

Relationship between sound lateralization abilities and brain damaged area in unilateral spatial neglect patients judged from inter-aural time difference discrimination threshold

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/44381

両耳間時間差音像移動弁別閾値からみた、 半側空間無視患者の音像定位能力と脳損傷部位との関係

砂原 伸行, 中谷 謙*, 能登谷 晶子

要 旨

脳血管障害による左半側空間無視（以下、USN）患者 14 例に対して、音の方向感検査の中の両耳間時間差音像移動弁別閾値（以下、閾値）を測定し、聴覚課題での成績である閾値と視覚課題での成績である BIT 行動性無視検査結果との関連について検討した。すなわち視覚課題と聴覚課題という異なる感覚モダリティ間で実施される課題の成績が相関するかを調べ、USN における障害が視覚、聴覚という異なった感覚モダリティに同程度に及んでいるかを明らかにすることを本研究の目的とした。

閾値は音像定位能力の指標とされており、今回対象例ではその値は 370 μ sec から 1186 μ sec までに及んでおり、平均値は 710.7 μ sec（標準偏差 276.1 μ sec）であった。閾値と BIT 行動性無視検査結果との間の関係を検討したところ、通常検査、行動検査ともに相関は認められず、視覚課題成績である USN の重症度と聴覚課題成績である閾値との間に相関はみられなかった。つまり USN における障害が視覚、聴覚という異なった感覚モダリティに同程度に及んでいることは確認出来なかった。また脳損傷部位との関連では、閾値の上昇は聴覚路を含む側頭葉及び島の損傷と関係しており、頭頂葉損傷との関連は明らかではなかった。

KEY WORDS

unilateral spatial neglect, sound lateralization, inter-aural time difference
discrimination threshold, brain damaged lesions, stroke patients

はじめに

音の方向感検査は近年、大脳損傷例に対しての検討も報告されている¹⁾²⁾。これらの報告では側頭葉のうち特に聴皮質損傷例に対して、音の方向感検査のひとつである両耳間時間差音像移動弁別閾値（以下、閾値）が測定されており、聴皮質損傷では閾値が増大することが指摘されている。また閾値は、音の方向を定位する能力である音像定位能力の指標とされている³⁾。

一方、半側空間無視 (Unilateral Spatial Neglect, 以下 USN) を含む脳損傷例において、閾値を用いて音の方向感検査を実施し、USN 例の音像定位能力を検討した報告には Tanaka ら⁴⁾ のものがある。この報告では音像定位能力と USN の重症度の関連については、USN のある例において閾値が上昇する例が多いことは指摘されているが、標準化された検査である BIT 行動性無視検査（以下、BIT）の全検査項目を用いて、USN の重症度との間の検討は行われていない。

そこで今回 BIT の全検査を行うことにより重症度が判定された USN 例に対して、閾値を測定することにより、音像定位能力と USN の重症度との間の関連を検討した。

本研究では、BIT で得られた USN の重症度と閾値との関連を調べ、両者の間に関連があるかどうかを検討するという方法を用いた。この方法を用いて視覚課題と聴覚課題という異なる感覚モダリティ間で実施される課題の成績が相関するかを調べ、USN における障害が視覚、聴覚という異なった感覚モダリティに同程度に及んでいるかを明らかにすることが本研究の目的である。

近年 USN 例において聴覚課題での障害の存在が明らかとなっており⁵⁾⁶⁾、その障害の重症度と USN の重症度との間の関係については、USN の重症度の算出に線分抹消、図形模写検査や BIT の下位検査の星形抹消検査を用いて両者に相関があったという報告^{7)~10)} がある。したがって本研究の仮説として、USN の重症度と聴覚課題である音像定位の能力の指標である閾値との間に相関がみられる

金沢大学医薬保健研究域保健学系

* 関西福祉科学大学保健医療学部

ことがあげられる。すなわちUSNが重度なほど、閾値の増大が認められて音像定位能力の低下がみられ、USNの障害が視覚課題成績であるBIT結果と聴覚課題成績である閾値という異なる感覚モダリティに同程度に及ぶことがあげられる。以上のように本研究は仮説検証デザインを採用し、BITの全検査を用いて上記仮説の検証を行った。さらに本研究では損傷部位についても検討し、音像定位能力の低下がどの脳部位の障害により引き起こされるかについても明らかにした。Tanakaら⁴⁾の検討では右頭頂葉及び聴覚路に病変を有するUSN例との関連が指摘されているが、他の部位の損傷の有無を併記しての検討は行われていない。そこで今回頭頂葉及び聴覚路に加えて、他の脳部位の損傷の有無も併記して損傷部位の検討を行ったので報告する。

