

2019 年度 (令和元年度)

中山人間科学振興財団 研究助成

「歩行と転倒のサイエンス」

前頭連合野遂行機能の低下による 転倒リスクの神経科学的検討

— 活動報告書 —

近畿大学 医学部 生理学教室

望月 圭

目次

| | |
|---------------|----|
| 要旨 | 1 |
| 1 緒言 | 1 |
| 2 方法 | 3 |
| 2.1 実験動物 | 3 |
| 2.2 行動課題 | 4 |
| 2.3 実験装置 | 4 |
| 2.4 薬理投与 | 5 |
| 2.5 解析 | 5 |
| 3 結果 | 6 |
| 3.1 試行内の床反力推移 | 6 |
| 3.2 圧力中心軌跡 | 6 |
| 3.3 薬理投与の効果 | 7 |
| 4 考察 | 8 |
| 参考文献 | 9 |
| 謝辞 | 11 |

前頭連合野遂行機能の低下による 転倒リスクの神経科学的検討

近畿大学 医学部 生理学教室 望月 圭

要旨

ヒトの二足立位や二足歩行は不安定であり、高度な姿勢制御や運動制御のメカニズムが必要である。しかしこれまで姿勢制御や歩行の神経基盤の研究は、主として四足動物において、脊髄・脳幹や、大脳基底核、小脳などの皮質下構造の役割に着目して行なわれてきた。本研究では、大脳皮質を含む神経系全体での姿勢と歩行の制御メカニズムの統一的理解を目指し、ヒトに類似の二足立位や二足歩行を行なうニホンザルでの起立・歩行課題の確立と、行動薬理学的実験の有用性の検討を試みた。その結果、サルの二足歩行開始時にもヒトと類似の圧力中心の変化が観察され、前頭連合野認知機能の一時的阻害により、その運動力学特性に影響が生じることがわかった。本研究の結果は、二足立位の姿勢制御や歩行の神経メカニズムの解明のため、サルでの起立・歩行課題を用いた動物実験が有用なツールとなることを示している。

1 緒言

朝、目が覚めて布団から起きあがる。しぶしぶ机まで歩いて、やっと眼鏡をかけ、伸びをする。これから何を食べようかすら考えられないこんな寝ぼけ頭でも、眼鏡なしでは0.1も出ない視力でも、ヒトは2足の極めて狭い支持基底面で立ち、約1 mもの高さにある重心を巧みに操作して2本

の脚で歩くことができる。しかし普段われわれが何気なく行なっているこの直立二足立位での姿勢制御と歩行動作は、じつは力学的に至って難解な仕事である [11]。複数の身体部位をさまざまな形状の関節で接続し、力学特性の異なる多数の筋や腱でつながりとめたこんなに複雑な物体が、安定して直立していられることがすでに驚異である。その意味で、ヒトの直立二足立位での姿勢制御は類まれな運動制御の一形態であ

り、直立二足歩行は極めて精緻な巧緻動作のひとつだといえる。

こうした姿勢制御や歩行の生物学的メカニズムの解明には、動物実験による神経活動の記録や薬理的干渉、刺激・破壊実験などが不可欠である。実際、実験動物における前庭器官や脳幹神経核の活動記録、除脳動物における姿勢反射の解析などから、姿勢制御には脳幹から体幹や四肢近位筋を制御する下行性伝導路（網様体脊髄路、前庭脊髄路、視蓋脊髄路など）が重要な役割を果たすことがわかっている [15]。一方、胸髄レベルで脊髄を離断した動物でも、適切な刺激を与えることで後肢に歩行様の律動的な屈曲・伸展が起こる [3, 4]。また中脳や視床下部・橋などを電気刺激することで、除脳動物においてすら歩行を誘発できることが知られている [14]。こうした研究から、歩行に必要な系列的筋運動パターンの生成機構は脊髄内の神経回路に存在し、これを脳幹からの下行性出力が駆動することで、規則正しい歩行運動が実現されていると考えられている [8]。

このように動物実験による先行研究から、姿勢制御と歩行の神経基盤が明らかにされてきた。しかしこうした研究で対象とされる動物種は齧歯類やネコなどの四足動物を主とし、その他、ゼブラフィッシュのような哺乳類以外の脊椎動物や、昆虫やクリオネといった系統学的にヒトと大きく離れた種まで多岐にわたる [5]。そのためこれらの研究成果を、ヒトの直立二足立位や歩行へと適用するのには限界がある。ヒト

