

Relationship between sound lateralization abilities and brain lesions in unilateral spatial neglect patients

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/2297/43084

半側空間無視患者における音の方向感検査所見と 脳損傷部位との関係

砂原 伸行, 能登谷晶子, 中谷 謙*

要 旨

脳血管障害による左半側空間無視患者 27 例に対して、音の方向感検査を実施し、その検査成績と脳損傷部位との関連について検討した。音の方向感検査では、どの程度の時間差を設けて正中位音像を偏倚させたら、その音像の偏倚が認識出来るのかを左右方向別に測定し、時間差音像移動弁別閾値（以下、閾値）とした。従来左半側空間無視例では左方向への音像の偏倚が認識しにくく、左の閾値が増大することが指摘されている。また健常人では閾値には左右方向差はないとされているので、右の閾値を基準とした場合の左の閾値の増大率（閾値の左右比）を算出して本検査成績とした。その結果、検査成績の低下すなわち閾値の左右比の増大には聴放線及び聴皮質、すなわち聴覚路の損傷と島の全域にわたる損傷が関与し、さらに側頭葉内への損傷の広がりも影響していた。島についてはそ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が指摘されていることから、左右の耳に入る聴覚情報の時間差を指標とした本検査の成績低下と関連があると思われた。また近年、半側空間無視の責任病巣としては上側頭回も重視されていることから、半側空間無視例で生じる音の方向感検査での成績低下は、その症状を引き起こす病巣と半側空間無視の責任病巣の近接性からも説明出来ると考えられた。

KEY WORDS

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

はじめに

半側空間無視 (Unilateral Spatial Neglect, 以下USN) では、これまで視覚課題での検討が多く、USN と言えば視覚性無視を指すのが一般的である。近年USNにおいて多感覚様式から見た症状の側面が注目され^{1, 2)}、例えば聴覚刺激を用いた課題において刺激を無視する症状を呈した際には、auditory neglect^{3, 4)} と称される場合もある。USNの聴覚課題には、音の方向を定位する課題⁵⁻⁷⁾、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⁸⁻¹⁰⁾、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¹¹⁻¹⁴⁾、などがある。以上の報告でUSN例は左側からの聴覚刺激を無視したり、その方向を右へ偏倚して認識するなど、左側刺激の認識に障害を示すことが指摘されている。

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^{9, 15)}。われわれは時間差を指標として音像の

位置を判断する音の方向感検査を実施し、USN例では正中位から左へ音の聞こえる方向が移動したこと、すなわち正中から左方向への音像の偏倚を認識しにくいことを報告した¹⁶⁾。今回はUSN例の音の方向感検査成績と脳損傷部位との関係について検討したので報告する。

対象

対象は脳血管障害による左USN患者27例（男性19例、女性8例）で、全例右利き、平均年齢は64.1歳、平均発症経過月数は5.0ヵ月である。全例Mini-Mental State Examinationは25点以上であり、認知症はなかった。また左右の裸耳聴力差は20dB以内でかつ左右耳とも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¹⁷⁾。全例にBehavioural Inattention Test（以下、BIT行動性無視検査）通常検査を実施した。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

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

究倫理委員会の承認を得ている。

音の方向感検査方法

音の方向は左右の耳に入る音の到達時間差により認識され、早く耳に到達した方から音が聞こえるように感じられる。本検査の刺激はヘッドフォン内の仮想音像であり、手動により左右の耳に入る音の時間差調整が可能である。検査方法として時間差0 μ secの正中位音像の状態から、左右どちらか一方に与える音に徐々に時間差をつけることにより、正中位から左右どちらか一方に音の聞こえる方向を徐々に移動させる。そしてその音の方向が正中位からその方向に移動したと、被験者が感じた時の最小の時間差を左右方向別に測定して、時間差音像移動弁別閾値(以下閾値、単位 μ sec)とする。測定は佐藤ら¹⁸⁾、八幡¹⁹⁾の方法に従って実施した(図1)。本検査ではUSN例の左閾値の増大が指摘されている¹⁶⁾。また健常人では閾値には個人差はあるが、その値には左右差はないとされている¹⁷⁾。従って右の閾値を基準とした左の閾値の増大割合(左閾値の数値を右閾値の数値で除する)である閾値の左右比を算出して、これを本検査成績すなわち本聴覚課題での障害の重症度とした。

