

言語音の知覚における REA と 大脳半球優位性について

吉野 公喜

問題

言語音の知覚における右耳優位 (right ear advantage: REA) は、一般に言語中枢の局在と言語中枢への交差神経線維の非交差神経線維に対する優位性として説明される (Kimura, 1961,¹²⁾ Milner, et al, 1968²¹⁾)。知覚現象として、対をなす言語刺激を両耳に同時に呈示するとき、右耳での応答が左耳に比較して、良好な値を示す傾向が認められる (Broadbent ら, 1954³⁾)。この両耳競合状況における右耳優位は、Right ear effect, Laterality effect と呼ばれ、従来知覚の非対称性、あるいは大脳半球優位性と関係づけて数多く報告されてきている (Kimura, 1961¹²⁾, 1967¹⁵⁾; Milner, 1962;²⁰⁾ Schankweiler, et al, 1967³⁰⁾; Geschwind, 1968¹⁰⁾; Morais, et al, 1974²³⁾)。

言語音の知覚にみる聴覚機能の相対的優位性は、また聴覚系の生理学的、構造的特性との関連で検討されてきている。言語音及び非言語音の処理に関する大脳半球の構造上の全体的対称性と部分差別的非対称性は、成人脳のみならず、新生児、乳児の脳においても、その存在が例証されている (Witelson, et al, 1973³⁷⁾)。そして、この大脳の左右両半球の側頭平面に代表される構造的特性は、乳児の言語音の範疇的知覚における左右両耳の機能的差異に関する知見を生理学的に裏づけている (Entus, 1977⁶⁾)。

言語音の知覚における REA は、さらに脳梁伝搬機構及び聴覚上行経路における反対側の同側入力への occlusion 作用とで検討されており (Broadbent, 1954³⁾)、そしてこの occlusion は、ヒトの注意機構 (attention bias) と密接に関係することが報告されている (Myers, 1970²⁴⁾; Kinsbourne, 1972¹⁶⁾)。

このように、言語音の知覚における REA の発現機序については、生理学的、実験心理学的及び臨床的にかなりの側面が明らかにされてきている。

すでに明らかなように、聴覚経路を上行した言語的情報は、左右両半球の上側頭回を中心とした聴覚中枢でパターンとして知覚され、さらには言語中枢に送られて、言語記号として認知、理解される。言語音の知覚における REA の発現には、すくなくとも次のような前提が考えられる (以下の前提的仮説は、基本的には松崎 (1969)¹⁹⁾ の語音認知過程に関する前提仮説に依拠し、それに若干の修正を加えたものである)。

前提 1. 聴覚中枢の上位中枢としての語音＝言語中枢の存在。言語的情報は、聴覚中枢を経て語音＝言語中枢に到達する。言語音としての認知、理解は、この言語中枢において行われる。

前提 2. 言語中枢における一側優位性。言語優位半球 (the dominant hemisphere for speech and language) は、多くのヒトにあって、左半球に局在する。

前提 3. 左右両半球における聴覚中枢部位の解剖学的非対称性。左半球の上側頭平面の面積は、右半球のそれよりも相対的に大である。

前提 4. 交連線維による脳梁伝搬機構の存在。左右両半球の聴覚中枢は、脳梁線維で連絡されており、そこにおいて言語的情報の伝搬がおこなわれる。

前提 5. 聴覚中枢に上行する交差神経線維に対する、情報伝達上の機能的優位の存在。左右両耳への言語的情報は、交差神経線維によって、反対側の聴覚中枢に効果的に上行される。同時両耳聴においては、交差神経経路の非交差神経経路に対

する occlusion 作用がひきおこされる。

上記前提の1から5に基づいて、言語音の知覚機構を模式化すると、図1の如くなる。

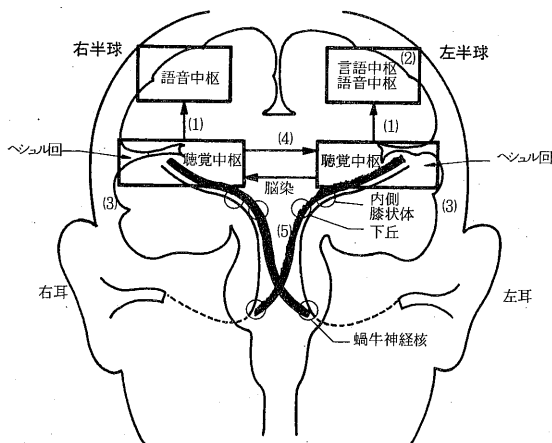


Fig. 1 言語音の知覚過程の模式図

- (1) 聴覚中枢の上位中枢としての言語中枢の存在
- (2) 言語中枢の一側優位性
- (3) 聴覚中枢部位の構造的非対称性
- (4) 交連線維による脳梁伝搬機構の存在
- (5) 交差神経線維の非交差神経線維に対する機能的優位性の存在

以下、これら前提的仮説に基づき、REAの発現機序について説明を加え、本実験の目的に迫りたい。

REAと左右両半球の解剖学的差異—全体的対称性と差異的非対称性—

大脳両半球のうち、一方が特定の機能のためにロックされコントロールされていることを大脳半球優位性 (cerebral dominance) という。ヒトの大脳半球は、構造的には全体としてきわめて対称的である。しかし、ある特定部位においては特徴的な非対称性を示し、それは両半球の上側頭平面 (the plunum temporale) において顕著である。Geschwind, et al (1968)¹⁰⁾ は、成人脳の前部から肉眼的に両半球の上側頭平面の面積を比較し、左半球のそれが右半球に比して相対的に大であることを見いだした。さらに近年、Witelson et al (1973)³⁷⁾ は、新生児及び乳児の解剖例から左半球

の上側頭平面は、長さにおいても、面積においても右半球のそれよりも有意に大きいことをみいだしている (直径; $P < 0.005$, 面積; $P < 0.005$)。

このように新生児、乳児は生来的にかあるいは生後まもなくか、言語機能にとって意味があると思われる領域で、左半球が右半球に比較して構造的に決定的に優位な位置を占めるというものである。この新生児、乳児にみられる構造的な非対称性は、幼児は言語音を処理するに予め準備された生物学的能性 (the programmed biological capacity) をもって生まれてくることを示している。乳児は、すでに右耳—左半球側頭葉 (聴覚中枢) = 言語中枢という経路で言語音を処理する機能を発達させているものであろうか。