の二足立位での姿勢制御や歩行の生物学的メカニズムの解明には、動物実験においても、ヒトに類似した二足立位をとる動物種での研究が不可欠である。

また前述のとおり、動物実験によるこれまでの姿勢制御と歩行の神経基盤の研究においては、主として脊髄や脳幹、大脳基底核、小脳などの役割が重視され、大脳皮質の関与については研究が少なかった。大脳を下位脳幹から離断した除脳動物での研究などは、それを端的に示す例だろう。しかし、たとえば大脳基底核から脳幹を経由した脊髄への下行性投射も、実際には大脳皮質運動野を経由して出力されるため、大脳皮質が姿勢制御や歩行に関与するのは間違いのない。またヒトにおける研究では、運動課題中に並行した認知課題により思考上の負荷をかける二重課題法などの手法を用い、注意と姿勢制御・歩行の関係が盛んに調べられている [2, 1]。こうした研究は、加齢にともなう注意機能の低下という認知的な要因が、姿勢制御の不安定化や歩行中の転倒に関わっていることを示している。注意は大脳皮質のなかでもさらに高次の前頭連合野が担う認知機能であり、パーキンソン病やアルツハイマー病における姿勢・歩行特性との関係などの面からも近年注目されている [16]。しかしこれらのヒトでの研究手法は、たとえばネコをトレッドミル上で歩かせて脳活動や薬理投与の効果をみる動物実験のスタンダードとは課題構造が大きく異なっており、両者を結びつけて姿勢制御と歩行の生物学的メカニズムを統一的に理

解することは困難であった。

本研究は、先行研究の抱えるこうした問題を克服するため、無拘束二ホンザルにおけるあらたな姿勢制御・歩行課題を確立し、二足での立位姿勢の維持や歩行運動に大脳皮質がなす役割を検討することを目的とした。二ホンザルは後肢での二足立位や二足歩行を行なうため、ヒトと実験動物での姿勢制御・歩行の研究の乖離を結びつけるのに適した動物種である。誤解されがちであるが、二ホンザルはいわゆる「猿回し」のような訓練なしでも、野生環境において二足歩行を使用する。自然な行動レパートリとして二足立位や二足歩行をもつ動物種として、二足での姿勢制御や歩行の研究にこれ以上適した動物はいないと思われる。本研究では、ヒトにおける運動生理実験との相同性を重視し(図1)、従来の動物実験で頻用されるトレッドミル上の歩行などの定常運動課題ではなく、静止座位からの起立や、静止立位からの歩行開始といった、試行区切りの姿勢制御・歩行課題を訓練することとした(図2)。そのうえで、薬理投与により可逆的に前頭連合野の機能を障害することで、これまで動物実験では精査されてこなかった前頭連合野と姿勢制御・歩行との関係を直接検討し、ヒトと動物実験の研究成果を統一的に結びつけるための実験パラダイムの確立を目指した。

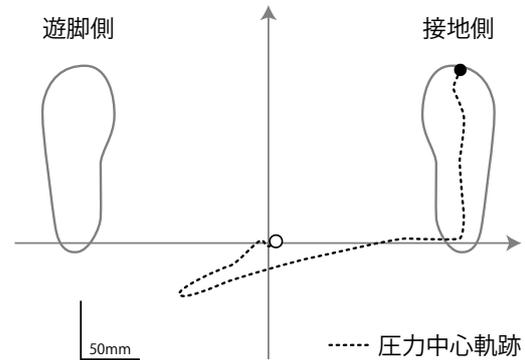


図1: ヒト歩行開始時の圧力中心軌跡

ヒトの歩行開始動作時における、典型的な鉛直床反力の圧力中心軌跡。シンボルは始点(○)および終点(●)を表わす。圧力中心は歩行開始に先立って一時的に遊脚側後方へと偏位したのち、脚の振りだしにともなって急激に接地側へ移動する。[10]をもとに作成。

2 方法

2.1 実験動物

1頭のオスの二ホンザル *Macaca fuscata* が実験に参加した。サルは個別ケージにおいて飼育され、実験ごとに実験室へと移動した。報酬として課題に使用する野菜の報酬価を高めるため、実験当日朝の給餌・給水に先立って実験を実施した。実験終了後、自由に飲水を行なわせ、十分な固形飼料の給餌を行なった。本研究は、近畿大学の規定に則った動物実験計画の審査・承認の手続きを受け、生命倫理と安全対策に配慮して実施した。実験動物の扱いは「動物の愛護及び管理に関する法律」、「研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針」(文部科学省)、「実験動物の飼養及び

