

Relationship between interaural time difference and interaural intensity difference 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/2297/43087

半側空間無視患者における、音の時間差と強度差との関係

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 (Unilateral Spatial Neglect, 以下 USN) 患者 20 例に対して、音の方向感検査として時間-強さ取引検査を行い、USN 例の特徴について検討した。本検査では左右どちらか一方に偏倚した音像を呈示し、次に逆側の音の強度を徐々に上げ、最初の偏倚した方向から音像が正中に戻ったと被験者が認識出来た時の逆側の音の強度差を測定した。今回は時間差を 4 段階に設定した。その結果、右偏倚条件においては設定時間差が増えれば、音像を正中に戻すのに必要な強度差も段階的に増加した。しかし、左偏倚条件では 4 つの設定時間差に対する必要強度差に有意な差はみられず、設定時間差が増えても音像を正中に戻すための必要強度差に変化はなかった。USN 例では聴覚課題においても右方向への注意の偏りが存在すると考えられる。今回の左偏倚条件では、左偏倚の音像が正中方向すなわち右へ移動する場合に、もともとある USN 本来の右方向への注意の偏りと音像の右への動きが重複して働き、わずかな右への動きをより大きい動きと認識したと考えられる。その結果、必要強度差がまだ少ない段階で、実際には正中位に音像が達していなくても、その音像を正中と認識したと思われる。今回の左偏倚条件では、USN 例における聴覚課題での障害がその反応に影響を及ぼしていたものと考えられる。

KEY WORDS

time-intensity trading, sound lateralization, inter-aural time difference, inter-aural intensity difference, unilateral spatial neglect patients

はじめに

音像の方向の認識は両耳に入る音の時間差、あるいは音の強度差により成立するとされている^{1,2)}。この時間差と強度差は交換可能な関係にあり、左右どちらか一方の耳へ早く音が到達し、時間差によりその方向へ偏倚した音像があるとすると、今度は逆方向の耳へ入る音の強度を上げて強度差をつけていくと、音像の位置がその方向から正中位に向かって移動していくように感じられる。すなわち一方の耳へ音を早く到達させることにより、その方向へ偏倚した音像は他方の耳から入る音の強度を上げると、再び正中に戻ってくる。この現象は時間と強さの交換作用 (time-intensity trading) と言われている³⁾。この時間差と強度差の関係をみる検査として、耳鼻科領域では時間差と強度差を制御して音像をヘッドフォンから呈示し、音の方向感認識能力をみる音の方向感検査¹⁾がある。この検査の中に時間-強さ取引検査(以

下、Time vs Intensity Trade検査)があり、これは十分な時間差を設けてあらかじめ左右どちらか一方に偏倚した音像に対し、逆方向の耳に入る音の強度を上げて徐々に強度差をつけていき、音像が移動して正中位であると感じられた際の強度差を設定時間差ごとに求める検査である。

われわれは健常人及び脳血管障害による左右脳損傷群に対して、この検査を行い、設定時間差が増えればそれに応じて必要強度差は概ね増加傾向になることを報告した⁴⁾。しかしながらこの報告では設定時間差を 700 μ sec まで上げると、必要強度差が減少する例も出て来た。特に右脳損傷群の左偏倚条件では統計学的に有意差はないものの、設定時間差が 600 μ sec から 700 μ sec と増えても、必要強度差は群全体の傾向として減少した。この傾向は設定時間差が大きくなると強度差が優位となり、少ない強度差の設定でも音像が正中に戻るという加齢の影響⁵⁾

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

他に、右脳損傷における音像定位能力の低下の関与^{6・7)}も否定出来ないと考えられた。

一方、右脳損傷例でも左半側空間無視 (Unilateral Spatial Neglect, 以下USN) を伴う例では、近年聴覚課題における障害が明らかとなっている⁸⁾。具体的には左方向に呈示された刺激の無視⁹⁾や与えられた音像を右方向へ偏って認識する^{10・11)}など、左右に呈示された聴覚刺激のうち左側からの刺激の認識に障害を示すことが指摘されている。本研究の目的は右脳損傷例でUSNを伴う例においてTime vs Intensity Trade検査を実施し、その結果の中に聴覚課題における障害に起因する影響がみられるか否かを明らかにすることである。また本研究の仮説としてはUSN例において、Time vs Intensity Trade検査の左右の偏倚条件間でその遂行状況に違いが生じ、最初に左へ音像を偏倚した条件において音像の認識に何らかの障害を来すことがあげられる。今回USN例に対してTime vs Intensity Trade検査を実施し、聴覚課題における障害に起因すると思われる所見が得られたので、若干の考察を加えて報告する。

