

〔博士論文概要〕

両脚および片脚支持でのアイソメトリックな力発揮を用いた筋力評価法

平成 30 年度

九鬼 靖太

筑波大学大学院人間総合科学研究科コーチング学専攻

スプリントや跳躍運動などのダイナミックな運動では、可能な限り大きな力やパワーを発揮する力発揮能力がパフォーマンスの優劣を決定する体力的要素の一つとして考えられている。これまで、力発揮能力を評価するために、様々な運動を用いた筋力評価法が検討されている。従来から行われている筋力評価法として、バーベルを用いたスクワットなどの最大挙上重量 (1 repetition maximum: 1RM) を測定する方法が広く普及している。この測定は、立位のクローズドキネティックチェーンの運動を用いて下肢筋力を評価できるため、実際のダイナミックな運動で求められる力発揮能力を評価できるものの、高重量を挙上するため受傷の危険性が高く、測定に長時間を要することなどが問題点として考えられている。その他の筋力評価法として、バイオデックスやレッグプレスを用いたアイソキネティックやアイソメトリックな筋収縮で行われる評価法も一般的に用いられている。これらの

評価法では傷害の危険性も少なく測定に要する時間が少ないものの、座位のオープンキネティックチェーン運動を用いるため、実際のダイナミックな運動に求められる力発揮能力を評価できていないという問題点が存在する。

上述の問題点を考慮した筋力評価法として、立位でのアイソメトリックな運動であるアイソメトリックミッドサイプル (Isometric mid-thigh pull: IMTP) が開発されている。IMTP は、固定されたバーの高さを自在に調整できるように設計された特製のスクワットラックの中に設置されたフォースプレートの上に立ち、固定されたバーを全力で鉛直方向に引いた際の地面反力の最大値 (Peak force: PF) をもとに最大筋力など下肢の力発揮能力を評価する方法である。また IMTP は、クリーンやスナッチにおけるセカンドプルに類似した姿勢で力発揮を行うように IMTP 中の姿勢は統一して試技が行われる。IMTP は 1RM を用いた評価法に比べて、安全でかつ短時間で下肢の力発揮能力を評価でき、オープンキネティックチェーンの運動を用いた評価法よりも実際のダイナミックな運動に求められる力発揮能力を評価できるという利点が挙げられる。

IMTP を用いた筋力の評価として、これまでの先行研究では、両脚支持で行われる両脚 IMTP および片脚支持で行われる片脚 IMTP が、下肢筋力の不均衡性を評価するために用いられている。しかしながら、両脚 IMTP と片脚 IMTP で評価された下肢筋力の不均衡性を比較し、その違いについて検討した研究はみあたらず、下肢筋力の不均衡性の評価に関して、両脚支持と片脚支持でのアイソメトリックな運動の違いは明らかにされていない。また、ダイナミックな運動では、両脚支持の運動と片脚支持の運動では運動様式が類似していても、力発揮や筋活動において大きく異なることが報告されている。片脚支持での特

異的な筋活動は、前額面上の支持基底面の減少によって、身体の不安定性が高まることが主な要因であると考えられている。しかしながら、立位でのアイソメトリックな運動である両脚 IMTP と片脚 IMTP における力発揮や下肢筋群の筋活動の違いに関しては、未だ明らかにされていない。

一方、立位でのアイソメトリックな運動である IMTP とダイナミックな運動パフォーマンスとの関係に関して、両脚 IMTP の PF は、主に鉛直方向に移動するダイナミックな運動であるウェイトリフティング種目やカウンタームーブメントジャンプ (Counter movement jump: CMJ) と間に、有意な相関関係が存在することが報告されている。加えて、近年では水平方向に力発揮を行うスプリントのパフォーマンスと両脚 IMTP との関係についても検討されているが、両脚 IMTP とスプリントパフォーマンスとの関係を検討した先行研究は、鉛直方向のダイナミックな運動と比較すると相対的に少なく、より多くの競技種目の選手を対象に両脚 IMTP と水平方向のダイナミックな運動との関係を検討する必要があると言える。さらに、片脚 IMTP の PF とダイナミックな運動パフォーマンスとの関係について検討した先行研究では、両脚 IMTP の PF がスプリントタイムとの間に有意な相関関係が認められなかったものの、片脚 IMTP の PF は有意な相関係数が認められたことを報告し、筋力評価法として片脚 IMTP の有効性を主張している。しかしながら、片脚 IMTP とダイナミックな運動パフォーマンスとの関係性を検討した研究は極めて少ないのが現状である。

そこで本研究では、下肢筋力の不均衡性および下肢の力発揮能力を評価する際の両脚 IMTP と片脚 IMTP の違いを示し、ダイナミックな運動パフォーマンスとの関係について検討することで、両脚支持および片脚支持でのアイソメトリックな力発揮を用いた筋力評