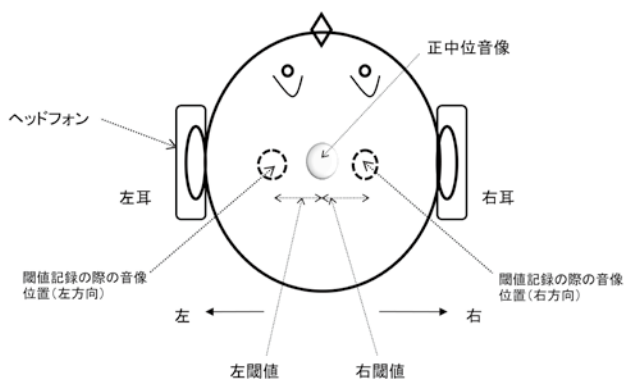


図1. 音の方向感検査における閾値の測定方法

どれくらいの時間差を設けて正中位音像を偏倚させたら、その音像の偏倚が認識できるのかを左右方向別に測定し、閾値を算出した。左右方向とも5回ずつ測定を行い、最小値を閾値とした後、さらに同様の測定を繰り返してそれぞれの閾値が一致することを確認した(図では点線丸印が、閾値を記録した際の音像の位置を表している)。また閾値測定後、一旦時間差0 μ 秒の正中位音像を呈示して、正中であることを認識できることを確認し、続いてすぐ閾値相当の音像を呈示して、その偏倚が再度認識出来ることも確認した。

統計解析

左右の閾値の違いには対応のあるt検定、側頭葉内への脳損傷部位の広がりや閾値の左右比との関連にはSpeamannの順位相関、USN重度群と軽度群との間の各領域別の病巣数の違いにはMann-Whitney検定を用いた。有意水準は0.05とした。

結果

27例の左右の閾値の平均値は左閾値が141.5(標準偏差74.2) μ sec、右閾値が63.7(標準偏差32.9) μ secであり、左閾値が有意に増大していた。閾値の左右比の平均値は2.47(標準偏差1.08)であり、中央値は2.25であった。

対象の分類と脳損傷部位分析方法

1. 対象の重症度分け

閾値の左右比に基づいて全対象27例を重症度分けした。閾値の左右比の中央値2.25に基づき、左右比2.25以上の例を重度群(14例)、2.25未満の例を軽度群(13例)とした。

2. 脳損傷部位分析方法

Damasioら²⁰⁾に基づき、Serinoら²¹⁾が報告した方法で脳損傷部位の分析を行った。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1)。各症例の頭部CT及びMRI所見からそれぞれの部位における損傷の有無を確認した。

脳損傷部位分析結果

1. 皮質及び皮質下における脳損傷部位の分析(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。なお本検討での損傷部位分析は右側についてのものである。

1) 重度群(症例番号1から14)

全例において側頭葉の損傷がみられ、損傷部位数は2から6個であり損傷の側頭葉内への広がり特徴であった。前頭葉損傷は12例、頭頂葉損傷は6例、後頭葉損傷は6例にみられた。

2) 軽度群(症例番号15から27)

皮質の損傷部位数が0から3である例が5例あった。側頭葉損傷は10例に存在したが、うち8例は損傷部位数2個以下で、他の2例では損傷部位数は3及び4個であった。また前頭葉損傷は10例、頭頂葉損傷は7例、後頭葉損傷は1例にみられた。

2. 関心部位における脳損傷の有無(表3)

音の方向感認識には刺激の位置を認識する過程が重要であり、これ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ている⁴⁾。したがって関心部位として聴放線、聴皮質(Damasioら²⁰⁾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。

