

カテゴリー

パーキンソン病, 脳科学

タイトル

パーキンソン病のすくみ足に対する聴覚手がかり-行動関連性 or Cue の連続性- Auditory cueing in Parkinson's patients with freezing of gait. What matters most: Action-relevance or cue-continuity? PubMed へ Young WR et al : Neuropsychologia. 2016 Jul 1;87:54-62

内容

Introduction

・パーキンソン病患者(PD 患者) は、歩行速度および歩幅の減少と、健常対照群 CON と比較して時間的および空間的歩行の変動性の増加を示すことが多い。

・進行した PD 患者の約 50% がすくみ足を経験する。 ・感覚の手がかり(Cue)は、PD 患者のステップを容易にするための一般的な方法である。

補足) Kinesia paradox : すくみ足のよう歩行に問題があった人が、滑らかで流動的な動きを突

然示す能力。それには様々なタイプの視覚的または聴覚的 Cue を用いる

・最近の証拠によれば、聴覚的 Cue にて歩いている時、PD 患者の歩行の改善は提示された聴覚情報の特定の性質によって直接影響を受けることが示唆されている。

・メトロノームへの歩行と比較して、すくみ足のない PD 患者（nFOG）は、**砂利で記録された足音の記録音を模倣する際に歩行の変動性が減少する**ことを示した。

・しかし、これらの研究の結果が音響情報の連続性または動作関連性によって実現されるかどうかは知られていない。さらに、すくみ足の PD 患者に及ぶかどうかについての研究は行われていない。

・著者らは、「行動に関連した」音への歩行が、いわゆる「感覚運動」ニューロンの推定機能によるものであると推測した。

・その結果、Young らは(2014) は、十分な皮質活動（効率的な運動協調に必要）を誘発する際の PD に関連する障害は、行動観察を通じて直接的に関連する皮質活動を引き起こすことによって補償される可能性があるとして主張した。

・サウンドの Cue の行動関連性とは別に、メトロノームとヤングらが使用した足音との間に第 2 の基本的な違いが存在する。

・メトロノームは無音によって分離された個別の騒音を含むが、足音には無音の期間が含まれていないため、連続的な音響情報源を示している。

- ・以前は視覚的手がかりのために Cue の連続性の重要性が実証されていた。
- ・患者が足音の Cue を聞いて歩いたときに観察された歩行の改善は、**行動関連性および想定される聴覚運動のプライミングよりも足音の音響連続性のために達成される可能性**がある。
- ・患者が外部感覚 Cue 情報を追跡する際に観察される運動出力の改善は、これらの神経プロセス間のシフトとして合理化され、欠陥のある基底核回路を効果的に迂回することが示唆されている。
- ・行動に関連する音は、時間的な情報だけでなく、空間的な情報も指定する。

目 的

- ・聴覚手がかりによる行動関連性および Cue 連続性（下図参照）の 2 つの特定の Cue パラメータを対話的に調べ、これら特定のパラメータのどれがステッピングにおける時間的調節の改善に寄与したかを観察する。

