

(様式 5)

令和 6 年度秋田大学研究者海外派遣事業 帰国報告書

令和 6 年 1 月 10 日

所属・職名：保健学専攻理学療法学講座 助教
氏名：木元 稔

派遣期間：2023 年 2 月 25 日-12 月 20 日

派遣研究機関名：英文 Faculty of Medicine, Dentistry and Health Sciences,
University of Melbourne

：和文 メルボルン大学 医学・歯学・健康科学部

研究課題：痙性両麻痺型脳性麻痺児に対する下腿筋延長術後の重複歩距離変化予測

○研究概要 (2,000 字程度)

研究目的

痙性両麻痺型脳性麻痺児に対する整形外科的手術（以下、手術）に期待される効果には歩容改善のみならず、歩行速度、重複歩距離（例：右足の接地位置から次にまた右足が接地した位置までの距離）、ケイデンス（歩調）といった歩行の時間距離変数（以下、歩行変数）の改善も挙げられる。特に健常児と比べ脳性麻痺児では成長に伴う重複歩距離の変化が小さいとされる。そのため、手術および理学療法では成長に伴う重複歩距離の悪化を防ぐことも目的の一つとなる。しかしながら、下腿筋延長とその後の理学療法を実施した場合の重複歩距離が、どのような身体機能および 3 次元動作解析装置で計測した歩行中の下肢関節運動角度（以下、運動学的変数）や歩行変数に影響を受けるかについては明らかになっていない。

本研究の目的は、手術後の重複歩距離変化が、手術前と手術後におけるどの身体機能、運動学的変数、歩行変数に影響を受けるのか明らかにすることである。

研究方法

対象は、Royal Children's Hospital において 2004 年から 2020 年の間に尖足変形（立位時に踵が床に接地できない状態）の改善を目的とする下腿筋延長術を施術された患者とした。選択基準は、①粗大運動能力分類においてレベル I から III であり、歩行器等の補装具を使用有無に関わらず歩行できる者、②手術時点での年齢は 4-14 歳、③手術前と手術後 12-24 ヶ月の 2 回に 3 次元歩行解析を実施した者とした。

患者は歩行解析前に関節可動域や筋力検査等の身体機能検査を受けた。3 次元歩行解析において分析した変数は矢状面の運動学的変数であり、立脚相や遊脚相での最大値を抽出した。歩行変数は初期接地から次の同側下肢の初期接地までの距離と時間から算出された。3 次元歩行解析から得られた歩行速度、重複歩距離、ケイデンスは下肢長や重力加速度と健常児データを用いて補正した（以下、それぞれ補正歩行速度、補正重複歩距離、補正ケイデンス）。分析した下肢は歩容の良さを単一数値で示す Gait Profile Score（以下、GPS）の値が左右でより高い方とした。なお、GPS が高い側は歩容が悪い側を意味する。

Oeffinger ら (2008) が報告している脳性麻痺児における重複歩距離の minimum clinically

(様式 5)

important difference (以下、MCID)を用いて、補正重複歩距離の手術後変化を増大・変化無し・低下の3つに分類した。

手術後の補正重複歩距離の変化が手術前や手術後の身体機能、運動学的変数、歩行変数にどのように影響を受けるか分析するため、尤度比を用いたロジスティック回帰分析を行った。従属変数は、補正重複歩距離が増大または変化無しであった群を維持群、低下した群を低下群とする2変数とした。

研究結果

本研究において選択基準に合致した患者数は74名であった。手術後における歩行変数において補正しなかった場合、重複歩距離は有意な増大、ケイデンスは有意な低下を示したものの、歩行速度は変化がなかった。補正重複歩距離と補正ケイデンスはともに有意な変化がみられなかったものの補正歩行速度は有意な低下を示した。MCIDでの効果分類を行った結果、補正重複歩距離は23.0%(17名)が増大、32.4%(24名)が変化無し、44.6%(33名)が低下の人数比率となった。過去に行われた研究のデータにおいて、歩行変数の補正有無には一貫性がない。本研究は下腿筋延長後の重複歩距離における帰結を評価し、補正が無い状態では有意な増大を示したものの、補正が有る場合は半数に及ぶ患者で術後に重複歩距離が短くなることを明らかにした。

さらに、補正重複歩距離が術後に増大または変化無しと判定された者を維持群(計41名)、低下したとみなされた者を低下群(33名)とし、補正した歩行変数を分析した。重複歩距離と歩行速度は低下群が手術前に有意にそれらの値が小さく、手術後は逆に維持群が有意に大きい値を示した。ケイデンスには両群間の差がみられなかった。また歩容の良さを示すGPSにも両群間の差はみられなかった。従来、脳性麻痺児の歩行はケイデンスよりも重複歩距離に特徴があり、重複歩距離の短さが歩行速度の低下と関連することが指摘されてきた。本研究は、下腿筋延長を実施した脳性麻痺児でもケイデンスと比べ重複歩距離の変化が歩行速度の改善に大きく影響することを示すものである。

手術前において補正重複歩距離の維持群または低下群を予測するために、本研究はロジスティック回帰分析を実施した。選択された変数は、手術前の補正重複歩距離、立脚相における最大足関節底屈角度、および選択的運動制御であった。つまり、この得られた算出式は、手術前において補正重複歩距離が小さく、最大底屈角度が大きく、また選択的運動制御が良好な者ほど手術後の補正重複歩距離を維持できることを示している。

