

短 報

利き耳・非利き耳側への聴覚刺激が重心動揺に与える効果 - 足圧中心 (COP) 総軌跡長・矩形面積・外周面積に着目して -

田丸佳希^{1,2)} 中村康佑¹⁾ 西田齊二¹⁾
柳川明義³⁾ 清水ひかる³⁾
清水未来³⁾ 杉原勝美¹⁾

¹⁾ 四條畷学園大学 リハビリテーション学部

²⁾ 大阪府立大学 総合リハビリテーション学研究科

³⁾ 畷生会脳神経外科病院 リハビリテーション科

キーワード

利き耳, 非利き耳, 重心動揺, 聴覚刺激

要 旨

本研究は、利き耳・非利き耳側からの聴覚刺激が重心動揺に与える効果について検討した。被験者は健康若年者 30 名である。本研究は横断研究である。重心動揺の測定には重心動揺計を使用し、足圧中心 (COP) 総軌跡長・矩形面積・外周面積を抽出して比較検討した。研究条件は条件①：聴覚刺激無、条件②：利き耳側からの聴覚刺激、条件③：非利き耳側からの聴覚刺激である。結果、聴覚刺激無 (条件①) と、利き耳側から聴覚刺激 (条件②) では両群で有意な差を示さなかった。非利き耳側からの聴覚刺激 (条件③) は、聴覚刺激無 (条件①) と利き耳側から聴覚刺激 (条件②) を比較したところ重心動揺が有意に減少していた。これにより、非利き耳側から入力された聴覚刺激は脳の側性化により対側半球の空間認知機能局在に情報が伝搬され、姿勢の調整に影響を与えていることが推察された。

I .はじめに

ヒトの脳は役割による左右の非対称性があり、ラテラルリティーが存在する。ラテラルリティーとは、“側性化”を示しており、ラテラルリティー研究の多くは利き手・非利き手、利き足、非利き足といった一側優位性についての研究が多くみられている。上肢では、利き手を判断する評価ツールの開発が発展してきた。Oldfield (1971) は、Edinburgh Handedness Inventory¹⁾、八田ら (1975) は、H・N 利き手テスト²⁾、また、Nicholls ら (2013) は FLANDERS³⁾を開発し、臨床や研究領域において、利き手判断に使用されている。これらの発展により、上肢におけるラテラルリティーにおける機能差が明確化されてきた。一方で下肢については、利き足の概念化が困難であり、各研究者が独自の項目を設定し、その特徴の解明を進めてきた。このように上肢・下肢のラテラルリティー研究が盛んにおこなわれてきている中、聴覚におけるラテラルリティーの存在を示唆する報告も少ないな

が認められる^{4,5)}。右耳から入力された言語情報は、右大脳半球に伝搬され、その後、脳梁を介して対側半球の言語中枢に送られる。他方、左耳からの聴覚情報は優位半球である言語中枢に直接的に伝搬されるといった情報処理に至る経路においても左右の異なりが生じているとされている⁴⁾。Coren ら (1979) は、脳の側性化の影響により、言語性の課題を提示する際、利き耳側から刺激を与えた方が情報処理を円滑におこなえるといった優位性を示している⁵⁾。また、聴覚の役割は言語的処理のみならず、音源定位の役割を担っているとされている⁶⁾。Chiari (2005) は、聴覚情報が身体と空間の位置づけに正の影響を与えることを報告⁷⁾しており、これらを勘案すると、聴覚処理における身体の位置づけ、いわば姿勢制御に影響を与えていることが考えられる。しかし、これらの聴覚のラテラルリティーを姿勢制御の視点から検討した研究はみられない。そこで、我々は、利き耳・非利き耳側からの聴覚刺激が姿勢制御に影響を与えて

いるのかを明らかにするために研究を行った。

II. 方法

1) 対象

対象者は健常若年者30名(男性15名,女性15名平均年齢 18.4 ± 0.5 歳)である。対象者の利き手の判定にはEdinburgh Handedness Inventory¹⁾,Corenらの利き耳質問紙法⁸⁾を用い,利き手・利き耳が共に右側である者が26名,左側である者が4名であった。除外基準は,利き手・利き耳が統一されていない者,また難聴を有する者とした。倫理的配慮は,全対象者を対象に本研究の目的・方法について口頭・書面にて説明をおこない,同意を得た者のみを対象として実施した。