半側空間無視患者における音の方向感検査所見と
脳損傷部位との関係

表 1 脳損傷確認部位

<p>前頭葉領域 [内側面 Mesial aspect]</p> <p>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)</p> <p>[外側面 Lateral aspect]</p> <p>F6 前頭弁蓋部 frontal operculum(44,45) 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</p> <p>[眼窩面 Orbital aspect]</p> <p>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</p> <p>側頭葉領域 [外側/上部面 Lateral/superior aspect]</p> <p>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)</p> <p>[内側面 Mesial aspect]</p> <p>T10 前部 anterior(扁桃体 amygdala,28,36) T11 後部 posterior(海馬 hippocampus,28,36)</p> <p>T12 側頭極 polar area(38)</p>	<p>頭頂葉領域 [頭頂葉下部 Inferior parietal lobule]</p> <p>P1 縁上回 supramarginal gyrus(40) P2 角回 angular gyrus(39)</p> <p>[頭頂葉上部 Superior parietal lobule]</p> <p>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</p> <p>後頭葉領域 [内側面 Mesial aspect]</p> <p>O1 烏距回下部 infracalcarine(18,19) O2 烏距回上部 supracalcarine(18,19) O3 側頭後頭接合部 temporo-occipital junction(37,36)</p> <p>[外側面 Lateral aspect]</p> <p>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</p> <p>皮質下領域 BG 基底核 basal ganglia TH 視床 thalamus IC 内包 internal capsule</p>
--	---

括弧内の数字はブロードマンの領野を示す。

表 2 皮質及び皮質下における脳損傷部位の分析

症例番号	関値の左右比	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
重度群 (左右比 2.25 以上)						
1	2.83	F6,F8	T3,T4,T6,T7,T8,T9,	P1,P2,P3	O4,O6	IC
2	2.67	F7,F8,F9,F10	T7,T8,T9	P1,P6		BG,Th,IC
3	3.92		T3,T5,T7,T8,T9		O6	BG
4	2.72		T3,T5,T7,T9	P1	O6	
5	5.71	F9,F12,F14	T7,T8,T9		O6	BG,IC
6	3.92	F6,F7,F8,F9,F11,F14	T3,T7,T8,T9			BG,IC
7	2.88	F6,F8	T3,T7,T8,T9	P1,P2		BG,Th,IC
8	3.33	F8,F9,F10	T7,T9			BG
9	2.57	F6,F9	T7,T9			BG,IC
10	2.8	F6,F8,F10,F11,F14	T3,T7,T8,T9		O6	IC
11	4.41	F6,F7,F8,F9,F12	T3,T6,T7,T8,T9,T12	P1,P2	O6	BG,Th,IC
12	3.33	F6	T7,T9			BG,Th
13	2.33	F4,F6,F7,F8	T3,T4,T7,T8,T9	P1,P2,P3		
14	2.25	F8	T7,T9	P1,P2,P3		
軽度群 (左右比 2.25 未満)						
15	2.12	F9				BG,Th,IC
16	2.1	F1,F3,F5,F9	T7	P3		IC
17	1.59					BG,IC
18	1.22	F9,F11,F14	T7	P6		BG,Th,IC
19	1.2	F6,F7,F8,F9,F11,F12	T8			BG,Th
20	1.51	F6,F7,F8,F9,F10,F14	T8,T9	P1,P3,P6		BG,IC
21	1.75	F6,F9,F10	T7,T9	P6		BG,IC
22	1.55	F9	T9			BG,Th,IC
23	1.33		T9			BG,IC
24	1.83	F5,F6,F7,F8,F10				
25	1.88	F9	T7,T8,T9	P1,P3		BG,Th,IC
26	1.56	F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,F14	T3,T7,T8,T9	P1,P2,P3	O6	BG,Th,IC
27	1.25		T9	P1,P3		

