

クイックリフト動作時のExplosive Force Productionの分析

— 関節トルクの立ち上がり速度に着目して —

¹長尾秀行, ^{2,3}有賀誠司, ^{3,4}山田洋, ⁴小河原慶太, ⁵小山孟志, ⁶小金澤剛一

¹東海大学大学院総合理工学研究所, ²東海大学スポーツ医学研究所,

³東海大学大学院体育学研究所, ⁴東海大学体育学部体育学科,

⁵東海大学体育学部競技スポーツ学科, ⁶東海大学工学部機械工学科

【目的】

クイックリフト (QL) は競技パフォーマンス向上を目的に広く実践されている。その理由として、運動形態の観点から競技スポーツと関連性が高い動作や姿勢と類似性があるためといわれている。また、力発揮様式的観点からは爆発的力発揮能力 (Explosive Force Production, EFP) の向上が目的と捉えられる。EFPは具体的には力の立ち上がり速度 (Rate of Force Development, RFD) を指すと考えるが、QL時のRFDを分析した研究は少ない。また、QL時のEFPは、関節運動が考慮された関節トルクの立ち上がり速度 (Rate of Torque Development, RTD) を用いることで、より詳細な分析が可能と考える。本研究の目的は、QL時の力発揮特性を分析するために、パワークリーン (PC) 時の下肢関節におけるRTD, 関節角速度, 関節トルクパワーを求め、それらとPCの最大挙上重量の体重比 (PCmax/BW) との関係性を検討することとした。

【方法】

被験者はJATI-ATI資格保有者によるPCの実技の受講歴がある男性12名 (年齢: 20.2 ± 2.2 [歳], 身長: 174.1 ± 5.9 [cm], 体重 (BW): 67.0 ± 6.1 [kg]) とした。なお被験者の

PCmax/BWは1.49~0.76であった。試技のPCは負荷80%1RMで全力で行かせた。PC動作の記録には光学式モーションキャプチャシステムを用い、それと同期して床反力を記録した。記録したデータから股関節, 膝関節および足関節の角速度 [deg/s] (ω_{max}) および関節トルクパワー [W/BW] (Pmax) を求めた。RTD [Nm/s/BW] は関節トルクの時間微分により算出し、最大値を評価対象とした。PCmax/BWと各変数間には相関分析, 各相関係数の差の検定にはMulti-Correlation Test, 群間の平均値の差の検定にはUnpaired t-testを用いた。なお、有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】

下肢関節における ω_{max} , PmaxおよびRTDはPCmax/BWとの間に有意な相関関係があることが示された ($p < 0.05 \sim 0.01$)。また、 ω_{max} およびPmaxよりも、RTDとPCmax間の相関係数の方が有意に大きな値を示した ($p < 0.05 \sim 0.01$)。さらに、PC時のダブルニーベント (DKB) の有無によって群分けし ω_{max} , PmaxおよびRTDの平均値を比較した結果、全指標においてDKBをしている群の方がしていない群に比べ有意に大きな値を示した ($p < 0.05 \sim 0.01$)。

【考察】

相関分析の結果より、PCは下肢関節の角速度 (スピード) および関節トルクパワーを向上させる他にも、RTDを向上させるのに有効なトレーニングであり、PCmaxの測定はRTDの推定に応用でき可能性が示唆された。また、DKBの有無によって群分けした分析結果より、DKBによって運動形態および力発揮特性が大きく変化し、RTDなどが増大することが示唆された。

【現場への提言】

QLはRTDを向上させることを認識することで、トレーニング指導の幅が広がると考える。また、DKBは運動形態と力発揮様式を変化させるため、導入は目的により考慮する必要がある。運動形態の観点から、DKBは垂直跳び等の一般的な動作との類似性を損なう。一方で、力発揮様式の観点から、DKBは高負荷状況下で反動動作にともなう強い刺激を筋に与えることができる。この負荷および力発揮様式は対人競技などと類似しているのではないかと考えられる。

