszéd ingert hoztunk létre, amely pontosan követte az 1. kísérlet ingereinek intenzitásváltozását, viszont ezen kívül nem tartalmazott semmilyen más akusztikai változást. A 4. kísérletben pedig az ingerek hangmagasság kontúrjának önmagában való vizsgálatát lehetővé tevő ingeranyagot hoztunk létre, itt is az 1. kísérlet ingerei alapján.

A három kísérlet eredményei azt mutatták, hogy az EN2 komponens megbízhatóan létrejött mind a három helyzetben, de az EN1 komponens hiányzott. Azaz a nem-beszéd jellegű, de fizikai jellemzőikben hasonló ingerek eltérő feldolgozási mintázatot váltottak ki, mint a nyelvi jellegű inger. Ez az eredmény véleményünk szerint arra utal, hogy az 1. kísérletben kapott EN mintázatot csak részben magyarázhatjuk a fizikai jellemzők feldolgozásával, és úgy tűnik, hogy ott nyelvi jellegű feldolgozási folyamatok is befolyásolták a feldolgozást.

A 2-4. kísérletek eredményeink magyarázatakor ugyanakkor néhány további fontos kérdés nyitva maradt. Az egyik ilyen kérdés arra vonatkozik, hogy elvárható-e egyáltalán az észlelőrendszertől, illetve konkrétan az EN-t generáló agyi feldolgozó rendszertől, hogy ilyen bonyolult, több részből álló, komplex akusztikai változást dolgozzon fel. Mindhárom akusztikai kísérlet esetében lényegében az történt, hogy egy két részből álló hangpárt (standard első és második „szótagja”) kellett összevetni egy másik hangpárral (deviáns első és második „szótagja”). A hangpár első része a deviáns esetében kisebb fizikai paraméterekkel rendelkezett, mint a standard első része, a deviáns hangpár második részénél viszont az akusztikai jellemzők nagyobbak voltak a deviáns, mint a standard esetében.

Az általunk használt ingerekkel analógiába állítható ingereket alkalmaztak Tervaniemi és munkatársai (1994b). Kísérletükben a standard inger két egymást követő, eltérő frekvenciájú hangból állt. Ehhez képest a deviáns vagy a

3.2 A 2-4. kísérlet eredményeinek megbeszélése

két hang felcsereléséből, vagy az első hang megismétléséből, vagy a második hang elhagyásából állt. Mindegyik esetben a deviáns hangpár kiváltotta az EN-t. A saját kísérletünkben alkalmazott ingerek ezek közül leginkább annak feleltek meg, amikor a két hang felcserélődött. A szerzők eredményei szerint ezek a hangpárok csak egyetlen EN-t váltottak ki, kb. 200 ms-al az ingerpár kezdete után. Saarinen és munkatársai (1992) szintén hangpárok preattentív feldolgozását vizsgálták egy olyan kísérletben, amelyben a standard és deviáns ingert alkotó hangpárok hangmagassága folyamatosan változott. Ami állandó volt, az a hangpárok viszonya: a standard esetében mindig ereszkedő volt, a deviáns esetében pedig mindig emelkedő. Azaz ebben az esetben nem a hangpárok pontos hangmagasságát kellett összevetni, hanem a köztük lévő absztrakt viszonyt. Ennek ellenére az EN komponens ebben a helyzetben is megjelent. Hasonló eredményre jutott Schröger és munkatársai (1995) intenzitásukban eltérő hangpárok alkalmazásával. A standard hangpárok esetében egy nagyobb intenzitású hangot egy alacsonyabb intenzitású hang követte, és a deviáns ezek felcsereléséből állt. A deviáns hangpárok itt is kiváltották az EN-t. Csépe és munkatársai (1997) egy MEG vizsgálatban azt találták, hogy az egyszerű frekvenciaváltozást tartalmazó hangpárok feldolgozása esetében MMF (mismatch-field, az EN mágneses megfelelője) jött létre a hangpárok felcserélődésére. Ráadásul a cseré adott MMF eltérő agyi forrású volt, mint az egyszerű hangokra adott MMF, és mindkét MMF lokalizációja eltért az M100 komponens lokalizációjától. Az eredmény interpretációja az volt, hogy nem csak a változásdetekció, és az ingerek fizikai jellemzőinek feldolgozása alapul eltérő helyre lokalizálható agyi struktúrákon, de az egyszerű hangokkal kapcsolatos változásdetekció, és a hangpárokkal, mint komplex integrált perceptuális csoportokkal kapcsolatos változásdetekció is különböző agyi területek közreműködését igényli.

Mindezen eredmények azt mutatják, hogy hangpárok esetében a hangok közötti *viszonyok* megváltozása az, ami az EN-hez vezet, nem pedig az egyes hangokban bekövetkező akusztikai változások. A felsorolt kísérletek mindegyikében egyetlen EN jelent meg, időben a második hanghoz kapcsolódva. Ezek alapján saját eredményeink is úgy értelmezhetők, hogy a folyamatos változást

3.2 A 2-4. kísérlet eredményeinek megbeszélése

tartalmazó hangok egymást követő hangpárokként dolgozódtak fel, és a deviáns hangok esetében az EN azért jelent meg csak a hangpár második részéhez kapcsolódva, mert ott derült csak ki, hogy a hangpárok közötti reláció milyen jellegű.

A 2-4. kísérletek eredményeinek ilyen módon történő értelmezése tehát arra utal, hogy a nem-beszéd jellegű ingerek feldolgozása teljesen eltérő agyi mechanizmusokon alapul a beszéd jellegű ingerekkel összehasonlítva. A nem-beszéd ingereknél úgy tűnik, hogy magának relációnak a feldolgozása történik meg, ezért a változásdetekció csak a hang második részének beérkezésekor történik, történhet meg. Ezzel szemben a beszéd jellegű ingerek esetében feltételezhetően a mintázatrepresentáció szerinti összemérés is része a feldolgozásnak, és emiatt már az inger kezdetén is van változásdetekció, hiszen már ott kiderül, hogy a deviáns inger nem felel meg a hosszú távú reprezentációnak.

A 2-4. kísérletek ugyanakkor lényeges eltérésekre világítottak rá a hangsúlyt alkotó akusztikai jellemzők feldolgozása kapcsán. A 3-4. kísérletben az intenzitás illetve a hangmagasság feldolgozása lényegesen eltérő EKP mintázatokat eredményezett. A két jellemző közötti eltérés már a nagyjátlagokon is jól látható volt, hiszen az intenzitás esetében 250, 420 és 630 ms körül volt mérhető egy-egy negativitás, a hangmagasság esetében viszont 250 és 600 ms körül jelent meg egy-egy negatív komponens. Ugyanakkor valódi különbség a standard és a deviáns által kiváltott EKP-okban csak a hangmagasság szerint eltérő ingerek esetében volt megfigyelhető. Természetesen egy egyetlen szó alapján létrehozott akusztikai modell alapján nem lehet messzemenő következtetéseket levonni, ezek az eredmények mégis arra utalhatnak, hogy a hangsúly egyes akusztikai alkotó elemeit eltérő módon dolgozzuk fel. Úgy tűnik, hogy a hangsúlyt alkotó hangmagasság változása hatékonyabban dolgozható fel, mint az intenzitás változása, azaz hangsúly akusztikai alkotóelemei közül a hangmagasság perceptuális súlya nagyobb lehet, mint az intenzitásé.