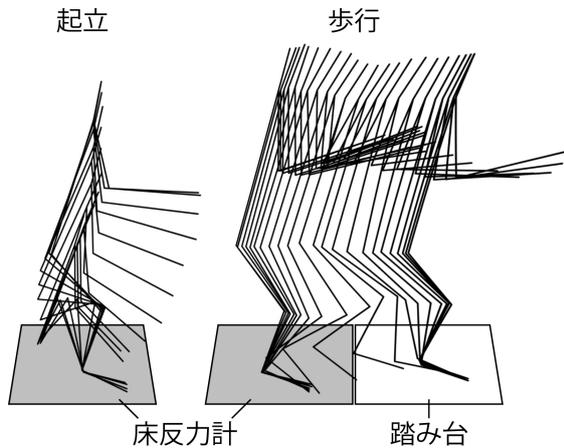


図 2: 起立・歩行課題

典型試行における起立・歩行動作の模式図。右側面観からの右半身の描画。描画間隔は 50 ms。左: 静止座位からの起立。右: 静止立位からの歩行。

保管並びに苦痛の軽減に関する基準」(環境省)などを、またとくにサルの扱いに関連した事項は「サル類の飼育管理及び使用に関する指針第 3 版」(京都大学霊長類研究所)、「ニホンザルの飼育管理及び使用に関する指針」(ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」)を遵守して行なった。

2.2 行動課題

本研究では、サルに床反力計上で静止座位からの起立、ならびに静止立位からの歩行開始を行なわせる起立・歩行課題を実施した(図 2)。

実験には二重の逃走防護を施した実験室内のシールド空間を使用し、その内部でサルを無拘束で開放して課題を行なった。各

試行、サルは約 50 cm 四方の床反力計の測定面上に、膝関節屈曲で両膝を立て、足底を床につけた姿勢で座り静止した。実験者はサルの正面に立ち、サルの座位が安定してから、「立って」という音声指示とともにサルの前方に報酬のエサを差しだした。報酬には 1 cm 角程度に切った野菜のブロックを用いた。報酬は立位時のサルの目線とおよそ同じ高さになるよう、サルから約 15 cm 前方に差しだした。サルはこれを合図にその場で起立し、報酬を受け取った。その後実験者は、サルが二足立位で安定静止したのを確認し、さらに「おいで」の音声指示とともに 1 歩下がって、もう 1 つの報酬を差しだした。サルは床反力計上から、前方に置かれた、床反力計の測定面と同じ高さの踏み台へと数歩前進し、報酬を受け取った。

2.3 実験装置

実験には、竹井機器工業株式会社製の床反力計「重心軌跡測定器 T.K.K.5810」を用いた。記録は付属の測定プログラムにより、サンプリングレート 100 Hz、測定時間最大 480 秒として、Windows 7 コンピュータを用いて行なった。また上記の床反力計の前方に、床反力計の測定面と同じ高さ・幅・奥行の踏み台を設置し、歩行時にサルが踏みだすための範囲とした。

サルの起立動作の開始や歩行における離床・接地のタイミングを記録するため、サルの右側面および後方から、2 台のアク

ションカメラ GoPro HERO7 Black にて動画撮影を行なった。撮影のサンプリングレートは 240 フレーム毎秒とした。これらの高速度撮影した動画を、主として映像解析の対象とした。映像解析時における死角の補完のため、上方斜め前後方向から、2 台のアクションカメラ GoPro HERO7 Silver にて動画撮影を行なった。撮影のサンプリングレートは 30 フレーム毎秒とした。また実験中のサル的一般行動記録用として、実験空間全体を天井隅から映すかたちで、SONY デジタル HD ビデオカメラレコーダ HDR-CX680 にて撮影した。

2.4 薬理投与

本研究ではケタミンの低用量筋肉内注射を用い、一時的な認知機能障害が姿勢制御や歩行に与える影響を検討した。低用量ケタミン投与は、ヒトにおいて前頭連合野の認知機能を阻害することが知られ [6, 9]、種々の神経修飾系を介して前頭連合野の注意機能を一時的に阻害する手法として近年注目されている [12]。実験日ごとに、ケタミン投与条件または生理食塩水投与条件とし、各条件の実験日を交互に実施した。

ケタミン投与条件では、実験開始前に 1.0 mg/kgBW のケタミンを下腿に筋肉内注射した。これは通常の麻酔目的での筋肉内注射時の 5 分の 1 から 10 分の 1 程度の用量にあたる。サルでの低用量ケタミン投与を用いた先行研究によれば、本用量においては、傾眠傾向・脱力といった麻酔症状