REAと脳梁伝搬機構

ヒトの大脳両半球は、脳梁その他によって相互に結合されている。左右両半球への入力情報は、それぞれある時間的遅延を要して半球間移行がなされる。情報の半球間移行時間は、一般にITT (Inter-hemispheric Transmission Time) と呼ばれ、多くの場合7~11 msecであることが知られている (Blinkov et al 1966).¹⁾

右側頭葉

左側頭葉

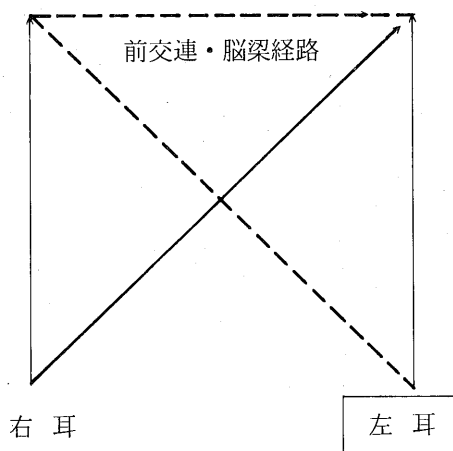


Fig. 2 聴覚経路の図式的表示

点線は、左耳から言語優位半球である左側頭葉への間接的な経路を示している。これは、おそらくはより重要なものであろう。

(Geschwind, N. 1968)

Geschwind (1965)⁹⁾は、新皮質交連を完全に切除した成人に両耳聴課題を実施し、脳梁経路は両耳聴課題で左耳に呈示された言語材料の報告のために、最も重要な経路となっていることを見いだしている。Geschwind (1968)¹⁰⁾は、さらに右側頭葉から左側頭葉への脳梁経路は、同時両耳聴においては、左耳からの聴覚的同側経路よりもより重要であるかも知れないとまで主張する(図2)。正常脳においては、この脳梁経路によって左耳から右側頭葉を経て言語優位半球である左半球に遅れて到達する言語的情報は、右耳から左半球へと、入力する言語的情報の伝搬と処理をより容易に行っていることが考えられる。

REA と交差神経経路

ヒト以外の多くの動物では、内耳から皮質への聴覚上行路は同側よりも反対側において、その connection の強いことが知られている (Rosemweig, 1951²⁹⁾; Tuntri, 1946³⁵⁾)。ヒトにあっては、左右いずれか一方の側頭葉を切除した際に、その切除部位 (unilateral temporal-lobe excision) と反対側耳において言語音及び非言語音の聴取に著しい影響を受ける (Milner, et al, 1968²¹⁾, Kimura, 1961¹²⁾)。Wada et al (1960)³⁶⁾は、アミタール・ソーダ法 (sodium amytal injection into the carotid artery) を用いて、言語優位半球は、その同側である左耳よりも右耳とより緊密に結合していることを見い出している。

言語音あるいは非言語音が、ある条件下で同時に競合して呈示されるとき、その聴覚的情報は、それぞれ交差神経路を主要経路として聴覚中枢に運びこまれる。このことは、聴覚的情報の上行における交差神経線維の非交叉神経線維に対する優位性として説明される。右手利きの多くの児童、成人においては、右耳がその反対側にある言語優位半球と結びついており、健聴成人にあっては、課題が困難な両耳競合状況で右耳優位が見い出されることになる。

REA と両耳聴法

両耳に同時的に言語音あるいは非言語音を呈示し、その刺激音を分離させたり(両耳分離能)、

逆に融合させたり(両耳融合能)することは、一般に両耳聴法と呼ばれる。聴覚中枢機能の1つである両耳分離能については、Broadbent (1954)³⁾が、「Broadbent Filter」なる知覚機能を唱えて以来、数多くの研究が報告されている (Milner, 1962²⁰⁾; Milner, 1968²¹⁾; Kimura, 1961¹²⁾, Kimura, 1964¹⁴⁾; Bryden, 1963⁴⁾)。Broadbent technique は、両耳に継続的に刺激音を呈示し、大脳の側頭葉の損傷と言語音の左右耳での聴取との関係を見出すものであった。Broadbent は、音刺激が同時に与えられると、2つの音は脳内で同時に知覚されるのではなく連続的に知覚されることを主張する。

Milner (1968)²¹⁾, Kimura (1961)¹²⁾は、この Broadbent technique を応用して、大脳両半球(左右両側頭葉)の損傷と言語音及び非言語音の聴取実験の結果とを考察し、言語音(単語、数字)は右耳-左半球優位、そして非言語音(楽音-メロディー)は左耳-右半球優位という図式化を提唱した。すなわち、Milner は、The Seashore Test of Musical Abilities を用いて、右側頭葉損傷例にメロディパターンの識別障害が見い出されること、そして左側頭葉損傷例にはそれが認められないことを見い出した。Kimura は、両耳に異なった刺激を同時に呈示することを“dichotic listening”となづけ、各種言語音、非言語音を聴取させ、次のことを見い出している。

- (1) 数字にあって、右側頭葉損傷群が左側頭葉損傷群と比較し、その達成度においてすぐれている。dichotic digits test における右耳優位(right ear superiority)は、左半球優位(left cerebral dominance)を反映する(1961)¹²⁾
- (2) 数字に対する右耳優位を指標とした言語半球優位性の発達の出現は、正常発達をとげている幼児にあっては4歳ですでに明らかである(1963)¹³⁾
- (3) メロディパターンの場合は、数字とは異なって、左耳優位($P < 0.01$)という成績が示される(1964)¹⁴⁾
- (4) 連想価の低い無意味音節では、数字と同様、右耳優位が認められる(1964)¹⁴⁾
Schankweiler et al (1967)³⁰⁾は、母音と子音の

競合聴取実験において、母音 (vowels) は子音-母音 (CV syllables) ほどに右耳優位効果を示さないことを報告している。我が国では、角田(1972)³³⁾ Thunoda(1975)³⁴⁾が、Delayed auditory feedback 効果を応用し、電鍵打叩反応を指標として言語音及び非言語音の脳内処理機構を報告している。彼は、純音、ホワイトノイズ、バンドノイズ、ブザー音、FM音、AM音、楽器音などの機械音は、左耳(右脳)優位の者が、そして定常的な母音は、逆に右耳(左脳)優位の者が多く認められるという。太田(1966)²⁶⁾はまた、後迷路性難聴の細別診断のために、両耳分離能検査 (binaural differentiation test) の臨床的応用を試み、正常

