

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：23901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350749

研究課題名(和文) 下肢不自由者の動作特性は運動パフォーマンスに影響するか？

研究課題名(英文) The stability and laterality of persons who has lower limb disabilities during the upper limb motion.

研究代表者

稲嶋 修一郎 (INASHIMA, SHUICHIRO)

愛知県立大学・教育福祉学部・准教授

研究者番号：80372845

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、下肢不自由者の運動中における上肢の動作特性(動的安定性、左右差)を明らかにすることであった。本研究では、以下の結果が得られた。時間的安定性の低下は、運動初期においてのみみられ、一方、空間的安定性の低下は、運動初期および終期で確認された。また、運動中の動的安定性において、空間的安定性より時間的安定性が優位であった。運動中において左右差が確認され、特に運動終期において左右差が大きくなる傾向がみられた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to analyze the stability and laterality of persons who has lower limb disabilities during the upper limb motion. The following results were obtained. (1) The decline of time-stability was confirmed only in the early stage of motion. (2) The decline of spatial-stability was observed in the early and final stage of motion. (3) The time-stability of motion showed a greater tendency stability than the space-stability. (4) The laterality was confirmed during movement. There was a tendency for laterality to increase in movement final stage.

研究分野：運動生理学・身体運動学

キーワード：下肢不自由 動作特性 安定性 筋電

1. 研究開始当初の背景

下肢不自由者の生活における動作や運動・スポーツ活動の動力源は主に上半身であり、適正な姿勢を保持し、思い通りに上肢を動かせることが活動的な生活を営む上で重要な意味を持つ。目的の動作に対し、合理的、効率的に身体を動かすことは、神経や筋などの疲労を遅らせ、長時間にわたる運動や筋力の保持を可能にすると考えられる。

ヒトにおいて最も基本的な運動動作の一つは移動に関する動作であり、健常者では歩行や走行での下肢の動作、下肢不自由者では車いす操作などに代表される上肢の動作となる。これらの移動に関わる身体活動において、長時間にわたり動作を続けるためには、効率的で再現性の高い動作を反復することが求められる。健常者の日常の歩行、走行動作は、身体動作の中でも最も安定し、完成度の高い動作の一つと考えられているが、それでも近年の研究により、毎回の下肢の運動において、ステップ長の空間的な偏差と、歩調の時間的な偏差がごく僅かながら生じることが報告されている。この空間的、時間的な偏差は、ヒトの動作における安定性(動的安定性)を表していると考えられており、これらの偏差の程度が、筋力の低下や疲労を誘引する要因となることが示唆されている。これまでのところ、ヒトの動作について、空間的と時間的な安定性を検討した報告は少なく、発達過程や老化、移動の速度、あるいは疲労などが規定要因として推察されているが十分な検討はなされていない。さらに、健常者の歩行、走行動作は、大腿などの比較的大きな筋群を用いて行われるのに対し、下肢不自由者の主な動力源は、より小さな筋群を用いる上肢での動作であり、繰り返される動作において、動的安定性の影響が大きいことが予想されるが、これまでのところ検討した報告はなく、客観的に評価する指標も確立されていない。これに加え、ヒトの上肢には、「き

き手(腕)」といった表現にあるように、左右差が存在することがわかっているが、上肢の運動において、筋力、疲労、運動制御あるいは解剖学的な機能に関連して、左右差がどのような影響を受けるのか未だによくわかっておらず、上肢の動的安定性ととも、今後詳細に検討する必要がある。これらのことから、下肢不自由者の主な身体活動動力源である上肢の動作に着目して、運動中の動作特性(安定性、左右差)を定量的に明らかにする。さらに、上肢において移動動作のような繰り返される動作を安定的に行うためには、神経・筋・関節などを合理的、効率的に使う必要がある。たとえ目的の動作が単発的にできたとしても、その動作に関係する筋力の低下、筋疲労、姿勢バランスの乱れなどが起こっていれば、繰り返し動作を行うことは困難となる。

2. 研究の目的

本研究では、運動中の動作特性(動的安定性、左右差)が実際の運動パフォーマンスに及ぼす影響を明らかにし、下肢不自由者の上肢・体幹の効率的な動作の獲得に貢献することを目的とし、次の3つの課題を設定した。

課題 1. 運動中における上肢の動的安定性と左右差を検討し、動作特性を明らかにする。

課題 2. 運動中の安定性と左右差に影響を及ぼす要因について検討する。

課題 3. 運動中の動作特性(安定性、左右差)が運動パフォーマンスに及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 対象者は、下肢に不自由を抱えており日常生活を主に車いすで生活している成人男性5名(L群)および健常成人男性5名(C群)