本研究は手術後の変化した変数も含めたロジスティック回帰分析も実施した。その結果、遊脚相の股関節最大屈曲および伸展角度の変化、膝関節伸展ラグの変化、足関節底屈筋力変化の有無、手術前の選択的運動制御が変数として選択された。この結果は手術後に補正重複歩距離を維持できる条件が、遊脚相での股関節の運動範囲や下肢筋力の増大だけでなく、手術前時点での下肢の高い随意性も、重複歩距離の増大に必要な要素として含まれることを示している。

手術前の変数を用いた算出式で得られた結果は、その感度が75.0%、特異度が66.7%、予測正確性が71.0%であった。一方、手術後の変数を含めて得られた算出式では、感度が85.3%、特異度が87.1%、予測正確性が86.2%であった。つまり、感度、特異度、予測正確性は手術前と比べ手術後の変数から得られた回帰式で良好であった。これは、下肢筋力や歩行中の股関節や膝関節の運動範囲が算出式に含まれたことによるものと考えられ、リハビリテーションが手術後の重複歩距離を維持・改善するための重要性を示すものである。

(様式 5)

○海外派遣事業中の研究・教育等活動が、帰国後の研究等の活動にどのように反映される見込みか概括ください。

海外派遣中は、Royal Children's Hospital (以下、RCH)の整形外科部門に所属し、Hugh Williamson Gait Analysis Laboratory で手術方法を決定するための歩行解析を行った。歩行解析は、3次元動作分析装置を用いた歩行解析だけでなく、歩行に関する問診や身体機能評価も行い歩行を評価することを含む。得られたデータは毎週金曜日の午前実施される会議において、歩行のビデオや解析グラフとともに提示される。会議は医師、看護師、理学療法士、エンジニアなどのメンバーにより構成され、手術方法とその部位の決定や、手術後における理学療法の進捗、帰結評価の確認などを行う。後述する術後理学療法は、手術を受けたRCHではなく、自宅や手術前に通学していた学校内で行われる。そのため、手術を受けることによるQOLへの影響はもちろん、術後に理学療法を受ける体制を念頭に、手術が決定される。

実施されている歩行解析方法自体、従来、派遣者が実施していたものよりも洗練された方法であった。RCHでは25年間にもわたり歩行解析を行っている。得られたデータとそれらの解析を含めた知見の蓄積は、“歩行解析”という会議も含めたシステムの構築により成し遂げられたものであると感じた。本邦の整形外科やリハビリテーション領域でこのような実践を行っている病院は派遣者が知る限り無い。RCHのシステムを本邦にも導入できれば、整形外科や理学療法において小児領域のみに止まらない多大な恩恵が得られると考える。そのため派遣者は今後、この歩行解析システムの普及に務めたいと考えている。

派遣中に強く印象に残ったのは、本邦とRCHとの間の脳性麻痺児に対する手術の方法やタイミング、またその後の理学療法の違いである。我が国では、もちろん病院や症例によって異なるものの、staged surgery といって年少期から学童期前半に軟部組織のみ、青年期に骨組織を含めた手術を行うことが一般的である。しかし、RCHではsingle event multilevel surgery (SEMLS) といって一度に軟部組織と骨切りの手術が行われる。初回の手術のタイミングは本邦と比べやや遅く、学童期が中心である。手術後の入院期間は3週間未満であり、我が国では半年から1年をかけて手術後の理学療法を行う。これらの違いは親子関係を重視する上でも無視できないものであるものの、国際間の比較研究はなされていない。日本で実施されている脳性麻痺児に対する治療が世界標準と比べどのような効果があるのか、デメリットも含めエビデンスを世界に発信することに、今後取り組んでいきたい。

(様式 5)

○研究期間全般にわたる感想

(写真等があれば添付願います)

研究期間中はメルボルン大学と RCH の他、病院 2 施設、クリニック 3 施設、特別支援学校 1 校を訪れた。

メルボルン大学は e-learning の環境が整っており、オリエンテーションの他、研究法の学習についてのコンテンツも充実していた。理学療法部門のスタッフ数は 30 名ほどであり、その中で男性は 3 名ほどと女性が占める割合が高かった。リモートワークの許容とパートタイムワーカーの比率の高さにより、高い女性比率を達成できているとの説明を受けた。

RCH での手術後入院期間は 3 週間程度と短い。オーストラリアは地域理学療法が発展しており、自宅、普通小学校、特別支援学校でも術後理学療法を実施している。幼少期の子どもにとって親子関係形成の重要性は言うまでもない。秋田では月 1~2 回の理学療法実施のために 1~2 時間かけて通院する患者も少なくない。我が国でも、小児を専門とする訪問理学療法がますます発展する必要があることを痛感した。

滞在するにあたり 3 軒の民泊と大学の寮を使用した。1 軒目の民泊は小学生がいる世帯であり、オーストラリアの子どもたちの生活に触れることができた。近隣のお宅とのホームパーティーに 2 回参加するなど、文化的交流の機会にも恵まれた。2 軒目は複数のゲストが利用するお宅で、様々な国の文化に触れるとともに、異なる国に住む者同士での共同生活の難しさを体験した。大学の寮には大学生、大学院生、教授が暮らしており朝食と夕食時に多く会話することができた。自分自身の英語力は、メルボルン大学の入学基準に達していなかったため、周囲の会話についていくことが大変だった。しかし、リスニング力の向上は時間の経過とともに徐々に実感できるようになり、会話を楽しめることも段々に増えていった。

いまだに英語力は不十分で、悔しい気持ちを残したまま帰国をせざるを得なかった、というのが本音である。しかし、将来的には他国の研究者と共同研究を行いたいと考えており、目指すべき英語力を実生活の中で体験できたことは今後の糧になると考えている。