対象

対象は右の脳血管障害による左USN患者14例(男性8例、女性6例)で、全例右利き、平均年齢は63.9歳(標準偏差7.0歳)である(表1)。病因は脳出血が8例、脳梗塞が6例で、全例Mini-Mental State Examinationは25点以上であり、認知症はなかった。また耳疾患の既往はなく左右耳の裸耳聴力差は20dB以内で、左右耳とも500Hz聴力レベルは40dB以内であり、音の方向感検査の施行基準を満たしていた³⁾。全例にBITを実施した。対象者には研究内容を口頭及び書面にて説明し、実験参加への同意を得た。

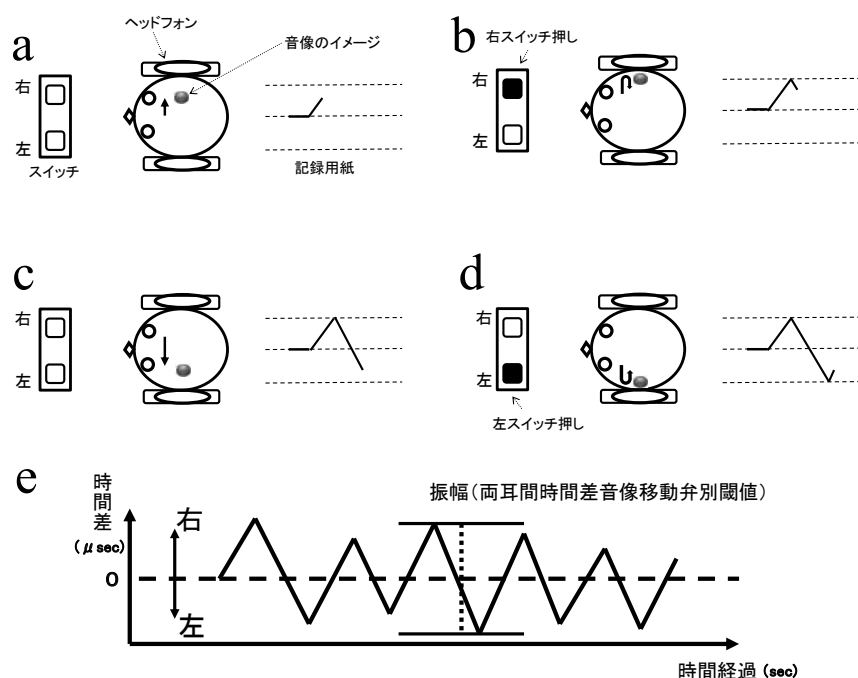
本検討は対象者の入院医療機関の研究倫理委員会の承認を得ている。

検査方法

検査にはリオン製オーディオメータAA-75を使用した。検査時の刺激はヘッドフォンからの500Hzバンドノイズ、連続音とし、検査は防音室にて行った。

この検査^{11),12)}は音像が正中にある時間差0 μ secの状態から、検者がスタートボタンを押すことで自動的に時間差が左右どちらか一方へ変化し、左右いずれかの方向へ音像の偏倚を被検者が感じてスイッチ押しで反応すると、瞬時に逆方向に時間差がついていき、音像の移動方向が逆転し、音像は正中に戻り始める。音像が正中を超え、被検者が他方への音像の偏倚を感じた時点で再びスイッチを押すと、また音像が逆方向に移動するように出来ている。この様に検査を続けると両耳間の時間差による音像定位が可能であれば、自動的に繰り返し反転する音像の左右への偏倚に対する反応から、自記オーディオグラムのような鋸歯状波が得られる。これは具体的には時間経過をX軸、時間差をY軸にした波となり、この鋸歯状波が安定して記録された部分の連続した5個の振幅を測定し、その平均値を閾値とした。なお本検査の時間差変化速度は毎秒25 μ secとした。図1にこの検査の概要を示した。