対象

対象は脳血管障害による右脳損傷例で左USNを伴う例20例(男性11例, 女性9例)である。全例Mini-Mental State Examinationは25点以上であり、認知症のみられない例である。平均年齢は61.8歳(±5.5歳)であった。また全例耳疾患の既往はなく、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¹⁾を満たしていた。全例にBehavioural Inattention Test(以下、BIT行動性無視検査)の通常検査を実施した。対象者には実験目的及び参加の意図を文書にて確認して、同意を得た。本研究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。

方法

1. 時間差音像移動弁別閾値(以下、閾値)の測定

測定方法の詳細を図1に示した。最初に500から2000Hzの聴力レベルを用いて4分法による平均聴力レベルを求め、その値に20dBを加えた値を音の大きさとした。閾値は音の方向感検査の指標であり、正中位から左右どちらか一方に徐々に偏倚する音像に対して、どの程度の時間差を設定して音像を偏倚させれば、その方向へ音像が偏倚したことを認識出来るのかを測定する。閾値の測定は佐藤ら¹²⁾、八幡¹³⁾の方法に従って実施した。測定にはリオン製オーディオメータAA-75を使用した。検査は防音室内でヘッドフォンを着用して閉眼にて実施し、検査

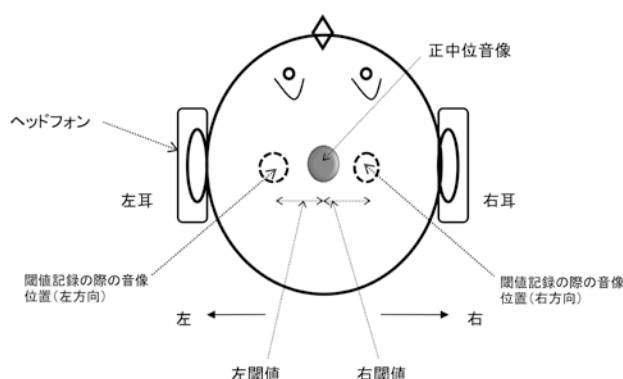


図1. 音の方向感検査における閾値の測定方法

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0μ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できることも確認した。

時の刺激は500Hzバンドノイズ、連続音とした。

2. Time vs Intensity Trade検査

本検査は音の方向感検査の中の下位検査であり、リオン製オーディオメータAA-75に組み込まれている。検査では最初に左右どちらか一方へ時間差をつけて偏倚させた音像を呈示し、次に逆方向から入る音の大きさを増加させて強度差を設ける。具体的には強度差を徐々に上げて、音像が正中位へ戻ってくるように感じられた際の強度差の値を記録する。この際の値を必要強度差とする。検査方法について左偏倚条件を例にして図2に示した。

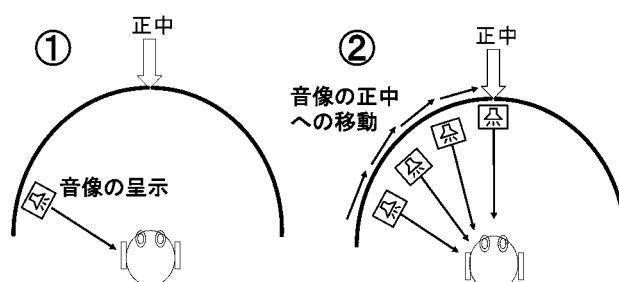


図2. 時間-強さ取引検査の方法

- ①設定時間差に基づき左右どちらか一方に偏倚した音像が呈示される。図では左偏倚条件を例として表示してある。
- ②逆側(ここでは右側)の音の強度を上げることにより音像は徐々に逆方向、すなわち正中位へ向かって移動する。音像が正中位に達したと、被験者が認識した時点の逆側(右側)の強度差を測定する。実際の音像は防音室内でヘッドフォンにより作られる仮想音像であるが、図では模式的に外部からの実音像として表記してある。