成人では左右耳に著しい差は見出しされないが、脳損傷例や、高位中枢部位障害例においては、障害部位と反対側耳に著しい達成度の低下の認められることを報告している。

近年、Entus(1977)⁶⁾は、Siqueland et al (1969)³¹⁾や Eimas, et al (1971)⁵⁾の sucking - habituation approach (habituation - dishabituation paradigm) を、dichotic listening と結びつけて、言語音及び非言語音(楽音)の聴取実験を行い、乳児における言語音に対する右耳優位-左半球優位性を見出ししている。一方、Matsumiya, et al (1972)¹⁸⁾ Molfese, et al (1975)²²⁾は、神経学的に正常な発達をとげている新生児、乳児の大

Table 1 難聴被験児の聴能学的概要

被験児 (男,女)	左右耳	平均聴力損失値 ($\frac{a+b+c}{3}$ 法)	語音聴取域値 (SRT)	語音明瞭度 (MSDS) ※	補聴器装用耳	補聴器装用年数
No.1 男 7; 6	左耳	42 dB	42.5 dB	80% (90dB)	右耳	4年3ヶ月
	右耳	33	27.5	75 (85)		
No.2 女 9; 2	左耳	58	52.5	80 (90)	左耳	1年1ヶ月
	右耳	50	47.5	90 (80)		
No.3 男 10; 6	左耳	53	40.0	100 (85)	右耳	1年10ヶ月
	右耳	55	50.0	100 (95)		
No.4 女 10; 7	左耳	50	47.5	95 (85)	右耳	7年10ヶ月
	右耳	50	47.5	90 (85)		
No.5 女 11; 8	左耳	53	57.5	85 (90)	左耳	3ヶ月
	右耳	47	57.5	90 (90)		
No.6 男 11; 10	左耳	68	67.5	85 (90)	右耳	6年9ヶ月
	右耳	60	62.5	75 (90)		
No.7 男 12; 6	左耳	48	55.0	85 (90)	右耳	3年2ヶ月
	右耳	62	52.5	95 (90)		
No.8 男 13; 8	左耳	58	42.5	85 (80)	右耳	5年2ヶ月
	右耳	45	45.0	90 (80)		
No.9 男 13; 11	左耳	48	57.5	90 (95)	左耳	4年9ヶ月
	右耳	53	62.5	85 (90)		

a: 500 Hz

b: 1000 Hz

c: 2000 Hz

※ 最高受聴明瞭度 (Most Speech Discrimination Score) とその値を得る聴取レベル dB (HL)

脳両半球の機能的非対称性の存在と言語優位半球の側方化 (lateralization) の発現様式を、聴覚的誘発電位反応 (Auditory Evoked Potential : AEP) を指標として分析し、すでに1歳以下の乳児に、単語及び単音節に対するAEPが認められ、その lateralization は右半球において著しいことを報告している。

目的

以上みてきたように、言語音の知覚における REA 発現機序については、実験心理学的、発達心理学的、実験音声学的、聴能学的及び電気生理学的の見地から、数多くの知見が報告されているが、いまだ解明さるべき多くの点が残されているように思える。

本実験は、すでに述べた「前提的仮説」に立脚して、右耳＝左半球が言語機能に関して優位性を獲得する発達過程を検討しようとするものである。すなわち、日本語4音節単語を、両耳聴状態で聴取させ、

- ①呈示音圧レベルの低下における言語的情報の量的制限が、左右両耳の達成度に及ぼす影響を、
- ②刺激の呈示レベルが十分に快適な聴取条件下で、REAが発達的に幼児期のいつの時期に発現するものであろうかを、そしてさらには、
- ③感音難聴児の言語音の知覚におけるREAは、

健聴児と比較して、どのような特徴を示すものであろうかを、
聴能学的に明らかにすることを目的とする。

方法

1) 被験者

- ①大学院生及び研究生24名(男16, 女8)。
- ②保育園児及び幼稚園児(男22, 女25)。
- ③難聴児9名(男5, 女4)。

被験者は、日常行動上右手利きと判断された者であり、難聴児群を除いてはすべて聴力 (hearing acuity) が正常範囲内にあるものとした。利き手の判断は、次の行動項目をその指標とした。①トランプを配る。②物を拾いあげる。③ボールを投げる。④ジャンケンをする。⑤ブザーを押す。⑥ドアのノブをまわす。

難聴児は、両耳の平均聴力損失値 ($\frac{a+b+c}{3}$ 法) の差が15dB以下の、そして語音聴取域値 (SRT) の両耳の差が20dB以内の中等度感音難聴児である。実験の目的から、それぞれの耳において、語音明瞭度が75%以上の者が、その対象として選ばれた。難聴児の年齢、聴力損失値、語音聴取域値等は、表1に示すとおりである (表1)。

* 日本オーソロジー学会67語表による

Table2 検査材料

① 練習課題 (部分競合)

	A — channel	B — channel
①	7	8
②	8	6
③	6	7
④	ふうとり	にわとり
⑤	てつどう	ぎゅうにゅう
⑥	にわとり	てつどう

② 両耳課題 (部分競合課題及び全競合課題)

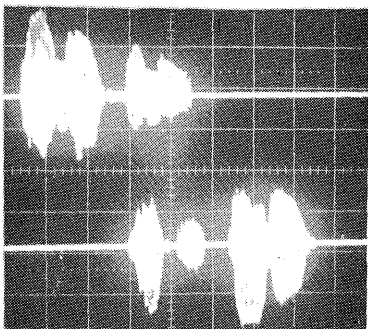
第1表 (部分競合課題)

第2表 (全競合課題)