Ezek az eredmények egybevágóan a Szakirodalmi áttekintésben bemutatott, a hangsúly akusztikai összetevőivel kapcsolatos percepciók vizsgálatok eredményeivel. Fry (1958) például azt találta, hogy a hangsúlyélmény megváltozásához leginkább a hangmagasság és a hanghossz manipulációja járult hozzá, és az intenzitás szerepe kisebb volt. Lieberman (1960) akusztikai mérései

3.3 Az 5. kísérlet eredményeinek megbeszélése

szintén azt mutatták, hogy a hangsúlyos szótagot legmegbízhatóbban az f0 változása jelezte, de nagymértékben korrelált a hangszúllyal a nagyobb intenzitás is. Saját eredményeinek mindezt annyiban támasztják alá, hogy az intenzitás és az f0 hangsúlyhoz kapcsolódó változásainak feldolgozása eltérő módon alakul, továbbá az f0 hatékonyabban feldolgozható akusztikai jellemző, mint az intenzitás. Vagyis elképzelhető, hogy az f0 nagyobb szerepe a hangsúlyélmény létrehozásában annak köszönhető, hogy az eltérés automatikus detekciója, s ennek alapjaként agyi feldolgozása is hatékonyabb. Természetesen annak tisztázására, hogy a hangmagasság vezető szerepe az intenzitással szemben csak az általunk használt speciális ingeranyagra igaz-e, vagy általánosabban is érvényes a magyar szavakra, további vizsgálatokra volna szükség. Újabb vizsgálatok szükségesek annak megállapításához is, hogy miért tér el ilyen nagymértékben egymástól az intenzitás és az f0 változásának a feldolgozása.

A 2-4. kísérletek eredményei azt mindenesetre világosan jelzik, hogy az 1. kísérletben kapott EN-mintázat nem csak az ingerek egyes akusztikai jellemzőinek feldolgozása szerint változik, hanem a magasabb szintű feldolgozási folyamatok is befolyásolják a kapott változások alakulását. Ezen folyamatok további tisztázást szolgálta az 5. kísérlet.

3.3. Az 5. kísérlet eredményeinek megbeszélése

Az 5. kísérletben az 1. kísérlethez hasonlóan nyelvi jellegű ingeranyagot alkalmaztunk, de az 1. kísérletben alkalmazottól eltérően egy jelentéssel nem rendelkező álszót használtunk. Valamint egy kontroll feltételben azt is megvizsgáltuk, hogy mennyiben befolyásolja a hangsúlymintázat preattentív feldolgozását az, ha a standard inger a második szótagon hangsúlyos szabálytalan hangsúlyozású álszó, a deviáns pedig a szabályos hangsúlyozású álszó. Ezen kívül a kísérletben különös gondot fordítottunk arra, hogy a felhasznált ingerek jól kontrollált akusztikai jellemzőkkel rendelkezzenek. Ennek érdekében egy olyan álszót hoztunk létre („bebe”), amely ugyanazon szótag ismétléséből állt, és emiatt a szabálytalan hangsúlyozású szót azonos akusztikai paraméterekkel, mégpedig csupán a két eltérő akusztikai tulajdonságú szótag pozíciójának cseréjével tudtuk létrehozni.

3.3 Az 5. kísérlet eredményeinek megbeszélése

Ebben a kísérletben azt kívántuk bizonyítani, hogy a hangsúlymintázat feldolgozása, a beszédhangok feldolgozásához hasonlóan, egy hosszú távú template-en alapul. Hasonlóan ahhoz, ahogyan Näätänen (2001) a beszédhangok feldolgozásával kapcsolatos EN adatokat értelmezte, itt is azt vártuk, hogy a hangsúlymintázat sértésének feldolgozása egyszerre jelenti a fizikai jellemzők bottom-up feldolgozását, és a template-ek top-down jellegű felhasználását. Ezen kívül feltételeztük, hogy a magyar nyelvben a hangsúly template-ek nem, vagy nem csak a szavak egyedi lexikai bejegyzéseinél vannak eltárolva, hanem léteznek olyan általános template-ek, amelyek minden szó jellegű információ feldolgozásakor aktiválódnak, azaz működnek szavak és álszavak esetében is. Ezen feltételezések alapján azt vártuk, hogy a szabálytalan hangsúlyozású álszó az 1. kísérlethez hasonlóan egy két EN-ből álló EKP mintázatot fog kiváltani. A fordított feltételben viszont azt vártuk, hogy a szabályos hangsúlyozású álszó a deviáns helyzetben nem fog változásdetekciót eredményezni, mégpedig azért nem, mert eltér ugyan a szabálytalan hangsúlyozású standard ingerek által kialakított szenzoros nyomtól, a hosszú távú template-től viszont nem.

A kísérlet két feltételének eredményei alátámasztották feltételezéseinket. A szabálytalan hangsúlyozású szó a deviáns helyzetben két EN-t váltott ki, s ezek látenciájukban megfeleltek az 1. kísérletben kapott két EN-nek. Ez az eredmény azt mutatja, hogy az észlelőrendszer a jelentéssel bíró szavak illetve az értelmetlen álszavak hangsúlymintázatát hasonló módon dolgozza fel. Ugyanakkor a 2-4. kísérletek eredményeinek fényében azt is megállapíthatjuk, hogy az 5. kísérletben kapott feldolgozási mintázat beszédspecifikus jellegűnek tekinthető. Ezt mindenképp az a tény támasztja alá, hogy hasonló EN mintázat nem-beszéd jellegű ingereket alkalmazó kísérletben nem volt látható, az 1. kísérletben regisztrált jellegzetes EN-mintázat nem jelentkezett. Ezen kívül az 5. kísérlet eredményei tovább erősítik mindazt, amit az 1. kísérlet mutatott, azaz hogy a kiemelkedő akusztikai eltérés feldolgozása és a template aktiválódásának hatása egyszerre érvényesül. Az 5. kísérletben ugyanis az ingerek akusztikailag is jól kontrolláltak voltak, hiszen a szabálytalan hangsúlyt nem produkció, hanem az ingerek manipulációja (két szótag felcserélése) révén hoztuk létre, ráadásul a létrehozott álszó nem két különböző, hanem két tel-

3.4 A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban

jesen azonos szótagból állt. Azaz a hangsúlyos és hangsúlytalan szótag között valóban csak a szupraszegmentális szerkezetben volt különbség.

A feltételezett hangsúly template-tel kapcsolatban az 5. kísérletben alkalmazott fordított feltétel hozott kritikus, a reprezentációra vonatkozóan tovább értelmezhető eredményt. A vártnak megfelelően azt az eredményt kaptuk, hogy a szabályos hangsúlyozású álszó a deviáns feltételben nem váltott ki EN-t. A szabályos és szabálytalan hangsúlyozású álszavak által a standard és deviáns feltételekben kiváltott EKP-ok azt mutatták, hogy a szabályos hangsúlyozású álszó a feltételtől függetlenül azonos EKP mintázatot eredményez, a szabálytalan hangsúlyozásúnál viszont eltérőek voltak a válaszok. Véleményünk szerint ez azt támasztja alá, hogy a szavak illetve álszavak feldolgozásakor az aktivált reprezentáció hatása legerősebb. Ez azt jelenti, hogy nem a fizikai jellemzők feldolgozásának van a legnagyobb súlya, hanem elsősorban a hosszú távú template-tel való összevetés határozza meg a feldolgozás módját. Vagyis azok az álszavak, amelyek megfeleltek ennek a template-nek nem váltottak ki EN-t, még akkor sem amikor az ingersorozaton belül deviánsként szolgáltak. Azok az álszavak viszont, amelyek nem feleltek meg a template-nek, kiváltották az EN-t a deviáns helyzetben.

3.4. A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban

Mіндеzen eredmények alapján tehát azt feltételezzük, hogy a hangsúlymin-tázat sértésének feldolgozása legjobban egy olyan elméleti keretben értelmezhető, amely figyelembe veszi, hogy a hangsúly absztrakt fonológiai template-jei hosszú távú reprezentációként állnak a nyelvi feldolgozó rendszer rendelkezésére, s ezek a valamennyi legális szóalakra (szavak, álszavak) vonatkozó általános hangsúlyozási jellegzetességeket tartalmazzák. A preattentív feldolgozás során ezek a template-ek szolgálnak a változásdetekció alapjául, és az ezektől való eltérés detekciója eredményezi az Eltérési Negativitás megjelenését.