最初に被験者には200μsecの設定時間差に基づき、左側に偏倚した音像が呈示される。この状態から逆側の右

の音の強度を徐々に上げることにより、音像は逆方向の右側、すなわち正中へ向かって移動していく。実際には0.5dBずつ、最高20.0dBまで手で上げていくことになる。被験者は音像が正中位に来たと認識した際にボタン押しにて合図し、その時の必要強度差が記録される。この手順を設定時間差400、600、700 μ secと変えて繰り返す。この検査状況を左偏倚条件とする。次に右側へ偏倚した音像に対しても逆側の左の音の強度を同様に上げて行き、この手順を繰り返したものが右偏倚条件となる。

今回USN例に対して左右偏倚の2条件において設定時間差が200 μ secから700 μ secまで増えるに従い、偏倚した音像を正中に戻すための必要強度差がどのように変化するかを検討した。通常Time vs Intensity Trade検査では200 μ secから600 μ secまで、200 μ sec間隔で3回時間差が設定される¹⁾。今回は前報告⁴⁾と同様に測定機器の最大設定時間差である700 μ secも加えて、計4段階の設定時間差で測定を行った。

統計解析法

左右の閾値に差があるかについて、対応のあるt検定を用いて判定した。次に左偏倚条件、右偏倚条件の2条

件内で、4つの設定時間差に対する必要強度差に差があるか否かについてFriedman検定を行い、下位検定としてWilcoxon検定にBonferroniの補正を施して判定した。さらに4つの設定時間差に対する必要強度差が左右の偏倚条件間で差があるか否かについて、Wilcoxon検定を用いて判定した。いずれの場合も有意水準は0.05とした。

結果

1. 閾値

USN20例の閾値の平均値は右閾値が59.4 (\pm 25.9) μ sec、左閾値が124.6 (\pm 40.2) μ secであり、左の閾値が有意に増大していた。われわれはUSN例に対する音の方向感検査では正中位から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を指摘しており¹⁴⁾、本検討においても同様の結果であった。閾値を含めた対象20例のプロフィールを表1に示した。またBIT通常検査得点については38点から141点の間に分布しており、平均値は102.9 (\pm 31.2)点であった。

2. Time vs Intensity Trade検査(図3)

左偏倚条件では、設定時間差が200、400、600、700 μ secと増えても、必要強度差の中央値はそれぞれ、4.0、

表1 対象20例のプロフィール

被験者	病因	年齢	性別	閾値 (μ sec)		BIT通常検査得点	左偏倚条件必要強度差 (dB)				右偏倚条件必要強度差 (dB)				
				左	右		設定時間差 (μ sec)				設定時間差 (μ sec)				
							200	400	600	700	200	400	600	700	
①	脳梗塞	73	女	132	54	141	16.5	14.0	17.5	12.0	10.5	17.5	19.5	20.0	
②	脳出血	45	女	160	60	111	8.5	9.5	9.0	8.5	8.5	14.0	18.5	19.5	
③	脳出血	72	女	188	48	63	4.0	5.5	4.0	3.5	9.0	8.0	12.0	9.0	
④	脳出血	76	女	190	64	48	4.0	6.5	5.5	5.5	3.0	6.0	8.5	9.0	
⑤	脳出血	64	男	132	108	93	9.5	12.0	8.0	10.0	4.5	6.5	10.0	14.0	
⑥	脳梗塞	65	男	98	36	120	4.0	3.5	2.5	4.0	4.0	5.5	5.0	7.5	
⑦	脳出血	64	男	166	62	127	7.5	4.0	4.0	5.5	10.5	20.0	20.0	20.0	
⑧	脳梗塞	51	男	118	98	137	6.5	12.0	12.0	8.0	9.5	8.0	7.5	9.0	
⑨	脳出血	69	女	94	24	116	2.0	4.5	3.5	4.5	5.0	7.5	11.0	16.0	
⑩	脳梗塞	69	男	118	78	38	2.0	3.5	3.0	1.5	3.0	5.5	7.5	5.0	
⑪	脳出血	75	女	126	72	119	7.0	3.5	3.5	2.5	7.5	17.5	15.5	15.5	
⑫	脳出血	59	男	90	58	134	1.5	4.5	2.5	3.5	3.5	4.5	7.5	4.5	
⑬	脳出血	72	女	186	54	93	6.0	6.0	5.5	5.0	3.0	8.5	13.5	17.0	
⑭	脳梗塞	72	男	126	54	110	4.0	4.0	4.5	4.0	3.5	9.0	12.0	15.0	
⑮	脳出血	72	女	154	116	91	12.5	2.5	1.5	2.0	8.0	9.0	11.0	13.0	
⑯	脳梗塞	77	男	72	32	51	3.0	7.0	6.5	7.5	6.5	9.0	8.0	10.0	
⑰	脳出血	61	男	40	12	138	3.5	2.0	3.5	3.5	5.5	3.0	2.5	3.0	
⑱	脳出血	66	男	132	72	128	4.0	5.5	4.5	3.5	7.0	8.0	10.5	10.5	
⑲	脳出血	64	女	72	34	119	4.0	6.0	2.0	2.0	2.0	6.5	8.5	9.0	
⑳	脳出血	49	男	98	52	81	5.5	3.5	4.5	4.0	3.0	8.5	10.0	11.5	
平均値		61.8		124.6	59.4	102.9	中央値	4.0	5.0	4.25	4.0	5.25	8.0	10.25	11.0
(±標準偏差)		(±5.5)		(±40.2)	(±25.9)	(±31.2)									