2) 研究手順

研究デザインは,Cross-Sectional-Studyである。まず,全対象者を対象に,Coren(1993)の利き耳質問紙法⁸⁾(Table.1)を実施し,各被験者の利き耳を判定した。姿勢制御の尺度には,重心動揺計(GRAVICORDER G-5500 20Hz アニマ社製)を使用し,開眼での静立位における足圧中心(Center Of Pressure: COP)の総軌跡長,矩形面積,外周面積とした。測定時間は30秒間で統一した。聴覚刺激の音源は,単音テストトーン(1000Hz)であり,重心動揺の測定中心点にデジタル騒音計(GM1351 Cyber park limited)で,刺激音量が60dBAとなった左右1.6mの距離にスピーカーを配置して30秒間刺激を与えた。重心動揺の測定環境を(Fig.1)に示す。

3) 条件設定

本研究では,条件設定として3条件を設定した。全条件の共通条件としては静的開眼立位である。条件①:聴覚刺激が無い条件。条件②:利き耳側から聴覚刺激を与える条件。条件③:非利き耳側から聴覚刺激を与える条件とした。

4) 統計学的演算

統計学的演算は,統計解析ソフト SPSS (Statistics ver,12)を用いて,各3条件での総軌跡長,矩形面積,外周面積を一元配置分散分析と Bonferroni の多重比較法を用いた。有意水準はそれぞれ5%未満とした。

Table 1 Coren(1993)の利き耳質問紙法

項目 1	ラジオのイヤホンを入れる耳
項目 2	ドア越しに音を聞く耳
項目 3	心臓の音を聞く耳
項目 4	箱の中の時計の音を聞く耳

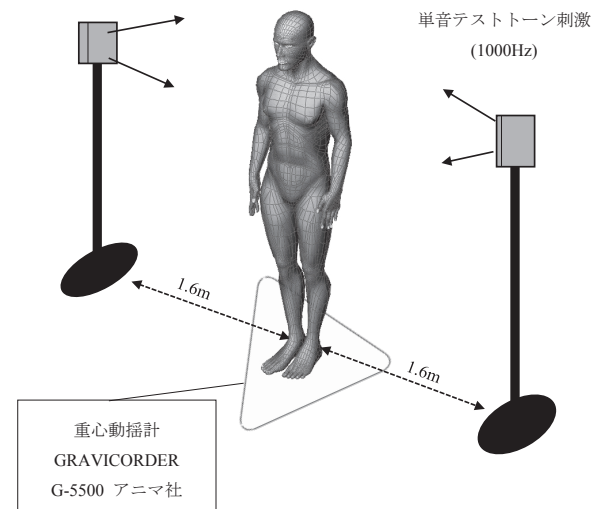


Fig.1 重心動揺の測定環境

聴覚刺激は,スピーカーから単音テストトーンを出力した。スピーカーの配置は,デジタル騒音計(GM1351 Cyber park limited)を使用し,重心動揺の測定位置の中心点から左右音量が60dBAとなった1.6mの距離とした。

III. 結果

各条件間での主効果は,総軌跡長 $F_{[2,50]}=29.08$ ($p<0.001$),矩形面積 $F_{[2,50]}=25.862$ ($p<0.001$),外周面積 $F_{[2,50]}=30.430$ ($p<0.001$)であった。多重比較の結果は,総軌跡長,矩形面積,外周面積共に条件③(非利き耳側からの聴覚刺激)が条件①(聴覚刺激無し)と条件②(利き耳側からの聴覚刺激)よりも有意に重心の動揺を減少させた($p<0.001$)。一方で条件②(利き耳側からの聴覚刺激)は,条件①(聴覚刺激無し)との有意差を示さなかった($p=0.1647$)。比較結果の一覧を(Fig.2, Fig.3, Fig.4)に示す。

