

## EN, A SOKAT ÍGÉRŐ NEGATIVITÁS ESEMÉNYHEZ KÖTÖTT AGYI POTENCIÁLOK A BESZÉDÉSZLELÉS ÉS A DISZLEXIA VIZSGÁLATÁBAN\*

CSÉPE VALÉRIA

MTA Pszichológiai Kutatóintézet, Pszichofiziológiai Osztály  
Fejlődés-pszichofiziológiai Csoport  
E-mail: csepe@cogpsyphy.hu

*Ez a tanulmány a Magyar Pszichológiai Társaság XXIV. Nagygyűlésén (Szeged, 2002. június) elhangzott Grastyán-előadás anyaga alapján készült. Több ok miatt is örömöt jelent számomra, hogy a Grastyán Endre nevével fémjelzett plenáris előadásra és itt ennek írásban való megjelentetésére lehetőséget kaptam. Az egyik ok, hogy Grastyán Endre előadásai, amelyeket egyetemi tanulmányaim során a biológia és pszichológia szakon hallgathattam, alapvetően meghatározták későbbi kutatói érdeklődésemet. A másik ok, hogy magam is Grastyán-tanítványnak tartom magam, annak ellenére, hogy nem neki, hanem egyik közvetlen munkatársának vagyok a tanítványa. A harmadik ok pedig az a lehetőség, hogy visszatekintve az elmúlt évekre elmondhatom: Grastyán Endre kétékedése a szennoros emlékezetre épülő összemérési folyamatok elektrofiziológiai korrelátumaiban komoly lökést adott a későbbi, részben a jelenlég valódiságának bizonyítására fordított munkámnak.*

*Dolgozatomban olyan vizsgálati módszerrel végzett kutatások sikereit, kudarcait, fellángolásait és megtorpanásait igyekszem bemutatni, amelyek felé napjainkban a pszichológusok fokozódó érdeklődéssel fordulnak. Ez a vizsgálati módszer, az eseményhez kötött agyi potenciálok (EKP-k) mérése és elemzése,*

\* A tanulmányban bemutatott munkákhoz több pályázat biztosította az anyagi támogatást, így az OTKA T 19875 és T 033008, valamint az AKP 1996/2–506/1,2 és 2000/2–135/1,2 pályázatai. Köszönettel tarozom azoknak a kollégáimnak, akikkel a tervezett kutatások megvalósításában együtt dolgozhattam: Osmanné Sági Juditnak, Vassné Kovács Emőkének, Juhász Ágnesnek, Szűcs Dénesnek, Lukács Ágnesnek, Gyurkóczta Enikőnek, Kucseráné Gráf Rózsának, Vincze Tímeának, Szabó Andreánnak és azoknak a tanítványaimnak, akik kutatási gyakorlatukat a laboratóriumban töltve sokat segítettek és sok izgalmas, továbbgondolásra érdemes kérdést tettek fel. Hálával tarozom mestereimnek, Karmos Györgynek, Manfried Hoke-nak és Risto Näätänennek, valamint azoknak a külföldi kollégáknak, akikkel együttműködve a diszlexia természetről kialakult elképzéléseim sokat változtak. Hálával tarozom azoknak az asszisztenseknek és operátoroknak, aiknek munkája nélkül a felsorolt munkák nem valósulhattak volna meg.

többek között azért is vált a pszichológusok számára érdekessé, mert egyes összetevői, az EKP-k endogén vagy más néven kognitív komponensei különböző megismerési folyamatokkal korrelálnak. Ami ezen túl még igazán izgalmas tulajdonsága az EKP-knak a kutatás és az alkalmazott pszichológia számára, hogy idői felbontásuk jó, milliszekundum pontossággal teszik követhetővé a megismerési folyamatoknak a pszichológiai kísérletekben bizonyított vagy az elméleti modellekben feltételezett feldolgozási szakaszait. Az elmúlt két évtizedben egyre árnyaltabb kép alakult ki arra vonatkozóan, hogy az egyes EKP-k komponensek milyen feldolgozási folyamatok agyi aktivitás korrelátumai. Az így felhalmozott adatok nem arról adnak információt, hogy az agyban valami hol és hogyan történik, hanem arról, hogy miként férünk hozzá azokhoz az információkhoz, amelyek egy feladat eltérő megvalósításához szükségesek, és amelyek a nyílt viselkedés szintjén nem is mindig látszanak.

Kulcsszavak: fejlődés-pszichofiziológia, beszédpercepció, diszlexia, eltérési negativitás

Az EKP-k komponenseinek természetét, jellegzetességeit, működési határait vizsgáló munkák sorában saját szakmai életem egy meghatározó szakasza kapcsolódik a hallási EKP-k egy kicsiny komponensének megismeréséhez, ez pedig az Eltéresi Negativitás (EN). Az EN-ről való tudásom egy része önéletrajzi emlékezetemre támaszkodik, ez a dolgozat azonban semmiképp sem egy adott szakterületen el-töltött idő személyes élményeinek bemutatása, hanem válogatás tíz év eredményeiből, amelynek során a kognitív fejlődés-pszichofiziológia az alap- és alkalmazott kutatásokban hazánkban (elsőként pedig intézetünkben) a nemzetközivel azonos és egyenrangú utat tett meg. Saját munkáink módszertana és szemléletmódja egy olyan intézetben alakult ki, amelyben az EKP-kkal végzett kutatás iskolateremtői Marton L. Magda, Karmos György és Czigler István.

### AZ ELTÉRESI NEGATIVITÁS HOSSZÚ TÖRTÉNETE RÖVIDEN

Az eltérési negativitás (EN) vagy össze nem illési negativitás (ÖNIN) – amint azt az első magyar nyelvű közlésben neveztük (CSÉPE, KARMOS, MOLNÁR, 1988) – egy olyan EKP-összetevő, amelyről a NÄÄTÄNEN, GAILLARD és MÄNTYSALO (1978) első publikációját követő munkák alapján úgy gondoltuk, hogy az ismétlődő hangok szenzoros nyomának kialakulásához kötött, bármely hallási jellemzőjében eltérő hangingerre megjelenő automatikus, preattentív feldolgozás elektrofiziológiai korrelátuma. A Näätänen-csoport munkáit 1982-ben megismerte kezdtünk azokba a kísérletekbe, amelyekben sikerült elsőként bizonyítanunk, hogy az EN olyan biológiai fontos, a hallási környezet pásztázása során létrejövő automatikus összemérés EKP-korrelátuma, amely az állatvilágban is létező mechanizmus, macskákon is tanulmányozható (CSÉPE, KARMOS, MOLNÁR, 1987). Az EN állatkísérletes modelljének kidolgozása lehetőséget adott arra is, hogy később az EN agykérgi és kéregalatti mechanizmusait tanulmányozzuk.

Az EN-t kiváltó akusztikus jellemzők pszichológiai és biológia összetevőinek tanulmányozása során született humán kísérleti adatok az 1980-as évek végétől egy-

re nagyobb számban jelentek meg a nemzetközi publikációkban. Näätänen első modellje, amely az automatikus összemérést elsősorban a figyelmi átkapcsolás szempontjából tartotta lényegesnek, az 1990-es években bekövetkező publikációs robbanásnak is köszönhetően számos változásban ment át. A hallási ingerek feldolgozásában oly fontos szerepet betöltő automatikus összemérést ma a modell meg- határozónak tarja a hallási események szerveződésének számos területén, valamint a szabályosság kivonásán alapuló reprezentáció alakulásában. Näätänen és munkacsoporthja az EN-t generáló hallási feldolgozó mechanizmust primitívnek és ugyanakkor intelligensnek is tartja (NÄÄTÄNEN és munkatársai, 2001). Az EN az uralkodó elképzelések szerint a változásdetekció EKP-korrelátuma, minden esetben megjelenik, ha a rendszer valamelyik ingerjellemzőben az előzőleg szabályosként tárolthoz képest eltérést detektál (bővebben lásd WINKLER, 2002).

Az 1990-es évek más szempontból is sok újat hoztak az EN-t alkalmazó kutatókban. 1990-ben megjelenik az első közlemény arról, hogy az EN újszülötteknél, csecsemőknél is elvezethető (ALHO és munkatársai, 1990). Röviddel ez után, 1993 és 1996 között a kutatók egy új területre merészkeznek az EN-vizsgálatokban, ez pedig a beszédhangok észlelését megalapozó akusztikai feldolgozás jellemzőinek vizsgálata. Ezzel egyidejűleg megjelennek a klinikai alkalmazást célzó kutatások, és ezen belül a kisiskolások hallási feldolgozási problémái külön is hangsúlyt kapnak.

### AZ EN ALKALMAZÁSA A FEJLŐDÉS-PSZICHOFIZIOLÓGIÁBAN

Az EN fejlődési jellemzőinek kutatásában a beszédhangok, valamint az összetett hangok, hallási események jellegzetességei kiemelt szerepet kapnak. Az EN-ről az első vizsgálatokat követően hamar kiderült, hogy a beszédhangok akusztikai és fonetikai eltéréseinek automatikus detektálását jól jelzi. Ez azt is jelenti, hogy jól megválasztott paradigmákban az EN segítségével információt nyerhetünk a beszédhangok kérgi reprezentációjának állapotára vonatkozóan. Ma már elég sok kísérleti bizonyítékunk van arra, hogy a beszédhangok kontrasztjainak összemérésékor a szenzoros memória tartalmát a beszédhangok absztrakt kategóriáinak, a fonémáknak hosszú idejű reprezentációja alapvetően befolyásolja. Bár vannak olyan vélemények, amelyek szerint a beszédhangok kontrasztjainak összemérésénél kizárolag a beszéd akusztikai dimenziói a meghatározóak (KRAUS és munkatársai, 1999), a legújabb adatok alapján mégis feltételezhetjük, hogy a fonetikai jellemzők szerepe nem elhanyagolható. Ennek ellenére a kognitív pszichofiziológia művelői egyetértenek abban, hogy a beszédészlelési képességek vizsgálatára a beszédhangok eltérésével kiváltott, kissé pongyolán fonéma-EN-nek nevezett komponens alkalmas. A fonéma-EN skalpeloszlási jellegzetességeit az eltérő ingersajátosságok feldolgozásáért felelős generátorok határozzák meg, ugyanúgy, mint a tiszta hangok vagy az összetett, de nem beszédhangok esetében ALHO, 1995; KRAUS és munkatársai, 1995).