Véleményünk szerint ez az elképzelés jól illeszkedik ahhoz a Näätänen (2001) által leírt beszédfeldolgozási modellhez. Näätänen (2001) olyan foné-

3.4 A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban

ma trace-eket tételez fel a beszédhangok feldolgozásának hátterében, amelyek egyfajta felismerési sablonokként működnek, és a beszédhangok feldolgozása során a különböző akusztikai jellemzőkkel rendelkező hangok aktiválják ezeket. A trace-ek aktiválódása jelenti a fonémák kategorizációját, vagyis azt, hogy az egyébként igen variábilis akusztikai jellemzőkkel leírható beszédhangokat a feldolgozó rendszer megfeleltette az absztrakt fonéma reprezentációknak. Az elképzelés szerint egy nyelvben létező illetve nem létező beszédhang kontraszt feldolgozása abban tér el egymástól, hogy az előbbiben a feldolgozás vonatkoztatási alapja a fonéma reprezentáció, az utóbbiban pedig nem, azaz az előbbiben aktiválódik a fonéma trace, az utóbbiban viszont nem.

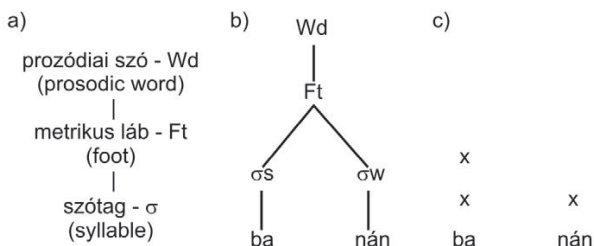
A hangsúly template tehát egy a szavak szintjén értelmezett reprezentáció lenne, amely az adott nyelvre jellemző elvárt hangsúlymintázatot tartalmazná, így magában foglalná például a magyar nyelv esetében azt, hogy a szavak mindig hangsúlyos szótaggal kezdődnek. A hangsúlymintázat reprezentációja legjobban a fonológiai elméletek által leírt módon képzelhető el. A Szakirodalmi áttekintésben bemutatott Hayes-féle modell (Hayes, 1995) szerint a prozódiai szerkezet hierarchikusan működő fonológiai szabályok alapján jön létre, és ezek határozzák meg a hangsúlyos szótag helyét (ld. 3.1 ábra). Hayes (1995) szerint a szóhangsúly meghatározásához két szintet kell létrehozni: a metrikus láb szintet, és a szó szintet. Ezek két szabály alkalmazásával jönnek létre: a metrikus lábat létrehozó szabályok, és a szó szinten a prominencia kiosztását végző szabályok (Végződési Szabályok) alkalmazásával (ld. Szakirodalmi áttekintés 1.3.3.3 fejezet).

A hangsúly template szerkezete tehát úgy képzelhető el, hogy az tartalmazza a szavak szótagszerkezetét, ezek metrikus lábakra történő csoportosítását, és azt, hogy a szóhangsúly a metrikus láb mely részére esik. A magyar nyelvben eszerint a template azt írja le, hogy a szavakat alkotó szótagok szillabikus trocheusokba szerveződnek, és a szókezdő szótag rendelkezik a hangsúllyal.

A hangsúly template-ek működésének további bizonyítékait sikerült megtalálni a nyelvfejlődési illetve szerzett nyelvi zavarokban vizsgált helyzetekben.

A hangsúly reprezentációjával kapcsolatban több szerző is kiemeli ennek az absztrakt referenciának a nyelvújításban betöltött szerepét. Mattys és munkatársai (2005) a szegmentációs kulcsok hierarchikus szerveződése (ld. 1.7

3.4 A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban



3.1. ábra. A metrikus összetevők és azok szerveződése. Az ábra az 1.3 ábra megismétlése

ábra) kapcsán úgy vélik, hogy azok elsajátítása a gyermekkorban fordított sorrendben történik a nyelvi hierarchiában elfoglalt pozíciójukhoz képest. Eszerint elsőként a prozódiai kulcsok elsajátítása valósul meg, majd ezt követik a szegmentális jellegű kulcsok (pl. fonotaktika), végül pedig a lexikai kulcsok (szemantika, szintaxis) kialakulása, megszilárdulása. Jusczyk és munkatársai (1999) a hangsúlynak a nyelvi feldolgozásban játszott szerepével kapcsolatban azt találták, hogy 7,5 hónapos angol anyanyelvű csecsemők már képesek a nyelvre jellemző domináns hangsúlymintázatot felismerni. Eredményeik szerint a hangsúlyos-hangsúlytalan szótagokból álló szavakat a csecsemők szignifikánsan tovább hallgatták, mint a hangsúlytalan-hangsúlyos szótagokból álló szavakat. 10,5 hónapos korra viszont már ez utóbbi hangsúlymintázatot is megfelelően detektálták.

A nyelvelsajátítással foglalkozó szakirodalomban a hangsúlynak, illetve egyéb prozódiai jellemzőknek tulajdonított szerepet a „prosodic bootstrapping” hipotézis (Gleitman és munkatársai, 1988) foglalja össze. Eszerint a nyelvelsajátítás során a csecsemők a prozódiai inputot (hangsúly, intonációs kontúr, szünet, stb.) felhasználva jutnak el a szintaktikai struktúra elsajátításához, még a lexikai tudás megszerzése előtt. Ennek feltétele az, hogy a nyelvi input valóban tartalmazzon olyan akusztikai információkat, amelyekből következtetni lehet a szintaktikai struktúrára, valamint hogy a csecsemők érzékenyek legyenek ezekre az akusztikai információkra, és fel tudják ezeket használni a beszédinformá-

3.4 A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban

ció feldolgozása során. A szintaktikai struktúrával kapcsolatban természetesen többféle információ is rendelkezésre áll a prozódiai jellemzőkben, többek között a szóhatárok, a frázishatárok, illetve a mondat intonációs jellemzői. Ahogyan Jusczyk és munkatársai (1999) vizsgálatai mutatták, a csecsemők kb. 10 hónapos korukra válnak képessé arra, hogy az anyanyelvükre jellemző hangsúlymintázatokat megfelelő módon használják fel a szavak szegmentációjában. Azaz plauzibilis feltételezésnek tűnik, hogy a mentális lexikon felépítése, illetve a szintaktikai szabályok elsajátítása során a kezdeti „kapaszkodó” a prozódia legyen.

Ráadásul, ahogyan azt Weber és munkatársai (2004) adatai mutatják, már 5 hónapos csecsemők is mutatnak EN választ a hangsúly mintázat szerint eltérő szavakra, vagyis feldolgozzák a hangsúly változásait. Ezen kívül Friederici és munkatársai (2007) specifikus nyelvi hatást is ki tudtak mutatni 5 hónapos csecsemők hangsúlyfeldolgozása esetében, amennyiben a német és francia anyanyelvű csecsemők nyelvspecifikus választ adtak a német illetve francia hangsúlymintázatnak megfelelő nyelvi ingerekre. Ugyanakkor összevetve ezeket az eredményeket Jusczyk és munkatársai (1999) eredményeivel, amelyek szerint a csecsemők csak 10 hónapos korukra válnak alkalmassá az anyanyelvre jellemző hangsúlymintázatnak a szegmentációban való felhasználására, az 5 hónapos kor meglehetősen korainak tűnhet.