であった。

研究の実施前に対象者に対し、研究目的、方法、計測内容等について十分説明し、調査の同意が得られたもののみ計測を行った。また、データについては個人が特定できないように匿名化し厳重に管理した。

(2) 上肢運動および動作特性(動的安定性と左右差)の測定およびデータ分析

測定開始前に、利き手(腕)、上肢における疾患の有無、健康状態等を質問し、測定時における安全に関する説明を行った。

上肢の動作特性(動的安定性、左右差)は、ビデオカメラによる動作解析を行った。全ての対象者は、座位による上肢の両腕同時動作および十分に回復時間をとった後、交互動作を各30秒間行った。運動中における心拍数、および運動の前後の血圧をそれぞれ測定した。

肘頭ほか所定の位置に取り付けた反射マーカーの動きを正面及び側面に設置したビデオカメラにより撮影し、後にFrame-DIASIV(DHK社製)を用いて分析を行った。

動的安定性は、空間的な偏差と時間的な偏差の両方について検討し、各偏差に対する定量的な評価は、変動係数を用いた。

変動係数は、 $CV = SD/X * 100$

という式で算出され、CVは変動係数、SDとXはそれぞれ標準偏差と平均値をあらわす。空間的な変動係数は、肘拳上の最高点の標準偏差と平均値、時間的な変動係数は、腕の1往復の時間の標準偏差と平均値を用いた。

同時に、筋電図を測定し、上肢動作中の筋の動員および協働の様相についても検討した。測定箇所は、上肢帯筋として僧帽筋、肩関節筋として大胸筋、上肢筋として三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、体幹筋群として脊

柱起立筋とした。

また、上肢の動作特性(安定性、左右差)に及ぼす筋力の影響を検討するため、運動前後において、左右の握力、肘関節屈曲筋力および肘伸展筋力をそれぞれ測定した。

4. 研究成果

(1) 運動中における上肢の動的安定性と左右差

動的安定性

運動中の動的安定性は、L群では、時間的安定性を示す時間変動係数は運動初期において偏差が大きく、運動全般において偏差は僅かであった。それに対し、空間的安定性を示す空間的変動係数は、運動初期および運動終期において偏差が大きい傾向が認められた。さらに、運動全般における空間的変動係数は、時間的変動係数に対し有意に大きな値が認められ、196.2%の高値であった。

C群では、時間的変動係数、空間的変動係数ともに運動初期及び終期において偏差が大きい傾向がみられ、L群とは異なる様相であった。さらに、運動全般における空間的変動係数は、L群と同様、時間的変動係数に対し有意に大きな値が認められ、175.3%の高値であった。

運動中の動的安定性を、L群とC群で比較すると、時間的変動係数、空間的変動係数ともにL群で小さく、特に空間的変動係数において大きな差が認められた。

これらのことから、L群では運動中の動的安定性において、空間的安定性より時間的安定性が優位なこと、C群よりも時間的安定性、空間的安定性ともに優れていることが示唆された。

左右差

L群、C群ともに運動中における左右差が確認され、特に運動終期において左右差が大きくなる傾向がみられた。しかしながら、L群の左右差は、C群と比較して有意に低値で

あり、運動中の上肢の左右差が少ないことが確認された。

(2) 運動中の安定性と左右差に影響を及ぼす要因

L 群と C 群では、運動中の心拍数、あるいは運動前後の血圧には差異は観察されなかった。

運動中の筋電図の様相は、L 群、C 群ともに三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋において運動終期において筋放電の振幅の増加が認められたが、C 群において増加の程度が顕著であった。

また、左右の握力、肘関節屈曲筋力および肘伸展筋力は、L 群、C 群ともに利き腕に対し非利き腕において低値であったが、その差は L 群で小さかった。また、L 群、C 群ともに運動後において運動前より筋力の低下が認められたが、その差は L 群で小さかった。運動中の筋力の低下は、時間的安定性よりも空間的安定性の変化に関係性が強かった。

以上の本研究の結果より、運動中の動的安定性については、空間的、時間的偏差の両者において、下肢不自由者と健常者では異なる可能性があること、下肢不自由者は、上肢の動作特性や筋出力を効率化することによって、実際の運動動作の局面でのパフォーマンス（動作の持続性、動作の正確性、筋の疲労耐性）を高めている可能性があることが示唆された。

5．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

6．研究組織

(1)研究代表者

稲嶋 修一郎 (INASHIMA, Shuichiro)

愛知県立大学・教育福祉学部・准教授