方 法

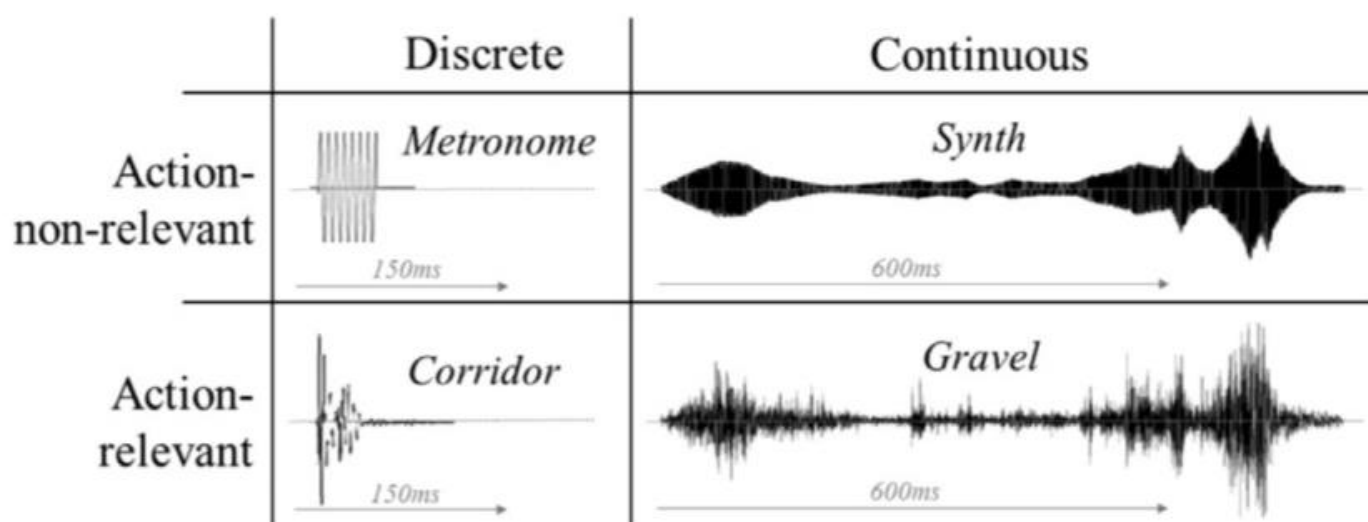
- ・我々は 4 つの異なる聴覚手がかり（行動関連性と聴覚連続性が異なる）を準備し、19 人の PD 患者（10 人の nFOG、9 人の FOG）に各手がかりで介入した。
- ・現在の研究では、行動関連性および/または音響連続性に応じて変化する 4 種類の聴覚手がかりを組み込んだ（メトロノーム、シンセ、廊下足音、砂利足音）・廊下の足音の音は、行動に関連した不連続な合図として用いられ、メトロノームは非行動関連の比較として用いられた。

・対照的に、砂利上の足音の記録は、行動に関連した連続的な手掛かりとして用いられ、同様の音を含む白色雑音(不規則に上下に振動する波のこと)を生成することによって連続した非行動関連の対応音を合成した「シンセ」(下図参照)

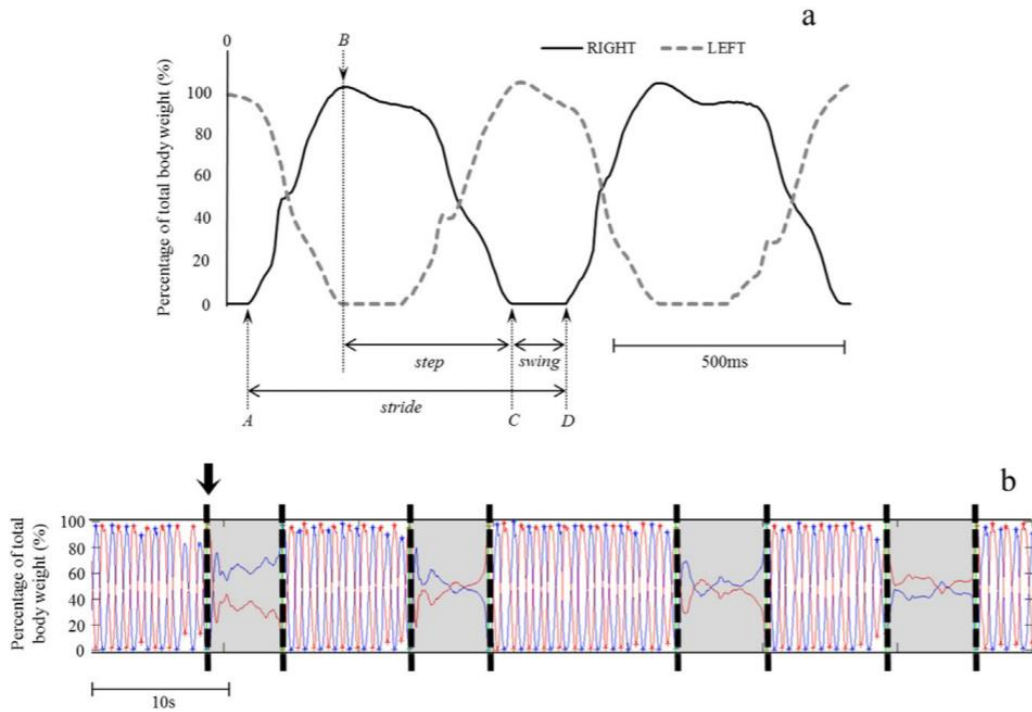
・砂利の足音は各スタンスフェーズで連続的な騒音を発生しますが、廊下の足音は踵接地で有意な音を出すだけであり、反対側の下肢の踵接地が始まるまでは沈黙している。 ・「メトロノーム」と「シンセ」の両方のサウンドは、アコースティック編集ソフトウェアを使用して生成された。