は生じず、対照の生理食塩水投与と比べ行動学的な差異はみられなかったとされている [7]。しかしながら本研究においては、上記濃度のケタミン筋肉内投与により、軽度の鎮静や消化器症状 (唾液分泌の亢進) といった既知のケタミンの薬理症状が観察された。そのため本研究では、ケタミン投与後サルを実験室内に開放し、明確なケタミン作用が消失するまで行動を観察した。典型的には投与からおよそ 1 時間で、外観上の明らかな傾眠や運動の鈍化、唾液分泌の亢進はみられなくなり、サルが自発的にエサを求めるようになった (消化器性の副作用がおさまった) ため、その後、実験を開始した。

生理食塩水投与条件では、ケタミン投与条件と同量の生理食塩液を下腿に筋肉内注射し、その後実験を開始した。

2.5 解析

床反力計のデータ解析には、オープンソースの統計学的データ解析環境 R (version 3.6.3) を使用した [13]。動画の解析には、オープンソースのメディアプレイヤーである Keyframe MP を使用した。

床反力計の記録と撮影した動画の時間的同期後、1 試行ごとのデータを切りだし、動画から読み取った後趾端の離床・接地や報酬呈示のタイミングと床反力データをあわせて解析した。試行内における鉛直方向の床反力合力の典型的な経時変化は、はじめの静止座位の時点では一定値をとり、つ

づく起立動作の開始により、後肢への荷重から一過性に増加した(図3)。その後、起立動作の終了にかけて慣性により一過性に抜重し、静止立位の達成とともに再び一定値に安定した。そこで各試行、動画から目視で読み取った起立動作開始をおよその試行開始時点とし、その1000 ms前を座位の基準時点として、座位基準時点周辺の期間における鉛直床反力の基準値と動揺を算出した。これをもとに、基準値からの一過性の床反力増大の開始を起立動作の開始時点、その後の一過性減少ののち、再び安定した時点を起立動作の終了時点とした。また歩行動作の開始は、動画からフレーム送り・戻しにより読み取った第1遊脚側後趾端の離床時点とした(図3鉛直点線)。

3 結果

3.1 試行内の床反力推移

図3は、生理食塩水投与条件の実験日の典型試行における鉛直床反力の推移を表わしたものである。グラフの示すとおり、完全無拘束のニホンザルにおいても、起立動作にともなう床反力の一過性の増減をはさんで、座位および二足立位の安定した姿勢静止、ならびに歩行開始にともなう床反力の抜重の過程が記録できた。

サルはほとんどの試行において、起立後に左前肢を用いて報酬を受け取り、その後静止立位を経て、左後肢から歩行をはじめた(図2)。報酬の把持や第1遊脚肢の左右

の違いによる床反力推移への影響を避けるため、以降の解析においては、上述の反応肢での報酬把持・歩行開始試行のみを解析対象とした。

3.2 圧力中心軌跡

図4は、図3と同一の試行において、床反力計により記録された圧力中心の軌跡を表わしたものである。図の示すように、起立動作により圧力中心は右前方へと移動した。圧力中心の前方への移動は起立にともなう身体重心の前方偏位、右方への移動は左前肢での報酬把持動作に関連した偏りであると考えられる。その後、二足立位の維持により圧力中心の移動は一旦おさまるが、歩行開始時の左後肢の挙上動作にともなう、接地側である右方へと急激に偏位した。

床反力計上のサルの初期座位位置は毎試行わずかに異なるため、生理食塩水投与条件の試行において、起立開始、起立終了、歩行開始の各時点の圧力中心位置を原点とし、その前後の期間の圧力中心軌跡を試行間平均したものが図5である。平均軌跡においても、起立動作の開始から終了にかけて、圧力中心が右前方に遷移する様子が見てとれる(図5a)。一方、歩行動作の開始にかけての軌跡を観察すると、左後肢の挙上にともなう圧力中心の右方遷移に先駆けて、わずかに圧力中心が左後方に移動していることがわかる(図5b)。図4の典型試行においても同様の傾向が見てとれる。こ