Az EN felhasználása az érési folyamatok és a fejlődési zavarok követésére az 1990-es évek közepe óta a klinikai irányultságú alapkutatásokban komoly és több-

szörösen megalapozott igényként merül fel. Mindehhez módszertanilag támadhatatlan kísérleti eljárásokra van szükség, olyanokra, amelyek a fejlődésben lévő idegrendszer és a fejlődéssel változó megismerési funkciók sajátosságait egyaránt figyelembe veszik. A fejlődés pszichofiziológiai kutatásokban az EN több jellegzetessége miatt is előtérbe került a többi EKP-komponenshez képest. Ezek a tényezők a következők: 1. az EN olyan kísérleti helyzetben váltható ki (passzív kakukktojás-paradigma), amely nem igényli a részt vevő személy ingerre irányuló figyelmét; 2. az EN nagyon korán, már csecsemőknél is elvezethető, korábban érik, mint a többi EKP-komponens; 3. megbízható; 4. stabil.

A felsorolt tényezők többségével kapcsolatban azonos az EKP-kat használó fejlődés pszichofiziológusok kutatási tapasztalata, a stabilitásra vonatkozóan azonban megoszlanak a vélemények. Egyes adatok szerint az EN kivéletes stabilitást mutat, és ennek okaként a szerzők egy része (KRAUS és munkatársai, 1999) a feldolgozásban részt vevő azonos kérgi folyamatokat jelöli meg. Mindez a tiszta hangok esetében evidensnek tűnhet, hiszen valamennyi adat szerint a hangmagasság-eltéréssel kiváltott EN újszülöttknél, csecsemőknél és kisiskolásoknál csaknem azonos latenciával és megközelítőleg azonos amplitúdóval mérhető (ALHO, CHEOUR, 1997; CSÉPE és munkatársai, 1992; CSÉPE, 1995; KURTZBERG és munkatársai, 1995; CHEOUR-LUHTANEN és munkatársai, 1995; CHEOUR és munkatársai, 1998). Ugyanakkor más vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az ingereltérés feldolgozási idejével korreláló EN-latencia, az éréssel változik, és ezt komolyan figyelembe kell venni gyerekek klinikai csoportjainak vizsgálatánál (KORPILAHTI, LANG, 1994; KURTZBERG és munkatársai, 1995). Mindezek miatt meglepőnek tűnhet KRAUS és munkatársainak (1996, 1999) az a rendkívül következetesen képviselt álláspontja, hogy az EN (kezdő és csúcslatencia, komponens latenciatartománya) szinte változatlan a kisiskolás évek során, továbbá ez a stabilitás érvényes a beszédhang-kontrasztok feldolgozására is.

Nina KRAUS és kollégái (1996, 1999) a beszédhangok eltérésének automatikus feldolgozását jelző EN stabilitását azokra a vizsgálataikra alapozzák, amelyekben szintetizált beszédhangokat alkalmaztak, és a /da-/ /ga/ kontinuumon egyenletes lépésekben az F3 (harmadik formáns) átmenetének változtatásával hoztak létre eltérő hangokat. Azt találták, hogy az EN mutatói (latencia és amplitúdó) az egyes gyerekcsoportokban lényegesen nem változtak. A szintetizált mássalhangzók eltérésének feldolgozása KRAUS és munkatársai (1996, 1999) szerint kizárolag az akusztikus eltérés összemérésén nyugszik, és nincs köze a fonetikai jellemzőkhöz.

Kraus és munkatársai a beszédhangokkal kiváltott (formáns-átmenet eltérések) EN életkorai stabilitásának bizonyítására nagyszabású vizsgálatsorozatot végeztek (KRAUS és munkatársai, 1999). Az EKP-vizsgálatok területén ezt megelőzően példa nélküli nagy mintaszámmal dolgozva 134 6 és 15 év közötti iskolást vizsgáltak. Tanulmányukban a viselkedéses (különbségi küszöb, d') és EN-mutatók szoros korrelációját és az EN stabilitását találták. A különbségi küszöb a /da-ga/ kontraszt esetében az életkorral nem változott, ugyanakkor a /ba-wa/ esetében (formáns-átmenet idői eltérése) szignifikáns életkorai hatást találtak. Éppen ezért meglepő, hogy, ellentétben a d'-vel, az EN ilyen eltérést nem mutatott. A szerzők ebből azt a következtetést vonták le, hogy az EN hátterében álló ingerfeldolgozási folyamatok

6 éves korra érettek, s ezek 15 éves korig további változást az EN semmilyen mutatójában (amplitúdó, latencia, terület) nem jeleznek. A stabilitás vonatkozik az EN eloszlási szimmetriájára is, mégpedig mindenkor beszédkontraszt esetében. Az EN tehát nem változik és a szerzők vizsgálati adatai szerint a 6–15 éves normál iskolás korosztályban életkor és a nem szerint sem különbözik.

Már a röviddel ezután megjelent közlések sem erősítik meg az EN életkorfüggetlenségét. A beszédhangoknál kevésbé összetett feldolgozást igénylő tiszta hangokkal kiváltott EN-re vonatkozóan sem igaz a változatlanság. SHAFER és munkatársai (2000) adatai szerint az EN szignifikáns latenciarövidülést mutat (11 ms/év), és csupán az amplitúdó változatlan, legalábbis a vizsgálatban részt vevő 66 gyerek esetében, akiknek életkora 4 és 11 év közötti volt. A felnőtteknél elvezethető EN amplitúdója azonban, mint az valamennyi vizsgálat (CSÉPE és munkatársai, 1992; CSÉPE, 1995; KRAUS és munkatársai, 1992, 1995) alapján egyértelmű, szignifikánsan eltér a gyerekekétől.

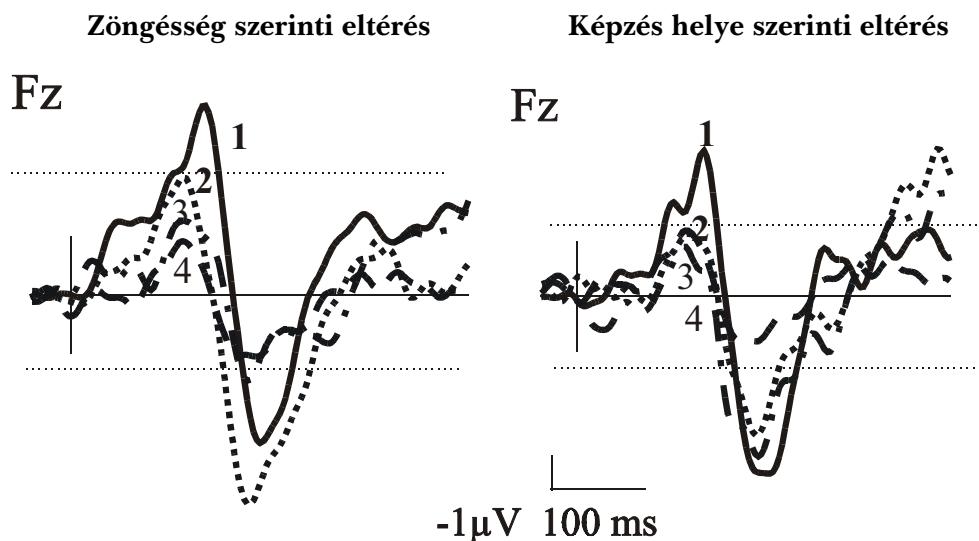
A fentiek alapján nyilvánvaló, hogy az EN módszerét alkalmazó fejlődési vizsgálatoknál az érés és fejlődés aspektusai meghatározóak. Az EN változásában feltételezett faktorok közül azonban mindenkor megbízható adatokkal kell rendelkeznünk az akusztikai/fonetikai diszkrimináció és a reprezentáció fejlődéssel összefüggő, valamint a kérgi feldolgozó hálózat éréssel és használattal (fejlődési és fejlesztési tanulás) összefüggő változásairól, különösen akkor, amikor valamelyen fejlődési zavar jellemzőit kívánjuk vizsgálni. Ez különösen igaz minden olyan esetben, amikor a kognitív fejlődés-pszichofiziológiai módszereket valamelyen alkalmazott kutatási területen „vetjük be”, legyen szó nyelvi zavarról, figyelemzavarról vagy valamelyen specifikus vagy általános tanulási zavarról.

### A NORMÁL FEJLŐDÉSSEL EGYÜTT JÁRÓ EN VÁLTOZÁSOK

1994 és 1999 között két követéses vizsgálatban kívántuk tisztázni azokat az EN változásokat, amelyek elsősorban a normál éréshez és fejlődéshez köthetőek. A tiszta hanggal és az egyes beszédhang-kategóriák kontrasztjaival kiváltható EN változásait egy két és egy négy éves longitudinális vizsgálatban követtük. A tiszta hangok, valamint a magán- (/e/, /i/, /ø/) és mássalhangzók (/ba/, /ga/, /pa/) kontrasztjaival kiváltott EN vizsgálata (a kísérletek és az eredmények részletes leírását lásd CSÉPE, SZÜCS, LUKÁCS, 2002) számos várt és néhány váratlan eredményt hozott. Megállapítottuk, hogy az EN már az iskolába kerüléskor, mintánkban ez 6 és 7 éves kor között gyerekeket jelentett, jellegzetes variációkat mutat. A 6-7 éves korosztályt egyéni és csoportszinten is az igen nagy amplitúdójú és relatív szimmetriát mutató EN jellemzette. Az EN relatív szimmetriája valamennyi alkalmazott eltéréstípus esetében megfigyelhető volt. Az egy évvel később, tehát 2. osztályban mért válaszokon azonban már lényeges eltéréseket fedezhetünk fel.

A vizsgálatainkban részt vevő kisiskolásokra már 6-7 éves korukban sem volt jellemző az az aszimmetriahiány, amely KRAUS és munkatársai (1999) vizsgálatai szerint általában jellemző a teljes iskolás korosztályra. Megállapításukat, amely szerint az EN a 6 és 15 év közötti korosztályban sem latenciájában, sem morfológi-

ájában nem változik, eredményeink nem igazolták. Követéses vizsgálataink adatai szerint ugyanis az EN 6 és 10 éves kor között több lépcsőben változik. Az EN legnagyobb, szinte ugrásszerű változása az első és második osztály között figyelhető meg. Ez a változás megnyilvánul az EN szignifikáns latenciávidülésében, továbbá az EN amplitúdójának csökkenésében, mindez jól megfigyelhető az 1. ábrán. A zöngésség és képzés helye szerinti eltéréssel kiváltott válaszokon az EN kezdeti ugrásszerű változását graduális változás követi. Mindehhez társul az EN skalpeloszlásának az egyes ingertípusoktól függő változása. A tiszta hangok nagyobb hangmagasság eltéréssével kiváltott EN-válaszok kivételével, valamennyi kontraszt esetében jelentős az EN változása az 1. és 2., valamint a 3. és 4. osztály között. Jellegzetessége továbbá az EN változásának az ingertípusra jellemző aszimmetria megjelenése második osztályos kortól (7,5–8 év). A longitudinális vizsgálatok adatai tehát egyértelműek. Míg a tiszta hanggal kiváltott EN eloszlását a gyerekeknél a 8. életévtől kezdődően a felnőttekének megfelelő frontális maximum és jobb oldali aszimmetria jellemzette, a beszédhangok eltéréisével kiváltott EN egyre inkább centrális maximummal és a bal oldalon nagyobb amplitúdóval volt elvezethető. Ez utóbbi különösen kifejezett volt a mássalhangzó-eltérések esetében.