右耳呈示		左耳呈示		右耳呈示		左耳呈示		右耳呈示		左耳呈示		右耳呈示		
①	きょうかい	ようふく	⑭	べんきょう	ながぐつ	①	のりまき	てつぼう	⑭	やきいも	すいえい	①	やきいも	すいえい
②	なのhana	やきとり	⑮	とうだい	あめだま	②	かいもの	ふみきり	⑮	ふみだい	のりまき	②	ふみだい	のりまき
③	おやゆび	かいもの	⑯	やきとり	べんきょう	③	やきとり	ほうせき	⑯	ゆうやけ	なのhana	③	ゆうやけ	なのhana
④	のりまき	ほうせき	⑰	やきいも	しまうま	④	とうだい	なわとび	⑰	なわとび	ようふく	④	なわとび	ようふく
⑤	やきいも	しまうま	⑱	ながぐつ	こうすい	⑤	ようふく	こうすい	⑱	しまうま	かいもの	⑤	しまうま	かいもの
⑥	べんきょう	ながぐつ	⑲	かいもの	のりまき	⑥	あめだま	きょうしつ	⑲	のりまき	てつぼう	⑥	のりまき	てつぼう
⑦	とうだい	あめだま	⑳	ほうせき	やきいも	⑦	やきいも	すいえい	⑳	こうすい	やきいも	⑦	こうすい	やきいも
⑧	きょうしつ	てつぼう	㉑	きょうしつ	てつぼう	⑧	きょうかい	ふみだい	㉑	ほうせき	ながぐつ	⑧	ほうせき	ながぐつ
⑨	ふみきり	すいえい	㉒	しまうま	とうだい	⑨	ながぐつ	しまうま	㉒	すいえい	きょうかい	⑨	すいえい	きょうかい
⑩	こうすい	ゆうやけ	㉓	ふみきり	すいえい	⑩	おやゆび	べんきょう	㉓	おやゆび	べんきょう	⑩	おやゆび	べんきょう
⑪	ふみだい	なわとび	㉔	なわとび	きょうしつ	⑪	ふみきり	あめだま	㉔	てつぼう	とうだい	⑪	てつぼう	とうだい
⑫	てつぼう	なのhana	㉕	こうすい	ゆうやけ	⑫	しまうま	かいもの	㉕	きょうしつ	ゆうやけ	⑫	きょうしつ	ゆうやけ
⑬	あめだま	きょうかい	㉖	あめだま	きょうかい	⑬	てつぼう	とうだい	㉖	べんきょう	やきとり	⑬	べんきょう	やきとり
⑭	ゆうやけ	ふみだい	㉗	ふみだい	なわとび	⑭	ほうせき	ながぐつ	㉗	とうだい	なわとび	⑭	とうだい	なわとび
⑮	ようふく	ふみきり	㉘	ようふく	ふみきり	⑮	きょうしつ	ゆうやけ	㉘	かいもの	ふみきり	⑮	かいもの	ふみきり
⑯	しまうま	とうだい	㉙	ゆうやけ	ふみだい	⑯	ふみだい	のりまき	㉙	ようふく	こうすい	⑯	ようふく	こうすい
⑰	ながぐつ	こうすい	㉚	きょうかい	ようふく	⑰	すいえい	きょうかい	㉚	やきとり	ほうせき	⑰	やきとり	ほうせき
⑱	かいもの	のりまき	㉛	てつぼう	なのhana	⑱	なのhana	おやゆび	㉛	なのhana	おやゆび	⑱	なのhana	おやゆび
⑲	やきとり	べんきょう	㉜	すいえい	おやゆび	⑲	こうすい	やきいも	㉜	ながぐつ	しまうま	⑲	ながぐつ	しまうま
⑳	ほうせき	やきいも	㉝	なのhana	やきとり	⑳	べんきょう	やきとり	㉝	あめだま	きょうしつ	⑳	あめだま	きょうしつ
㉑	すいえい	おやゆび	㉞	おやゆび	かいもの	㉑	なわとび	ようふく	㉞	きょうかい	ふみだい	㉑	きょうかい	ふみだい
㉒	なわとび	きょうしつ	㉟	のりまき	ほうせき	㉒	ゆうやけ	なのhana	㉟	ふみきり	あめだま	㉒	ふみきり	あめだま

①~⑲と⑳~㉞で、受話器の両耳相互交換がなされる。

①~⑲と⑳~㉞で、受話器の両耳相互交換がなされる。



/na no ha na/

/ya ki to ri/

200 msec / I Div.

図3- (1) 刺激語の例 (部分競合)



/ho o she ki

/ya ki to ri/

/to oda i/

/te tu bo o/

/ka i mo no/

/shi ma u ma/

200 msec / I Div.

図3- (2) 刺激語の例 (全競合)

2) 実験材料

正常な発達をとげている5～6歳児にとって、熟知性が高く、具象的である4音節単語(22語)を、全競合条件、部分競合条件のそれぞれにおいて、22対となるように「dual channel方式」で録音し、作成した。検査語は、聴取システム上、左右耳がそれぞれ同一条件で聴取可能となるようカウンターバランスがとられ、両条件それぞれ44対で構成されている(表2)。刺激対は、各語のピーク音圧値の差が、2dB以下に、そしてさらには競合部分の音声勢力の立上り(語頭)のずれが20msec以内におさまるように作製された。各刺激対における同期性と強さは、メモリスコープ(MS-5511)で検証された(図3)。

3) 手続き

検査語は、両耳聴法で呈示され、左右耳各々で応答が求められた。テスト課題に先だって、6対の練習課題が準備され、教示及び検査手続きの十分な理解がはかられた。刺激対の呈示間隔は8秒とし、必要な場合にはテープ走行をとめて、被験児の応答に応じた。テープ速度は、19cm/秒とし、受話器によって聴きとりがなされた。

- ①健聴成人にあつては、SONY TC-8750及びRion AA-34型オーディオメータを通して個別に聴取させ、左右別々に書きとらせた。刺激呈示レベルは、各群それぞれ40, 30, 20, 10dB(HL)となるようにした。
- ②幼児にあつては、較正音によるバランス法を用いて、刺激呈示レベルが56～60dB(HL)となるように音量調整を行い、部分競合条件では6選択肢からなる多肢選択法で、全競合条件においては反唱法で応答が求められた。
- ③難聴児にあつては、SONY TC-8750及びRion AA-34型オーディオメータによって、最高受聴明瞭度が得られる強さのレベル(HL)でそれぞれの刺激語が呈示された。

結果

健聴成人24名を、6名ずつ刺激呈示条件に従って4群に分け、40dB, 30dB, 20dB, 10dB聴取条件で、全競合課題を聴取させた。結果は、図4に示すように呈示音圧が十分な場合には、左右耳それ

