

氏名	きのした かずあき 木下 和昭
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学位記番号	博 甲 第 9 3 1 号
学位授与の日付	令和元年 9 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 バイオテクノロジー専攻
学位論文題目	ヒトの移動能力と体幹機能との関係ー人工膝関節全置換術後 リハビリテーションへの応用ー
審査委員	(主査)准教授 来田宣幸 教授 野村照夫 教授 芳田哲也

論文内容の要旨

身体運動科学やリハビリテーション科学の領域では、パフォーマンス発揮や傷害および障害予防などの観点から体幹（四肢を除く身体部位）機能の重要性が指摘されている。第 1 章では、体幹機能評価及び人工膝関節全置換術（Total Knee Arthroplasty, TKA）など関連分野の社会的背景や研究動向を整理した上で、問題の所在を明らかにし、本研究の目的と意義について記載されている。体幹機能の評価する方法として等尺性筋力測定装置を用いた筋力測定や上体起こしなどがみられるものの、高価な機材が必要であるため経済性の課題が存在したり、簡易評価では仰臥位や側臥位での計測が中心となり、安定した立位姿勢での評価方法がみられなかったりするなど、課題が多い。特にヒトは直立二足歩行を獲得したため、他の哺乳類より抗重力性とバランス性が必要となり、立位や歩行などの移動能力との関連性から体幹機能の評価することは必要であるものの、これまで存在してこなかった。そこで、移動能力との関連性から体幹機能の概念整理をおこない、鉛直方向への抗重力性とバランス性を踏まえながら、簡便に体幹による発揮筋力を計測する新たな評価方法を考案し、その信頼性及び妥当性を検討することが第 1 の目的とされた。また、近年、日本で増加している TKA 症例のリハビリテーションや術後評価等の 1 つとして臨床応用上の課題を検討することが第 2 の目的とされた。

第 2 章では、臨床やスポーツ現場で簡便に測定が可能であり、上記の問題点を解決する評価方法を考案し、その再現性を検討した。座位姿勢で片側の肩に筋力測定器を装着し、上方への等尺性筋力を評価した。その結果、本手法は検者内相関係数が 0.90 以上、検者間相関係数が 0.93 であり、良好な再現性を確認した。

第 3 章では、本手法と既存する体幹筋機能の評価方法との関係について検討した。対象は高校男子サッカー部員 33 名と大学アメリカンフットボール部員 47 名の計 80 名とした。その結果、本手法と既存の体幹筋機能評価方法とは、有意な相関がみられず、本手法はこれまで評価が困難であった体幹機能の評価している可能性が示唆された。

第 4 章では、本手法の筋活動について検討した。過去の報告にて本手法のような姿勢保持では、移動側の腰部周囲筋の筋活動が増大せず、端坐位時の筋活動を維持すると報告されている。しかし、片脚立位では支持側（移動側）の腰部周囲筋の筋活動が増大すると報告されているため、両

者の筋活動は相違することが考えられる。そこで、健常者 7 名を対象として、腹横筋からワイヤー電極にて導出し、腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、多裂筋を表面電極にて採取した。その結果、本手法は端座位と比較して両側の全ての筋にて有意に筋活動が増大した。したがって、本手法は非移動側のみでなく、移動側の腰部周囲筋の筋活動評価に適している可能性が示された。

第 5 章では、本手法とバランス機能との関連について検討した。対象は変形性膝関節症患者 21 例と変形性股関節症患者 8 例の 29 例とし、重心動揺計を用いた計測をおこなった。その結果、本手法の劣位側の外周面積は優位側に比して、有意に大きく、劣位側の単位面積軌跡長は優位側に比して、有意に小さかった。このことから、本手法の測定値の優劣は、体幹のバランス能力の評価との関連性が考えられた。

第 6 章では変形性膝関節症における身体機能と本手法との関係を検討することを目的とした。対象は変形性膝関節症患者 50 例とした。測定項目は最大膝関節伸展筋力、台ステップテスト、Timed up and go test (以下、TUG)、5 回の最大速度時間を測定する椅子立ち座りテスト (以下、5STS) などとした。本手法を従属変数とした重回帰分析の結果、本手法の関係因子としては、最大膝関節伸展筋力と台ステップテスト、TUG が選択された。したがって、変形性膝関節症患者では、下肢荷重動作に必要な下肢筋力や片脚支持でのバランス保持、そして移動能力を評価する TUG に影響することが考えられた。

第 7 章では TKA 前の本手法の測定値と術後の身体機能との関係を検討した。対象は TKA を施行した患者 30 例とした。測定項目は第 6 章と同様にした。本手法の術側を従属変数とした重回帰分析の結果、本手法の関係因子としては、TUG の 1 項目であった。これらから、術前の本手法の術側は術後の TUG に影響を及ぼす可能性が考えられた。