損傷が確認された部位の記号を領域ごとに記載した。

表3 関心部位における脳損傷の有無

症例番号	Ar	T7	T8	T9	Ia	Ip	P1	P2
重度群 (左右比 2.25 以上)								
1	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	
3	+	+	+	+	+	+		
4		+		+	+	+	+	
5	+	+	+	+		+		
6	+	+	+	+		+		
7		+	+	+	+	+	+	+
8		+		+		+		
9		+		+	+	+		
10	+	+	+	+	+	+		
11	+	+	+	+	+	+	+	+
12		+	+	+				
13		+	+	+		+	+	+
14		+		+		+	+	+
軽度群 (左右比 2.25 未満)								
15					+	+		
16		+						
17						+		
18	+	+				+		
19			+		+	+		
20	+		+	+			+	
21		+		+		+		
22	+			+		+		
23	+			+		+		
24								
25	+	+	+	+		+	+	
26	+	+	+	+	+	+	+	+
27				+			+	

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)

1) 重度群

全例に聴皮質の損傷がみられ、損傷は前方のT8または後方のT9領域に広がっていた。聴放線の損傷は7例、島の損傷は症例12以外の13例にみられた。縁上回または角回の損傷は7例であった。重度群の特徴は聴放線または聴皮質のいわゆる聴覚路の損傷とその損傷の周辺領域への拡大と島の損傷にあると思われた。

2) 軽度群

聴覚路に損傷のない例が5例 (症例15,17,19,24,27) あり、このうちT8、T9にも損傷がない例が3例 (症例15,17,24)、T8またはT9の一方に損傷がある例が2例 (症例19,27) あった。島の損傷では前方、後方の両方に損傷がみられた例は3例 (症例15,19,26) のみで、全く損傷のない例も4例 (症例16,20,24,27) 存在した。聴覚路損傷と島損傷の組み合わせでは、聴覚路に損傷があるが島にはない例が2例 (症例16,20)、島に損傷はあるが聴覚路にはない例が2例 (症例15,19)、聴覚路に損傷があっても島の損傷が後方みの例が3例 (症例18,23,25) 存在した。また聴覚路の損傷と島の前方、後方の損傷が全て揃っている例はなかった。一方、縁上回または角回の損傷は4例であった。

3. 脳損傷部位分析総括

重度群の分析から閾値の左右比の増大には、聴覚路およびDamasioら²⁰⁾によるT8、T9領域、すなわち聴覚路周辺領域の損傷と島の損傷が関連していると考えられた。また軽度群の分析から聴覚路または島のどちらか一方にのみ損傷がある例、両方に損傷があっても島の損傷はその全域には及んでいない例では、左右比の増加割合が低く留まる場合がみられた。

4. 側頭葉内への脳損傷部位の広がり と左右比との関連の検討 (図2)

側頭葉内への損傷の広がり と左右比との関連を明らかにするために、上側頭回に損傷を有する24例 (軽度群症例15,17,24以外の症例) で側頭葉内の脳損傷数と閾値の左右比との関係を検討したところ有意な相関がみられ、側頭葉内の損傷数の増加に伴い閾値の左右比が増大する傾向がみられた。このことから側頭葉への損傷の広がりも閾値の左右比増大に関与していると考えられた。