1. ábra. A zöngésség és képzés helye szerinti eltéréssel kiváltott EN változása ugyanazon gyerekcsoportban a négy éves követés vizsgálatban

*Megjegyzés:* A görbék mellett feltüntetett arab számok az iskolai osztályt és egyben a vizsgálat évét jelzik. Az ábrán a negativitás (ugyanígy a további ábrákon is) felfelé van. Az első nagy hullámot (ez az EN) az életkorral együtt csökkenő nagy pozitivitás (P3a) követi.

Az 1. osztályosokkal végzett fonéma-diszkriminációs feladatok azt mutatták, hogy a 6-7 éves gyerekek teljesítménye a normál fejlődésű csoportban megeszik. Az EN alakulása pedig ennek a diszkriminációt felel meg, majd az iskolaévek során ez az indulási eltérés eltűnik, ezzel párhuzamosan az EN-nel mérhető kontrasztérzékenység kiegyenlítődik. Ez jól követhető az első osztályba kerüléskor jól és rosszul diszkriminálók csoportjaiban (részletesen lásd CSÉPE, SZÜCS, OSMANNÉ SÁGI, 2000). A diszkriminációs teljesítmény gyengeségével ugyanis együtt jár az EN alacsony amplitúdója, megnyúlt latenciája. A második évre ezek a különbségek jelentősen csökkennek. Érdemes ugyanakkor megemlíteni, hogy a diszkriminációs teljesítmény eltérései az első osztályban nem nyilvánulnak meg az EN aszimmetriájában. A beszédhangok kontrasztfeldolgozására jellemző bal centrális eltolódás a jól diszkriminálók csoportjában is csak később jelenik meg. Ez az aszimmetria különösen kifejezett a mássalhangzók esetében.

A legújabb adatok szerint a mássalhangzók megkülönböztető jegyeinek (zöngésségi idő, képzés specifikumai) feldolgozása a temporális lebeny egyes területein eltérő feldolgozási sajátosságokat mutat a bal és a jobb oldalon. LIEGEOIS-CHAUVEL és munkatársai (1999) a Heschl-gyrus, a planum temporale és a gyrus supratemporalis posterior területén (Br22) elhelyezett kérgi elektródokkal elvezetett kiváltott válaszok jellegzetességeit elemezték. Adataik arra utalnak, hogy a mássalhangzók feldolgozásában a féltekei munkamegosztás eltérő. A zöngés és zöngétlé hangok feldolgozása eltér a bal Heschl-gyrus és planum temporale területén, a jobb oldalon ugyanezek a területek nem mutatnak eltérést a feldolgozásban. Ezen kívül a bal oldal ezen területeinek aktivitási mintázata a beszédhangok összetevőinek szekvenciáit követi. Ez az eltérés akkor is megfigyelhető, ha a másalhangzók jellegzetességei alapján kialakított, beszédhangnak nem minősülő ingerek kerülnek feldolgozásra. A posterior terület (Br 22) a zöngésség feldolgozásában nem mutat eltérést. A szerzők úgy vélik, hogy a zöngés/zöngétlé eltérés feldolgozásában legfőbb szerepe a bal oldali Heschl-gyrusnak van és ez a feldolgozás lényegesen eltér azoktól az állatkísérletes adatoktól, amelyek a kontraszt feldolgozásának kifejezett szimmetriájára utalnak. A feldolgozási aszimmetria ezen adatok szerint kifejezetten humán specifikum.

Fejlődési adataink szerint a feldolgozási aszimmetria az iskolába kerülést követően még tovább specializálódik. Elképzelhető, hogy a 6 és 8 éves kor között korábban megfigyelt diszkriminációs teljesítményváltozások (ELLIOTT, HAMMER, SCHOLL, 1989), valamint az EN jellemző aszimmetriájának és centrális irányú eltolódásának kialakulása a bal oldali Heschl-gyrus és a planum temporale változó aktivitásának is köszönhető. Az első osztályban talált EN-eredményeink összhangban állnak azokkal a viselkedéses adatokkal, amelyek szerint az iskolába kerüléskor (ez néhány kivétellel általában a 6-7 éves kort jelenti) a gyerekek érzékenysége a felpattanó zárhangok eltérésére, illetve a magán- és mássalhangzók képzés helye szerinti eltérésére lényegesen alacsonyabb, mint a felnőtteké (OHDE, HALEY, McMAHON, 1996; SUSSMAN, 1993).

Adataink szerint az EN latenciája, azaz a kontraszt feldolgozási ideje az életkorral egyértelműen rövidül, hasonlóan SHAFFER, MORR, KREUZER és KURTZBERG (2000) adataihoz. Eredményeink szerint ez a latenciarövidülés nemcsak a tiszta

hanggal kiváltott EN-re érvényes, mint ahogy erre KORPILAHTI és LANG (1994) valamint KURTZBERG, VAUGHAN, KREUZER és FLIEGLER (1995) adatai utalnak, hanem a beszédhangok eltéréseivel kiváltott EN-re is. A négy- és kétéves követéses vizsgálat EN és fonéma-diszkriminációs teljesítményeinek finom elemzése egyértelműen azt igazolta, hogy:

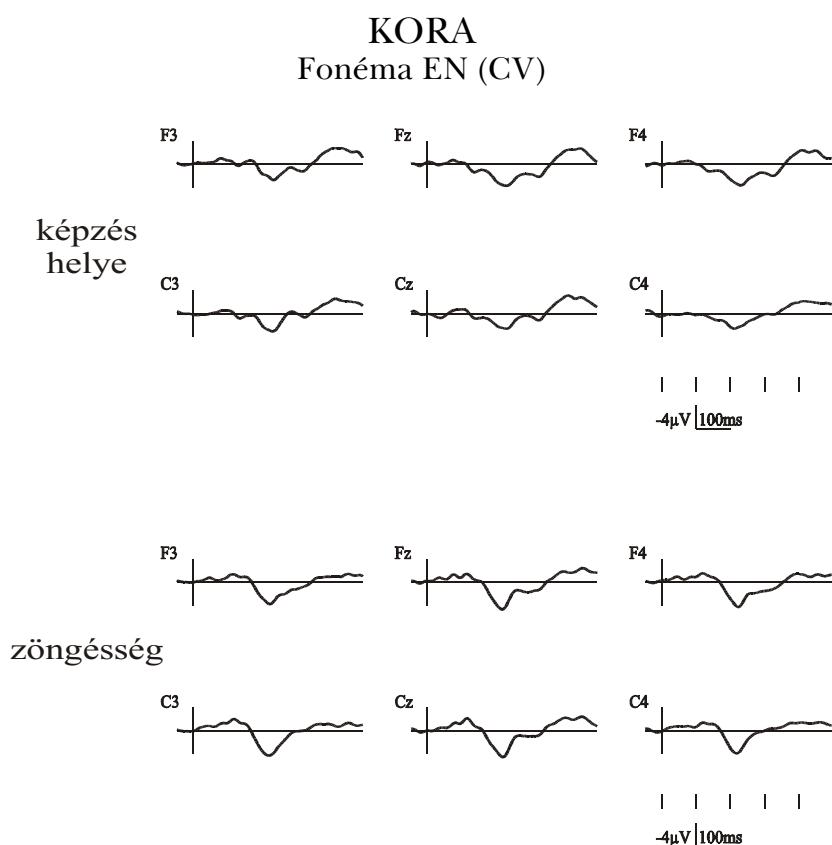
1. Az EN 6 éves korra abban az értelemben tekinthető érettnek, hogy tiszta hangok eltéréseivel és a magyar nyelv jellemző beszédhang-kontrasztaival egyaránt kiváltható.
2. Az EN stabil, de jellemzőiben nem azonos a felnőtt EN-nel.
3. Az EN latenciája 6 és 10 éves kor között folyamatosan rövidül.
4. Az EN amplitúdója többszöröse a felnőtt EN-nek, az amplitúdó csökkenése 10 éves korban még nem fejeződik be.
5. Az eltérő ingertípusok feldolgozása nem azonos, a tiszta hanggal kiváltott EN kevésbé változik, mint a beszédhang-kontraszttal kiváltott EN-komponens.
6. Az iskolába kerülés – és feltehetően az olvasás/írás elsajátításával összefüggő intenzív fonéma-diszkriminációs tréning – az EN paramétereinek ugrásszerű változásaiban nyilvánul meg.
7. Az első és második iskolaévben mérhető EN-változások beszédhang-specifikusak.
8. A beszédhangeltéréssel kiváltott EN a normál fejlődésű csoportban a fonéma-diszkriminációs teljesítménnyel korrelál.

Fejlődési adataink tehát mind azt igazolták, hogy az EN nem statikus, éppen ezért alkalmas a beszédhangok reprezentációjában bekövetkező finom változások követésére. Mindezek alapján joggal gondolhatjuk, hogy az EN segítségével valóban tesztelhetők a beszédpercepció fejlődésére vonatkozó elképzelések, azaz hogy a beszédhangok akusztikus jellemzőinek feldolgozása 6 éves korra valóban annyira felelt-e, hogy később lényegesen már nem változik. Mivel adataink nem ezt mutatták, azt feltételezhettük, hogy az iskolai tapasztalat, például az olvasás elsajátítása, a nyelvi reprezentáció minden szintjén hat, így a fonéma-reprezentációra is. Az ehhez elengedhetetlen, a nyelv hangkészletével végzett műveletek eredménye diszkriminációs tanulásnak tekinthető, ez pedig az EN változásával követhető. Amennyiben az EN valóban alkalmas módszer az anyanyelv hangkészletének reprezentációjában bekövetkező változások követésére, használható olyan eltérések feltárására, amelyek összefüggeneik például a koraszülöttsegből adódó biológiai hátránnal vagy egyes környezeti hátrányokkal. Ebből persze az is következik, hogy az EN alkalmazható olyan fejlődési zavarok vizsgálatára is, amelyeknél feltételezzük a hallási feldolgozás valamilyen általános deficitjét vagy specifikusan az egyéni fonéma-prototípusok eltérését az adott nyelvre jellemzőétől.