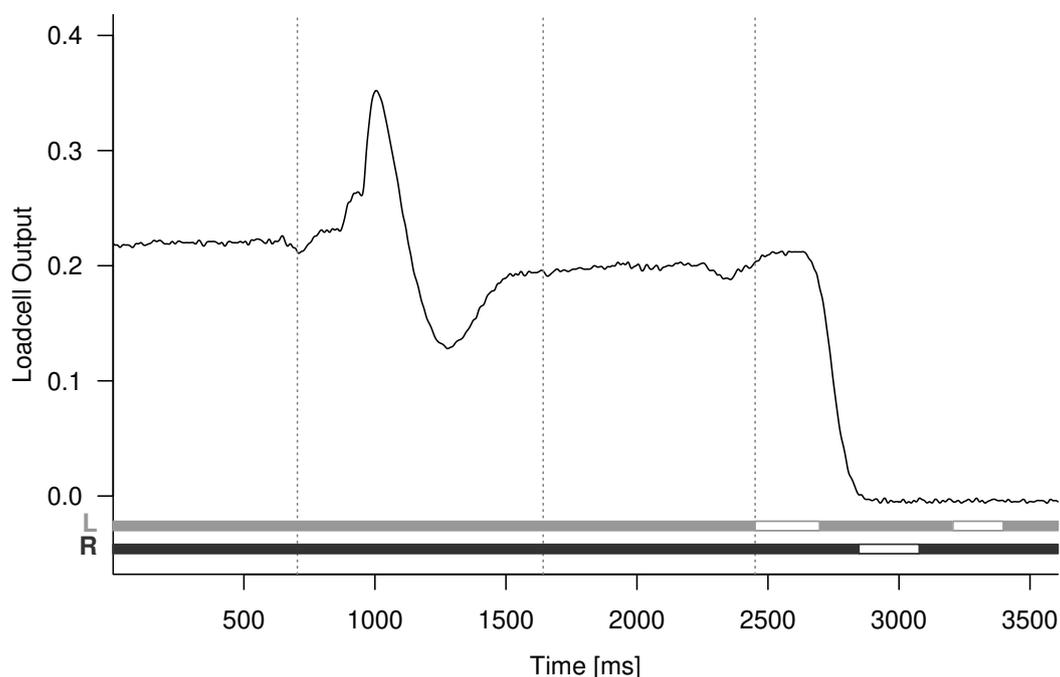


図 3: 典型試行における鉛直床反力の推移

横軸は時間 (ms)、縦軸は床反力計の圧電変換素子からの出力合計である。鉛直の点線は、左から起立開始、起立終了、歩行開始 (左後肢離床) の時点を表わす。下部の帯は左 (L) および右 (R) 後肢の接地相 (黒塗り) および遊脚相 (白抜き) の期間を表わしている。

うした圧力中心の移動は、ヒトにおいて報告された歩行開始時の圧力中心軌跡に類似している (図 1)。歩行開始直前における圧力中心の遊脚側後方への一時的な移動は、足関節底屈筋の弛緩と前脛骨筋の活性化によるものと考えられ、歩行開始のための踏みだしに重要とされている [10]。この結果は、サルの二足立位からの歩行開始動作においてもヒトと類似した運動力学的特性がみられることを意味し、二足立位・二足歩行のモデル動物としてニホンザルが優れた適性を有すことを示している。

3.3 薬理投与の効果

図 6 はケタミン投与条件のデータについて、図 5 と同様の平均圧力中心軌跡を示したものである。図のようにケタミン投与条件では、起立の開始から終了にかけての右前方への圧力重心の移動が非直線的になり、弧を描くようになった (図 6a)。これは起立動作における左右方向への不安定な重心動揺が大きくなったことを意味している。また、生理食塩水投与条件でみられた歩行開始にともなう遊脚側 (左) への一時的な圧力中心の偏位がほとんどみられなく

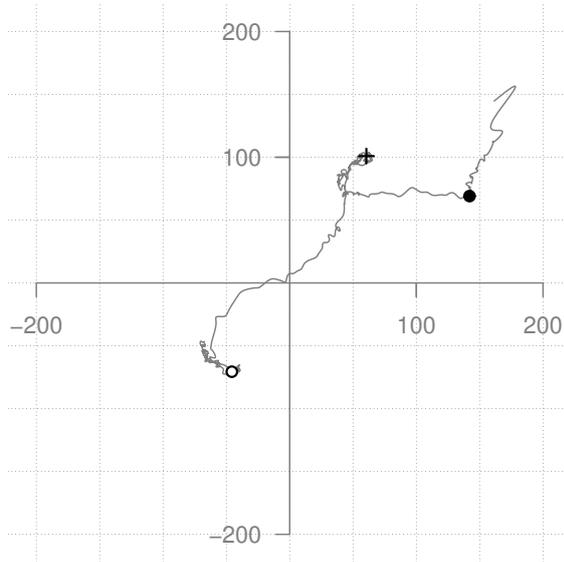


図 4: 典型試行における圧力中心軌跡

縦軸・横軸は、それぞれ前後および左右方向への圧力中心の移動距離 (mm) を表わす。(床反力計の中心を原点とする。) シンボルはそれぞれ起立開始 (○)、起立終了 (+)、および歩行開始 (●) の時点を表わす。