図1 両耳間時間差音像移動弁別閾値の検査方法と鋸歯状波形の形成機構



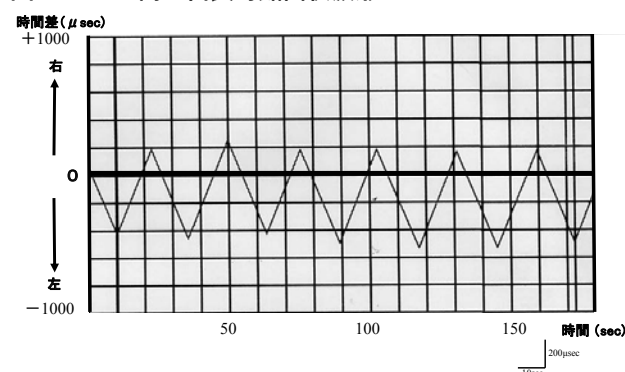
図はYamadaら²⁾を改変引用した。被験者はスイッチを利用し正中音像が少しでも右に偏倚したと感じたら右のスイッチを、左に偏倚したと感じたら左のスイッチを押す。このことにより音像の移動方向が自動的に反転する。同時にどれ位の時間差で応答したかの軌跡が鋸歯状波として描記され、波形から平均振幅を測定して両耳間時間差音像移動弁別閾値とする。鋸歯状波の形成機構は以下の通りである。

- 音像が正中から右へ偏倚し始める。
- 被験者が音像の右への偏倚を認識して、右スイッチを押す。
- 音像の偏倚方向が左へ反転する。
- 被験者が音像の左への偏倚を認識して、左スイッチを押す。
- 時間経過に伴って鋸歯状波が形成されるので、その波が安定して記録された部分の連続した5個の振幅を測定し、その平均値を両耳間時間差音像移動弁別閾値とした。

表1 被験者のプロフィール、閾値及び BIT 行動性無視検査結果

被験者	病因	年齢 (歳)	性別	両耳間時間差音像		BIT行動性無視検査	
				移動弁別閾値 (μ sec)	通常検査得点 (146点満点)	行動検査得点 (81点満点)	
①	脳梗塞	66	男	874	85	37	
②	脳出血	45	女	677	111	77	
③	脳出血	72	女	1186	63	50	
④	脳梗塞	65	男	709	120	57	
⑤	脳梗塞	64	男	379	126	77	
⑥	脳出血	56	女	400	102	52	
⑦	脳梗塞	73	男	529	95	56	
⑧	脳出血	61	男	452	138	64	
⑨	脳出血	64	女	930	119	51	
⑩	脳出血	62	女	552	130	72	
⑪	脳出血	64	男	370	93	33	
⑫	脳梗塞	69	男	496	38	25	
⑬	脳出血	72	女	545	91	50	
⑭	脳梗塞	62	男	641	41	23	

図2 USN 例の代表的鋸歯状波形



鋸歯状波形の折り返し点が音像偏倚の認識に必要な時間差を表す。右方向(上)が200 μ sec程度なのに対し、左方向(下)では常に400 μ secを超えており、時間差が増大している。平均振幅から算出した両耳間時間差音像移動弁別閾値は677 μ secとなった。

統計解析法

閾値とBITの通常検査合計点、行動検査合計点、各下位検査との間の関連については、Spearmannの順位相関を用いた。有意水準は0.05とした。

結果

1. 閾値

USN例14例の閾値の平均値は624.3 μ sec(標準偏差227.3 μ sec)であった。表1に対象14例の閾値の結果及びBIT結果を、被験者のプロフィールとともに示した。全ての例で左方向への偏倚が認識しにくく、鋸歯状波は左方向への折り返しの値が大きい傾向がみられた。代表的症例の鋸歯状波形を図2に示した。

2. 閾値とBIT成績との関係

音像定位能力の指標である閾値とBIT成績との間に相関があるかどうかについて検討した。その結果、通常検

査合計点、行動検査合計点、通常検査及び行動検査の全ての下位検査の間で有意な相関は認められなかった。

脳損傷部位との関連

1. 脳損傷部位分析方法

Serinoら¹³⁾が報告した方法で脳損傷部位の分析を行った。具体的には著者らが各症例の神経放射線学的所見も参考にして頭部MRIまたはCT画像から読影し、損傷の有無を確認した。その方法としてDamasioら¹⁴⁾の損傷番号により区分けされた脳トレース図に、頭部MRIまたはCT画像から対応する損傷部位をトレースして記載し、損傷番号との照合を行った。この方法は臨床上簡便に脳損傷部位の解剖学的部位を把握する方法であり、同じ損傷数でも損傷の大きさは同じとは限らないが、損傷数から大まかな損傷の大きさを把握することが出来るという利点がある。