## EN ÉS „BIOLOGIAI” ZAVAR AZ ÉRÉSBEN

Az EN hátterében álló szenzoros emlékezeti folyamatok és a reprezentáció alakulását feltételezésünk szerint befolyásoló biológiai érési folyamatok hatásának vizsgálatára kiválasztott csoport koraszülöttek világra jött gyerekek (KORA) kisiskolás csoportja volt. A KORA-mintában szereplő 14 fő átlagéletkora  $9.5 \pm 0.2$  év, olvasási elmaradásuk 1–1.5 év volt. A csoportban négy ikerpár (kis súlyú patológiás koraszülöttek) és 6 fő egészséges (tünetmentes) kis súlyú koraszülött vett részt. A KORA-csoport EN-adatait mutatja be a 2. ábra.

Az ábra felső paneljén a képzés helye ([ba:] vs. [ga:]) szerinti eltérés feldolgozási jellemzőit szemléltető különbséggörbék láthatók. A válaszok legfeltűnőbb jellegzetessége, összehasonlítva a normál fejlödésű gyerekek adatait bemutató ábrával, a szegényes komponensstruktúra, az alacsony amplitúdó, valamint az EN teljes hiánya. A különbséggörbékben csupán egy 200 ms körül pozitivitás látható, amelyet



2. ábra. A KORA- (iskolás korú, koraszülötteként világra jött gyerekek) csoportban elvezetett válaszok a kétféle mássalhangzókontraszt szerint

valamennyi elvezetésben egy nagyon késői, 400 ms-nál hosszabb csúcslatenciájú negativitás követ. A 2. ábra alsó paneljén a zöngésség szerinti kontraszttal kiváltott válaszok láthatók, amelyeken az EN már jelen van, bár az életkorai csoportra általában jellemzőnél kisebb amplitúdóval. Az EN eloszlása szimmetrikus és csupán kis számú elvezetésben haladja meg lényegesen az alapvonalat, ennek ellenére a csoportátlagon mérhető, értékelhető. Az egyéni átlagokon mért EN jellemzőit számszerűen (0 = nincs EN, 1 = van EN, de kicsi, illetve korlátozott számú elvezetésen jelenik meg, 2 = értékelhető EN regisztrálható) bemutató táblázatból jól látható (1. táblázat), hogy a KORA-csoportban a 14 főből 8 esetében EN a képzés helye szerinti kontraszttal nem váltható ki. A csoportot alkotó további 6 főnél elvezethető EN kis amplitúdójú, valamint korlátozott számú elvezetésben regisztrálható, azaz eloszlása nem tekinthető a normál tartományba tartozónak. A ([ba:] vs. [pa:]) kontraszt a 14 főből 5 fő esetében nem váltott ki EN-t. Mint amint az a táblázatból is kitűnik, a tiszta hang eltéréssel kiváltott EN változása más, 1 fő kivételével valamennyi esetben regisztrálható volt.

A magánhangzóval kiváltott EN hasonló változásokat mutatott. Az /e/ és /i/ (meghatározó különbség az F1-ben) kontraszt úgyszólvan nem váltott ki EN-t, a frontális elvezetésekben pedig teljesen hiányzott az EN. Értékelhető EN csak a centrális elvezetésekben figyelhető meg, a válaszokra az alacsony amplitúdó és a szimmetria volt jellemző. Az /e/ és /ø:/ kontraszttal (meghatározó különbség az F1-ben és F2-ben) kiváltott válasz mérhető volt, és ezt az /e/-/i/ kontraszttal kiváltott EN-nél kifejezettebb aszimmetria jellemzte.

1. táblázat. A KORA-csoportban valamennyi eltéréstípussal kiváltott EN kódolt értékei

	Mássalhangzó		Magánhangzó		Tiszta hang	
	képzési hely	zöngésség	F1 eltérés	F1+F2 eltérés	kis eltérés	nagy eltérés
BZ	0	1	1	0	1	2
GT	0	1	2	1	1	2
KB	0	1	2	2	1	1
KG	1	1	1	2	1	2
MS	0	1	2	2	1	2
MM	0	1	1	2	2	2
NF	0	1	0	1	1	2
PB	0	0	2	2	2	2
RA	1	0	1	2	2	1
ST	1	1	1	1	0	1
SG	1	1	2	2	1	1
SBr	0	0	1	1	0	1
SBe	1	0	1	1	1	1
TF	0	1	1	1	1	1

A KORA-mintát nem és életkor szerint illesztett kontrollcsoporttal (életkor:  $9.7 \pm 0.2$  év) hasonlítottuk össze. Az EN gyakori, különösen a mássalhangzók eltéréséhez kötött hiánya miatt az egyedi görbüleken mért csúcsamplitúdó-értékeket hasonlítottuk össze. A többváltozós (csoport, elvezetés, paradigma, deviáns) variancianalízis eredményei szerint az amplitúdó-értékek csoport ( $F_{2,21} = 3,819$ ,  $p < 0,03$ ), elvezetés ( $F_{5,105} = 6,031$ ,  $p < 0,0001$ ) és paradigma ( $F_{2,21} = 3,789$ ,  $p < 0,03$ ) szerint is szignifikánsan eltértek. A csoport és paradigma ( $F_{2,21} = 4,401$ ,  $p < 0,04$ ) szignifikáns interakciót mutatott. A post hoc analízis szerint a KORA-csoport minden két mássalhangzókontraszt esetében lényegesen eltér a kontrollcsoporttól.

### EN ÉS A VISELKEDÉSES MUTATÓK

Az EN-vizsgálatokhoz kiválasztott KORA-csoport tagjai egy nagyobb mintából kerültek kiválasztásra. A vizsgált 14 fő 38, a SOTE 1. számú Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáján 1989-ben született olyan koraszülött közül került ki, akik 6 éves korukig követéses vizsgálatban (BEKE, KUCSERÁNÉ GRÁF, 1999) vettek részt. A követéses vizsgálatok „biológiai” adatain kívül a 14 fős mintán elvégzett pszichológiai tesztek (MAWI, Bender, Goodenough) eredményei (KUCSERÁNÉ, 1998) közül a nyelvi képességekre utaló részeredményeket emeltük ki és vetettük egybe az EN-eredményekkel. A KORA-mintára jellemző, eltérően a kontrollcsoporttól, az IQ performációs és verbális hányadosának jelentős eltérése. Az alacsony VQ és a fonéma-EN szignifikáns korrelációt mutatott ( $r = 0,47$ ,  $p < 0,05$ ). Az EN ezen kívül szignifikáns korrelációt mutatott ( $r = 0,74$ ,  $p < 0,001$ ) a gesztációs hét és a születési súly mutatókból képzett „biológiai érettség” mutatóval.

A KORA-csoport EN-eredményei tehát egyértelműen a beszédhangok eltéréssének feldolgozási deficitjére utalnak. A csoportban különösen nagy számban fordult elő a képzés helye szerinti eltéréssel kiváltható EN teljes hiánya, azaz a spektrotemporális jellemzők gyors változásának feldolgozási zavara. Kisebb számban ugyan, de ugyanígy gyakori volt a zöngés/zöngéltlen kontraszt feldolgozását jelző EN hiánya is. Megállapítható tehát, hogy:

1. A KORA-gyerekek mássalhangzó-diszkriminációs képessége és automatikus kontrasztfeldolgozása az azonos korú és a két évvel fiatalabb kontrollénál is gyengébb.
2. A megzavart kérgi érés következtében feltehetően a mássalhangzók stabil diszkriminációját megalapozó mechanizmusok és a megfelelő kérgi reprezentáció nem alakul ki.
3. Az EN hiánya fonéma-, azon belül mássalhangzó-specifikus.

Nem véletlen, hogy az EN a mássalhangzók eltérésének feldolgozási zavarát jelzi, ugyanis a megkülönböztető akusztikai/fonetikai jegyek feldolgozásának stabilizálódása egyébként is elhúzódik és ugyanakkor egyik legfinomabb mutatója a különböző (genetikai, pre- és perinatális, környezeti) okok miatt bekövetkező érésbeli elmaradásnak, fejlődésbeli késésnek, sérülésnek. Adataink egybehangzanak azokkal az adatokkal, amelyek szerint a koraszülöttek hátrányosan befolyásolja többek között

a hallókéreg fejlődését is, és minden az EKP-komponensek alakulásában is nyomon követhető (MORLET, DESREUX, LAPILLONE, 1999). A kontrasztfeldolgozás hiánya mellett megfigyelhető az exogén komponensek fejlődésének lemaradása is. Ez a fejlődésbeli lemaradás különösen nyilvánvaló a funkcionális aszimmetriák csaknem teljes hiányában.

Erre utalnak az általunk vizsgált KORA-csoport kialakulatlan agyféltekei dominanciájára utaló egyéb adatok is, a kéz- és oldaldominancia hiánya, kevert laterálitás, iránytévesztés. Feltételezhető tehát, hogy a megzavart érés és az egyes agyi területek fejlődésének nem kedvező extrauterin környezeti hatások a kérgi területek fejlődését hosszú távon is befolyásolják (WHITFIELD, GRUNAU, HOLSTI, 1997). A KORA-csoportban halmozottan előforduló tanulási zavar, a performációs és verbális IQ jelentős eltérése a nyelvi funkciók fejlődésének lemaradására utal. Az EN és a viselkedéses adatok normáltól való eltérése alapján jó okunk van feltételezni, hogy a nyelvi funkciók összehangolásáért felelős agykérgi területek fejlődése és az egyes területek kapcsolatainak alakulása lényegesen eltér a normáltól (HUTTON és munkatársai, 1997). Az EN-nel vizsgált mintánál nagyobb koraszülött-csoport egészére (KUCSERÁNÉ, GRÁF, 1998) jellemző volt a gyenge olvasási teljesítmény, amely az olvasási pontosság és sebesség mutatóiban egyaránt megnyilvánult. A helyesírási hibákat a hosszúságjelölés, a fonémikus és morfonémikus hibák túlsúlya jellemzette. Adataink tehát arra utalnak, hogy:

1. A megzavart biológiai érés a kérgi reprezentáció kialakulásának zavarát eredményezi.
2. A reprezentációs zavar a beszédkontrasztok feldolgozási deficitjéhez vezet, amely a magasabb szintű nyelvi funkciók kialakulását késlelteti, illetve megzavarja.
3. Az EN anomáliái főként a mássalhangzók finom eltéréseinek feldolgozási deficitjét jelzik. Ez a deficit az olvasás és írásképesség zavaráival, illetve egyes esetekben súlyos tanulási zavarral együtt fordult elő.