なっている (図 5b)。前述のとおり、この圧力中心の先行的な対側偏位は、歩行開始時における脚の踏みだしに重要だと考えられている。よってケタミン投与条件におけるその消失は、低用量ケタミン投与による前頭連合野機能の障害が、歩行開始時における協調的な姿勢制御と運動構築に影響を与えたことを示唆している。

図 7 に、両投与条件における座位から踏みだしまでの圧力中心の総軌跡を示す。生理食塩水投与条件においては、起立終了後の遊脚側 (左) 後方への一時的な圧力中心の偏位が大きく、その後の踏みだしにともなう接地側 (右) への身体動揺が少なく済んでいることがわかる。

4 考察

本研究では、無拘束二ホンザルにおける起立・歩行課題を用い、二足立位での姿勢制御や二足歩行の動物学的モデルの構築を試みた。また実現した実験系において、薬理投与による可逆的認知機能障害の手法を用いることで、姿勢制御・歩行における大脳皮質の役割を検討した。

実験の結果、完全無拘束のサルにおいても静止座位からの起立、および静止二足立位からの歩行の動作を安定して行なわせることができた。床反力計を用いて記録した圧力中心の移動軌跡からは、サルにおける二足歩行開始の動作が、ヒトと類似した運動力学特性をもつことがわかり、ヒトの二足立位や二足歩行を研究するための動物実験モデルとして、本実験系が有効であることが示された。さらに薬理投与実験では、低用量のケタミン投与による前頭連合野の可逆的機能障害により、起立動作や歩行開始動作の不安定化が起こることがわかった。これらの結果は、大脳皮質を含む神経系全体が協調して身体のバランス制御や二足歩行を実現するメカニズムの解明において、本研究が確立した無拘束サル起立・歩行課題が有効な研究ツールとなることを示している。

研究期間の都合上、本研究では姿勢制御・歩行における低用量ケタミン投与の効果のみを検討した。しかし本研究の手法は、他の神経伝達障害薬などを用いた行動薬理学

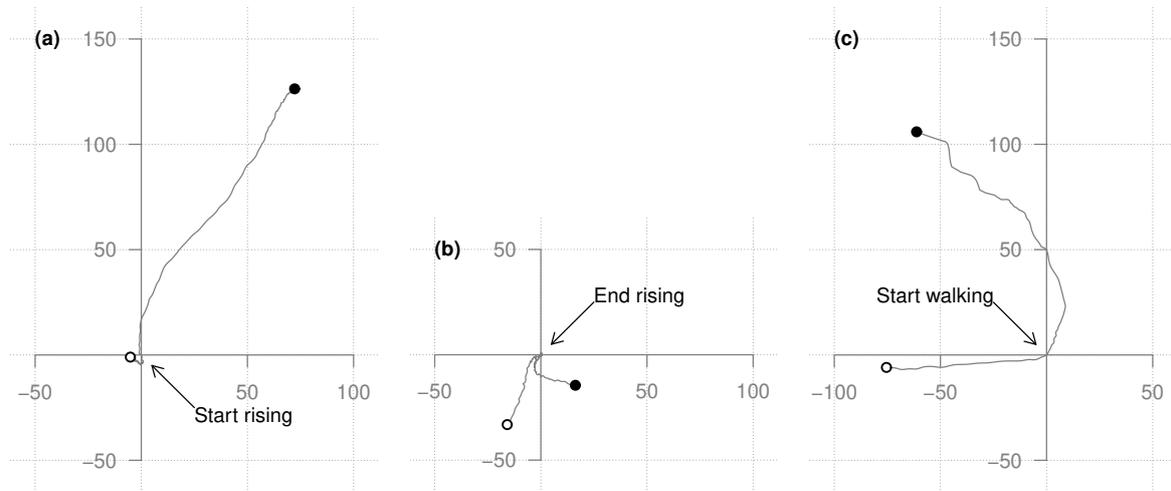


図 5: 生理食塩水投与条件における圧力中心の平均軌跡

起立開始 (a)、起立終了 (b)、および歩行開始 (c) の時点を原点とした、圧力中心の平均軌跡。単位は mm。a: 起立開始の 500 ms 前から 1000 ms 後まで。b: 起立終了の 500 ms 前から 600 ms 後まで。c: 歩行開始の 200 ms 前から 300 ms 後まで。シンボルはそれぞれの期間の始点 (○) および終点 (●) を表わす。

的実験や、テレメトリーを用いた電気生理学的記録にも適用可能である。今後、さまざまな薬品や投与量を用いることで、神経伝達物質種特異的なレベルでの、姿勢制御と歩行の神経メカニズムの解明が期待される。また、圧力中心の移動軌跡へのフラクタル解析の応用や、動画データをもとにしたキネマティクス解析の適用など、より詳細な解析手法を用いて、サルにおける姿勢制御や歩行動作の運動生理学的特徴のヒトとの類似・相違を明らかにしていく必要がある。

参考文献

[1] Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, Dennis A, Howells K, Cockburn J

(2011) Cognitive Motor Interference While Walking: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 35(3): 715–728.