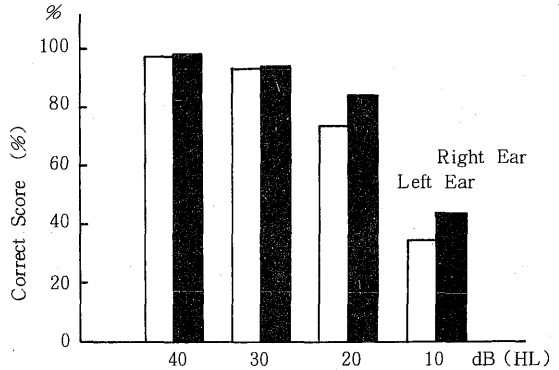


図4 成人健聴者の両耳聴課題における正答率

ぞれの達成度にはほとんど差が認められない。

しかし、呈示音の大きさのレベルが10dBとなると、競合状況での正答率に左右差がみられてくる(左耳: 34.5% < 右耳: 45.3%)。

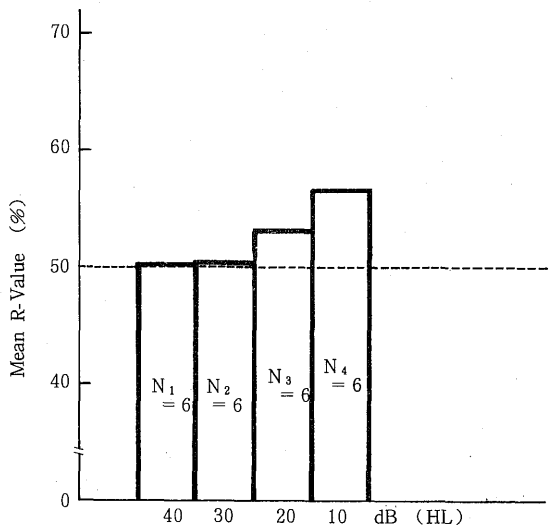


図5 成人健聴者の両耳聴課題における平均R値

図5は、各刺激呈示条件における、REAの指標の1つであるR-値($(R/R+L) \times 100(\%)$)を示したものである。健聴成人にあつては、聴覚的情報の著しい量的制限において、言語音の知覚に右耳偏移傾向が認められる(R-値0.57)。

正常発達をとげている4歳半～7歳未満の幼児は、部分競合条件群と全競合条件群に分けられ、

各条件群とも年齢的推移における左耳、右耳の正答率及びR-値が求められた。

部分競合課題に対する健聴幼児の達成度をみると、多肢選択法においては、4歳後半で各耳とも70%以上の正答率を得、5歳以後ではほとんど誤りなく応答していることが認められる(図6)。4:6~6:11歳の幼児にあっては、4音節単語の前半2音節、後半2音節の競合条件では、左右両耳間にほとんど差が認められず、熟知度が高い具象名詞では、言語音の知覚において十分な両耳分離能を発達させていることがうかがい知れる。

全競合課題では、4歳後半で左右耳とも70%以

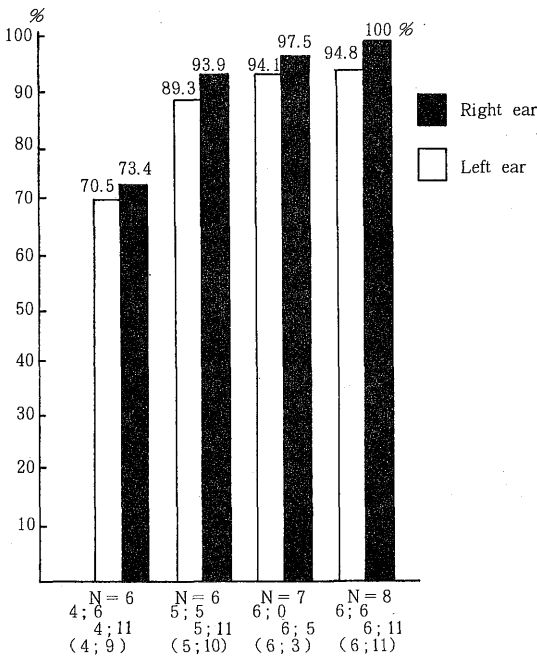


図6 部分競合課題における正答率

上の正答率が得られ(左耳:70.5%,右耳:84.5%),4:6~5:11歳の各年齢群とも、右耳において相対的に良い達成度を示すことがみられる(図7)。この年齢的推移にみる右耳優位傾向を、左右各耳の平均得点の差でみると、5歳前半(MCA5;2)で4音節全競合課題の知覚において、右耳が著しく優っていることが認められる($t=2.43$, $P<0.05$)。

表3は、全競合課題における左右各耳の平均得点と両耳間の差に関するt値を示したものである。4音節有意義単語の全競合においては、5歳前半でREAの発現が認められ、R-値は5歳後半でより大となる。表4は、5歳児の全競合課題における誤反応の分析結果である。

左耳にみられる誤反応は、例1、例2に示すように、大きく次の5つのタイプに特徴づけられる。①一側耳無反応型(タイプI)、②両側耳合成誤反応型(左耳誤反応タイプII)、③一側耳類似反応型(タイプIII及びタイプIV)、④両側耳混合反応型(タイプV)。

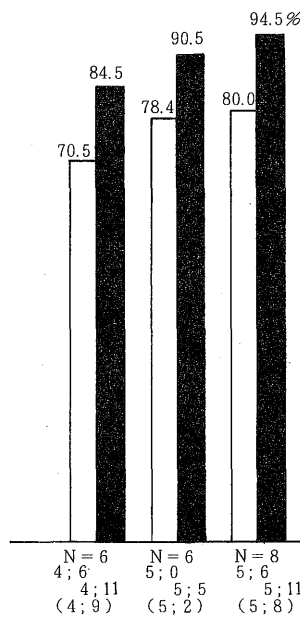


図7 全競合課題における正答率

表3 全競合課題における左右各耳の平均得点

群	年齢	人数	左耳	右耳	t 値
4;6 4;11	4;9	6	31.0 (6.59)	37.2 (3.64)	1.84
5;0 5;5	5;2	6	34.5 (4.58)	39.8 (1.70)	2.43*
5;6 5;11	5;8	8	35.2 (5.64)	41.6 (2.50)	2.75*