今回、損傷確認部位として前頭葉領域14箇所(F1~14)、側頭葉領域10箇所(T3~12)、頭頂葉領域6箇所(P1~6)、後頭葉領域7箇所(O1~7)、皮質下領域3箇所を設定した(表2)。各々の領域で損傷が確認された部位の記号及び番号を症例ごとに示した。

表3では閾値の小さい順に症例を並べ替えて損傷部位との対応を示した。健常人の60歳代以上の閾値については、537 μ secが平均値とされており¹²⁾、その値を大きく超えると異常と判断されるので、今回便宜上550 μ secを境に対象を二群に分けた。具体的には閾値が550 μ sec未満の上段群のケースと閾値が550 μ sec以上の下段群のケースとに分けて、両者を比較しながら閾値の大きさと損傷部位との関連について検討した。上段群、下段群ともに7例ずつとなった。

2. 脳損傷部位分析結果(表3)

前頭葉損傷の数では上段群で0個と1個が1例ずつ、2個が2例、3個が2例、6個が1例であった。下段群では0個が3例、1個と2個が1例ずつ、4個と8個が1例ずつであり、下段群で損傷のない例が若干多かった。側頭葉損傷の数では、上段群で1個が2例、2個が4例、4個が1例であった。下段群では0個が2例、3個が1例、4個が1例、5個が2例、6個が1例であり、損傷数が3を超える例は上段群で1例、下段群で5例にみられ、下段群でやや側頭葉の損傷数が多い傾向がみられた。また側頭葉損傷数が3を超える例では、上段群の症例⑤を除いて閾値は600 μ sec以上であった。

頭頂葉損傷は上段群、下段群ともに3例にみられた。上段群では損傷数1個、2個、3個が1例ずつ、下段群では損傷数2個が1例、3個が2例であり、両者で大きな差はなかった。下段群では頭頂葉に損傷がなくても閾値が900

表2 脳損傷確認部位

前頭葉領域 [内側面 Mesial aspect] F1 帯状回前部 cingulate gyrus anterior(24) F2 帯状回後部 cingulate gyrus posterior(23,31) F3 補足運動野 supplementary motor area(6) F4 前頭前野 prefrontal region(8,9,10) F5 ローランド領域 rolandic region(4,3,1,2) [外側面 Lateral aspect] F6 前頭弁蓋部 frontal operculum F7 前頭前野 pre-frontal region(8,9,46) F8 運動前野 pre-motor region(6) ローランド領域 rolandic region(4,3,1,2) F9 傍脳室周囲 paraventricular F10 脳室上部領域 supraventricular area [眼窩面 Orbital aspect] F11 前部 anterior(10) F12 後部 posterior(11,12,13,47) F13 前脳基底部 basal forebrain F14 脳室下部領域 subventricular area 側頭葉領域 [外側／上部面 Lateral/superior aspect] T3 中側頭回 middle temp.gyrus anterior(21) T4 中側頭回 middle temp.gyrus posterior(37) T5 下側頭回 inferior temp.gyrus anterior(20) T6 下側頭回 inferior temp.gyrus posterior(37) T7 聴皮質 auditory region(41,42) T8 聴皮質前方部 anterior to auditory region(22) T9 聴皮質後方部 posterior to auditory region(22) [内側面 Mesial aspect] T10 前部 anterior(扁桃体 amygdala,28,36) T11 後部 posterior(海馬 hippocampus,28,36) T12 側頭極 polar area(38)	頭頂葉領域 [頭頂葉下部 Inferior parietal lobule] P1 縁上回 supramarginal gyrus(40) P2 角回 angular gyrus(39) [頭頂葉上部 Superior parietal lobule] P3 外側 lateral(7,5) P4 内側 mesial(7,5) P5 脳室周囲領域 paraventricular area P6 脳室上部領域 supraventricular area 後頭葉領域 [内側面 Mesial aspect] O1 鳥距回下部 infracalcarine(18,19) O2 鳥距回上部 supracalcarine(18,19) O3 側頭後頭接合部 temporo-occipital junction(37,36) [外側面 Lateral aspect] O4 下部 inferior(18,19) O5 上部 superior(18,19) O6 脳室周囲領域 paraventricular area O7 大鉗子 forceps major 皮質下領域 BG 基底核 basal ganglia TH 視床 thalamus IC 内包 internal capsule
---	--