・各メトロノーム・ビートの持続時間は、廊下の足音に存在するヒール・コンタクトの音に近似させ

た。



(Young WR et al : 2016 PubMed へ)



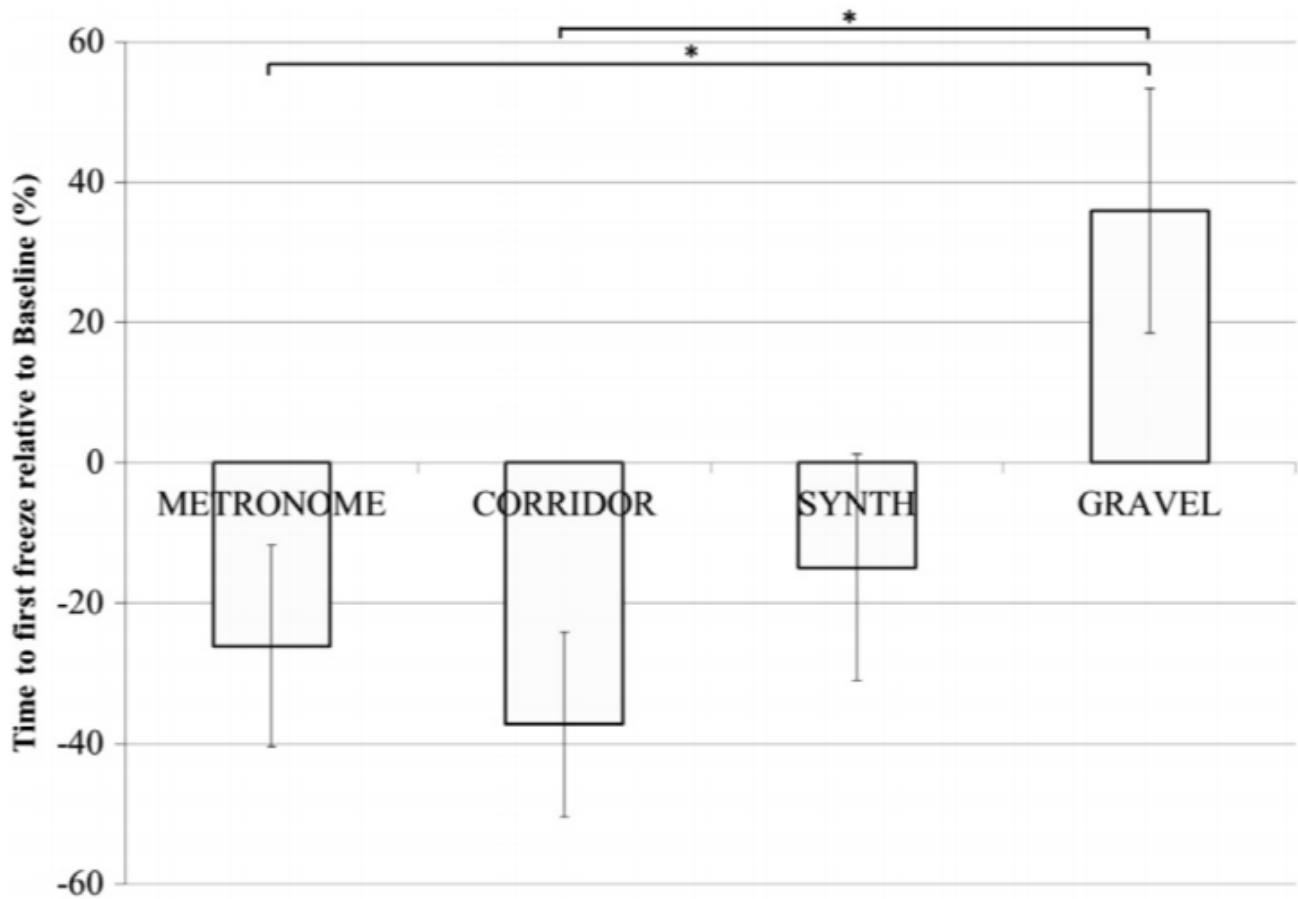
(Young WR et al :