Feltehető, hogy a nyelvi ingerként álszavakat használó német munkacsoport vizsgálatainak eredményeit erősen befolyásolja annak a kétlépcsős folyamatnak az eltérő fejlődése, amelynek első szintje szublexikális. Feltételezhető, hogy az 5 hónapos babáknál a száliens akusztikus tulajdonság szerint „vándorol” a feldolgozás, amelyet az alakuló nyelvspecifikus template talán már befolyásol, jóllehet elképzelhető, hogy a kapott eredmény inkább a szabály kivonását segítő előfordulási gyakoriságnak köszönhető és nem egy jól használható template-nek.

Saját vizsgálatainkban (Ragó és munkatársai, 2009) a csecsemők hangsúlymintázat feldolgozásával kapcsolatban azt találtuk, hogy az EN-nel követhető feldolgozás még 10 hónapos korban sem mutatja a felnőttekre jellemző feldolgozási mintázatot. A kísérletben az 1. kísérletben bemutatott ingeranyagot

3.4 A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban

használtuk 6 és 10 hónapos csecsemőknél egy passzív kakukktojás paradigmában, amelyben a csecsemők ébren voltak, és a figyelmüket különböző játékokkal tereltük el. Az EKP eredmények azt mutatták, hogy a csecsemők mindkét csoportjában megjelent az EN2, a szavak második részéhez kapcsolódóan, de hiányzott az EN1 a szavak első részéhez kapcsolódóan. Azaz még a 10 hónapos csecsemők esetében sem állt rendelkezésre az a hangsúly template, amely lehetővé tette volna, hogy a szó eleji hangsúly hiányt detektálják, ugyanakkor az elsősorban akusztikai jellemzők eltérésének detekcióján alapuló EN2 megjelent náluk is. Ez az eredmény véleményünk szerint további bizonyítékkal szolgál azon elképzelés mellett, hogy az EN1 és EN2 komponensek minőségileg más feldolgozást tükröznek: az EN2 az akusztikai különbségek feldolgozását kíséri, az EN1 viszont magasabb szintű nyelvi feldolgozási folyamatokat jelez, nevezetesen a hangsúly template aktiválódását, és a beérkező inger ezzel való összemérését. Az az eredmény, hogy 10 hónapos csecsemők esetében nem jött létre az EN1 azt mutatja, hogy a hangsúly template kialakulása tanult dolog, és a nyelvvelajátítás során alakul ki végleges, nyelvspecifikus formájában.

A hangsúly template tanult jellegével kapcsolatban egyéb eredmények is rendelkezésre állnak. Gerken (1996) szintén használja a hangsúly template fogalmát, de elsősorban a produkció és nem a percepció felől megközelítve. Abból a megfigyelésből indul ki, hogy a 2 éves kor körüli angol anyanyelvű gyermekek gyakran elkövetik azt a produkciós hibát, hogy a hangsúlytalan szótagokkal kezdődő szavakat rosszul ejtik, és csak a hangsúlyos szótagot ejtik ki. Például a „giraffe” helyett azt mondják, hogy „raffe”. Több tanulmány is vizsgálta ezt a fajta produkciós hibázást, amelyet a fonológiai szakirodalmak a metrikus láb, mint prozódiai egység beszédprodukcióban való megnyilvánulásának tartanak. A vizsgálatok szerint a hangsúlytalan szótag elhagyása nem egyformán gyakori, hanem elsősorban a metrikai szerkezet bizonyos pozícióiban fordul elő (legtöbbször a szó elején). Gerken (1991) ezen eredmények magyarázatára a „Hangsúlyos-Hangsúlytalan Produkciós Template Hipotézist” (SW Production Template Hypothesis) javasolta. A hipotézis szerint az angolul beszélő gyermekek a produkció során egy olyan metrikus láb produkciós template-et alkalmaznak, amelyben a hangsúlyos szótagot egy opcionális hangsúlytalan szótag követi. A template hangsúlyos szótagjait a produkció során szinkronizálják a

3.4 A hangsúly template-ek a nyelvi feldolgozásban

hangsúlyos szótagokkal, de a nem illeszkedő hangsúlytalan szótagokat elhagyják. Vagyis Gerken szerint az angol gyermekek hangsúly produkciós hibáit egy trochaikus hangsúly template segítségével lehet megmagyarázni. A template a hangsúlyos-hangsúlytalan mintázatot tartalmazza, és a produkció során a gyerekek ezt veszik alapul. Azok a hangsúlytalan szótagok, amelyek illeszkednek a template-be megmaradnak, de azok amelyek nem illeszkednek (vagyis elsősorban a szó eleji hangsúlytalan szótagok), nagy eséllyel kerülnek elhagyásra. Gerken (1991) szerint a szóeleji hangsúlytalan szótagok elhagyásának gyakorisága jelentősen csökken a nyelvfejlődés során, amint a gyerekek alternatív produkciós template-eket sajátítanak el. Az elmélet szerint a template a metrikus fonológia szintjén működik, vagyis a beszédprodukció Levelt-féle modelljében a metrikus spell-out szintjén. Valamint ez az elképzelés jól megfeleltethető a Hayes (1995) által leírt metrikus láb struktúrájának, amely a hangsúly kijelölés alapjául szolgál.

Ezen alapvető produkciós template-ek ugyanakkor a későbbiekben is fennmaradnak, és bizonyos esetekben ismét dominánssá válhatnak. A bevezetőben bemutatott afáziás betegekkel kapcsolatos hangsúly produkciós eredmények lényegében értelmezhetők úgy, mint a trochaikus hangsúly template működésének megnyilvánulása. Nickels és Howard (1999) afáziás betegek szóismétlési teljesítményét vizsgálva azt találta, hogy ugyan a hangsúly kijelölését illetően nem mutattak problémákat, de sok produkciós hibát (fonémacsere, kihagyás, hozzátevés) vétettek a hangsúlytalan szótagokban, a hangsúlyosakkal összehasonlítva, főleg akkor, ha a hangsúlytalan szótag szókezdő pozícióban volt. Valamint több beteg esetében megfigyelhető volt a szókezdő hangsúlytalan szótagok elhagyása is. Ezen eredmények magyarázhatók úgy, hogy az afáziás betegek esetében sérült a specifikus hangsúlytalan-hangsúlyos hangsúlymintázathoz való hozzáférés, és ezért az „ősibb”, default jelegű trochaikus hangsúly template-et kellett alkalmazniuk. Ugyanerre az eredményre jutott Cappa és munkatársai (1997) és Laganaro és munkatársai (2002) is. Az afáziás betegek kapcsán kapott eredmények tehát nem csak a hangsúly template-ek létezését erősítik meg, hanem arra is utalnak, hogy minden nyelvben léteznek default jellegű template-ek, amelyek az adott nyelvre statisztikailag legjellemzőbb hangsúlymintázatot reprezentálják. A default jellegű hangsúly template

3.5 Az EKP eredmények fonológiai értelmezése

működését alátámasztó eredményeket kapott Colombo (1992) is, aki szerint a lexikonban specifikált hangsúlymintázat mellett működik egy szabály alapú hangsúlykijelölést végző mechanizmus is.

Mindezek az eredmények egymást erősítve arra utalnak, hogy a nyelvi reprezentációk között léteznek olyan prozódiai template-ek, amely az adott nyelvre jellemző hangsúlymintázatot képezik le. Ezek felépítésüket tekintve a metrikus láb szerkezeten alapulnak, azaz az egymást követő hangsúlyos és hangsúlytalan szótagok sorrendjét képezik le. A template-ek mind a produkcióban, mind a percepcióban szerepet játszanak. Úgy tűnik, hogy a template-ek tanultak, amennyiben 10 hónapos csecsemők esetében még nem működnek megfelelően, miközben a hangsúly információ feldolgozása már megtörténik (Ragó és munkatársai, 2009), illetve a 10 hónapos csecsemők preferálják az anyanyelvükre jellemző hangsúlymintázatot (Juszyk és munkatársai, 1999). A hangsúly template-ek megfelelően kialakulása valószínűleg valamikor két éves korra tehető, mivel ebben a korban például az angolul beszélő gyermekeknél már a trochaikus template az, ami – néhány esetben hibásan – a produkciót vezeti. Ráadásul a hangsúly template-ek sérülhetnek is, mivel afáziás betegeknel kimutatható az, hogy a jambikus template helyett a trochaikus template-et használják, helytelenül (Nickels és Howard, 1999).