括弧内の数字はブロードマンの領野を示す。

μ secを超える例が2例みられ(症例⑨,③), 閾値上昇に頭頂葉損傷は必須ではなかった。また上段群で頭頂葉損傷があった例の閾値は3例とも500 μ sec未満であり, 頭頂葉損傷があっても低い閾値に留まる例が存在した。さらに下段群では症例⑨のように頭頂葉のみならず側頭葉にも損傷がない例も存在した。後頭葉損傷については下段群にのみ認められた。皮質下の損傷は, 上段群では基底核が全例, 内包が5例, 視床が2例にみられた。下段群では基底核が5例, 内包が4例, 視床が2例にみられた。

3. 関心部位における脳損傷の有無(表4)

音像定位能力は聴覚刺激の空間的位置を認識する能力であり, この能力の発現には聴皮質周辺の上側頭回や頭頂葉などの関与が指摘され¹⁵⁾, また音像の移動の認識には島の関与が示唆されている¹⁶⁾。したがってこれらの先行報告に基づき, 音像定位能力の低下との関連を詳しくみるために部位を絞り込んで関心部位とした。その部位として聴放線, 聴皮質(Damasioら¹⁴⁾によるT7領域), 上

側頭回内で聴皮質より前方の部位(T8領域), 後方の部位(T9領域), 島の前方と後方, 頭頂葉領域として縁上回(P1領域), 角回(P2領域)を設定した。

聴覚路(聴放線, 聴皮質), 島の損傷及びT8, T9の周辺領域の損傷は, 上段群, 下段群ともにみられたが, 聴放線と聴皮質の二つの損傷が揃ってみられる例は上段群で1例(症例⑪)なのに対し, 下段群では4例(症例⑭, ②, ①, ③)にみられた。また島の前部と後部の損傷が揃っている例は上段群が2例(症例⑤, ⑦), 下段群が5例(症例⑭, ②, ④, ①, ⑨)にみられた。さらに聴放線, 聴皮質, T8,T9に加え, 島の損傷が揃っている例が上段群ではないのに対して, 下段群では4例(症例⑭, ②, ①, ③)にみられた。したがって聴覚路, 聴皮質, T8とT9, 島の損傷がそれぞれ揃っていることが下段群での傾向と考えられた。また下段群においては前述の頭頂葉のみならず側頭葉にも損傷がない症例⑨でも, 島の前方と後方の両方に損傷が認められていた。

表3 皮質及び皮質下における脳損傷部位の分析

症例番号	閾値 (μ sec)	前頭葉領域	側頭葉領域	頭頂葉領域	後頭葉領域	皮質下領域
上段群 (閾値が低い例)						
⑪	370	F9,F11,F14	T7	P6		BG,IC
⑤	379	F6,F8	T3,T7,T8,T9	P1,P2		BG,Th,IC
⑥	400	F8,F9,F10	T7,T9			BG
⑧	452	F6	T7,T9			BG,Th
⑫	496	F6,F7,F8,F9,F10,F14	T8,T9	P1,P3,P6		BG,IC
⑦	529	F6,F9	T7,T9			BG,IC
⑬	545		T9			BG,IC
下段群 (閾値が高い例)						
⑩	552					BG,IC
⑭	641	F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,F14	T3,T7,T8,T9	P1,P2,P3	O6	BG,IC
②	677	F7,F8,F9,F10	T7,T8,T9	P1,P6		BG,Th,IC
④	709		T3,T5,T7,T8,T9		O6	
①	874	F6,F8	T3,T4,T6,T7,T8,T9	P1,P2,P3	O4,O6	IC
⑨	930	F9				BG,Th,IC
③	1186		T3,T5,T7,T8,T9		O6	BG

損傷が確認された部位の記号を領域ごとに記載し、葉別に損傷部位数の比較を行った。

表4 関心部位における脳損傷の部位

症例番号	閾値 (μ sec)	Ar	T7	T8	T9	Ia	Ip	P1	P2
上段群 (閾値が低い例)									
⑪	370	+	+				+		
⑤	379		+	+	+	+	+	+	+
⑥	400		+		+		+		
⑧	452		+		+				
⑫	496	+		+	+			+	
⑦	529		+		+	+	+		
⑬	545	+			+		+		
下段群 (閾値が高い例)									
⑩	552						+		
⑭	641	+	+	+	+	+	+	+	+
②	677	+	+	+	+	+	+	+	
④	709		+		+	+	+		
①	874	+	+	+	+	+	+	+	+
⑨	930					+	+		
③	1186	+	+	+	+		+		