2016 PubMed へ)

a) 各足の下に別々のフォースプレートによって記録される垂直力（参加者の体重のパーセンテージとして表される）。黒い実線は右足を表し、破線の灰色の線は左を表します。A and D = フォースプレート上の右足の接触。

B) 左足の体重のパーセンテージが 0% に達し、右のフォースプレートが 100% になる時間 c) 右足のスイングが始まり、体重のパーセンテージが右の力プレート上で 0% に減少する。ストライド段階は、A と D の間の時間として定義される。ステップ時間は、足の間の足接触間の持続時間として定義される。スイングフェーズは C と D の間で発生する。

b) 全試行にわたって両足のトレースを強制する。データは、すくみ足を伴う患者の代表である。垂直破線は、すくみ足のエピソードの開始およびオフセットを全試行にわたって示す。垂直の矢印は、最初のすくみ足の時間を示した（下図参照）」



(Young WR et al : 2016 PubMed へ)

結果

- ・結果は、**行動関連性の手がかり（手がかり連続性に関わらず）の優位性を示した**
- ・聴覚 cue 連続性は、Swing CV(CV=変動係数 coefficient of variation:相対的なばらつきを表す。相対標準偏差とも呼ばれる。)の大幅な減少と関連していました。
- ・**行動関連性・聴覚 Cue 連続性両方の属性の Cue を組み合わせると、大幅な改善が得られました**
- ・砂利足音 cue の間、FOG グループは、メトロノームおよび廊下足音と比較して最初のすくみ足までの時間と、ベースラインと比較して 35%有意に延長した。

・廊下足音の手掛かりは、メトロノームと比較してステップ CV とスイング CV の大幅な削減をもたらした。これらの結果は、行動関連の音を聴覚的に知覚することによって、聴取者は行動の側面についての洞察を得ることができることを示す（すなわち、リスナーはヒール・コンタクトのみを聞くが、アクション全体を知覚する。）

・砂利足音 cue では、FOG グループは nFOG と比較してステップ CV で比較的大きな減少を生じました。・nFOG 群では、ベースラインと比較したステップ CV の減少は砂利足音キュー条件よりも、シンセの方がより減少がした。

・FOG 群では、メトロノーム とシンセを含む試験と比較して、廊下と砂利足音の両方の条件において、ステップ CV の減少が有意に大きかった。

・swingCV の結果は、FOG が nFOG と比較して SwingCV のすべての著しく大きな減少を示した。

・両群間で、SwingCV の減少は、メトロノームと比較してシンセと砂利の条件で大きかった。

・FOG は、**メトロノームと比較して廊下と砂利足音の手がかりにリズムを大幅に改善しました**

・FOG はまた、砂利足音条件における nFOG と比較して、リズム性の著しく大きな減少を示した。

- ・ ステッピング非対称性に対する群または Cue パラメータの有意な効果はなかった。

- ・ 最初のすくみ足までにかかった時間は FOG 群では、Cue パラメータの有意な効果を示し

た。 ・ メトロノームと廊下足音の手がかりに比べて、砂利足音の手がかりを聞くと、患者が有意に長い連続時間を歩んだことを示した。

まとめ

- ・ この研究は、すくみ足を伴うパーキンソン病患者の感覚的手がかりとして行動音を用いる可能性を実証している。

- ・ FOG グループは、**特に砂利足音 cue(行動関連、連続性の合わさった手がかり)において最も顕著な改善が観察されたことが重要である。**この考察は、**行動関連性が音響連続性と比較してモータ性能を向上させる上でより支配的な役割を果たすという概念を支持する。**