A tanulási zavar és az EN-deficit együttes előfordulása csaknem azonos a diszlexiás mintában megfigyeltekkel. A tanulási zavar és a fonémakontraszttal kiváltott EN hiánya KRAUS és munkatársai 1996-os adatai szerint is szoros együttjárást mutat. A koraszülöttknél az irodalmi adatok szerint az átlagnál gyakrabban fordul elő tanulási zavar, és ennek jelei az életkor előrehaladtával egyre erőteljesebbek (MARLOW, ROBERTS, COOKE, 1993).

Több adat utal arra, hogy a mássalhangzó-kontrasztok közül a képzés helye szerinti eltérés feldolgozása különösen sérülékeny. Erre utalnak KRAUS és munkatársainak EN-adatai is (1996) a tanulási nehézséggel küzdő gyerekeknél és saját, afáziásoknál kapott adataink is (CSÉPE és munkatársai, 2001). Ha mindezt egybevetjük azokkal a viselkedéses adatokkal, amelyek szerint a koraszülöttök, valamint a normál gesztációs időre, de igen alacsony súlytal született gyerekek olyan perceptuális zavarokat mutatnak, amelyeknek felmérése egyes esetekben csak finom módszerekkel lehetséges (SAIGAL, SZATMARI, ROSENBAUM, 1992), még inkább belátható, hogy a fonéma-EN mérésével a rizikócsportban a korai felismerés és intervenció válhat lehetővé.

## EN ÉS „KÖRNYEZETI” ZAVAR AZ ÉRÉSBEN

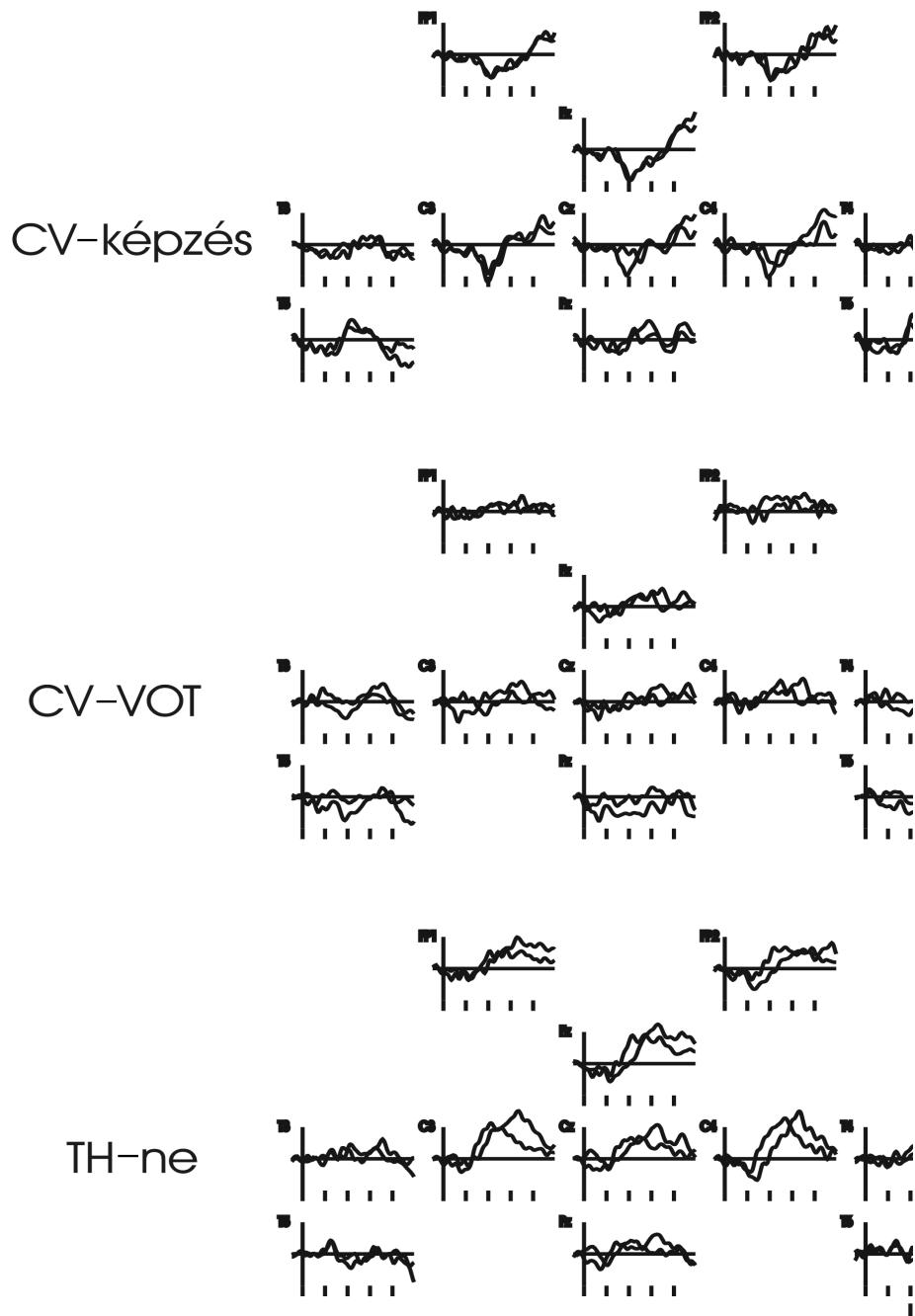
A nyelvi funkciók és a fonémareprezentáció összefüggésének vizsgálatánál nem felejtkezhetünk meg azokról a környezeti tényezőkről, amelyekről joggal feltételezhetjük, hogy a beszédhangok reprezentációját befolyásolják. A vizsgálati mintában 12 olyan 2. osztályos tanuló vett rész, akik pedagógiai megfontolásokból kialakított felzárkóztató osztályba jártak, az iskolába pedig hátrányos szociális helyzetük miatt kerültek (átlagéletkor  $9.2 \pm 0.5$  év).

Az eredményeket a 3. ábra mutatja be, amelyen a képzés, a zöngésség, valamint a tiszta hangok eltérésével kiváltott EN-válaszok láthatók. Mint az megfigyelhető, a tiszta hanggal kiváltott válaszok kivételével mindenütt hiányzik az EN.

A csoport az életkor illesztett kontrollal összehasonlítva az amplitúdó- és latenciaértékekben szignifikánsan eltért elvezetés ( $F_{5,105} = 2,684$ ,  $p < 0,005$ ), valamint paradiigma ( $F_{2,44} = 4,169$ ,  $p < 0,0002$ ) szerint. A beszédhangok diszkriminációját mérő teszt eredményei és az EN értékei szignifikáns korrelációt mutattak ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,001$ ).

Mint arra fentebb már utaltam, a bizonytalan reprezentáció kialakulását több faktor határozhatja meg, ezek közül az egyik sokat vitatott kérdés a környezet hatása. A nyelvi fejlődés esetében az úgynevezett kedvezőtlen környezeti hatás sokféle lehet. A kedvezőtlen környezet vonatkozhat a szülői kommunikáció szegényességére, a kommunikációs kompetencia kialakulásához szükséges feltételek hiányára, a nyelvi környezetnek az anyanyelv általános prototípusaitól való eltérésére, továbbá a beszédepsajátítás feedback mechanizmusait befolyásoló érzékszervi károsodásokra. Ezek ugyan biológiaiak, azonban feltételezhetjük, hogy nem következtek volna be gondoskodóbb környezetben. A vizsgált csoport viselkedéses és EKP-adatai alapján azonban megállapítható, hogy:

1. A főként környezeti hatásoknak tulajdonítható reprezentációs zavarok EN-korrelátumai hasonlóak a biológiai eredetűekhez.  
A nyelvi fejlődés szempontjából érzékeny életkorban elszenvedett környezeti hátrányok tanulási zavarokkal, fonémareprezentációs zavarok esetén a diszlexiától valójában megkülönböztethetetlen olvasási zavarokkal járnak együtt.
2. Bizonytalan fonémareprezentációra utalnak tehát a mintában halmozottan előforduló EN-anomáliák. Természetesen nem zárhatók ki a hátrányos helyzettel együtt járó biológiai hátrányok sem, különösen csecsemőkorban, illetve a nyelvfejlődés későbbi, érzékeny szakaszában. Okkal feltételezzük tehát, hogy az első életév (LOCKE, 1997, KUHL, 1993) meghatározó a stabil reprezentáció kialakulása szempontjából. Erre utalnak azok az EN-adatok (CHEOUR és munkatársai, 1998b) is, amelyek szerint az anyanyelv fonémakategóriáinak határai már 6 hónapos kor körül jól kiépültek. A reprezentáció kialakulását megzavaró frekvenciaspecifikus halláscsökkenés figyelmezető jelei a szakember számára hozzáférhetőek, jóllehet a zavar hatása hasonló a szenzoros deprivációhoz vagy a korai lézióhoz (MULLER és munkatársai, 1998).



3. ábra. A környezeti hátrány szerint választott gyengén olvasók EKP-válaszai

*Megjegyzés:* A képzés (CV-képzés) és zöngésség (CV-VOT) szerinti eltéréssel nem váltható ki EN, ez hiányzik a görbékben. Csupán a tiszta hangok nagy eltérésével (TH-ne) váltható ki az EN.

A vizsgált csoport valamennyi tagja csak 8 éves korra érte el az elfogadható iskolaérettséget, valamennyien súlyos olvasási zavarokkal küzdöttek. Az EN halmozott hiánya, az alacsony fonématiszkriminációs teljesítmény, alacsony verbális intelligencia és olvasási teljesítmény a nyelvi feldolgozó rendszer valamennyi szintjének zavarára utalt. A legsúlyosabb esetekben tehát feltételezhető, hogy biológiai és környezeti okok egyaránt szerepet játszottak a nyelvi funkciók súlyos elmaradásában.

Eredményeink viszonylag jól értelmezhetőek abban a fogalmi keretben, amelyet LOCKE (1992, 1997) fejt ki a nyelvi funkciók és a nyelvi feldolgozást végző agyi hálózat fejlődésének interakciójára vonatkozóan. Locke elméletét kísérletes adatokkal támasztja alá, és az ezekből levont következtetései szerint a nyelvi funkciók fejlődése négy szakaszra osztható. Ezekben a szakaszokban az egyes idegi struktúrák specializációjának foka eltérő. A nyelvi fejlődés első két szakaszának (0–1, illetve 1–3 év) fejlődési deficitje reprezentációs zavarokhoz vezet, a későbbiekben ezért a fonológiai lexikonhoz való hozzáférés bizonytalanná és esetlegessé válik. A fonológiai analízis zavara Locke szerint a biológiai sérüléshez hasonló hatású, azaz a nyelvi funkciókat a nem domináns félteké homológ mechanizmusai látják el, és emiatt a féltekék anatómiai és funkcionális aszimmetriája csökken. Az úgynevezett „neurolingvisztikai források” atípusos együttese funkcionális ugyan, de nem elegendő a differenciált nyelvi feldolgozáshoz. Locke szerint tehát a finom feldolgozás feltételeinek nem megfelelően működő kérgi struktúra nem alkalmas az átrendezésre, és ez tanulási zavarokhoz, az írott nyelvvel végzett műveletek problémáihoz vezet. Ez különösen kifejezett a fejlődési diszlexia esetében.