音像定位能力と関連がある脳部位について損傷の有無を確認した。+は損傷有りを表す。部位の詳細は以下の通りである。

Ar: 聴放線 (Auditory radiation), T7: 聴皮質 (Auditory region), T8: 聴皮質前方 (Anterior to auditory region), T9: 聴皮質後方 (Posterior to auditory region) Ia: 島前部 (Insular anterior), Ip: 島後部 (Insular posterior), P1: 縁上回 (Supramarginal gyrus), P2: 角回 (Angular gyrus)

考察

USNの聴覚課題には音の方向を定位する課題^{5),17),18)}, 両耳に入力される音に時間差や強度差を設けて音像を偏倚させ、その認識能力をみる課題^{4),19),20)}, 左右から別々に呈示した聴覚刺激が同程度に認識出来るのかを問う課題^{21)~24)} などがあるが、それらの課題での成績とUSNの

重症度との関連について検討した報告は少ない。今回聴覚課題の中でも音像定位能力について、その能力の低下とUSNの重症度との関係を検討した。すなわちUSNの障害において視覚課題における障害の重症度と考えられるBIT結果と、聴覚課題における障害の重症度と考えられる閾値との関係について検討した。その結果USNの視覚

課題の重症度と聴覚課題の重症度との関連については、閾値とBITの通常検査及び行動検査の合計点、さらに全下位検査項目とのいずれとの間にも有意な相関は認められなかった。したがってUSNの重症度と聴覚課題であり、音像定位の能力の指標である閾値との間に相関がみられること、すなわちUSNが重度なほど閾値の増大が認められて音像定位能力の低下がみられ、USNの障害が視覚課題成績であるBIT結果と聴覚課題成績である閾値という異なる感覚モダリティに同程度に及ぶのではないかという、仮説は立証されなかった。

このことは著者ら²⁵⁾がすでに指摘したように、USN例では視覚、聴覚の両感覚様式にて障害が認められるが、その重症度は二つの感覚様式間で一致しない可能性があると考えられた。過去の報告^{7) - 10)}では相関が認められたものもあるが、これらの報告では数種の抹消検査や図形模写課題、さらにBITの下位検査では星印抹消検査のみを用いている。同じ閾値を用いたTanakaら⁴⁾の報告でもUSNのある例で音像定位能力の指標である閾値の上昇が顕著であった点だけが指摘されており、BITを用いての相関は検討されていない。今回USNの重症度を表す指標としてBITの全検査を用いて閾値との相関を検討したことにより、USNの重症度と音像定位能力との間に関連がないことをより厳密に明らかに出来たと考えられる。

近年USN例での聴覚課題の障害が指摘されているが、その障害程度と脳損傷部位との関連について検討した報告は少ない^{4), 9)}。今回損傷部位の分析により、閾値の高い群の分析から側頭葉の損傷の多さが閾値の上昇に関連していることが明らかとなった。特に関心部位の分析により、聴覚路、聴皮質、T8、T9と言った聴皮質周辺領域、島の損傷が揃うと閾値は増大傾向となり、音像定位能力に影響を及ぼすと考えられた。また島の前方と後方に損傷があるものの、側頭葉と頭頂葉には損傷がない例が存在したことにより、島の全域の損傷だけでも音像定位能力の低下が起こりうる可能性も示された。さらに頭頂葉損傷がなくても閾値が上昇する一方、頭頂葉損傷があっても逆に閾値が低い値に留まる例もみられ、今回の検討では頭頂葉損傷は閾値上昇に必須ではなかった。Tanakaら⁴⁾の報告では頭頂葉と聴覚路の損傷が揃うか、頭頂葉の損傷だけの例でも閾値の上昇が指摘されており、今回は異なる結果となった。

USNの責任病巣としては頭頂葉が重視されてきたが、近年上部側頭葉^{26), 27)}も重視されている。今回対象となったUSN例は頭頂葉に損傷を有した例は側頭葉より少なく、今回は側頭葉の損傷によりUSNが発現していた例が