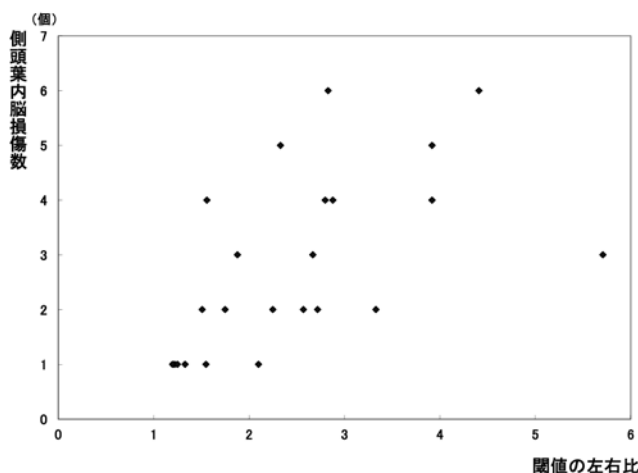


図2. 側頭葉内脳損傷数と閾値の左右比との関係

上側頭回に損傷を有する 24 例において側頭葉内脳損傷数と閾値の左右比との関係を検討したところ、有意な相関がみられた (Spearman の順位相関, $p < 0.01$)。すなわち側頭葉内の脳損傷数の増加に伴い閾値の左右比が増大する傾向がみられた。

5. BIT 行動性無視検査通常検査得点と損傷部位との関連

通常検査の平均点は104.6点 (標準偏差28.5点) であり、中央値は116点であった。116点未満をUSN重度群、116点以上をUSN軽度群として、病巣の分析を行った (表4)。両群において各領域別の病巣数に有意な差はみられず、病巣の広がり とUSNの重症度との間に関連はなかった。

半側空間無視患者における音の方向感検査所見と
脳損傷部位との関係

表4 BIT 行動性無視検査通常検査得点と脳損傷部位との関連

症例 番号	BIT 通常検査 得点	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
USN 重度群 (通常検査 116 点未満)						
1	85	F6,F8	T3,T4,T6,T7,T8,T9	P1,P2,P3	O4,O6	IC
2	111	F7,F8,F9,F10	T7,T8,T9	P1,P6		BG,Th,IC
3	63		T3,T5,T7,T8,T9		O6	BG
8	102	F8,F9,F10	T7,T9			BG
9	95	F6,F9	T7,T9			BG,IC
11	95	F6,F8,F8,F9,F12	T3,T6,T7,T8,T9,T12	P1,P2	O6	BG,Th,IC
13	110	F4,F6,F7,F8	T3,T4,T7,T8,T9	P1,P2,P3		
14	51	F8	T7,T9	P1,P2,P3		
15	112	F9				BG,Th,IC
18	93	F9,F11,F14	T7	P6		BG,Th,IC
20	38	F6,F7,F8,F9,F10,F14	T8,T9	P1,P3,P6		BG,IC
23	91		T9			BG,IC
25	81	F9	T7,T8,T9	P1,P3		BG,Th,IC
26	41	F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,F14	T3,T7,T8,T9	P1,P2,P3	O6	BG,Th,IC
USN 軽度群 (通常検査 116 点以上)						
4	120		T3,T5,T7,T9	P1	O6	
5	125	F9,F12,F14	T7,T8,T9		O6	BG,IC
6	116	F6,F7,F8,F9,F11,F14	T3,T7,T8,T9			BG,IC
7	126	F6,F8	T3,T7,T8,T9	P1,P2		BG,Th,IC
10	117	F6,F8,F10,F11,F14	T3,T7,T8,T9		O6	IC
12	138	F6	T7,T9			BG,Th
16	135	F1,F3,F5,F9	T7	P3		IC
17	130					BG,IC
19	137	F6,F7,F8,F9,F11,F12	T8			BG,Th
21	119	F6,F9,F10	T7,T9	P6		BG,IC
22	134	F9	T9			BG,Th,IC
24	128	F5,F6,F7,F8,F10				
27	124		T9	P1,P3		

USN 重度群において、側頭葉領域、頭頂葉領域の病巣数がやや多い傾向があるものの、統計学的には両群間において各領域別の病巣数に有意な差はみられなかった。

考察

本研究では音の方向感検査を用いて検査成績の低下と脳損傷部位との間の関係について検討した。その結果関与の大きい部位は聴皮質または聴放線のいわゆる聴覚路であり、また損傷が聴皮質の周辺領域で聴皮質の前方や後方、島へ拡大していることが成績低下に関連していた。さらに側頭葉内の他の部位への損傷の広がりも影響していた。また聴覚路と島の全域の損傷が揃っていない例では成績の低下割合が低く留まる例が存在し、聴覚路と島損傷の合併が成績低下には必要と考えられた。従って聴皮質を含む聴覚路と島、さらに上側頭回内で聴皮質前後の周辺領域、他の側頭葉領域を加えた部位が音の方向感認識に関与していると考えられた。