* $P<0.05$

表4 全競合課題における誤反応傾向の例

タイプ	聴耳側	例 1		例 2	
		刺激例	反応例	刺激例	反応例
タイプI	右耳 左耳	やきいも すいえい	[やきいも —]	とうだい なわとび	[とうだい —]
タイプII	右耳 左耳	てつぼう のりまき	<てつまき	やきとり ほうせき	<やきせき
タイプIII	右耳 左耳	ふみだい きょうかい	[ふみだい きょうだい]	かいもの ふみきり	[かいもの かみきり]
タイプIV	右耳 左耳	しまうま ながぐつ	[しまうま しろうま]	すいえい きょうかい	[すいえい すいか]
タイプV	右耳 左耳	ふみだい のりまき	[ふりたい ふりまき]		

表5は、両側感音難聴児(9名)の全競合課題における結果である。REAの指標であるR-値及び側性化指標であるR-L/R+L値は、10歳半の1例を除き、健聴児と同様の結果を示している。難聴児の平均R-値は、60.2%であり、この種的全競合課題において、顕著な右耳偏移傾向を示していた。図8は、R-L/R+Lにみる難聴児個々の右耳偏移を示したものである。個人差が大きく、しかも、年齢に斉一性を欠くため、感音難聴児一般の傾向とは言い難いが、被験児である9名の難聴児は、両耳分離能をかなりなまで高め、しかも

表5 感音難聴児の両耳聴課題(全競合課題)の結果

被験児	左右耳	聴取レベル (HL)	得点	正答率 (%)	R 値 (R/R+L×100%)	R-L / R+L 値	応答 様式
M. M.	左	90 dB	24.0	54.5%	61.6%	0.232	反唱法
	右	85	38.5	87.5			
A. Y.	左	90	19.5	44.3	67.2	0.345	反唱法
	右	80	40.0	90.9			
Y. H.	左	85	40.0	90.9	47.7	-0.046	筆記法
	右	95	36.5	83.0			
S. R.	左	85	30.0	68.2	56.5	0.231	筆記法
	右	80	39.0	88.6			
S. Y.	左	90	38.0	86.4	51.3	0.026	筆記法
	右	90	40.0	90.9			
H. W.	左	90	10.0	22.7	78.7	0.575	筆記法
	右	90	37.0	84.1			
I. Y.	左	90	16.0	36.4	72.6	0.453	筆記法
	右	90	42.5	96.6			
A. T.	左	80	35.5	80.7	52.0	0.041	反唱法
	右	80	38.5	87.5			
S. M.	左	95	33.0	75.0	54.2	0.083	筆記法
	右	90	39.0	88.6			

考察

Broadbent³⁾は、言語音の知覚過程を注意機構及び保持機構とから説明し、言語刺激が聴覚的に両耳に同時に呈示された場合であっても、その言語刺激の知覚は、同時的ではなく連続的でさえあると主張する。Kimura¹²⁻¹⁴⁾は、Broadbentの理論を適用した同時両耳聴法を用いて、REAを言語機能に関する半球の機能的優位性の指標となし得ることを見出し、さらにREAの発達の出現をもって、言語優位半球の機能的確立とみなす見解を示した。彼女によれば、正常幼児は、言語に対する左半球優位性 (the dominance of the left hemisphere for speech) を、4,5歳で機能的に分化させ得るといふ。

この点、Lenneberg (1967)¹⁷⁾は、半球切徐症例の臨床的研究から、言語機能に対する大脳半球優位性 (lateralization of language function) は、language を獲得しはじめる2~3歳のうちのある時期に発達すると仮定している。永淵 (1970)²⁵⁾は、さらに2~4歳の幼児に2音節、3音節意味単語を両耳に聞かせ、2歳後半になると右耳優位の認められることを見出し、この期にすでに左半球が言語中枢として機能していることを主張し、Lennebergの知見を実験的に裏づけている。

本実験は、/CV CV CV CV/の4音節意味単語を、後-言語形成期にある4:6~5:11歳児、感音難聴児及び健聴成人に両耳聴法 (全競合及び一部競合) で聴取させ、REAを指標として言語機能に関する大脳半球優位性の発達過程をみたものであった。結果は、4:6~4:11歳では、相対的に右耳が良い正答率を示しているが、統計学的にみるところの右耳優位は、5歳児においてはじめて認められた。熟知度が高く、具象的ではあるが持続時間の長い単語にあっては、REAの発現に永淵の結果よりも約1年半のtime lagが認められた。これは、おそらくは被験児の記憶機構の発達と関連するものであろう。本実験の結果は、3対の異なる数字の両耳聴の結果を報ずるKimuraの結果との一致をみるものである。

言語音の同時両耳聴法によって得られる左右耳間の差は、左右両半球間の言語機能に関する大脳半球優位性の指標となり得るが、注意機構の発達

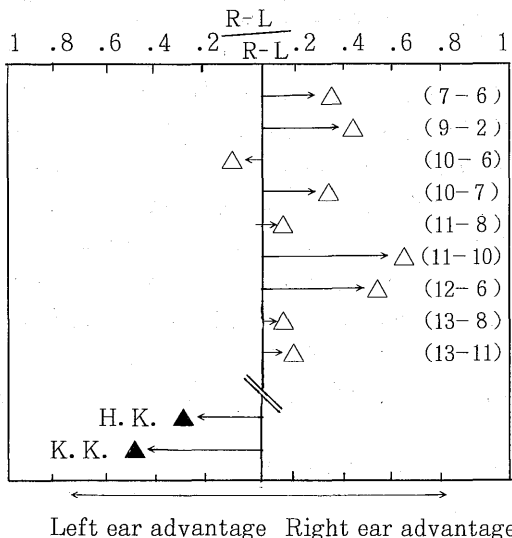


図8 両耳聴課における感音難聴児の耳間優位性

右耳優位-左半球優位=言語優位半球を十分機能させていることが理解される。図中、H.K., K.K.は、hearing acuityは軽-中等度 (平均聴力損失40~50dB SRT 40~60dB) に、そして語音明瞭度もある程度まで保たれているが、著しい Left ear advantage (strongly left eared) を呈している (図8)。図9は、交通事故による頭部外傷が難聴の原因と思われるH.K.の語音聴力図である。