多かったことが推測される。

また今回、島の損傷も音像定位能力に関連していることが示唆された。右側の島は音像の移動の認識に際して活動する脳部位として重視されている¹⁶⁾が、近年、島の損傷は聴覚機能のうち時間処理能力の低下と関係があることも指摘されており²⁸⁾、本検討で用いた検査が聴覚における時間処理能力の必要な検査である点を考えると、閾値上昇において島の損傷が関与していたことが推察される。

側頭葉の損傷と音像定位能力の低下との関連については、Zimmerら⁹⁾が右上側頭回損傷との関連を、Zatorreら²⁹⁾が上部側頭葉、特に聴皮質との関連を指摘している。二つの報告は前者が音像の正中位を判断する課題、後者が音の方向を直接問う課題と二音の方向の異同判別課題であり、本検討と同じ課題ではない。一方加我ら¹⁾は聴覚路損傷例に対して本研究と同じ検査を実施し、右の聴覚路損傷と閾値上昇との関連を指摘しているが、これらの報告の対象者ではUSNの有無については検討されていない。上部側頭葉は、上側頭回が聴皮質を含んでいる点から音の方向感認識能力と関連がある上に、USNの責任病巣の一つとも位置付けられている。よってUSN例で生じる音像定位能力の低下の一つの要因として、USNを起こす病巣と音の方向感認識に障害をきたす聴皮質周辺が近接していることがあげられる。つまり側頭葉を主病巣とするUSNの発現に伴い、音の方向感認識の低下が合併して生じ、結果として音像定位能力の低下が生じる可能性があると考えられる。

このことは今回視覚課題であるUSNの重症度と聴覚課題であり音像定位の能力の指標である閾値との間に相関はみられず、USNの障害が視覚と聴覚と言う二つの異なった感覚モダリティ間で同程度ではないという点と関係がある可能性がある。すなわち感覚モダリティに共通なUSNの障害基盤を想定するよりも、USNを起こす病巣と音の方向感認識に障害をきたす病巣が近接していることから、別個の障害基盤の想定を今後考慮していく必要性もあると考えられる。

最後に本研究の限界についてであるが、今回の聴覚課題はあくまでも音像定位能力という一側面についてのものであり、USN例の聴覚課題に対する反応を全般的には評価してはいない。したがって今回の結果をUSN例の聴覚課題成績の傾向として一般化することは困難である。今後異なる複数の聴覚課題を併用して実施し、それらの成績の間の関連についても同時に検討していく必要性があると考えられる。