### DISZLEXIA: A ZAVAROK ZŰRZAVARA

A gyakorló szakemberek gyakran hangoztatott megállapítása, hogy minden súlyos olvasási zavar profilja más, azaz ahány diszlexiás, annyiféle. Ez nem véletlenül van így, hiszen a diszlexiásoknál az agyi funkcióeltérések sokféleségével, valamint több megismerési funkció zavarával is találkozunk. Ide tartozik többek között a több szerző által is általánosnak tekintett akusztikus deficit, a nyelvspecifikus deficit, a fonológiai majd nyelvi tudatosság hiánya, a vizuális deficit. Az idegtudományi kutatások is számos eltérést találtak; a sokak számára oly népszerű, bár a mai napig minden kétséget kizároan nem bizonyított, magnocelluláris deficitként ismert sejt szintű deformációkat, az agy egyes struktúráinak az átlagtól való jelentős eltéréseit, az agyi funkciók eltéréseit (hipoaktivitás, diszkonknekció). Mindezekre itt most külön nem térek ki, hiszen a *Magyar Pszichológiai Szemle* egy korábbi tematikus tömbjében ezekkel a kérdésekkel kimerítően foglakoztunk, ebből az érdeklődő olvasó részletesebben tájékozódhat (CSÉPE, 2002; GERVAIN, 2002; TÁRNOK, GULYÁS, 2002).

Itt most azokat az eredményeket szeretném bemutatni, amelyeket az elmúlt években az EN és a viselkedéses mutatók együttes alkalmazásával nyertünk. Az EN-vizsgálatok részben arra irányultak, hogy a fejlődési jellemzőket leírjuk, és olyan normatív adatokat gyűjtsünk, amelyek felhasználhatók abban a munkában, amelynek célja a diszlexiával és tágabban a nyelvi fejlődés zavaraival együtt járó akusztikai /fonetikai eltérések feltárása.

### AZ EN JELLEMZŐI DISZLEXIÁSOKNÁL

A diszlexiásokkal végzett vizsgálatok kiindulópontja az volt, hogy feltételeztük, a fejlődési diszlexia a beszédkontrasztek összemérésének zavarával jár együtt, ezen belül pedig a mássalhangzó- és magánhangzókontrasztek feldolgozási deficitje eltérést mutat. Eltéren a diszlexia irodalmában elhalásodott vitáktól, nem feltételeztük, hogy csak nyelvspecifikus a deficit, mint ahogy azt sem, hogy a diszlexiát általános hallási feldolgozási deficit jellemzné. Úgy gondoltuk tehát, hogy van elemi feldolgozási deficit, de az igazán lényeges a beszédhangkontrasztek diszkriminációjának zavara, ez pedig más, mint a megkésett fejlődés. Ez akkor nyerhet bizonyítást, ha adataink azt bizonyítják, hogy a „csak” fejletlen beszédhang-diszkrimináció EN-korrelátuma eltér a diszlexiára jellemzőétől.

Amennyiben a feltételezett specifikus és nem specifikus feldolgozási deficit valóban olyan reprezentációs zavarokhoz vezet, amelyek szoros együttjárást mutatnak a súlyos olvasási zavarokkal, mindegy, hogy a súlyos olvasási zavar oka mi, öröklött, hiszen semmilyen jel nem utal a születés körül vagy után szerzett biológiai okokra, vagy más típusú biológiai és/vagy környezeti hátrány. A lényeg ugyanis az, amennyiben igaz, hogy a beszédhangok automatikus feldolgozásában a reprezentáció zavarai állnak, hogy a feldolgozási zavarral hasonló EN-változásoknak kellene együtt járnia, függetlenül attól, hogy a reprezentáció zavarainak mi az oka. Amennyiben elfogadjuk, hogy a diszlexia esetében a deficit maradandó és a fejlesztés elsősorban a hatékony kompenzációs mechanizmusokra épít, azt is fel kell tételeznünk, hogy a megkésett fejlődés és a diszlexia esetében a hosszú távú változások mások. Az EN-nel mérhető reprezentációs deficitnek csak a megkésett fejlődésnél kellene lényegesen változnia az életkorral, diszlexiára specifikus EN eltéréseknek viszont felnőttkorban is jellegzeteseknek kellene maradniuk, akkor is, ha ezeknek a nyílt viselkedés szintjén ekkor már nincs jele.

### DISZLEXIA ÉS EN

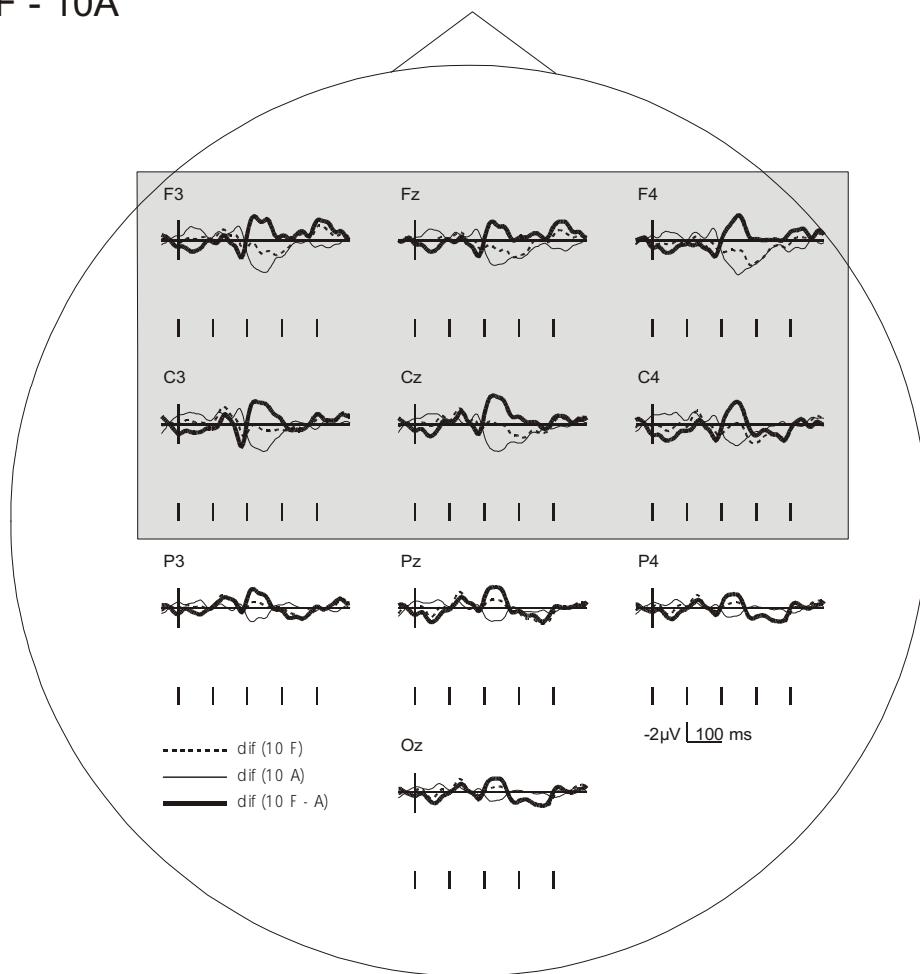
Az elmúlt években számos magyar nyelvű közleményben számoltunk be azokról a zavarokról, amelyeket a fejlődési diszlexiát mutató iskolásokkal végzett EN és viselkedéses vizsgálatok során tapasztaltunk (összefoglalóként lásd CSÉPE, SZŰCS, LUKÁCS, 2002). Éppen ezért itt most a legfőbb eredményeket foglalom össze. A tiszta hangok és beszédhangok kontrasztaival kiváltott EN-jellemzők azt a feltevéstünket támasztották alá, hogy a fejlődési diszlexia a beszédkontrasztek összemérésének zavarával jár együtt, ezen belül pedig a mássalhangzó- és magánhangzókontrasztek feldolgozási deficitje eltérést mutat. Igaz ugyan, hogy van elemi feldolgozási deficit, de igazán lényeges, az olvasástanulás szempontjából meghatározó következményekkel a beszédhangkontrasztek diszkriminációjának zavara jár. A beszédhangok eltérésének feldolgozási deficitje és feltehetően emiatt a fonológiai lexikon bizonytalan felépülése más zavarmintázattal jellemzhető, mint a megkésett fejlődés. A „csak” fejletlen beszédhang-diszkrimináció EN-korrelátuma ugyanis eltér a diszlexiára jellemzőétől. A beszédhangok és a szavak hangalakjának

absztrakt reprezentációjában fennálló működési zavarok a diszlexiások 75–80 százalékát jellemzik, feltehető tehát, hogy ezek szoros kapcsolatban állnak az olvasási zavarok megjelenésével. A reprezentációs zavarok kialakulásának okai azonban, mint korábban erre már többször is utaltam, sokfélék. Feltételezhetjük, hogy a szülők és a kutatók számára is legnagyobb rejtelőt jelentő gyerekek, azaz a jó vagy magas intelligenciájú, az iskolába kerülésig zavartalan fejlődést mutatók fonetikai és fonológiai reprezentációjában a lemaradás meghatározó elemei, esetleg meghatározó okai lehetnek azoknak az akusztikai jellemzőknek, amelyek lényegesek a finom diszkriminációhoz. Ilyenek lehetnek a rendkívül szűk idői ablakban (40–200 ms) bekövetkező változások a hangingerek mintázatában, frekvencia- és amplitúdó-modulációjában, spektrális összetevőiben. Ezek megfelelő feldolgozása nélkül ugyanis a beszédercepciót a globális feldolgozás uralja, a finom feldolgozás hiányát a mondatértés során magasabb szint segíti a kompenzációban.