病因、年齢、性別の他、方向感検査での左右の閾値、BIT (Behavioural Inattention Test 行動性無視検査) 通常検査得点、Time vs Intensity Trade検査における設定時間差ごとの必要強度差を左右偏倚条件別に記載した。なお年齢、性別、左右の閾値、BIT通常検査得点については平均値と標準偏差を、設定時間差ごとの必要強度差については中央値を記載した。

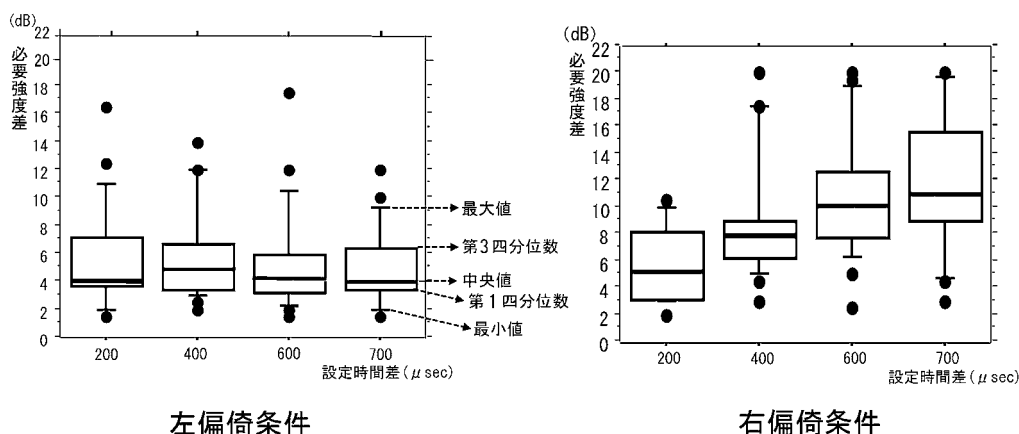


図3. 時間-強さ取引検査の結果

左が左偏倚条件、右が右偏倚条件である。左偏倚条件では設定時間差が増えても、必要強度差に変化はみられなかった。右偏倚条件では設定時間差が増えるに従い、必要強度差も段階的に増えていく傾向がみられた。

5.0, 4.25, 4.0 dBであり、設定時間差が200 μ secから400 μ secになる際に必要強度差は若干増える傾向がみられたが、その後は600 μ sec, 700 μ secと設定時間差が増えても必要強度差は減る傾向が認められた。すなわち設定時間差600 μ secでは400 μ secの際よりも、設定時間差700 μ secでは600 μ secの際よりもそれぞれ少ない強度差の設定で正中に到達したと認識する傾向がみられた。

右偏倚条件では、設定時間差が200, 400, 600, 700 μ secと増えるに従い、必要強度差の中央値はそれぞれ、5.25, 8.0, 10.25, 11.0dBであり、設定時間差が増えるに伴い、必要強度差も増える傾向がみられた。

次に設定時間差が増えても必要強度差が減った例について検討した。まず設定時間差が400 μ secから600 μ secに増加する際に、必要強度差が減った例は左偏倚条件では13例、右偏倚条件では4例に認められた。また設定時間差が600 μ secから700 μ secに増加する際に、必要強度差が減った例は左偏倚条件では10例、右偏倚条件では3例に認められた。