Zimmerら¹⁵⁾は音像の正中位を判断する課題を行い、USN例に対する聴覚課題成績と損傷部位との関連を検討し、課題成績の低下と右上側頭回損傷との関連を指摘した。本研究は正中位からの音の偏倚の認識能力を調べた検査であり、課題成績の低下と関連する部位が同報告の上側頭回を含んでいた点は共通していた。

また加我ら²²⁾は聴覚路損傷例に対して音の方向感検査を実施し、右の聴覚路損傷と左方向での方向感認識の低

下との関連を指摘した。この結果は本研究において聴覚路と島を含んだ側頭葉領域が音の方向感認識に関与している点と矛盾しないが、音像偏倚に必要な時間差の閾値を左右方向別には測定しておらず、左右方向への閾値の合計が振幅として算出されている。本研究では閾値を左右方向別に測定して左右差を明らかにした上で、課題成績の低下に関連が深い部位が島や側頭葉領域への損傷の広がりにもある点を明らかにした。

Zatorreら²³⁾は一側の側頭葉摘出例において音の方向定位、別個に呈示した二音の方向の異同判別課題を行った。その結果右の上部側頭葉損傷例で成績が低下し、損傷が聴皮質に及ぶに伴いその障害が重度となることを指摘した。

以上のように右の側頭葉、なかでも聴皮質を含む側頭葉上部の損傷が音の方向感認識の低下に関与することは以前より指摘されており、この所見は本研究の結果と部分的に一致する。本研究ではさらに音の方向感認識能力の低下には聴皮質を含む聴覚路、上側頭回内で聴皮質前後の周辺領域と島の損傷が重要であり、さらにその能力低下は他の側頭葉領域の損傷が拡大するのに応じて低下割合が増すことを明らかにした。島損傷の合併と側頭

葉内への損傷の広がりを指摘している報告は過去にはなく、本研究は音の方向感認識能力の低下に関連する損傷部位の詳細を明らかにした、初めての報告であると言える。

一方、音の方向感認識には聴皮質を含む上側頭回のみならず、前頭葉、頭頂葉などの関与も指摘されている^{9, 24)}。Tanakaら⁹⁾はUSN例に対して音の方向感検査を行い損傷部位との関連を検討した。この報告の音の方向感検査は加我ら²²⁾の報告と同様に音像の偏倚に必要な時間差の閾値を左右方向別には測定していない。同報告では右半球損傷と検査成績低下との関連を指摘した上で、成績低下例の多くには聴覚路の損傷に加え右頭頂葉損傷が特徴的であったとしている。しかし今回の検討では、重度群で右頭頂葉損傷がみられたのは4例のみであり、頭頂葉損傷と音の方向感認識能力との関係は確認出来なかった。最近右の頭頂葉は健常人での検討でも、音の方向を認識する過程である音像定位において重要な役割を果たすとされている²⁵⁾。今回頭頂葉との関連は確認出来なかったが、その理由は今回の対象例の損傷が側頭葉に多くみられたという病巣分布の偏りも一つの要因と考えられる。今後頭頂葉に損傷を有する例でさらなる検討が必要であると考えられる。

近年健常人での検討において音の方向を認識する過程である音像定位や、音像の動きを認識する過程には側頭葉、頭頂葉のみならず、前頭葉、島皮質などが関与することが指摘されている²⁶⁻²⁸⁾。本研究では、課題成績の低下には聴皮質以外の上側頭回への損傷の拡大、さらに周辺の島皮質への損傷の拡大も関与していた。島については音像の移動の認識に際して活動する脳部位として、右の島皮質の重要性がすでに指摘されている²⁹⁾。また近年、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いる³⁰⁾。本研究で用いた検査は左右の耳に入る聴覚情報の時間差を指標としており、聴覚における時間処理能力の必要な検査である。本検査の成績低下には聴覚路の損傷と島の全域にわたる損傷が関与していたという結果と照らし合わせると、成績低下において島の損傷が関与していたと考えられる。