第 8 章では TKA 後早期の移動能力の回復率と身体機能の回復率との関係を検討した。対象は変形性膝関節症で片側の TKA を施行された 77 例とした。測定項目は本手法、最大膝関節伸展筋力、台ステップテスト、5STS、TUG とし、全ての測定は手術が施行される 1~2 日前に実施し、再測定を術後 4 週に実施した。TUG の回復率を従属変数とした重回帰分析の結果、5STS と術側の本手法の回復率が選択された。このことから、術後早期に多数存在する機能障害に対し、本手法の測定値を高め、術後早期に立ち座りが可能になることで、より早期に TUG の回復につながる可能性が考えられた。本研究を通じて、本手法は再現性と妥当性を有しており、TKA 後のリハビリテーションの 1 つとして応用できる可能性が明らかとなった。今後の課題としては、介入研究の遂行や、本手法について幅広い年代や数多くの対象者の結果を調査することで、本手法の基準値などのデータを蓄積していくことが必要であると考えられる。また本手法の限界や課題を可能な限り軽減し、体幹機能評価に有効な手段を検討していく必要が求められる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、体幹機能の評価方法について移動能力との関連性に着目し、鉛直方向への抗重力性とバランス性を踏まえながら、体幹による発揮筋力を簡便に計測する新たな体幹機能評価法を開発しようとするものである。研究では、ヒトが抗重力位の中で体幹を起こした（体幹に対して鉛直方向へ負荷がかかる）姿勢かつヒトの移動能力を考慮するため片側での支持性を評価する新たな体幹機能の測定方法を開発し、健常者を対象とした基礎的な知見を蓄積させ、新しく考案した

評価方法の特性や体幹機能評価としての妥当性を検証し、人工膝関節全置換術（Total Knee Arthroplasty, TKA）患者を対象とした横断的および縦断的なデータを用いて測定評価学的視点及び臨床リハビリテーション医学的視点から科学的根拠に基づいて論じている。

まず、研究の手法に関しては、先行研究のレビューに基づき体幹機能に必要な要素を列挙し、それに合致する研究課題及び測定評価項目が選択されている。また、新たな測定法開発において重要となる検者内信頼性および検者間信頼性についても丁寧に検証を積み重ねるなど研究手法上大きな問題は認められず、適切な科学的手法に基づいた研究が遂行されたと評価できる。さらに、データの収集や分析および公表においては OECD ガイドラインやヘルシンキ宣言等に則った適切な運用を行い、人権上の配慮についても適切になされていた。

次に、研究の新規性に関しては、座位姿勢での片側の体幹の支持性を評価する方法を考案し、変形性膝関節症患者における本手法とヒトの移動能力を評価する Timed up and go test（以下、TUG）との関係や TKA 術後早期の TUG の回復因子に対して、全身の運動機能評価テストに基づいて検証している点で貴重な研究成果であり、外的妥当性評価の観点からも新規性は高いと考えられる。また、本評価法と既存する体幹機能評価との関係について、体幹の筋活動とバランス能力の観点から検討し、本手法の内的妥当性についても適切に評価している点において、知見としても重要な成果を示しており、いずれも新規性が高いと考えられる。

研究の有用性において、本手法は高額な機器を使用しなくても簡便に実施できるため、身体能力の評価が必要な多くの現場で活用できる点で有用性が高い。具体的には、体幹も含めた片脚下肢の支持性低下が認められる症例に対して、本手法をおこなうことにより、体幹の支持性が問題なのか、下肢の支持性が問題なのかを簡易に判別ができるという利点があると考えられ、多くのヒトに応用できる発展性を有する研究であることが考えられる。そのため、他の疾患や年齢などにも応用可能なアイデアであり、学術上、有用性が高いと考えられる。今後、縦断的なデータの蓄積や介入調査などを加えることで、その疾患の身体能力の向上や障害予防などリハビリテーション医学や予防医学などの領域への貢献が強く期待される社会的意義の高い研究であると考えられる。

これらの研究はいずれも申請者が筆頭著者である査読制度のある学術誌に掲載または受理された以下の 7 編の論文で構成されている。

1. Kazuaki Kinoshita, Masashi Hashimoto, Kazunari Ishida, Yuki Yoneda, Yuta Naka, Hideyuki Kitanishi, Hirotaka Oyagi, Yuichi Hoshino, Nao Shibamura. A novel objective evaluation method for trunk function. *The Journal of Physical Therapy Science*, 2015, 27, 1633–1636.
2. 木下和昭, 橋本雅至, 米田勇貴, 中雄太, 北西秀行, 大八木博貴, 星野祐一, 柴沼均. 端座位での片側支持における姿勢保持と Trunk Righting Test との関係. *理学療法科学*, 2015, 30(2), 329-332.
3. 木下和昭, 橋本雅至, 中雄太, 北西秀行, 大八木博貴. 人工膝関節全置換術後患者の身体機能と術前および術後の体幹機能の関連性. *理学療法科学*, 2015, 30(3), 389-394.
4. 木下和昭, 橋本雅至, 北西秀行, 米田勇貴, 中雄太, 大八木博貴, 井上直人, 植田篤史, 田頭悟志, 福本貴典, 高嶋厚史, 板矢悠佑, 新谷健, 星野祐一. 座位体幹荷重支持機能テストと体幹筋機能. *理学療法科学*, 2016, 31(1), 49-52.

5. Kazuaki Kinoshita, Kazunari Ishida, Masashi Hashimoto, Yuki Yoneda, Yuta Naka, Hideyuki Kitanishi, Hiroki Oyagi, Yuichi Hoshino, Masahiro Kurosaka, Nao Shibamura. Relationship between trunk function evaluated using the trunk righting test and physical function in patients with knee osteoarthritis. *The Journal of Physical Therapy Science*, 2017, 29, 996–1000.
6. Kazuaki Kinoshita, Kazunari Ishida, Masashi Hashimoto, Hidetoshi Nakao, Nao Shibamura, Masahiro Kurosaka, Shingo Otsuki. A vertical load applied towards the trunk unilaterally increases the bilateral abdominal muscle activities. *The Journal of Physical Therapy Science*, 2019, 31, 273–276.
7. 木下和昭, 橋本雅至, 大八木博貴, 石田一成, 柴沼均, 来田宣幸. 人工膝関節全置換術後早期の Timed up and go test の改善に関する因子. *理学療法科学*, 2019 (印刷中)