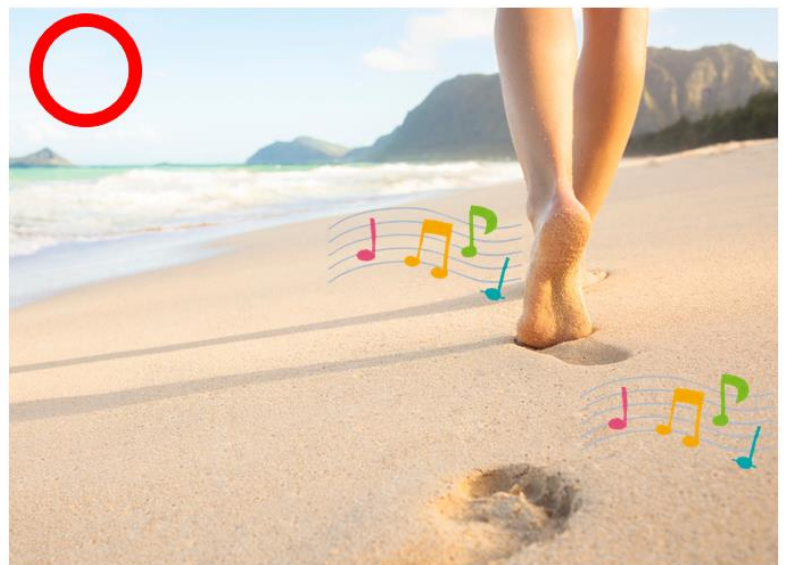
- ・ 足音の聴取は、同じ動作の生成に関連する感覚運動回路に関与し、その結果、欠陥のある基底核を効果的にバイパスする。

- ・ パーキンソン病患者では、音の強さ/音量（歩行に関する空間情報を知覚するための基本情報）が不足しているという証拠もある。したがって、このような欠点が歩行時の空間の認識を損なうことになり、砂利試験での「空間的矛盾」を減らし、運動性能を向上させる可能性がある。

・この研究の結果は、これまでに臨床医が広く使用してきた聴覚手がかり（メトロノーム）は、最悪の結果を生み出す手がかりであることを示唆している。

・我々の結果は、nFOG が聴覚手がかりのいずれからも明確な利益を得ていないことを示した。

・空間情報等の認識が nFOG は比較的優れているとすると、Cue による空間的な衝突が発生するとモーター性能が損なわれる。それが有意な改善を損なっているが示唆される。



限界と展望

・将来、例えば上肢運動を合図しようとする試みは、空間的および時間的制約（例えば、ジッパーを引っ張る音）に関連する情報を明確に与える容易に認識可能な音を主に考慮すると良い可能性がある。

・しかし、疾患の重症度、認知障害、気分状態、および音楽の経験および好みを含む特定のユーザータイプの有効性に影響を与える可能性がある無数の要因がある。

・したがって、今後の研究では、すべての潜在的なユーザーに対して単一の最適な手がかりを特定するよう努めてはならないことを提案する。

・その代わりに、現代の音響工学技術の多様性、特定のユーザの嗜好に合致した多彩なキューイングオプションを作成するための低コストのモーションセンシング技術の登場などが期待される。

私見・明日への臨床アイデア

・リハビリテーションで介入する際に、よりリアルな感覚を提供することの必要性を提示している内容であった。

・聞く以外でも、触る、持つ、見る、等々よりリアルに近づけることが本人が培ってきた感覚とマッチングし、意味のある感覚入力になると思われる。 ・逆に、感覚の不一致を起すような刺激は逆効果となり得る。

氏名 Syuichi Kakusyo

職種 理学療法士