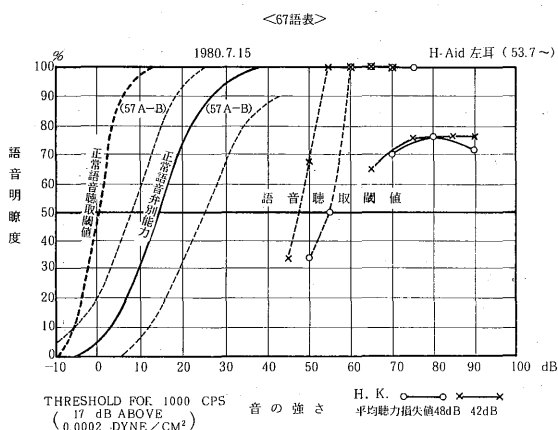


図9 H.K.の語音聴力図

と脳梁伝搬機構の機能的分化とによって、一般には、年齢的推移に伴って、R-値($(R/R+L) \times 100$)は50%に漸近するものであろう。

吉野(1979)^{38) 39)}が指摘するように、involuntary attention bias がコントロールされ、快適聴取条件下で、単音節あるいは単語を同時両耳聴法で聴取させるとき、健聴成人においては、言語刺激の有意性にかかわらず、顕著な REA は認められない。

音韻的特徴、有意味性 (linguistic meaningfulness)、持続時間、音声勢力の強さ等を一定とした刺激語を同時両耳聴法によって聴取させ、年齢的推移に伴う REA の発現と消失をみると、① REA の発現は、少なくとも言語半球の優位性 (機能的側方化) の確立を示唆するものであり、そして② REA の消失は、言語優位半球の確立と脳梁伝搬機構の神経生理学的発達 (機能的分化) を示唆することが考えられる。

両耳聴課題の達成度にもみる REA の発現は、5歳児において顕著であり、R-値の50%漸近年齢は、12、13歳となることが推定される。

左半球の specialization に関する電気生理学的知見は、左半球が個体発達のきわめて早い時期に、言語音のすくなくともある側面の知覚に特殊化され、右半球は非言語音の知覚に特殊化されることを明らかにする。

Gazzaniga, et al⁸⁾は、右半球における言語能力は、個体発達のある段階で lock され、それ以後は左半球へ偏移 (lateralization) することを述べる。

右半球は、可能性としては左半球と同じように言語機能を媒介する能性を有しているものであろう。右半球は、半球機構の神経生理学的成熟と言語的経験による linguistic coding system の構造化過程で、左半球が言語機能に関する優位性を獲得する間に、これと相補的に非言語過程に対する独自の特殊化を発達させていることが考えられる。

しかし、Kimura^{14) 15)} Eccles⁷⁾らのように左右半球の機能的分化を二分法的にとらえることは、大脳の聴覚的情報処理機能を過度に simplify することになる。Schankweiler, et al³⁰⁾、Studdard-Kennedy, et al³²⁾、Blumstein, et al²⁾、角田^{33) 34)}は、/V/、/CV/の知覚に関する大脳両半球の機能について、興味ある知見を提起している。

Halperin, et al¹¹⁾は、また、たとえ音韻情報が含まれなくても、複雑な構造を有する時間的パターンは、他の非言語的聴覚刺激とは異なって、言語半球で優位に処理されることを主張する。

これら諸仮説は、言語音の知覚とその異常に関する実験的興味をいたくそるものである。

また、実験結果にみられる中等度感音難聴児の R-値(60.2%)は、言語機能に関する左半球の優位性を明らかにしている。幼児の比較的早期より治療教育的サービスによって、聴覚的補償 (auditory compensation) が達成され、聴覚機能及び言語機能をかなりなまでに高めている感音難聴児は、4音節有意義単語の同時両耳聴において、Porter, et al²⁷⁾のいう strongly right-eared のタイプを示している。

高位中枢部位に何らかの障害があって、hearing acuity (hearing sensitivity) が比較的良く保たれているにもかかわらず、言語機能の発達に遅滞を示す児童にあっては、個体内変動が著しく、かつ両耳間に顕著な REA が認められない。言語機能の正常な発達には、言語半球の機能的優位性の確立がその前提となる。

ま と め

言語音の同時両耳聴において、刺激語の有意味性が高く、語の有する持続時間が十分に長く、強さのレベルが十分に大きな場合には、健聴成人では著しい REA (strongly right-eared) は認められない。しかし、強さのレベルを極端に小さくし、言語的情報を量的に制限するとき、言語優位半球と神経経路が交叉している右耳が相対的に優位となる。このことは、左右耳に同時競合状況で入力される言語音の適確な処理は、十分に高められた注意機構と、十分に分化した脳梁伝搬経路による半球間連絡機構に依ることを示唆するものである。一方、基礎的な言語構造をほぼ獲得し、後言語形成期 (post-linguistic period) にある5~6歳の幼児にあっては、全競合条件で REA が認められ、この期に言語音の音韻的、意味的特徴に対する処理機能に関して、言語半球の機能的優位性が確立するものと考えられる。5~6歳児は、言語刺激に対する注意機構をかなりなまでに高めているも

の、左耳—右半球(聴覚中枢) = 脳梁経路—左半球(聴覚中枢) = 言語中枢という脳梁伝搬機能を十分なまでに分化させているとは考えられない。感音難聴児の REA は、健聴児と同様の傾向を呈する。高位中枢部位に何らの障害を有し、言語機能の発達に困難を示す幼児、児童にあっては、本実験で用いたような有意味単語の同時両耳聴において、特異的な REA を示すことが予測される。

稿を終えるにあたり、本実験に御協力いただきました伊勢原市大山保育園々長、諸先生及び園児、ならびに本大学研究生の福永善秀氏、大学院生の中川辰雄、早坂菊子、大竹一成、諸氏に深く感謝の意を表します。