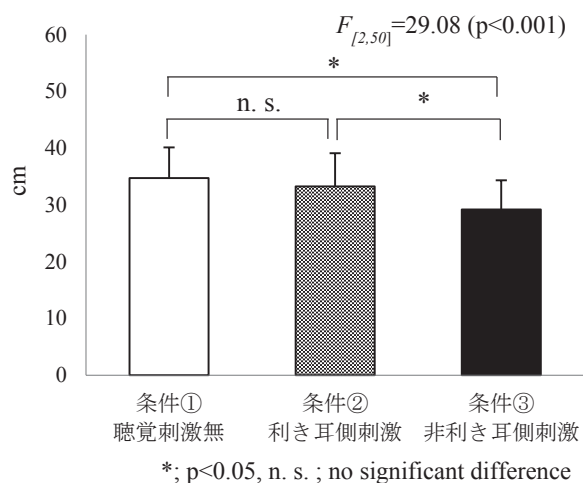


Fig.2 3 条件での COP 総軌跡長の比較結果

縦軸は COP の総軌跡長を示す。条件③は条件①と条件②の 2 条件よりも有意な減少を認めた。

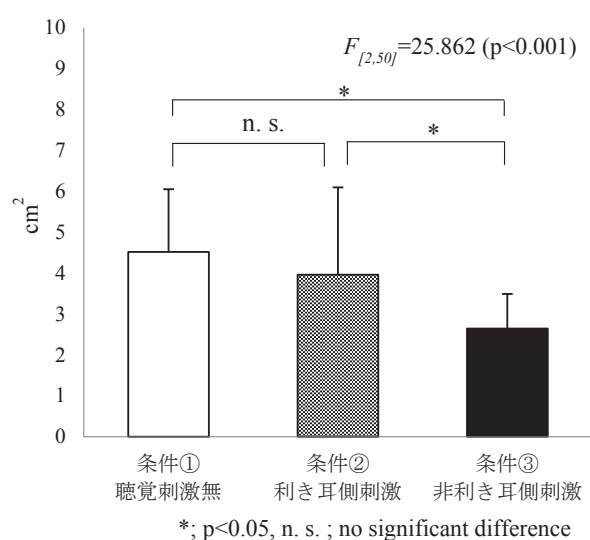


Fig.3 3 条件での COP 矩形面積の比較結果

縦軸は COP の矩形面積を示す。条件③は条件①と条件②の 2 条件よりも有意な減少を認めた。

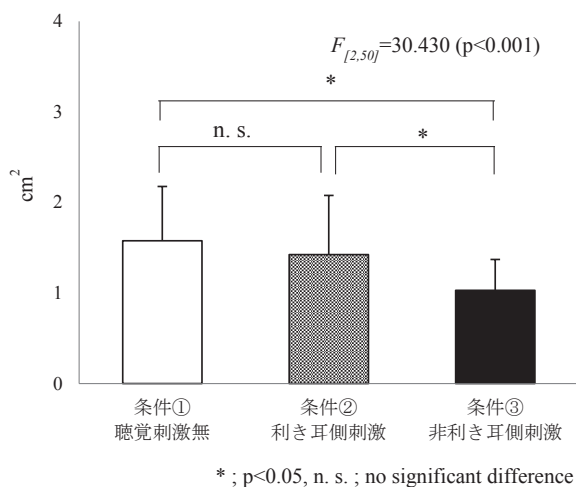


Fig.4 3 条件での COP 外周面積の比較結果

縦軸は COP の外周面積を示す。条件③は条件①と条件②の 2 条件よりも有意な減少を認めた。

IV. 考察

本研究の重心動揺のパロメータとして、総軌跡長・矩形面積・外周面積を用いている。軌跡長は身体動揺の不安定性を示す最も重要なパラメータであるが、測定時間の影響を受けやすいとされている。一方、面積による比較分析は、健常者においても信頼性が高いことが報告されている⁹⁾。その為、本研究においても総軌跡長に加え

て矩形面積と外周面積をパラメータとして用いた。

条件①(聴覚刺激無条件)と、条件②(利き耳側から聴覚刺激を与える条件)では、総軌跡長・矩形面積・外周面積共に有意な差を示さなかったことから、聴覚刺激が必ずしも、姿勢制御に影響を与えるとは言いがたい。一方で条件③(非利き耳側から聴覚刺激を与える条件)では、条件①と条件②よりも、総軌跡長・矩形面積・

外周面積共に、重心動揺を有意に減少させた。これにより、非利き耳側からの聴覚刺激は重心動揺を減少させることを認めた。

ヒトの姿勢制御には視覚と体性感覚が統合することによって調整されている¹⁰⁾。さらに昨今、聴覚情報も関与していることが報告されてきている^{7,11)}。聴覚情報は高次的処理として、空間の認知にも寄与しており、聴覚空間認知 (auditory orientation) が存在する。聴覚空間認知とは、音によって周囲の状況を認知するものであり、音源定位⁶⁾などもこの概念に含まれている。また、これは姿勢制御にも影響を与えていると考えられている。聴覚は、その効果器として対照であるが、その機能差についても報告されてきている^{4,12,13)}。Kimura (1961) は、右利き者に対する言語刺激では右耳優位、非言語刺激は左耳優位であることを示しており¹²⁾、言語野による構造説が唱えられている^{4,13)}。本研究結果においても、利き耳側からの聴覚刺激では重心動揺に影響を与えていなかったが、非利き耳側からの聴覚刺激では有意に重心動揺を減少させていたという機能的左右差の存在を示した。非利き耳側から入力された聴覚刺激は脳梁を介し、対側の劣位半球に伝搬される⁴⁾。これをラテラリティーの側面から捉えると、劣位半球には空間認知の機能局在が存在することから、聴覚情報と空間認知の統合処理において優位性を示し、重心動揺を減少させることに繋がったと考えられた。