体力テストと筋損傷および炎症との関連

作山悠子, 永富良一 (東北大学大学院)

【目的】

体力テストには様々な種類があるが、その中でも複数回の試行が必要なテスト (例: 1RM重量を求めるまでの動作の繰り返し)、あるいは複数の測定項目から成るバッテリーテスト (例: 最大反復の懸垂と腕立て伏せを行う) では、各試行において最大努力が発揮される。そのため、選手はテストによって身体的に激しく消耗すると考えられる。しかし、テスト前のメディカルチェックは行われていないが、テスト後の身体の評価は検討されていない。そこで、本研究では同日に複数項目の体力テストを行うことにより、引き起こされる筋損傷および炎症を評価することを目的とした。さらに、それらに影響を与えるテスト項目を検討した。

【方法】

対象は成人男性37名 (年齢23.6 ± 2.2歳, 身長171.7 ± 5.5cm, 体重68.5 ± 7.6kg) とし、同日に複数項目の体力テストを行わせ、テストの前後に採血と採尿をした。体力テストは①立位体前屈②立ち三段跳び③背筋力④座位押し上げ (座位にて30kgのバーベルを胸の位置から頭上に挙上する最大回数) ⑤一定スピード走 (10-25秒, 50-65秒, 90-105秒, それぞれにおける5分間の最大反復回数) ⑥懸垂 (最大回数) ⑦跳躍 (4分間の最大回数) ⑧腕立て伏せ (3分

間の最大回数) ⑨起き上がり (3分間の最大回数) ⑩275m走を行った。採血と採尿はテストの2日前, 4日後に行った。さらに、血液中の筋損傷マーカーと血液・尿中の炎症関連物質の測定を行い、体力テストとの関連を検討した。統計解析では、筋損傷マーカーおよび炎症関連物質の2日前と4日後の平均値の差を、対応あり検定で検討した。また、それぞれに影響を及ぼす因子を特定するために強制投入法による重回帰分析を行った。有意水準は $P < 0.05$ とし、すべての統計解析にはSPSS for Windows Ver.19を用いた。

【結果】

筋損傷の指標として測定したCPKにおいて、 $t(36) = -3.33$, $P < .002$ で2日前に比べて4日後の値の方が上昇していた。一方、炎症関連物質として測定した高感度CRPにテスト前後で有意な変化はみられなかった。テスト前後で変化のみられたCPKに重回帰分析を用いて、体力要素の測定に最大反復を要するテスト項目 (跳躍, 起き上がり, 懸垂, 腕立て伏せ) がCPKの上昇を54%説明することが分かった。そのうち、CPKの上昇に影響を与えている要因は跳躍 ($\beta = 0.684$, $P < .000$) であった。CPKの上昇と跳躍の成績の相関は $r = .721$ であった。

【考察】

CPKの値が有意に上昇していたことから、体力テストは筋損傷を起こす運動であることが確認された。CPKの上昇には最大反復を要するテスト項目、特に跳躍が影響を与えていた。跳躍は下半身の大筋群に反復して負荷を強いる。よって、多くの筋線維に反復して損傷を与えるテスト項目で、CPKは大きく上昇すると考えられる。さらに、跳躍における成績が高い者ほどCPKの値が上昇したことから、成績の高い者ほど筋損傷が大きいと考えられる。

【現場への提言】

同日に複数項目の体力テストを実施する際、制限時間内に最大反復させるテスト項目を行わせると、単回の試行を行うテストより大きな筋損傷を引き起こす。特に大腿部の筋を主働筋として使うテスト項目において、筋損傷が大きくなることが示唆された。過度の筋損傷は骨格筋の細胞が融解、壊死する「横紋筋融解症」を引き起こす可能性がある。そのため、最大反復を強いるテストを行った後には適切な休養を設ける必要がある。さらに、テストの成績が高い者ほど筋損傷が大きいため、特に成績上位者のテスト後の体調管理に配慮する必要がある。加えて、筋損傷が大きいテスト項目を別日に分けることを検討する必要がある。