3. 4つの設定時間差に対する必要強度差が左右偏倚条件間で差があるかについて

200, 400, 600, 700 μ secのそれぞれの設定時間差における必要強度差を左右の偏倚条件間で比較したところ、設定時間差400, 600, 700 μ secにおいて左右偏倚条件間で有意な差がみられ、左偏倚条件の設定時間差が少なかった。

4. 左右偏倚条件内で、各設定時間差に対する必要強度差に差があるかについて

左偏倚条件では、4つの設定時間差に対する必要強度差には有意な差はみられなかった。

右偏倚条件では、4つの設定時間差に対する必要強度

差には有意な差がみられた。設定時間差が200 μ secと600 μ secとの間、200 μ secと700 μ secとの間、さらに400 μ secと700 μ secとの間においても必要強度差に有意な差がみられ、設定時間差が増加するに従い必要強度差も増加していく傾向が統計学的にも認められた。

考察

今回USN例に対してTime vs Intensity Trade検査を行ったところ、右偏倚条件では、設定時間差が200 μ secと600 μ secとの間、200 μ secと700 μ secとの間、400 μ secと700 μ secとの間において必要強度差に有意な差がみられ、設定時間差の増大に伴い必要強度差も増えて行く傾向がみられた。これは前報告⁴⁾の健常人、USNのない左右脳損傷群の左右偏倚条件と相違はなかった。しかし左偏倚条件では4つの設定時間差に対する必要強度差には有意な差はみられず、設定時間差が増えても音像を正中に戻すための必要強度差に変化はみられなかった。

前報告⁴⁾では健常人群、USNのない左右脳損傷群において設定時間差の増大に伴い、必要強度差はほぼ増加傾向にあった。しかし通常の設定時間差の上限である600 μ secに700 μ secの設定時間差を加えたことにより、個々の例では設定時間差700 μ secの段階で設定時間差600 μ secの際よりも、必要強度差が減る例が左右偏倚条件ともに増えて来た。加齢に伴って50歳代以降では設定時間差が大きくなるに従い、音像を正中に戻すのに必要な強度差の増加割合が少なくなり、少ない強度差の設定でも音像が正中に戻る傾向があるとされている⁵⁾。その影響は前報告⁴⁾では700 μ secを設定時間差に加えたことで明らかとなった。

今回USN例では設定時間差を400 μ secから600 μ sec

にした際に、必要強度差が減った例は左偏倚条件で13例、右偏倚条件で4例にみられた。また設定時間差を600 μ secから700 μ secにした際に、必要強度差が減った例は左偏倚条件で10例、右偏倚条件で3例にみられ、両状況とも左偏倚条件の方が多かった。前報告⁴⁾と今回の検討において、設定時間差の増加に伴い必要強度差が減少した例数を、健常人、USNのない左右脳損傷群、今回のUSN群のそれぞれについて表2にまとめて示した。

設定時間差を600 μ secから700 μ secにした際は、前報告⁴⁾の左右脳損傷群では左右偏倚条件のどちらにおいても6例から9例に必要強度差が減る例がみられている。今回USN例の左偏倚条件の例数は10例で、前報告⁴⁾と比べて多いと言えないが右偏倚条件では3例となっており、これと比較すると左偏倚条件において少ない強度差で反応した例数が多かったと言える。また前報告⁴⁾では設定時間差を400 μ secから600 μ secにした際、必要強度差が減った例は左右偏倚条件とも1から2例であったのに対し、今回のUSN例の左偏倚条件では13例に認められた。また設定時間差を200 μ secから400 μ secにした際にも左偏倚条件では6例にみられた。すなわちUSN例の左偏倚条件では右偏倚条件及び前報告⁴⁾の健常人、USNのない左右脳損傷群と異なり、設定時間差が増えても必要強度差がそれに伴い増えて行かず、逆に減る例が目立ったことから、全体の傾向として設定時間が増えても必要強度差に変化がみられなくなったものと考えられる。

具体的にはUSN例の左偏倚条件では設定時間差が200, 400, 600, 700 μ secと増えるに従い、必要強度差の中央値はそれぞれ、4.0, 5.0, 4.25, 4.0 dBとなった。すなわち設定時間差700 μ secでは600 μ secの際よりも、設定時