なお、本稿の一部は、第22回日本教育心理学会総会で口頭発表したことを付記します。

文 献

- 1) Blinkov, S. M., & Artyunova, A. S. (1966): Reaction time and conducting pathways of the brain. *Neuropsychologia*, 4, 177-182.
- 2) Blumstein, S., Goodglass, H., & Tartter, V. (1975): The reliability of ear advantage in dichotic listening. *Brain and Language*, 2, 226-236.
- 3) Broadbent, D. E. (1954): The role of auditory localization in attention and memory span. *J. Exp. Psychol.*, 47, 191-196.
- 4) Bryden, M. P. (1963): Ear preference in auditory perception. *J. Exp. Psychol.*, 65, 103-105.
- 5) Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P., & Vigorito, J. (1971): Speech perception in infants. *Science*, 171, 303-306.
- 6) Entus, A. K. (1977): Hemispheric asymmetry in processing of dichotically presented speech and nonspeech stimuli by infants. In Segalowitz, S. J. et al (Eds.) *Language Development and Neurological Theory*. Academic Press.
- 7) Eccles, J. C. (1965) 土居健朗, 吉田哲雄共訳. 脳と意識的経験の統一, 医学書院, 1967.
- 8) Gazzaniga, M. S., & Hillyard, S. A. (1971): Language and speech capacity of the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 9, 273-280.
- 9) Geschwind, N. (1965): Disconnection syndromes in animals and mans. *Brain*, 88, 237-294 and 585-644.
- 10) Geschwind, N., & Levitsky, W. (1968): Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161, 186-187.
- 11) Halperin, Y., Nachshon, I., & Carmon, A. (1973): Shift of ear superiority in dichotic listening to temporally patterned nonverbal stimuli. *J. Acoust. Soc. Am.* 53, 46-50.
- 12) Kimura, D. (1961): Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canad. J. Psychol.*, 15, 156-165.
- 13) Kimura, D. (1963): Speech lateralization in young children as determined by auditory test. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 56, 899-902.
- 14) Kimura, D. (1964): Left-right differences in the perception of melodies. *Quart. J. Exp. Psychol.*, 16, 335-358.
- 15) Kimura, D. (1967): Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 111, 163-178.
- 16) Kinsbourne, M. (1972): Eye and head turning indicates cerebral lateralization. *Science*, 176, 539-541.
- 17) Lenneberg, E. H. (1967): *Biological Foundation of Language*. Cambridge Mass. MIT Press.
- 18) Matsumiya, Y., Tagiliasco, V., Lombrosco, C. T., & Goodglass, H. (1972): Auditory evoked response: meaningfulness of stimuli and interhemisphere asymmetry. *Science*, 175, 790-792.
- 19) 松崎力 (1969) : 皮質性難聴と純粹語聾に関する文献的考察. *Audiology Japan*, 12, 36-42.
- 20) Milner, B. (1962): Laterality effects in audition. In Mountcastle, V. (Ed.) *Interhemispheric Relations and Cerebral Dominance*. Baltimore; Johns Hopkins.
- 21) Milner, B., Taylor, L., & Sperry, R. (1968): Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. *Science*, 161, 184-185.
- 22) Molfese, D. L., Freeman, R. B. Jr., & Parermo, D. S. (1975): The ontogeny of brain lateralization for speech and nonspeech sounds. *Brain and Language*, 2, 356-368.
- 23) Morais, J., & Darwin, C. T. (1974): Ear differences for same-different reaction times to monaurally presented speech. *Brain and Language*, 1, 383-390.
- 24) Myers, T. F. (1970): Asymmetry and attention

- in phonic decoding. *Acta Psychologica*, 33, 158-177.
- 25) 永瀨正昭 (1970): 幼児の両耳分離能と一側耳分離能に関する研究. *目耳鼻*, 73, 73-133.
- 26) 太田文彦 (1966): 両耳合成能と両耳分離能. *目耳鼻*, 69, 補冊3号, 27-50.
- 27) Porter, R. J., Jr. (1975): On interpreting developmental changes in the dichotic right-ear advantage. *Brain and Language*, 2, 186-200.
- 28) Roseblum, D. R., & Dorman, M. F. (1978): Hemispheric specialization for speech perception in language deficient kindergarten children. *Brain and Language*, 6, 378-389.
- 29) Rosenzweig, M. R. (1951): Representations of the two ears at the auditory cortex. *Amer. J. Physiol.*, 167, 147-158.
- 30) Schankweiler, D., & Studdert-Kennedy, J. (1967): Identification of consonant and vowels presented to left and right ears. *Quart. J. Experiment. Psychol.* 19, 59-63.
- 31) Siqueland, E. R., & DeLucia, C. A. (1969): Visual reinforcement of nonnutritive sucking in human infants. *Science*, 165, 1144-1146.
- 32) Studdert-Kennedy, M., Schankweiler, D., & Schulman, S. (1970): Opposed effects of a delayed channel on perception of dichotically and monotically presented CV syllables. *J. Acoust. Soc. Am.* 48, 599-602.
- 33) 角田忠信 (1972): 聴覚における左右半球の機能差について, *耳鼻と臨床*, 18, 58-66.
- 34) Tsunoda, T. (1975): Functional differences between right and left cerebral hemispheres detected by the key tapping method. *Brain and Language*, 2: 152-170.
- 35) Tuntri, A. R. (1946): A study on the pathway from the medial geniculate body to the acoustic cortex in the dog. *Amer. J. Physiol.*, 147, 311-319.
- 36) Wada, J., & Rasmussen, T. (1960): Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. *J. Neurosurg.*, 17, 266-282.
- 37) Witelson, S. F. & Pallie, W. (1973): Left hemisphere specialization for language in the newborn: Anatomical evidence for asymmetry. *Brain*, 96, 641-646.
- 38) 吉野公喜 (1979): 言語音の知覚における REA 効果について. 日本教育心理学会. 第21回総会 発表論文集, 312-313.
- 39) 吉野公喜 (1980): 言語音の知覚における REA について(2). 日本教育心理学会, 第22回総会 発表論文集, 288-289.

Summary

Dichotic Right Ear Advantage and Hemispheric Specialization for Speech Perception

Tomoyoshi Yoshino

Why are speech and language functions lateralized primarily to the left hemisphere of the brain in man?

Dichotic listening task, in which the different competing sounds are presented to both ears simultaneously, is being to study hemispheric specialization for speech and language.

One of the major purposes of the present study is to clarify the developmental stage that the dominant hemisphere for speech and language acquires their functions in ontogeny and the right ear-left hemisphere role in linguistic function.

Forty seven right-handed kindergaten children with normal language skills, nine sensori-neural hearing handicapped children who have attended to special class for them, and twenty four normal postgraduates were tested for hemispheric specialization for speech perception with a dichotic / cv cvcvcv / syllables task.

The major findings were as follows:

- (1) Right-handed kindergarten children more than five years old evidenced a mean right ear advantage (R-values of 53.9%, $P < .05$), which was consistent with normal values reported by other investigators.
- (2) Sensori-neural hearing handicapped group evidenced right ear advantage of 60.2% and two sensori-neural hearing handicapped children with linguistic deficiency showed a left ear advantage.
- (3) Adults with normal hearing acuity and language proficiency evidenced no mean right ear advantage in comfortable listening situation, but showed a right ear advantage in weak intensity level (10 and 20 dB HL).

These findings suggest relationship among right ear advantage, cerebral dominance, and language functioning.