3.5. Az EKP eredmények fonológiai értelmezése

A hangsúly template-ek szerepét a beszéd percepciójában a következőképpen képzelhetjük el. Az akusztikai input feldolgozása során elsőként kinyerjük a szegmentális jellemzőket (fonémák), illetve létrehozuk a szótag szerkezetet. Ezt követően meg kell állapítani, hogy a szótagok hangsúlyosak vagy hangsúlytalanok. Feltételezhetően már ebben a folyamatban lényegesek lehetnek a hangsúly template-ek, mivel felismerési sablonokként működve lehetővé teszik az egyébként variabilis akusztikai jellemzőkkel rendelkező hangsúly feldolgozását. Azaz a feldolgozás során a hangsúly template-ek aktiválódása jelzi a szótagok hangsúlyos vagy hangsúlytalan voltának felismerését, vagyis a kategorizációt.

3.5 Az EKP eredmények fonológiai értelmezése

Itt tehát feltételezzük a szófeldolgozási folyamatban egy olyan reprezentációs szintet, amely a szótagok hangsúlyos-hangsúlytalan leírását tartalmazza. Ez megfelel a Grosjean és Gee (1987) által a szófeldolgozás folyamatában feltételezett közbenső (intermediary) reprezentációnak. Ahogyan a Szakirodalmi áttekintésben bemutattam, Grosjean és Gee (1987) elmélete szerint a beszédfeldolgozás során az akusztikai input egy olyan közbenső reprezentációba fródik át, amely a fonetikai szegmensek hangsúlyos-hangsúlytalan leírását tartalmazza. A lexikai hozzáférés pedig ezen közbenső reprezentáció alapján indul el, mégpedig a hangsúlyos szótagoktól kezdődően, amelyek a feltételezhető szókezdeteket jelölik.

A Szakirodalmi áttekintés beszédfeldolgozással kapcsolatos részében láthattuk, hogy a hangsúlyt több szerző is lényegesnek tartja a beszédfolyam szavakra történő szegmentációjában (Cutler és Norris, 1988, Mattys és Samuel, 1997, Mattys és munkatársai, 2005). Ugyanakkor ahhoz, hogy a hangsúlyos szótagot a lexikai hozzáférésben fel tudjuk használni, szükség van arra, hogy az akusztikai inputból létrehozzunk egy olyan reprezentációt, amely az inputot a hangsúlyos-hangsúlytalan kategóriák mentén osztályozza. A hangsúly template pontosan ennek a reprezentációnak a létrehozásában játszana szerepet.

A hangsúly template-eket tehát a hangsúlyos szótag felismerését lehetővé tevő felismerési sablonokként értelmezhetjük. Feltételezzük, hogy a beszéd jellegű ingerek feldolgozása során minden esetben aktiválódik a hangsúly template, és a feldolgozó rendszer az akusztikai információt ezen template segítségével próbálja feldolgozni. A template alapvető funkciója, hogy elősegítse az akusztikai információnak a hangsúlyos-hangsúlytalan jellemzőben való leírását, és létrehozza azt a közbenső reprezentációt, amelyen a szófeldolgozási folyamatok elindíthatják a lexikai keresést. A template tehát a prelexikális szinten működik, azaz a szavak és álszavak esetében ugyanúgy aktiválódik, de csak akkor, ha nyelvi feldolgozásról van szó.

Ennek alapján a kísérleteinkben kapott EKP eredmények értelmezése véleményünk szerint az, hogy a feldolgozás során, amennyiben nyelvi ingerről van szó, a feldolgozó rendszer az inputot nem csak az előzőleg beérkezett memórianyomokkal veti össze, hanem figyelembe veszi azt is, hogy az ingerek mennyire illeszkednek a hangsúly template-hez. A hangsúly deviáns esetében

3.5 Az EKP eredmények fonológiai értelmezése

a szó első szótagja nem felel meg a template-ben specifikált jellemzőknek, emiatt az első szótagot a rendszer nem képes hangsúlyosnak kategorizálni. Ennek következtében az összemérés során eltérést jelez a feldolgozó rendszer, EKP korrelátumaként pedig EN regisztrálható. Nem kíséri EN megjelenése az összemérést, ha nem-beszéd ingereket dolgozunk fel, hiszen ekkor nem aktiválódnak az összemérés alapjául szolgáló template-ek, illetve ehhez hasonlóan szintén nem jelenik meg EN akkor, ha a deviáns inger nem sérti magát a template-et.

Saját eredményeink a hangsúly template-ekkel kapcsolatban tehát azt mutatják, hogy ezek feltételezhetően irányítják a hangsúllyal kapcsolatos feldolgozási folyamatokat, és arra utalnak, hogy a szófeldolgozás során a szavakat minden esetben automatikus módon hozzámérjük a template-ekhez. Az EKP eredmények azt is mutatják, hogy ez a feldolgozás beszédspecifikus jellegű, de szublexikálisan működő folyamat. Véleményünk szerint a kísérleteink során kapott elektrofiziológiai eredmények a nyelvfeldolgozási folyamatoknak egy olyan szakaszába engednek betekintést, amelynek során a nyelvi inputból az észlelőrendszer kinyeri az adott nyelvre jellemző, specifikusan szupraszegmentális jellegű információkat, és ezekből felépíti azokat a reprezentációkat, amelyek a nyelvi inger fonológiai leképezését teszik lehetővé. Ilyen értelemben eredményeink empirikus bizonyítékkal szolgálnak amellet, hogy a fonológiai elméletek által feltételezett hangsúly reprezentációk valós agyi konstruktumok, amelyek működése megragadható az agyi elektromos változások online tanulmányozása révén.

3.6. Kitekintés

A disszertációban kapott eredmények értelmezése kapcsán több kérdés is nyitott maradt. Először is továbbra sem világos, hogy a hangsúllyal kapcsolatos akusztikai-fonetikai jellemzők hogyan is milyen súllyal járulnak hozzá a hangsúly feldolgozásához. Bár eredményeink azt mutatják, hogy a hangsúly template-ek felhasználásával a feldolgozó rendszer számára lehetővé válik, hogy az akusztikai jellemzők variabilitása ellenére is megfelelően azonosítsa a hangsúlyos-hangsúlytalan szótagokat, mégis szükséges lenne az akusztikai-fonetikai jellemzők tisztázása. Az akusztikai modellek kapcsán kapott eredményeink szerint például az f_0 lényegesebb szerepet játszhat, mint a magyar hangsúly kapcsán eddig fontosabbnak tartott intenzitás. Annak tisztázására, hogy a hangmagasság vezető szerepe az intenzitással szemben csak az általunk használt speciális ingeranyagra igaz-e, vagy általánosabban is érvényes a magyar szavakra, további vizsgálatokra volna szükség. Újabb vizsgálatok szükségesek annak megállapításához is, hogy miért tér el ilyen nagymértékben egymástól az intenzitás és az f_0 változásának a feldolgozása. Ezen kívül, a dolgozat során többször is utaltunk arra, hogy a hagyományosan a hangsúllyal együtt járó intenzitás és f_0 mellett elképzelhető, hogy egyéb akusztikai jellemzők is lényegesek, így például a szótagok hangfelfutási ideje (rise-time), illetve az intenzitást és rise-time-ot együttesen megragadó amplitúdó moduláció.