価法に関する知見を得ることを目的とした。この目的を達成するために、本研究では以下の4つの研究課題を設定した。1) 両脚 IMTP と片脚 IMTP で測定された下肢筋力の左右差および優位脚-非優位脚差を比較することで、下肢筋力の不均衡性の評価における両脚支持と片脚支持のアイソメトリックな運動の違いについて検討する。2) 両脚 IMTP と片脚 IMTP の地面反力および下肢筋群の筋活動を比較することで、力発揮における両脚支持と片脚支持のアイソメトリックな運動の違いについて検討する。3-1) 両脚 IMTP で評価される力発揮能力と、水平方向に移動するダイナミックな運動であるスプリント能力との関係を検討する。3-2) 片脚 IMTP で評価される力発揮能力と、水平方向に移動するダイナミックな運動であるスプリント能力との関係を検討する。

研究課題1では、15名の学生選手を対象に、両脚 IMTP と片脚 IMTP 中の、地面反力と下肢筋群（大臀筋、中臀筋、大腿二頭筋、半腱様筋、大腿直筋、外側広筋）の筋活動を測定し、力発揮の優位・非優位脚における下肢筋力の不均衡性を検討した。その結果、力発揮の優位脚と非優位脚の間には、両脚 IMTP と片脚 IMTP のいずれにおいても PF の有意差が認められた。優位-非優位差の下肢筋力の不均衡を定量化した不均衡指数では、両脚 IMTP の方が片脚 IMTP よりも有意に大きい値を示した。加えて、力発揮の優位脚と非優位脚において、両脚 IMTP の筋活動では、優位脚側の臀筋、中臀筋および外側広筋は非優位脚側よりも有意に大きな活動を示していた。これらの結果から、片脚支持よりも両脚支持のアイソメトリックな運動によって、下肢筋力の不均衡性がより大きく評価されること、および両脚支持でのアイソメトリックな運動における下肢筋力の不均衡性には、主に臀筋、中臀筋および外側広筋などの単関節筋における筋活動の不均衡性が関係している

ことが明らかとなった。

研究課題 2 では、15 名の学生競技者に、両脚 IMTP と片脚 IMTP 中の地面半力と下肢筋群（大臀筋、中臀筋、大腿二頭筋、半腱様筋、大腿直筋、外側広筋）の筋活動を測定するとともに、両脚 IMTP に対する片脚 IMTP における相対的な筋活動の変化と共収縮指数を算出し、それぞれの変数において両脚 IMTP と片脚 IMTP を比較した。その結果、両脚 IMTP に比べて片脚 IMTP の PF は有意に低い値であったが、両脚 IMTP における PF の 80%程度に達していた。一方、下肢筋群では PF が発揮された時点では大臀筋、中臀筋、大腿二頭筋、大腿直筋および外側広筋において片脚 IMTP で有意に大きな筋活動が認められた。さらに、両脚 IMTP に対する片脚 IMTP での相対的な筋活動の変化に関して、大臀筋と中臀筋が大腿直筋および外側広筋よりも有意に大きいことが認められた。片脚 IMTP における共収縮指数では、片脚 IMTP の値は両脚 IMTP の基準値である 200 を上回っており、片脚 IMTP では両脚 IMTP よりも共収縮によって大腿二頭筋、半腱様筋、大腿直筋および外側広筋の筋活動が高まった可能性が示唆された。以上の結果から、両脚支持と比較して片脚支持でのアイソメトリックな運動では、股関節外転筋群の活動や膝関節まわりの筋における共収縮が助長されることが明らかとなった。このような片脚支持でのアイソメトリックな運動での筋活動は、前額面上の支持基底面の違いによる不安定性の増大に対する応答に起因しており、片脚支持でのアイソメトリックな力発揮における特性として考えられる。

研究課題 3-1 では、25 名の学生サッカー選手を対象に、両脚 IMTP における PF、30m のスプリントタイムおよび各種跳躍試技として CMJ とドロップジャンプをそれぞれ測定し、両脚支持でのアイソメトリックな力発揮能力とスプリント能力の関係について検討し

た。その結果、両脚 IMTP の PF は、CMJ の跳躍ならびに DJ-index との間に有意な相関関係が認められなかった。また同じく、両脚 IMTP における PF は、30m のスプリントタイムとの間にも有意な相関関係が認められなかった。一方、研究課題 3-2 では、20 名の学生サッカー選手を対象に、片脚 IMTP における PF、30m のスプリントタイムおよび各種跳躍試技として CMJ とドロップジャンプをそれぞれ測定し、片脚支持でのアイソメトリックな力発揮能力とスプリント能力との関係について検討した。その結果、片脚 IMTP の PF は、片脚 CMJ の跳躍ならびに片脚の DJ-index との間に有意な相関関係が認められなかったが、30m のスプリントタイムとの間に有意な相関関係が認められた。これらの結果をまとめると、スプリント能力に求められる力発揮能力を評価する手段として、片脚支持でのアイソメトリックな運動を用いた評価法が有効であることが明らかとなった。

本研究の結果から、両脚支持でのアイソメトリックな力発揮を用いた評価法では下肢筋力の不均衡性がより大きく評価され、その下肢筋力の不均衡性には主に単関節筋による筋活動の不均衡性が関係していること、および片脚支持でのアイソメトリックな力発揮では股関節外転筋群や膝まわりの筋における共収縮など特異的な筋活動によって特徴付けられ、スプリント能力と有意な相関関係にあることが明らかとなった。本研究によって、両脚支持および片脚支持でのアイソメトリックな力発揮を用いた筋力評価法に関する基礎的な知見が得られたと言える。