[2] Boisgontier MP, Beets IAM, Duy-sens J, Nieuwboer A, Krampe RT, Swinnen SP (2013) Age-related Differences in Attentional Cost Associated With Postural Dual Tasks: Increased Recruitment of Generic Cognitive Resources in Older Adults. *Neurosci Biobehav Rev*, 37(8): 1824–1837.

[3] Brown TG (1911) The Intrinsic Factors in the Act of Progression in the Mammal. *Proc Royal Soc B*, 84(572): 308–319.

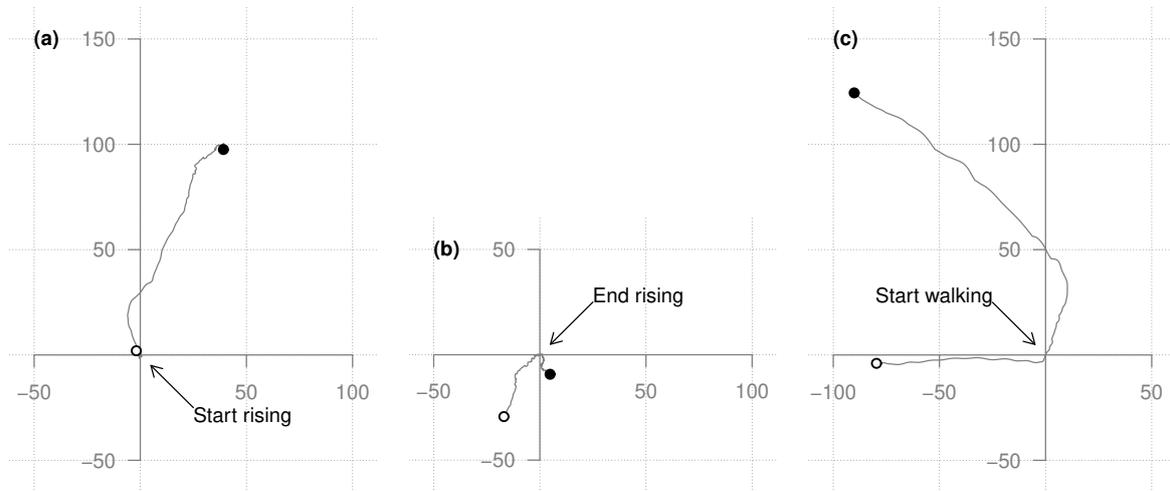


図 6: ケタミン投与条件における圧力中心の平均軌跡

記法は図 5 に同じ。

- [4] Brown TG (1914) On the Nature of the Fundamental Activity of the Nervous Centres; Together With an Analysis of the Conditioning of Rhythmic Activity in Progression, and a Theory of the Evolution of Function in the Nervous System. *J Physiol*, 48(1): 18–46.
- [5] Deliagina TG, Orlovsky GN, Zelenin PV, Beloozerova IN (2006) Neural Bases of Postural Control. *Physiology (Bethesda)*, 21: 216–225.
- [6] Ghoneim MM, Hinrichs JV, Mewaldt SP, Petersen RC (1985) Ketamine: Behavioral Effects of Subanesthetic Doses. *J Clin Psychopharmacol*, 5(2): 70–77.
- [7] Gil-da-Costa R, Stoner GR, Fung R, Albright TD (2013) Nonhuman Primate Model of Schizophrenia Using a Noninvasive EEG Method. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 110(38): 15425–15430.
- [8] Goulding M (2009) Circuits Controlling Vertebrate Locomotion: Moving in a New Direction. *Nat Rev Neurosci*, 10(7): 507–518.
- [9] Malhotra AK, Pinals DA, Weingartner H, Sirocco K, Missar CD, Pickar D, Breier A (1996) NMDA Receptor Function and Human Cognition: The Effects of Ketamine in Healthy Volunteers. *Neuropsychopharmacology*, 14(5): 301–307.
- [10] Martin M, Shinberg M, Kuchibhatla M, Ray L, Carollo JJ, Schenkman ML (2002) Gait Initiation in Community-Dwelling Adults With