従来USN例においては、側頭、頭頂、後頭葉接合部付近が最も高い頻度で損傷されているのが一般的とされており、特に下頭頂小葉が重視されて来た。しかしながら近年、USN発現の責任病巣として上側頭回^{31, 32)}、神経回路との関連では上部側頭葉と前頭葉の連絡³³⁾も重視されている。今回の検討の対象例では、頭頂葉に病巣を有した例は側頭葉病巣及び前頭葉病巣を有した例と比べると少なかった。従って今回の対象例においては、従来の頭頂葉を中心とした病巣でUSNが生じているというよりも、側頭葉または前頭葉の病巣がUSNの発現に関与していたものと考えられる。また今回病巣の広がりUSNの重症度の間に関連はなかった。このことから頭頂葉を主病巣としないUSN例では、損傷の広がりが症状の重症度に影響しないことが予想される。この点については今後発症からの回復段階も踏まえて検討していく必要があると考えられる。

本研究では、閾値の左右比増大には聴皮質とその周囲の上側頭回への損傷の拡大が関与していた。側頭葉の中でも上側頭回は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のみならず、前述のようにUSNの責任病巣としても注目されている。すなわちUSN例で生じる聴覚課題での障害は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という解剖学的事実に基づいて、USNが発現すると音の方向感認識の低下が合併して生じ、結果として聴覚課題での障害が生じる可能性があると考えられる。

本研究で用いた音の方向感検査は、あくまでも左右の耳に入る音の時間差を使用して、ヘッドフォン着用にて正中位付近での音像のずれを認識する能力を検討している。現在まで報告されているUSNに対する聴覚課題では、広い実空間で聴覚刺激を呈示して左右に呈示された刺激に対する反応を比較しているものもある。すなわち本研究の結果をUSN例に対する聴覚課題成績の傾向として広く一般化は出来ない。この点に関して本研究の限界があると考えられる。今後異なった聴覚課題間において課題成績と損傷部位との検討結果を、それぞれ比較検討していくことが重要であると考えられる。