引用文献

- 1) 加我君孝, 中村雅子: 右聴皮質・聴放線損傷例の聴覚について. *Audiology Japan* 42: 565-566, 1999
- 2) Yamada K, Kaga K, Uno A, et al : Sound lateralization in patients with lesions including the auditory cortex : comparison of interaural time difference (ITD) discrimination and interaural intensity difference (IID) discrimination. *Hearing Research* 101: 173-180, 1996
- 3) 加我君孝: 方向感検査の臨床応用, 耳鼻臨床 92: 1263-1279, 1999
- 4) Tanaka H, Hachisuka K, Ogata H: Sound lateralization in patients with left or right cerebral hemispheric lesions: relation with unilateral visuospatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 67: 81-86, 1999
- 5) Pavani F, Ladavas E, Driver J : Auditory and multisensory aspect of visuospatial neglect. *Trends in Cognitive Science* 7: 407-414, 2003
- 6) Jacob S, Brozzoli C, Farne A : Neglect: A multisensory deficit ? *Neuropsychologia* 50 : 1029-1044, 2012
- 7) Soroker, N., Calamaro, N., Myslobodsky, M. S. : Ventriloquist effect reinstates responsiveness to auditory stimuli in the 'ignored' space in patients with hemispatial neglect. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 17 :243-255, 1995a.
- 8) 榊原美紀, 園田茂, 森光代, 他: 半側視空間無視患者の音の方向覚. 総合リハ, 27 : 769-774, 1999.
- 9) Zimmer, U., Lewald, J., Karnath, H-O. : Disturbed sound lateralization in patients with spatial neglect. *J. Cogn. Neurosci.*, 15 : 694-703, 2003.
- 10) Pavani F, Husain M, Ladavas E, et al: Auditory deficits in visuospatial neglect patients. *Cortex* 40:347-365, 2004
- 11) 佐藤恒正, 鈴木秀明, 八幡則子, 他: 新しい方向感検査装置及びその応用. *Audiology Japan* 26: 659-666, 1983
- 12) 八幡則子: 自動記録装置による方向感機能の研究. *日耳鼻* 90 : 376-390, 1987
- 13) Serino A, Angeli V, Frassinetti F, et al : Mechanisms underlying neglect recovery after prism adaptation. *Neuropsychologia* 44 : 1068-1078, 2006
- 14) Damasio H, Damasio AR. *Lesion analysis in neuropsychology*. New York: Oxford University Press. 1989
- 15) Clarke S, Bellmann A, Maeder P, et al : What and Where in human audition: selective deficits following focal hemispheric lesions. *Exp Brain Res* 147 : 8-15, 2002
- 16) Griffiths T, Bench C, Frackowiak R : Human cortical areas selectively activated by apparent sound movement. *Curr Biol* 4 : 892-895, 1994
- 17) Pinek B, Duhamel J, Cave C : Audio-spatial deficits in humans: Differential effects associated with left versus right hemisphere parietal damage. *Cortex* 25: 175-186, 1989
- 18) 砂原伸行, 柴田克之, 能登谷晶子: 半側空間無視患者の音の左右方向判断能力, 日本作業療法研究学会雑誌 17: 13-17, 2014
- 19) Bisiach E, Cornacchia L, Sterzi R, et al: Disorders of perceived auditory lateralization after lesion of the right hemisphere. *Brain* 107: 37-52, 1984
- 20) Spierer L, Bellmann-Thiran A, Maeder P, et al : Hemispheric competence for auditory spatial representation. *Brain* 132: 1953-1966, 2009
- 21) Soroker N, Calamaro N, Glicksohn J, et al : Auditory inattention in right-hemisphere-damaged patients with and without visual neglect. *Neuropsychologia* 35 : 249-256, 1997
- 22) Calamaro L, Soroker N, Myslobodsky MS : False recovery from auditory hemineglect produced by source misattribution of auditory stimuli (the ventriloquist effect). *Restor Neurol Neurosci* 7 :151-156, 1995
- 23) Bellmann A, Meuli R, Clarke S : Two type of auditory neglect. *Brain* 124 : 676-687, 2001
- 24) Spierer L, Meuli R, Clarke S : Extinction of auditory stimuli in hemineglect: Space versus ear. *Neuropsychologia* 45: 540-551, 2007
- 25) 砂原伸行, 能登谷晶子: 半側空間無視患者における音の方向感検査所見とBIT行動性無視検査所見との関係. *高次脳機能研究* 25 : 306-313, 2005
- 26) Karnath H-O, Ferber S, Himmelbach M : Spatial awareness is a function of the temporal not the parietal lobe. *Nature* 411 : 950-953, 2001
- 27) Karnath H-O, Rorden C : The anatomy of spatial neglect. *Neuropsychologia* 50 : 1010-1017, 2012
- 28) Bamiou D, Musiek F, Stow I, et al : Auditory temporal processing deficits in patients with insular stroke. *Neurology* 67 : 614-619, 2006
- 29) Zatorre RJ, Penhune VB : Spatial localization after excision of human auditory cortex. *J Neurosci* 21 : 6321-6328, 2001

Relationship between sound lateralization abilities and brain damaged area in unilateral spatial neglect patients judged from inter-aural time difference discrimination threshold

Nobuyuki Sunahara, Ken Nakatani*, Masako Notoya

Abstract

A sound lateralization test was performed in 14 patients with cerebrovascular disorder-induced left unilateral spatial neglect to investigate the association between the test results and location of brain damage.

In the sound lateralization test, inter-aural time difference (ITD) discrimination ability was measured with a self-recording apparatus. Subjects were requested to press the button in the switch box as soon as possible when they perceived whether the location of the sound image was biased toward the right or left side from the center. We defined the mean amplitude of five consecutive saw-toothed waves as the threshold for ITD discrimination. In unilateral spatial neglect subjects, ITD discrimination threshold ranged from 370 to 1186 μ s, with a mean $\pm$ standard deviation of 710.7 ± 276.1 μ s.

A decline in test results, i.e., an increase in ITD discrimination threshold, indicated damage of the acoustic radiation and auditory cortex, i.e., damage of the auditory pathway and entire insular region. This had no relation to increases in the ITD discrimination threshold and parietal lobe damage.