A diszlexiások meglehetősen heterogén csoportjában azonban vannak olyanok is, akiknél a nyelvi feldolgozási deficit kevésbé kifejezett, ezekben az esetekben másutt kell keresnünk a zavar jellegzetességeit, például a vizuális feldolgozó rendszer deficites működésében (az olvasó ebben a kérdésben is bővebben tájékozódhat a *Magyar Pszichológiai Szemle* már fentebb említett tematikus számában megjelent diszlexia blokkból). Az általunk eddig vizsgált mintegy 150 fő diszlexiás EN-adatból azt mutatják, hogy a beszédhangok jellegzetes deficitjével korreláló EKP-mintázat a diszlexiára specifikus, és nem jellemző a megkésett fejlődés azon formáira, amelyekben az olvasási zavart nem kíséri gyenge fonéma-diszkrimináció, illetve a diszkrimináció csupán bizonytalan és/vagy éretlen, de nem kíséri súlyos olvasási zavar.

Újabb adataink azt is igazolták, hogy az EN-nel mérhető reprezentációs deficit enyhülhet az életkor növekedésével, különösen, ha adekvát fejlesztés történik, mégis egyes mássalhangzók automatikus feldolgozásának deficitje, így a diszlexiára jellemző EN-mintázat megmarad. A 4. ábra a deficites feldolgozás fennmaradásának egyik példáját mutatja be. Az ábrán 10 év alattiak és 10 év felettesek csoportjában elvezetett válaszok átlagai láthatók. Ha jobban szemügyre vesszük az ábrát, megfigyelhetjük, hogy a két korcsoport között nincs eltérés az EN tartományában, a két átlagból képzett különbséggörbén az eltérés az EN-t követő pozitivitás (P3a komponens) csökkenéséből adódik. Jelenlegi ismereteink szerint ez a frontális generátorok működésével összefüggésbe hozható komponens a kakukktojás-paradigmában a deviánsra irányuló átmeneti figyelmi feldolgozás jele. Megjelenése a diszlexiás mintában arra is utal, hogy az eltérés automatikus detekciója helyett esetleg az ingerek más jellemzőire irányuló, eltérő feldolgozás működik. A P3a komponens a normál mintán végzett vizsgálataink eredményei szerint nagyobb gyerekeknél, tehát 9–10 éves kortól már sokkal ritkábban követi az EN-t, mint kisebbeknél. Úgy tűnik tehát, hogy a vizsgálatainkban részt vevő gyerekeknél a figyelmi átkapcsolás normál fejlődést mutat. Az EN változatlan hiánya sajnos azt is jelzi, hogy az alkalmazott fejlesztés ezeknél a gyerekeknél nem a fonémareprezentációra hat. Ha erről lenne szó, hasonló eredményeket kellene kapnunk, mint abban a normál mintában, amelyben az EN fejlődéssel összefüggő ugrásszerű változását az olvasástanítás fejlesztő hatásával hoztuk összefüggésbe. A tanulmány

## 10F - 10A



4. ábra. A képzés helye szerinti eltéréssel kiváltott válaszok 10 éves kor alatt (10A) és felett (10F)

*Megjegyzés:* Az EN tartományában nincs értékelhető komponens, a különbséggörbén (vastag vonal) látható negativitás a késői pozitivitások különbsége.

befejező részében azokat az eredményeket igyekszem röviden bemutatni, amelyek azt igazolták, hogy a fonetikai és fonológiai feldolgozás és az olvasás kapcsolata nem egyirányú. Ez azt jelenti, hogy a nyelvi közlésben az új kódolási/dekódolási rendszer (olvasás és írás) elsajátíthatósága függ a szavak hangalakjának absztrakt reprezentációjára támaszkodó folyamatok fejlettségétől, a hatás azonban kétirányú, tehát az olvasás tanításánál alkalmazott megfelelő módszer visszahat a reprezentációra.

### AZ OLVASÁS SZEREPE

Hipotézisünk igazolására, miszerint a magyar nyelv sajátosságainak leginkább megfelelő hagyományos, a szótárolásra, a betű-hang szabály elsajátítására kezdet-től erősen építő olvasástanítási módszerek jobban támogatják a reprezentáció fel-tisztulását kétéves követéses vizsgálatot végeztünk. Az összehasonlított osztályok egyikében szélsőségesen globális a köznyelvben szóképesnek nevezett módszert alkalmaztak, a másikban pedig a legjobb olvasástanítási hagyományokra támasz-kodó szótároló, úgynévezett hangoztató-elemző módszerrel tanítottuk a gyerekeket. Az eredmények (bővebben lásd CSÉPE, SZÜCS, LUKÁCS, 2001) igazolták azt a hipotézisünket, hogy az olvasástanítás részeként a szavak hangalakjával történő foglakozás, továbbá a beszédhangok diszkriminációját és a szavak szegmentációját erősítő módszerek azonnali és intenzív alkalmazása a szótag szinten fejlett fonoló-giai tudatosság teljes kialakulását és a fonéma szintű műveletek elsajátítását segíti. Ez pedig követhető az EN változásával, azaz a latencia csökkenésével, a jellegzetes feldolgozási aszimmetria megjelenésével. A vizsgálatok eredményei közül a leginkább tanulságosnak azt tartjuk, hogy a hangoztató-elemző módszer részét alkotó fejlesztés igazi nyertesei azok, akiknek diszkriminációs teljesítménye gyenge, fonológiai tudatossága fejletlen. Meggyőződésünk, hogy a kezdő olvasáshoz a legjobb alapozás nem a szóképes kezdés, mégpedig két ok miatt is. Az egyik, hogy a fonológiai tudatosság fejlettségét kihasználatlanul hagyja, a másik pedig, hogy elfedi a fonológiai feldolgozás zavarait. Ez különösen nagy problémát jelenthet azoknál a gyerekeknél, akik ezt a deficitet hosszú ideig képesek más kognitív funk-cióik fejlettségének köszönhetően kompenzálni. Nem véletlen tehát, hogy a rendszer összeomlása viszonylag későn, általában 4. osztályban következik be, feltehetően akkor, amikor az emlékezeti kapacitás nem elegendő a szóképlexikon további bővüléséhez. Óvakodnánk attól, hogy minősítsem a hazánkban alkalmazott olvasástanítási módszereket, mégis úgy érzem, meg kell végre fogalmaznunk, hogy a szóképes módszerek nincs összhangban a magyar nyelv sajátosságaival. Érdemes lenne figyelembe vennünk, hogy angol nyelvterületen, ahonnan egyébként a módszert átvettük, ismét sikkerrel alkalmazzák a hangoztató-elemző módszert. A „phonics first and fast” (szótárolás, elemzés kezdésnek és gyorsan) szemléletét egyre többen alkalmazzák, mégpedig sikkerrel (USHA GOSWAMI, személyes közlés, 2002).

### KITEKINTÉS

A beszédhangok és a szavak hangalakjának reprezentációjában bekövetkező változások követésére alkalmas eljárások egyike az eseményhez kötött agyi potenciálok mérése. Az eltérő hallási ingerekkel kiváltott EKP-k jellegzetes negatív komponen-se a beszédhangok esetében kifejezetten alkalmas a szenzoros emlékezet és a hosz-szú távú reprezentáció együttműködésének vizsgálatára. Mint láthattuk, az EN-nel követhető a feldolgozási deficit, valamint a fejlődéssel és a tréninggel együtt járó reprezentációs változás. Természetesen az EN-nel követhető változások és eltérések csak a viselkedéses mutatókkal együtt adnak támpontot a korrekt értelmezéshez.

Jelenleg folyó vizsgálatainkban már olyan szupraszegmentális jellemzőket is igyekszünk követni, amelyek meghatározóak a nyelvi értésben, és amelyek deficitje a diszlexiában egyre inkább ismertté válik. Továbbra is izgalmas és gyakorlati szempontból sem elhanyagolható kérdés annak kutatása, hogy miként avatkozhatnánk be a nyelvi zavarokat sok szempontból meghatározó elégtelen reprezentációba, mégpedig megfelelő fejlesztő módszerekkel. Jelenleg azt kívánjuk az EN segítségével megragadni, hogy a fonológiai tréning vezethet-e a beszédhang-reprezentáció és a diszkrimináció változásához. Amennyiben ugyanis a diszkriminációs tréning a fonológiai reprezentációt befolyásolja, ez EN-nel mérhető. Eddigi vizsgálataink alapján azonban úgy tűnik, hogy ez a változás szükséges, de nem elégsges feltétele a transfernek és annak, hogy a változás a nyílt viselkedés szintjén is megjelenjen. Valószínű, és legújabb vizsgálataink eredményei is azt jelzik, hogy az egyes tréningtípusok eltérő agyi területeken vezetnek aktivációs változáshoz. A fejlődés-idegtudományi adatok szerint legalább 18 agyterület ép működése szükséges ahhoz, hogy jól megtanuljunk olvasni. Ezen belül kiemelt szerepe van a bal félteke négy nagy területének (frontális operkulum, premotoros terület, parieto-temporális terület, a temporális lebény). Nagyon valószínű tehát, hogy azoktól a fejlesztő módszerektől várhatunk általános hatást, amelyek ezekre a területekre hatnak, és akkor, ha ezeknek a területeknek a kapcsolata ép. A diszlexiával kapcsolatban oly gyakran felmerülő diszkonnekciós elképzelés (SHAYWITZ és munkatársai, 1999) szerint viszont pont ezek a kapcsolatok azok, amelyek nem vagy rosszszul működnek. Amennyiben ez általánosan igaz, a fejlesztő módszerektől akkor várhatunk jó eredményt, ha a deficites funkciók helyébe hatékony kompenzáció lép.

## IRODALOM

- ALHO, K. (1995) Cerebral generators of mismatch negativity (MMN) and its magnetic counterparts (MMNm) elicited by sound changes. *Ear and Hearing*, 16, 38–51.
- ALHO, K., CHEOUR, M. (1997) Auditory discrimination in infants as revealed by the mismatch negativity of the event-related brain potential. *Developmental Neuropsychology*, 13, 157–165.
- ALHO, K., SAINIO, K., SAJANIEMI, N., REINIKAINEN, K., NÄÄTÄNEN, R. (1990) Event-related brain potentials of human newborns to pitch change of an acoustic stimulus. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 77, 151–155.
- BEKE A., KUCSERÁNÉ GRÁF, R. (1999) Tanulási és magatartászavarok koraszülötteknek. *Gyermekekgyógyászat*, 50, 553–565.
- CHEOUR, M., ALHO, K., CEPONIENE, R., REINIKAINEN, K., SAINIO, K., POHJAVUORI, M., AALTONEN, O., Nääätänen, R. (1998a) Maturation of mismatch negativity in infants. *International Journal of Psychophysiology*, 29, 2, 217–226.
- CHEOUR, M., CEPONIENE, R., LEHTOKOSKI, A., LUUK, ALLI, J., ALHO, K., NÄÄTÄNEN, R. (1998b) Development of language-specific phoneme-representation in the infant brain. *Nature Neuroscience*, 1, 351–353.