引用文献

- 1) Pavani F, Ládavas E, Driver J : Auditory and multisensory aspect of visuospatial neglect. *Trends in Cognitive Science* 7: 407-414, 2003
- 2) Jacob S, Brozzoli C, Farne A : Neglect: A multisensory deficit ? *Neuropsychologia* 50: 1029-1044, 2012
- 3) De Renzi E, Gentilini M, Barbieri C : Auditory neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 52: 613-617, 1989
- 4) Golhale S, Lahoti S, Caplan LR : The neglected neglect: Auditory neglect. *JAMA Neurology* 70: 1065-1069, 2013
- 5) 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
- 6) Pavani F, Farne A, Ládavas E : Task-dependent visual coding of sound position in visuospatial neglect patients. *Neuroreport* 14: 99-103, 2003
 - 7) 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
 - 8) Bisiach E, Cornacchia L, Sterzi R, et al: Disorders of perceived auditory lateralization after lesion of the right hemisphere. *Brain* 107: 37-52, 1984
 - 9) Tanaka H, Hachisuka K, Ogata H : Sound localization in patients with left or right cerebral hemispheric lesions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 67: 481-486, 1999
 - 10) Spierer L, Bellmann-Thiran A, Maeder P, et al : Hemispheric competence for auditory spatial representation. *Brain* 132: 1953-1966, 2009
 - 11) 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
 - 12) 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
 - 13) Bellmann A, Meuli R, Clarke S : Two type of auditory neglect. *Brain* 124: 676-687, 2001
 - 14) Spierer L, Meuli R, Clarl S : Extinction of auditory stimuli in hemineglect: Space versus ear. *Neuropsychologia* 45: 540-551, 2007
 - 15) Zimmer U, Lewald J, Karnath H-O : Disturbed sound lateralization in patients with spatial neglect. *J Cog Neurosci* 15: 694-703, 2003
 - 16) 砂原伸行, 能登谷晶子 : 半側空間無視患者の音の方向感認知能力. *神経心理学*17 : 297, 2001
 - 17) 加我君孝 : 方向感検査の臨床応用. *耳鼻臨床*92 : 1263-1279, 1999
 - 18) 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
 - 19) 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
 - 20) Damasio H, Damasio AR. *Lesion analysis in neuropsychology*. New York: Oxford University Press. 1989
 - 21) Serino A, Angeli V, Frassinetti F, et al : Mechanisms underlying neglect recovery after prism adaptation. *Neuropsychologia* 44: 1068-1078, 2006
 - 22) 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
 - 23) Zatorre RJ, Penhune VB : Spatial localization after excision of human auditory cortex. *J Neurosci* 21: 6321-6328, 2001
 - 24) 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
 - 25) At A, Spierer L, Clarke S : The role of the right parietal cortex in sound localization : A chronometric single pulse transcranial magnetic stimulation study. *Neuropsychologia* 49: 2794-2797, 2011
 - 26) Weeks R, Aziz-Sultan A, Bushara K, et al : A PET study of human auditory spatial processing. *Neuroscience Letters* 262: 155-158, 1999
 - 27) Maeder P, Meuli R, Adriani M, Bellmann A, et al : Distinct pathways involved in sound recognition and localization: A human fMRI study. *Neuro Image* 14: 802-816, 2001
 - 28) Zimmer U, Lewald J, Erb M, et al : Processing of auditory spatial cues in human cortex: an fMRI study. *Neuropsychologia* 44: 454-461, 2006
 - 29) Griffiths T, Bench C, Frackowiak R : Human cortical areas selectively activated by apparent sound movement. *Curr Biol* 4: 892-895, 1994
 - 30) Bamiou D, Musiek F, Stow I, et al : Auditory temporal processing deficits in patients with insular stroke. *Neurology* 67: 614-619, 2006
 - 31) Karnath H-O, Ferber S, Himmelbach M : Spatial awareness is a function of the temporal not the parietal lobe. *Nature* 411: 950-953, 2001
 - 32) Karnath H-O, Rorden C : The anatomy of spatial neglect. *Neuropsychologia* 50: 1010-1017, 2012
 - 33) Committeri G, Pitzalis S, Galati G, et al : Neural bases of personal and extrapersonal neglect in humans. *Brain*. 130:431-441, 2007

Relationship between sound lateralization abilities and brain lesions in unilateral spatial neglect patients

Nobuyuki Sunahara, Masako Notoya, Ken Nakatani*

Abstract

A sound lateralization test was performed in 27 patients with cerebrovascular disorder-induced left unilateral spatial neglect to investigate the association between test results and location of brain damage. In the sound lateralization test, the time difference in deviating a median sound image that the patient could discriminate was measured in each lateral direction, and the difference was defined as the interaural time difference discrimination threshold (threshold) . The test results are presented as the rate of increase in the left threshold on setting the baseline to the right threshold (left/right ratio of the threshold) . A decline in test results, i.e., an increase in the left/right ratio of the threshold, indicated damage of the acoustic radiation and auditory cortex, i.e., damage to the auditory pathway and entire insular region, and it was also influenced by the expansion of damage to the temporal lobe. Insular damage has been reported to be related to reduction of the time-processing ability among the auditory functions, suggesting its association with the reduced results of this test using the time difference as an index. The superior temporal gyrus has also recently been shown to be of greater importance as a region containing the lesion responsible for unilateral spatial neglect. As this region contains the auditory cortex, the reduced sound lateralization test results in patients with unilateral spatial neglect may be explained by the close proximity between the lesion inducing the symptom and that responsible for unilateral spatial neglect.