間差600 μ secでは400 μ secの際よりもそれぞれ少ない強度差での反応となった。しかしながら統計学的にはどの設定時間差においても必要強度差には有意差はみられなかった。このことはUSN例の左偏倚条件においては設定時間差を上げて必要強度差には変化がなく、どの設定時間差に対してもほぼ同程度の強度差で対応していたと考えられる。したがって設定時間差の増加に伴い、必要強度差の増加割合が少なくなるという加齢の影響⁵⁾だけでは、設定時間差が増えても必要強度差に変化がないという、USN例の左偏倚条件の状況を説明することは出来ないと考えられる。

また今回USN例では左右偏倚条件での差が顕著であり、左偏倚条件にのみ必要強度差に変化がみられないという特徴が観察された。このことはUSN例では左偏倚条件の反応において、前報告⁴⁾の健常人、USNのない左右脳損傷群とは異なった特徴を有していると考えられる。近年USN例では聴覚課題においても障害を示すことが明らかとなっており⁸⁾、音像定位の障害¹⁵⁾や音像を右方向へ偏って認識する傾向^{10・11・16)}など、左右に呈示された聴覚刺激のうち左側からの刺激の認識に障害を示すことが指摘されている。今回の左偏倚条件は左側での音像の移動という聴覚刺激に反応する課題であり、USN例における聴覚課題での障害がその反応に影響を及ぼしていたものと考えられる。すなわち本研究の仮説としてあげた、USN例ではTime vs Intensity Trade検査の左右の偏倚条件間でその遂行状況に違いが生じ、最初に左へ音像を偏倚した条件において音像の認識に障害を来すという仮説が実証されたと考えられる。

視覚課題における空間性注意は右脳が優位であり¹⁷⁾、

表2 設定時間差の増加に伴い、必要強度差が減少した例数

	左偏倚条件			右偏倚条件		
	200 μ secから 400 μ sec	400 μ secから 600 μ sec	600 μ secから 700 μ sec	200 μ secから 400 μ sec	400 μ secから 600 μ sec	600 μ secから 700 μ sec
前報告 ⁴⁾ (2014)						
— 健常人群	0	2	2	0	1	3
— 左脳損傷群 USNなし	0	2	9	0	2	7
— 右脳損傷群 USNなし	2	2	8	3	1	6
本研究						
— 右脳損傷 USN群	6	13	10	3	4	3

設定時間差が200 μ secから400 μ sec, 400 μ secから600 μ sec, 600 μ secから700 μ secへそれぞれ増加する3状況において、音像を正中に戻すのに必要な強度差が逆に減少した例数を、左右偏倚条件ごとに記載した。健常人群及び左右脳損傷群 (USNなし) の例数は前報告⁴⁾からの転記であり、それらに今回の右脳損傷によるUSN群の例数を追加記載した。USN群では左偏倚条件において特に例数が多くなっている。

右脳損傷によるUSN例では空間性注意の右方偏倚が基本的な発現機序と考えられている¹⁸⁾。この事実を踏まえると、USN例でみられる音像を右方向へ偏って認識する傾向は、USN例の視覚課題でみられる特徴である空間的注意の右方偏倚に対応させることが出来る。すなわちUSN例では聴覚課題においても右方向への注意の偏りが存在すると考えられる。つまりUSN例では今回の左偏倚条件の場合、左偏倚の音像が正中方向すなわち右へ移動する場合に、もともとあるUSN本来の右方向への注意の偏りと音像の右への動きが重複して働き、わずかな右への動きをより大きい動きと認識した結果、強度差がまだ少ない段階で実際には正中に音像の位置が達していなくても、その音像を正中と認識したのではないかと考えられる。

われわれは音の方向感検査で測定した閾値を基準として、左右方向に偏倚した音像を連続して呈示して、その左右判断能力を検討した¹⁶⁾。この報告の左右判断は閾値に基づき、閾値の1倍,2倍,3倍相当に偏倚した音像をランダムに数秒間呈示するもので、音像の動きはなく刺激は静止音像である。その結果、USN例では左の音像に対してその方向を逆方向と認識する例が観察された。これはUSN例における音像を右方向へ偏倚して認識する傾向が左音像に対して強まった結果であり、USN例においては