- CHEOUR-LUHTANEN, M., ALHO, K., KUJALA, T., SAINIO, K., REINIKAINEN, K., RENLUND, M., AALTONEN, O., EEROLA, O., NÄÄTÄNEN, R. (1995) Mismatch negativity indicates vowel discrimination in newborns. *Hearing Research*, 82, 53–58.
- CsÉPE, V. (1995) On the origin and development of the mismatch negativity. *Ear and Hearing*, 16, 90–104.
- CsÉPE V. (2002) A diszlexiakutatás dilemmái. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 3, 465–484.
- CsÉPE, V., DIECKMAN, B., HOKE, M., ROSS, B. (1992) Mismatch negativity to pitch changes of acoustic stimuli in pre-school and school-age children. Proceedings of the 10<sup>th</sup> EPIC, Eger, Hungary, 32
- CsÉPE V., GYURKÓCZA E. E., SZŰCS D., LUKÁCS Á. (2002) A beszédhangok reprezentációjának fejlődése és fejlesztése, avagy mire jó az eltérési negativitás (EN). *Pszichológia*, 1, 3–21.
- CsÉPE, V., KARMOS, G., 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, 571–578.
- CsÉPE V., KARMOS Gy., MOLNÁR M. (1988) A korai, automatikus információfeldolgozás kiváltott potenciál korrelátuma – Állatkísérletes modell. *Pszichológia*, 8, 193–206.
- CsÉPE V., SZŰCS D., LUKÁCS Á. (2001) Mindegy, hogy hogyan tanulunk olvasni? Eltérő tréning, eltérő összemérés, változó eltérési negativitás (EN). In Pléh Cs., László J., Oláh A. (szerk.) *Tanulás, kezdeményezés, alkotás*. 198–213. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- CsÉPE V., SZŰCS D., LUKÁCS Á. (2002) Beszédezszlelés és a nyelvi rendszer. In Czigler I., Halász L., Marton L. M. (szerk.) *Az általánostól a különösig*. 109–131. Gondolat Kiadói Kör–MTA Pszichológiai Kutatóintézet, Budapest
- CsÉPE V., SZŰCS D., OSMANNÉ SÁGI J. (2000) A fejlődési diszlexiára (FDL) jellemző beszédhang-feldolgozási zavarok Eltérési Negativitás (EN) korrelátumai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 4, 475–500. és In Racsmány M., Pléh Cs. (szerk.) *Az elme sérülései – Kognitív neuropszichológiai tanulmányok*. Pszichológiai Szemle Könyvtár 4, 105–130. Akadémiai Kiadó, Budapest
- CsÉPE, V., OSMAN-SÁGI, J., MOLNÁR, M., GÓSY, M. (2001) Impaired speech perception in aphasic patients: event-related potential and neuropsychological assessment. *Neuropsychologia*, 39, 1194–1208.
- ELLIOTT, L. L., HAMMER, M. A., SCHOLL, M. E. (1989) Fine-grained auditory discrimination in normal children and children with language-learning problems. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 112–119.
- GERVAIN J. (2002) Az olvasás öröme? *Magyar Pszichológiai Szemle*, 3, 435–464.
- HUTTON, J. L., PHAROAH, P. O., COOKE R. W., STEVENSON, R. C. (1997) Differential effects of preterm birth and small gestational age on cognitive and motor development. *Archives of Disabilities: Child, Fetal and Neonatal*, 76, 75–81.
- KORPILAHTI, P., LANG, H. A. (1994) Auditory ERP components and mismatch negativity in dysphasic children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 91, 4, 256–264.
- KRAUS, N., KOCH, D. B., MCGEE, T. J., NICOL, T. G., CUNNINGHAM, J. (1999) Speech-sound discrimination in school-age children: psychophysiological and neurophysiologic measures. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 5, 1042–1060.
- KRAUS, N., MCGEE, T. J., CARRELL, T. D., ZECKER, S. G., NICOL, T. G., KOCH, D. B. (1996) Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science*, 273, 971–973.

- KRAUS, N., MCGEE, T. J., CARRELL, T., SHARMA, A. (1995) Neurophysiologic bases of speech discrimination. *Ear and Hearing*, 16, 1, 19–37.
- KRAUS, N., MCGEE, T., SHARMA, A., CARRELL, T., NICOL, T. (1992) Mismatch negativity event-related potentials elicited by speech stimuli. *Ear and Hearing*, 13, 158–164.
- KUCSERÁNÉ GRÁF R. (1998) Tanulási zavar tünetegyüttesének elemzése nyolcéves koraszü-lötteknel pedagógiai, pszichológiai és neuropszichológiai vizsgálatok tükrében. Szak-dolgozat
- KUHL, P. K. (1993) Developmental speech perception: Implications for models of language impairment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682, 87–103.
- KURTZBERG, D., VAUGHAN, H. G., KREUZER, J. A., FLIEGLER, K. Z. (1995) Developmental studies and clinical application of mismatch negativity. *Ear and Hearing*, 16, 117–129.
- LIEGEOIS-CHAUVEL, D., DEGRAAF, J. B., LAGUITTON, V., CHAUVEL, P. (1999) Specialization of left auditory cortex for speech perception in man depends on temporal coding. *Cerebral Cortex*, 9, 484–496.
- LOCKE, J. L. (1992) Thirty years of research on developmental neurolinguistics. *Pediatric Neurology*, 8, 245–250.
- LOCKE, J. L. (1997) A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, 58, 265–326.
- MARLOW, N., ROBERTS, L., COOKE, R. (1993) Outcome at 8 years for children with birth weights of 1250 g or less. *Archives of Disabilities in Childhood*, 68, 286–290.
- MORLET, T., DESREUX, V., LAPILLONE, A. (1999) Precocious maturation of auditory evoked potentials in prematures: influence of gestational age and sex. *Archives of Pediatrics*, 6, 75–78.
- MULLER, R. A., ROTHERMEL, R. D., BEHEN, M. E., MUZIK, O., MANGNER, T. J., CHAKRABORTHY, P. K., CHUGANI, H. T. (1998) Brain organization of language after early unilateral lesion: a PET study. *Brain and Language*, 62, 422–451.
- NÄÄTÄNEN, R., GAILLARD, A. W., MÄNTYSALO, S. (1978) Early selective attention effect on evoke potentials reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313–329.
- NÄÄTÄNEN, R., TERVANIEMI, M., SUSSMAN, E., PAAVIALAINEN, P., WINKLER, I. (2001) 'Primitive intelligence' in the auditory cortex. *Trends in Neurosciences*, 24, 5, 283–288.
- OHDE, R. N., HALEY, K. L., MCMAHON, C. W. (1996) A developmental study of vowel perception from brief synthetic consonant-vowel syllables. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100, 3813–3824.
- SAIGAL, S., SZATMARI, P., ROSENBAUM, P. (1992) Can learning disabilities in children who were extremely low birth weight be identified at school entry? *Journal of Behavioral Pediatrics*, 13, 356–362.
- SHAFER, V. L., MORR, M. L., KREUZER, J. A., KURTZBERG, D. (2000) Maturation of mismatch negativity in school-age children. *Ear and Hearing*, 21, 242–251.
- SHAYWITZ, S. E., FLETCHER, J. M., HOLAHAN, J. M., SHNEIDER, A. E., MARCHIONE, K. E., STUEBING, K. K., FRANCIS, D. J., PUGH, K. R., SHAYWITZ, B. A. (1999) Persistence of dyslexia: the Connecticut Longitudinal Study at adolescence. *Pediatrics*, 104, 1351–1359.
- SUSSMAN, J. E. (1993) Focused attention during selective adaptation along a place of articulation continuum. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1, 388–498.
- TÁRNOK Zs., GULYÁS B. (2002) A diszlexia jelensége és lehetséges magyarázatai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 3, 485–497.

- WHITFIELD, M. F., GRUNAU, R. V., HOLSTI, L. (1997) Extremely premature (<or = 800 g) schoolchildren: multiple areas of hidden disability. *Archives of Disabilities: Child, Fetal and Neonatal*, 77, 85–90.
- WINKLER, I. (2002) Változásdetekció összetett akusztikus környezetben: Túl a kakukktójás-paradigmán. In Czigler I., Halász L., Marton L. M. (szerk.) *Az általánostól a különösig*. 82–108. Gondolat Kiadói Kör–MTA Pszichológiai Kutatóintézet, Budapest

MISMATCH NEGATIVITY, THE PROMISING NEGATIVITY  
EVENT-RELATED POTENTIALS IN STUDYING SPEECH PERCEPTION  
AND DYSLEXIA

CSÉPE, VALÉRIA

*Studies shown and discussed in this paper are based on the material of the “Grastyán lecture” held on the 24<sup>th</sup> Conference of the Hungarian Psychological Association (Szeged, June 2002). It is a particular pleasure to me that the written version of the plenary lecture dedicated to Endre Grastyán is published now. Grastyán’s lectures, which I attended during my studies on psychology and biology, had a big impact on my future research interest. I count myself as one of Grastyán’s apprentices, although not himself but his coworker was my mentor. Grastyán’s skepticism on the physiological meaning of mismatch negativity gave a big impetus to my research work on searching for evidences to prove that the phenomenon associated with this negativity is genuine.*

*This paper describes successes, failures, renewals and standstills of a research field that uses event-related brain potentials (ERP) in developmental studies. The method of ERPs is becoming more and more interesting for psychologists especially because its endogenous or cognitive components are associated with different cognitive processes. One of the advantages of using ERPs in basic and applied psychology research is that it allows to follow different stages of cognitive process with millisecond accuracy. Due to a two decades long specialization we know more about how particular ERP components are related to different cognitive processes. However, the ERP data do not give information about how and where something happens in the brain. Instead, ERP data give us correlative information about access and representation we rely on when cognitive tasks are performed even when we cannot judge on assumed differences from overt behavior of the subject we study. In my own research work focusing on the nature characteristic features and limits of the ERPs, one distinct period of the work is related to the investigation of MMN. The experimental data selected for this paper is a review on studies in developmental psychophysiology. With the help of the MMN evidences for specific auditory processing disturbances contributing to developmental dyslexia were found and the results are discussed in detail. Moreover, results of these studies indicate that the MMN elicited by various stimulus contrasts gives a fine-grained picture of the intact, impaired and underdeveloped comparison of speech (acoustic/phonetic) and non-speech (acoustic) stimuli.*

Key words: *developmental psychophysiology, speech perception, dyslexia, mismatch negativity*