Továbbá érdemes lenne tisztázni a hangsúlymintázat feldolgozásában részt vevő idegrendszeri struktúrákat és folyamatokat. Az agyi elektromos aktivitás vizsgálta csak korlátozottan enged következtetni arra, hogy az agy mely részei foglalkoznak a hangsúly feldolgozásával, de az a tény, hogy bizonyos neurológiai zavarok esetében szelektíven sérül a hangsúly feldolgozása illetve használata arra utal, hogy specifikus agyi területek foglalkoznak a hangsúly feldolgozásával.

Ezen kívül annak további alátámasztására, hogy a hangsúly feldolgozása valóban absztrakt template-eken alapul, érdemes lenne olyan vizsgálatokat elvégezni, amelyben nem csak egy, hanem több különböző szó szabályos és szabálytalan hangsúlymintázatának összehasonlítását kell elvégezni. Ebben az

3.6 Kitekintés

esetben ugyanis a változásdetekció alapja maga a hangsúlymintázatban való eltérés lenne, nem pedig az egyedi szavak különbsége.

Végül pedig a hangsúlymintázat feldolgozása nagyon izgalmas kérdés a nyelvfejlődés szempontjából. Az ezzel kapcsolatban rendelkezésre álló adatok meglehetősen ellentmondásosak, és emiatt lényeges lenne annak tisztázása, hogy hogyan alakul a hangsúly feldolgozása a csecsemőkori fejlődésben: mikor jönnek létre a feltételezett hangsúly template-ek, hogyan járul hozzá a hangsúly a nyelvelsajátítási folyamathoz és mindez milyen eltéréseket mutat az egyes nyelvekben.

A disszertáció témájában megjelent publikációk

Honbolygó, F., Csépe, V. (2009). MMN to stress change in speech: rule or regularity? *Frontiers in Human Neuroscience. Conference Abstract: MMN 09 Fifth Conference on Mismatch Negativity (MMN) and its Clinical and Scientific Applications.* (konferencia absztrakt)

Honbolygó, F., Csépe, V. (2008) The processing of suprasegmental cues is speech specific as evidenced by ERPS. *International Journal of Psychophysiology*, 69 (3), 238-238. (konferencia absztrakt)

Honbolygó, F., Csépe, V. (2007) A beszéd szupraszegmentális jellemzőinek automatikus észlelése: eseményhez kötött agyi potenciál vizsgálat. *Pszichológia*, 27, 71-85.

Honbolygó, F., Csépe, V., Fekésházy, A., Emri, M., Márián, T., Sárközy, G. and Kálmánchey, R. (2006) Converging evidences on language impairment in Landau-Kleffner Syndrome revealed by behavioral and brain activity measures: A case study. *Clinical Neurophysiology*, 117/2, 295-305. Impakt faktor: 2.540

Honbolygó, F., Csépe, V., Ragó, A. (2004) Suprasegmental Speech Cues are Automatically Processed by the Human Brain: a Mismatch-Negativity Study. *Neuroscience Letters*, 363/1. 84-88. Impakt faktor: 2.020

Irodalomjegyzék

- Aaltonen, O., Niemi, P., Nyrke, T., és Tuhkanen, M. (1987). Event-related brain potentials and the perception of a phonetic continuum. *Biological Psychology*, 24(3): 197–207.
- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Aleman, A., Formisano, E., Koppenhagen, H., Hagoort, P., de Haan, E. H. F., és Kahn, R. S. (2005). The functional neuroanatomy of metrical stress evaluation of perceived and imagined spoken words. *Cereb Cortex*, 15(2): 221–228.
- Baum, S. és Pell, M. (1997). Production of affective and linguistic prosody by brain-damaged patients. *Aphasiology*, 11(2): 177–198.
- Baum, S. és Pell, M. (1999). The neural bases of prosody: Insights from lesion studies and neuroimaging. *Aphasiology*, 13(8): 581–608.
- Baum, S. R., Daniloff, J. K., Daniloff, R., és Lewis, J. (1982). Sentence comprehension by broca’s aphasics: Effects of some suprasegmental variables. *Brain and Language*, 17(2): 261–271.
- Behrens, S. (1985). The perception of stress and lateralization of prosody. *Brain and language*, 26(2): 332–48.
- Behrens, S. (1988). The role of the right hemisphere in the production of linguistic stress. *Brain Lang*, 33(1): 104–127.

- Blumstein, S. és Cooper, W. (1974). Hemispheric processing of intonation contours. *Cortex*, 10(2): 146–158.
- Blumstein, S. és Goodglass, H. (1972). The perception of stress as a semantic cue in aphasia. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15(4): 800–806.
- Bond, Z. és Garnes, S. (1980). Misperception of fluent speech. In Cole, R. (szerk.), *Perception and production of fluent speech*, 115–132. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Burani, C. és Arduino, L. S. (2004). Stress regularity or consistency? Reading aloud Italian polysyllables with different stress patterns. *Brain and Language*, 90(1-3): 318–325.
- Butterworth, B. (1992). Disorders of phonological encoding. *Cognition*, 42: 261–286.
- Cancelliere, A. és Kertesz, A. (1990). Lesion localization in acquired deficits of emotional expression and comprehension. *Brain and Cognition*, 13(2): 133–147.
- Cappa, S., Nespors, M., Ielasi, W., és Miozzo, A. (1997). The representation of stress: evidence from an aphasic patient. *Cognition*, 65(1): 1–13.
- Cheour, M., Ceponiene, R., Lehtokoski, A., Luuk, A., Allik, J., Alho, K., és Näätänen, R. (1998). Development of language-specific phoneme representations in the infant brain. *Nature Neuroscience*, 1: 351–353.
- Chomsky, N. és Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*. Harper and Row, New York.
- Colombo, L. (1992). Lexical stress effect and its interaction with frequency in word pronunciation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(4): 987–1003.
- Csépe, V., Karmos, G., és Molnár, M. (1987). Evoked potential correlates of stimulus deviance during wakefulness and sleep in cat–animal model of

- mismatch negativity. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 66(6): 571–578.
- Csépe, V., Pantev, C., Hoke, M., Ross, B., és Hampson, S. (1997). Mismatch field to tone pairs: neuromagnetic evidence for temporal integration at the sensory level. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 104(1): 1–9.
- Cutler, A. (2003). Comprehending spoken language: A blueprint of the listener. In Brown, C. és Hagoort, P. (szerk.), *The Neurocognition of Language*, 123–167. Oxford University Press, Oxford.
- Cutler, A. és Butterfield, S. (1992). Rhythmic cues to speech segmentation: Evidence from juncture misperception. *Journal of Memory and Language*, 31: 218–236.
- Cutler, A. és Carter, D. (1987). The predominance of strong initial syllables in the English vocabulary. *Computer Speech & Language*, 2: 133–142.
- Cutler, A., Dahan, D., és Van Donselaar, W. (1997). Prosody in the comprehension of spoken language: A literature review. *Language and Speech*, 40(2): 141–201.
- Cutler, A. és Isard, S. (1980). The production of prosody. In Butterworth, B. (szerk.), *Language Production*, 245–269. Academic Press, London.
- Cutler, A. és Norris, D. (1988). The role of strong syllables in segmentation for lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(1): 113–121.
- Cutler, E. A. és Foss, D. J. (1977). On the role of sentence stress in sentence processing. *Language and Speech*, 20: 1–10.
- de Bree, E., Janse, E., és van de Zande, A. M. (2007). Stress assignment in aphasia: word and non-word reading and non-word repetition. *Brain and Language*, 103(3): 264–275.