左の音像に対して静止した音像であっても、右偏倚傾向が強まる場合があると考えられた。本研究の左偏倚条件では最初は設定時間差により左方向に静止した音像が呈示されるが、その後は必要強度差を上げることでその音像は正中方向の右方向へ段階的ではあるが動いて行く。すなわち音像の動きに呼応して対象のUSN例においては、より一層左の音像の右偏倚傾向が強まり、早い段階で正中と認識した結果、左偏倚条件では少ない強度差が測定されたものと考えられる。

最後に本研究では正中に音像を戻す場合、時間差は制御しておらず、あくまでも逆側の強度差を段階的に上げて行き、時間と強さの交換作用により音像を移動させている。すなわち音像が正中までどの程度近づいたかは、時間差の変化の数値としては把握されず、必要強度差を上げて行く途中において、どの程度時間差に還元して音像が正中位に近づいたかは判断出来ない。音像の移動には時間差のみ、あるいは強度差のみを変化させる方法もある。今回は時間と強さの交換作用を用いて音像を移動させており、この点に本研究の限界があると考えられる。今後時間差のみ、または強度差のみの変化による音像の移動に対する反応についても検討して行く必要があると考えられる。

引用文献

- 1) 加我君孝：方向感検査の臨床応用，耳鼻臨床 92: 1263-1279, 1999
- 2) 森浩一：音源定位，耳鼻咽喉科領域の臨床－10感覚器，中山書店，pp 54-64, 2000
- 3) 境久雄：両耳の聴こえ，聴覚と音響心理，コロナ社，pp 173-198, 1999
- 4) 砂原伸行，能登谷晶子，中谷謙：健常人及び脳血管障害患者における音の時間差と強度差との関係，金沢大学つるま保健学会誌 38 (2) : 11-17, 2014
- 5) 切替一郎：両耳聴検査，聴覚検査法，医学書院，pp 188-208, 1974
- 6) Haeske-Dewick H, Canavan AGM, Hömberg V: Sound localization in egocentric space following hemispheric lesion. *Neuropsychologia* 34: 937-942, 1996
- 7) Ruff RM, Hersh NA, Pribram KH: Auditory spatial deficit in the personal and extrapersonal frames of reference due to cortical lesions. *Neuropsychologia* 19: 435-443, 1981
- 8) Pavani F, Husain M, Ládavas E, et al: Auditory deficits in visuospatial neglect patients. *Cortex* 40:347-365, 2004
- 9) Golhale S, Lahoti S, Caplan LR : The neglected neglect: Auditory neglect. *JAMA Neurology* 70: 1065-1069, 2013
- 10) Bisiach E, Cornacchia L, Sterzi R, et al: Disorders of perceived auditory lateralization after lesion of the right hemisphere. *Brain* 107: 37-52, 1984
- 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) 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
- 13) 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
- 14) 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
- 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, 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
- 17) Mesulam M: Functional anatomy of attention and neglect: from neurons to network. In The Cognitive and Neural Bases of Spatial Neglect. pp34-45, Karnath H-O, Milner D, Vallar G eds, Oxford University Press, Oxford New York, 2002
- 18) 石合純夫: 無視症候群・外界と身体の処理に関わる空間性障害, 高次脳機能障害学, 医歯薬出版, pp 151-192, 2012

Relationship between interaural time difference and interaural intensity difference in unilateral spatial neglect patients

Nobuyuki Sunahara, Masako Notoya, Ken Nakatani*

Abstract

Time-intensity trade was investigated as a sound lateralization test in 20 unilateral spatial neglect patients due to cerebrovascular disorder. Sound images deviated to one side (right- or leftward) were presented with 4-step time differences (200, 400, 600, and 700 μ s), and the sound intensity on the opposite side was gradually increased. The change in sound intensity on the opposite side was measured when the patient recognized that the initial location had returned to the center. The intensity change required to shift the sound location to the center increased with the time difference when the initial sound location deviated rightward. However, the required change decreased even though the time difference was increased from 400 to 600 μ s and from 600 to 700 μ s when the initial sound location deviated leftward. Moreover, the intensity did not change with increases in time difference. Although the sound image was still located on the left side while shifting toward the center, patients with unilateral spatial neglect may have localized it at the center, and this may have been due to reduced recognition ability for left auditory stimulation, particularly left-side sound images may have been shifted rightward in their sound location function.