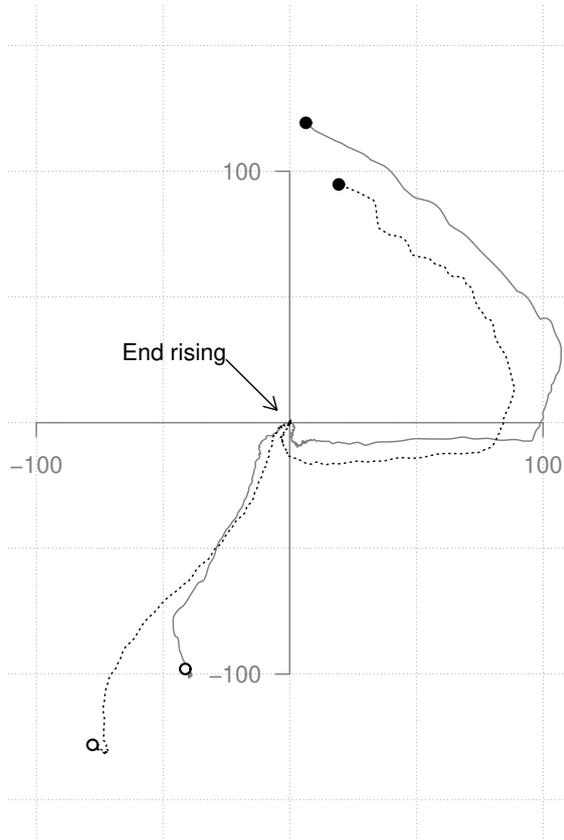


図 7: 両条件における起立・歩行動作にともなう圧力中心の総軌跡

起立終了の時点をもとに原点とした、生理食塩水投与条件 (黒色破線) およびケタミン投与条件 (灰色実線) における座位から歩行開始までの圧力中心の平均軌跡。単位は mm。シンボルは始点 (○) および終点 (●) を表わす。

Parkinson Disease: Comparison With Older and Younger Adults Without the Disease. *Phys Ther*, 82(6): 566–577.

[11] Massion J (1992) Movement, Posture and Equilibrium: Interaction and Coordination. *Prog Neurobiol*, 38(1): 35–56.

[12] Nelson CL, Burk JA, Bruno JP, Sarter M (2002) Effects of Acute and Repeated Systemic Administration of Ketamine on Prefrontal Acetylcholine Release and Sustained Attention Performance in Rats. *Psychopharmacology (Berl)*, 161(2): 168–179.

[13] R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

[14] Takakusaki K (2013) Neurophysiology of Gait: From the Spinal Cord to the Frontal Lobe. *Mov Disord*, 28(11): 1483–1491.

[15] Takakusaki K (2017) Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *J Mov Disord*, 10(1): 1–17

[16] Woollacott M, Shumway-Cook A (2002) Attention and the Control of Posture and Gait: A Review of an Emerging Area of Research. *Gait Posture*, 16(1): 1–14.

謝辞

本研究は、2019 年度 (令和元年度) 中山人間科学振興財団 研究助成「歩行と転倒のサイエンス」の助成のもとで実施しました。この研究の機会を与えてくださった公

益財団法人 中山人間科学振興財団に、心より御礼申し上げます。筆者は大学院時代からのサルでの認知神経科学研究の経歴により、サルの馴化や訓練には習熟していましたが、申請時点において姿勢制御・歩行の分野の研究歴はありませんでした。そんな駆けだしの若輩研究者の研究課題を認め、あたらしい実験開始のチャンスを与えてくださった財団には、感謝してもしきれません。結果的に実験もうまく進み、国内外でもほとんど類のない、完全無拘束のサルにおける姿勢制御課題というあたらしい研究の基盤を構築することができました。本当にありがとうございます。

また、本研究のサル個体は、ナショナルバイオリソースプロジェクト「ニホンザル」の研究用ニホンザル提供事業により提供を受けたものです。同事業なくしては、本邦におけるサルでの動物実験研究は極めて困難です。日頃の運営と研究活動へのご支援に、改めて御礼申し上げます。

最後に、この実験につきあってくれたわたしの担当するサルにも、この場を借りて感謝の意を表したいと思います。あなたが元気に実験室を走りまわり、好き嫌いなくモリモリ野菜を食べてくれるので、わたしも楽しく実験をすることができています。心からありがとう。でも、わたしの見ていない隙にこっそり GoPro のレンズの味を確かめてみようとするのはやめてくださいね。(全部映っていますからね。)