IRODALOMJEGYZÉK

- Delorme, A., Sejnowski, T., és Makeig, S. (2007). Enhanced detection of artifacts in EEG data using higher-order statistics and independent component analysis. *NeuroImage*, 34: 1443–1449.
- Dupoux, E., Pallier, C., Sebastian, N., és Mehler, J. (1997). A destressing "deafness" in french? *Journal of Memory and Language*, 36(3): 406–421.
- Dupoux, E., Peperkamp, S., és Sebastián-Gallés, N. (2001). A robust method to study stress "deafness". *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(3): 1606–18.
- Dupoux, E., Sebastián-Gallés, N., Navarrete, E., és Peperkamp, S. (2008). Persistent stress "deafness": the case of french learners of spanish. *Cognition*, 106(2): 682–706.
- É. Kiss, K. (1992). Az egyszerű mondat szerkezete . In Kiefer, F. (szerk.), *Strukturális Magyar Nyelvtan. I. Mondattan*, 79–117. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Emmorey, K. D. (1987). The neurological substrates for prosodic aspects of speech. *Brain and Language*, 30(2): 305–320.
- Fant, G. (1960). *Acoustic theory of speech production*. Mouton, Hague.
- Fónagy, I. (1958). A hangsúlyról. *Nyelvtudományi Értekezések*, 18.
- Fox, A. (2000). *Prosodic features and prosodic structure: the phonology of suprasegmentals*. Oxford University Press, USA.
- Freij, G. J., Fallside, F., Hoequist, J., és Nolan, F. (1990). Lexical stress estimation and phonological knowledge. *Computer Speech & Language*, 4(1): 1–15.
- Friederici, A. D., Friedrich, M., és Christophe, A. (2007). Brain responses in 4-month-old infants are already language specific. *Current Biology*, 17(14): 1208–1211.

IRODALOMJEGYZÉK

- Friedrich, C. K., Kotz, S. A., Friederici, A. D., és Alter, K. (2004). Pitch modulates lexical identification in spoken word recognition: ERP and behavioral evidence. *Cognitive Brain Research*, 20(2): 300–308.
- Fry, D. (1955). Duration and intensity as acoustic correlates of linguistic stress. *Journal of the Acoustical Society of America*, 35: 765–769.
- Fry, D. (1958). Experiments in the perception of stress. *Language and Speech*, 1(2): 126–152.
- Gerken, L. (1991). The metrical basis for children’s subjectless sentences. *Journal of Memory and Language*, 30(43): 1–45.
- Gerken, L. (1996). Prosodic structure in young children’s language production. *Language*, 683–712.
- Gleitman, L., Gleitman, H., Landau, B., és Wanner, E. (1988). Where learning begins: Initial representations for language learning. In Newmeyer, F. (szerk.), *Linguistics: The Cambridge Survey, Vol. 3, Language: Psychological and Biological Aspects*, 150–193. Cambridge University Press, New York.
- Goldsmith, J. (1979). *Autosegmental phonology*. Garland Press, New York.
- Goldsmith, J. és Laks, B. (2009). Generative phonology: its origins, its principles, and its successors. In Joseph, J. és Waugh, L. (szerk.), *The Cambridge History of Linguistics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gósy, M. (1999). *Pszicholingvisztika*. Corvina, Budapest.
- Gósy, M. (2004). *Fonetika, a beszéd tudománya*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Goto, H. (1971). Auditory perception by normal japanese adults of the sounds ‘l’ and ‘r’. *Neuropsychologia*, 9: 317–323.
- Grosjean, F. (1980). Spoken word recognition processes and the gating paradigm. *Perception and Psychophysics*, 28: 267–283.

IRODALOMJEGYZÉK

- Grosjean, F. (1985). The recognition of words after their acoustic offset: Evidence and implications. *Perception and Psychophysics*, 38: 299–310.
- Grosjean, F. és Gee, J. P. (1987). Prosodic structure and spoken-word recognition. *Cognition*, 25: 135–155.
- Hayes, B. (1995). *Metrical stress theory: principles and case studies*. University of Chicago Press, Chicago.
- Heilman, K., Scholes, R., és Watson, R. (1975). Auditory affective agnosia. Disturbed comprehension of affective speech. *British Medical Journal*, 38(1): 69–72.
- Honbolygó, F. (2008). Beszédeszélelés, mentális lexikon, beszédprodukción. In Csépe, V., Györi, M., és Ragó, A. (szerk.), *Általános pszichológia III. Nyelv, tudat, gondolkodás*, 59–115. Osiris Kiadó, Budapest.
- Honbolygó, F. és Csépe, V. (2007). A beszéd szuprasegmentális jellemzőinek automatikus észlelése: eseményhez kötött agyi potenciál vizsgálat. *Pszichológia*, 27: 71–85.
- Honbolygó, F., Csépe, V., és Ragó, A. (2004). Suprasegmental speech cues are automatically processed by the human brain: a mismatch negativity study. *Neuroscience Letters*, 363(1): 84–88.
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of language: brain, meaning, grammar, and evolution*. Oxford University Press, Oxford.
- Jacobsen, T., Horenkamp, T., és Schröger, E. (2003). Preattentive memory-based comparison of sound intensity. *Audiology & Neuro-Otology*, 8(6): 338–46.
- Jusczyk, P. W., Houston, D. M., és Newsome, M. (1999). The beginnings of word segmentation in English-learning infants. *Cognitive Psychology*, 39(3-4): 159–207.

- Kaukoranta, E., Sams, M., Hari, R., Hämäläinen, M., és Näätänen, R. (1989). Reactions of human auditory cortex to a change in tone duration. *Hearing Research*, 41(1): 15–21.
- Klatt, D. (1979). Speech perception: A model of acoustic-phonetic analysis and lexical access. *Journal of Phonetics*, 7(312): 1–26.
- Laganaro, M., Vacheresse, F., és Frauenfelder, U. (2002). Selective impairment of lexical stress assignment in an Italian-speaking aphasic patient. *Brain and Language*, 81: 601–609.
- Lang, H., Nyrke, T., Ek, M., Aaltonen, O., Raimo, I., és Näätänen, R. (1990). Pitch discrimination performance and auditory event-related potentials. *Psychophysiological Brain Research*, 1: 294–298.
- Lehiste, I. (1977). Isochrony Reconsidered. *Journal of Phonetics*, 5(3): 253–263.
- Levelt, W. (2003). Producing spoken language: A blueprint of the speaker. In Brown, C. és Hagoort, P. (szerk.), *The Neurocognition of Language*, 83–122. Oxford University Press, Oxford.
- Liberman, A., Cooper, F., Shankweiler, D., és Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74(6): 431–461.
- Liberman, M. és Prince, A. (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry*, 8(2): 249–336.
- Lieberman, P. (1960). Some acoustic correlates of word stress in American English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 32: 451–454.
- Marslen-Wilson, W. és Tyler, L. (1980). The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8(1): 1–71.
- Mattys, S. (2004). Stress versus coarticulation: toward an integrated approach to explicit speech segmentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30(2): 397–408.

- Mattys, S. L. (1997). The use of time during lexical processing and segmentation: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 4(3): 310–329.
- Mattys, S. L. és Samuel, A. G. (1997). How lexical stress affects speech segmentation and interactivity: Evidence from the migration paradigm. *Journal of Memory and Language*, 36(1): 87–116.
- Mattys, S. L., White, L., és Melhorn, J. F. (2005). Integration of multiple speech segmentation cues: A hierarchical framework. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(4): 477–500.
- McQueen, J. M., Otake, T., és Cutler, A. (2001). Rhythmic cues and possible-word constraints in Japanese speech segmentation. *Journal of Memory and Language*, 45: 103–132.
- Mehler, J., Dommergues, J., Frauenfelder, U., és Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20: 298–305.
- Morton, J. (1969). The interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76: 340–354.
- Näätänen, R. (2001). The perception of speech sounds by the human brain as reflected by the mismatch negativity (MMN) and its magnetic equivalent (MMNm). *Psychophysiology*, 38(01): 1–21.
- Näätänen, R., Gaillard, A., és Mäntysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42(4): 313–329.
- Näätänen, R., Lehtokoski, A., Lennes, M., Cheour, M., Huotilainen, M., Iivonen, A., Väinö, M., Alku, P., Ilmoniemi, R. J., Luuk, A., Allik, J., Sinkkonen, J., és Alho, K. (1997). Language-specific phoneme representations revealed by electric and magnetic brain responses. *Nature*, 385(6615): 432–434.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., és Reinikainen, K. (1989). Do event-related potentials to infrequent decrements in duration of auditory stimuli demonstrate a memory trace in man? *Neuroscience Letters*, 107: 347–352.