本研究結果、単に聴覚刺激が重心動揺に影響を与えるというわけではなく、非利き耳側から入力された聴覚情報が脳の側性化つまり、機能的優位性として姿勢の調整を促通する効果を有することが推察された。

本研究の限界は優位・劣位半球の特定が不十分である点である。一般的に右手が利き手である者の場合、約95%が左側半球に言語中枢が存在することが報告されている¹⁴⁾。本研究では、優位半球側を捉える上での外的指標として Edinburgh Handedness Inventory¹⁾ による利き手側の判別と Coren の利き耳質問紙法⁸⁾ による利き耳側の判別を行っているが、両耳分離聴検査 (Dichotic Listening Test) や、神経心理学的所見等から大脳優位半球側の判定が出来ていない為、本研究結果からは、あくまで推察としての治験を提供するものとなっているが、臨床介入においては聴覚刺激情報の提示方向や環境調整といった点でも貴重な介入手法の一助となると考えている。

V. 文献

- 1) Oldfield, R : The assessment and analysis of handedness : The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9 : 97-113, 1971.
- 2) 八田武志 : きき手に関する研究. *適正研究* (9) 1-13, 1975 .
- 3) Nicholls, M. Thomas, N., Loetscher, T : The Flinders Handedness survey (FLANDERS) : A brief measure of skilled hand preference. *Cortex*, 49 : 2914-2926, 2013.
- 4) Sparks, R., Geschwind, N : Dichotic Listening in man after section of neocortical commissures. *Cortex*, 4 : 3-16, 1968.
- 5) Coren, S., Duncan, P : A behaviorally validated self-report Inventory to assess four types of lateral preference. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 1 : 55-64, 1979.
- 6) Noonan, M., Axelrod, S : Earedness (ear choice in monaural tasks) : its measurement and relationship to other lateral preferences. *Journal of Auditory Research*, 21 : 263-277, 1981.
- 7) Chiari, L., Dozza, M., Cappellom, A : Audio-biofeedback for balance improvement : an accelerometry-based system. *IEEE*, 52 : 2108-2111, 2005.
- 8) Coren, S. : The lateral preference inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness, and earedness : Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31 : 1-3, 1993.
- 9) Kitabayashi, T., Demura, S., Noda, M : Examination of the factor structure of center of foot pressure movement and cross-validity. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 22 : 265-272, 2003.
- 10) Bechly, K., Carender, W., Myles J., et al. : Determining the preferred modality for real-time biofeedback during balance training. *Gait & Posture*, 37 : 391-396, 2012.
- 11) Chiari, L., Dozza, M., Cappello, A., et al. : Audio-biofeedback for balance improvement : An accelerometry-based system. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 52 : 2108-2111, 2005.

- 12) Kimura, D : Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian journal of Psychology, 15 : 166-171, 1961.
- 13) Kimura, D : Functional Asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 3 : 163-168, 1967.
- 14) 平山恵造, 田川皓一 : 脳卒中と神経心理学 医学書院, 東京, 1995, pp63-66.

Effects of auditory stimulation from dominant ear/non-dominant ear side on Body sway.

Yoshiki Tamaru^{1,2)} Kosuke Nakamura¹⁾ Saiji Nishida¹⁾ Yoshiaki Yanagawa³⁾
Hikaru Shimizu³⁾ Miki Shimizu³⁾ Katsumi Sugihara¹⁾

¹⁾ Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

²⁾ Graduate School of Comprehensive Rehabilitation, Osaka Prefecture University

³⁾ Tesseikai Neurosurgical Hospital Rehabilitation Department

Key words

Dominant ear, Non-dominant ear, Body sway, Auditory stimulation

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of auditory stimulation from dominant ear/non-dominant ear on body sway. The subject were 30 healthy young people. This study was a Cross-Sectional study. The assessment of body sway was taken as the total length of Center of pressure (COP) displacements, Rectangular area, and Environmental area of COP using the stabilometer. Research Condition ① : Conditions that do not give auditory stimulation. Research Condition ② : Conditions of giving an auditory stimulus from the dominant ear side. Research Condition ③ : Conditions for giving an auditory stimulus from the non-dominant ear side. As a result, Condition ① and Condition ② showed no significant difference in both groups. Condition ③ decreased significantly than Condition ① . Condition ③ also decreased significantly than condition ② . These results, auditory stimulation input from the non-dominant ear is sent to the cerebral hemisphere on the opposite side by laterality. From this, it is considered that the effect was given the body sway.