- Nakatani, L. és Schaffer, J. (1978). Hearing ‘words’ without words: Prosodic cues for word perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 63: 234–245.
- Nickels, L. és Howard, D. (1999). Effects of lexical stress on aphasic word production. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 13(4): 269–294.
- Norris, D., McQueen, J. M., és Cutler, A. (1995). Competition and segmentation in spoken-word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(5): 1209–28.
- Norris, D. G. (1994). Shortlist: A connectionist model of continuous speech recognition. *Cognition*, 52: 189–234.
- Ouellette, G. és Baum, S. (1994). Acoustic analysis of prosodic cues in left- and right-hemisphere-damaged patients. *Aphasiology*, 8(3): 257–283.
- Paavilainen, P., Karlsson, M. L., Reinikainen, K., és Näätänen, R. (1989). Mismatch negativity to change in spatial location of an auditory stimulus. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 73(2): 129–41.
- Paavilainen, P., Simola, J., Jaramillo, M., Näätänen, R., és Winkler, I. (2001). Preattentive extraction of abstract feature conjunctions from auditory stimulation as reflected by the mismatch negativity (MMN). *Psychophysiology*, 38(2): 359–65.
- Pell, M. és Baum, S. (1997). The ability to perceive and comprehend intonation in linguistic and affective contexts by brain-damaged adults. *Brain and Language*, 57(1): 80–99.
- Peperkamp, S. és Dupoux, E. (2002). A typological study of stress deafness. *Laboratory Phonology*, 7: 203–40.
- Pickett, J. és Pollack, I. (1963). Intelligibility of excerpts from conversation. *Language and Speech*, 6: 165–171.

- Picton, T., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S., Johnson, R., Miller, G., Ritter, W., Ruchkin, D., és Rugg, M. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, 37(02): 127–152.
- Pisoni, D. B. (1981). Some current theoretical issues in speech perception. *Cognition*, 10: 249–259.
- Pitt, M. A. és Samuel, A. G. (1990). The use of rhythm in attending to speech. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(3): 564–73.
- Pointon, G. (1980). Is Spanish Really Syllable-Timed? *Journal of Phonetics*, 8(3): 293–304.
- Ragó, A., Honbolygó, F., Csépe, V., Róna, Z., és Beke, A. (2009). Event-related potential features of suprasegmental speech cues processing in infancy. In *Frontiers in Human Neuroscience. Conference Abstract: MMN09 Fifth Conference on Mismatch Negativity (MMN) and its Clinical and Scientific Applications*.
- Robin, D. A., Tranel, D., és Damasio, H. (1990). Auditory perception of temporal and spectral events in patients with focal left and right cerebral lesions. *Brain and Language*, 39(4): 539–555.
- Roelofs, A. és Meyer, A. S. (1998). Metrical structure in planning the production of spoken words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(4): 922–939.
- Saarinen, J., Paavilainen, P., Schöger, E., Tervaniemi, M., és Näätänen, R. (1992). Representation of abstract attributes of auditory stimuli in the human brain. *Neuroreport*, 3(12): 1149–51.
- Sams, M., Paavilainen, P., Alho, K., és Näätänen, R. (1985). Auditory frequency discrimination and event-related potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 62(6): 437–48.

- Schiller, N. O., Bles, M., és Jansma, B. M. (2003). Tracking the time course of phonological encoding in speech production: an event-related brain potential study. *Cognitive Brain Research*, 17(3): 819–31.
- Schiller, N. O., Fikkert, P., és Levelt, C. C. (2004). Stress priming in picture naming: an SOA study. *Brain and Language*, 90(1-3): 231–40.
- Schröger, E., Tervaniemi, M., és Näätänen, R. (1995). Time course of loudness in tone patterns is automatically represented by the human brain. *Neuroscience Letters*, 202(1-2): 117–20.
- Selkirk, E. (1984). *Phonology and syntax*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Shields, J. L., McHugh, A., és Martin, J. (1974). Reaction times to phoneme to targets as a function of rhythmic cues in continuous speech. *Journal of Experimental Psychology*, 102: 250–255.
- Tervaniemi, M., Maury, S., és Näätänen, R. (1994a). Neural representations of abstract stimulus features in the human brain as reflected by the mismatch negativity. *NeuroReport*, 5(7): 844–846.
- Tervaniemi, M., Saarinen, J., Paavilainen, P., Danilova, N., és Näätänen, R. (1994b). Temporal integration of auditory information in sensory memory as reflected by the mismatch negativity. *Biological Psychology*, 38(2-3): 157–67.
- Tervaniemi, M., Winkler, I., és Näätänen, R. (1997). Pre-attentive categorization of sounds by timbre as revealed by event-related potentials. *Neuroreport*, 8(11): 2571–4.
- Van Kuyk, D. és Boves, L. (1999). Acoustic characteristics of lexical stress in continuous telephone speech. *Speech Communication*, 27(2): 95–112.
- Van Lancker, D. (1980). Cerebral lateralization of pitch cues in the linguistic signal. *Research on Language & Social Interaction*, 13(2): 201–277.

- Van Lancker, D. és Sidtis, J. (1992). The identification of affective-prosodic stimuli by left-and right-hemisphere-damaged subjects: all errors are not created equal. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35(5): 963–970.
- Varga, L. (2002). *Intonation and stress: evidence from Hungarian*. Palgrave Macmillan, New York.
- Wang, C. és Seneff, S. (2001). Lexical stress modeling for improved speech recognition of spontaneous telephone speech in the JUPITER domain. In *Seventh European Conference on Speech Communication and Technology*. ISCA.
- Weber, C., Hahne, A., Friedrich, M., és Friederici, A. (2004). Discrimination of word stress in early infant perception: Electrophysiological evidence. *Cognitive Brain Research*, 18(2): 149–161.
- Weintraub, S., Mesulam, M., és Kramer, L. (1981). Disturbances in prosody. A right-hemisphere contribution to language. *Archives of Neurology*, 38(12): 742–744.
- Winkler, I., Lehtokoski, A., Alku, P., Vainio, M., Czigler, I., Csépe, V., Aaltonen, O., Raimo, I., Alho, K., Lang, H., Iivonen, A., és Näätänen, R. (1999). Pre-attentive detection of vowel contrasts utilizes both phonetic and auditory memory representations. *Cognitive Brain Research*, 7(3): 357–69.
- Xie, H., Andrae, P., Zhang, M., és Warren, P. (2004). Detecting stress in spoken English using decision trees and support vector machines. In *Proceedings of the second workshop on Australasian information security, Data Mining and Web Intelligence, and Software Internationalisation*, volume 32, 145–150.
- Ying, G., Jamieson, L., Chen, R., Michell, C., és Liu, H. (1996). Lexical stress detection on stress-minimal word pairs. In *Proceedings of Fourth International Conference on Spoken Language Processing*, 1612–1615.
- Zatorre, R. és Belin, P. (2001). Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cerebral Cortex*, 11(10): 946–953.

IRODALOMJEGYZÉK

Zurif, E. és Mendelsohn, M. (1972). Hemispheric specialization for the perception of speech sounds: The influence of intonation and structure. *Perception and Psychophysics*, 11: 329–332.