

## 柔道における伝統的トレーニングの運動強度推定と獲得目標モデル作成の試み

曾我部晋哉（甲南大学）

〔目的〕日本発祥のスポーツである柔道は国際柔道連盟に約 200 国が登録しており、欧州を中心にメジャーなスポーツとして普及している。その結果、第 30 回ロンドンオリンピック競技大会では、日本の金メダル獲得数は女子 57kg 級 1 個となり、北京大会の 4 個と比較しても大幅に減少している。この結果の主たる要因について身体能力の差が挙げられており、4 年後のリオデジャネイロオリンピックを見据えると、計画的なトレーニングプログラムを考えなければならない。本研究では、獲得しなければならない能力の一つである心肺能力に焦点を当て、これまで分析されてこなかった伝統的な柔道のトレーニングの運動強度を推定し、更にそのトレーニング時の心拍数の推移から獲得目標モデルの作成を試みることを目的とした。

〔方法〕対象は、第 30 回ロンドンオリンピック女子柔道競技に選出された 78kg 超級代表選手を除く 6 名とした。まず各被験者には、マルチステージ 20m シャトルランテストを行い、最大心拍数 (HRmax) を計測した。その後、柔道で伝統的に実施されている限定された時間の中において全力で技の反復を繰り返すトレーニング (スピード打込 : SUK) を行わせた時の HRmax を測定した。心拍数の測定には POLAR 社製 RS800CX を用いた。SUK のプロトコルは、①2 分 (SUK) → 1 分 (rest) → ②1 分 30 秒 (SUK) → 1 分 (rest) → ③1 分 (SUK) → 30 秒 (rest) → ④50 秒 (SUK) → 30 秒 (rest) → ⑤40 秒 (SUK) → 30 秒 (rest) → ⑥30 秒 (SUK) → 30 秒 (rest) → ⑦20 秒 (SUK) → 30 秒 (rest) → ⑧10 秒 (SUK) の試合の計 8 分間とした。SUK の HRmax をシャトルラン時の HRmax で除し、SUK の %HRmax とした。また、SUK 実施時の %HRmax から休息時の %HRmax の差を算出した。

〔結果〕SUK 時の %HRmax は  $98.5 \pm 3.5\%$ HRmax であり、ほぼ HRmax の値の運動強度であることが分かった。また、本大会における金メダル獲得者を除く①~②SUK 実施時の %HRmax から 1 分間休息時の %HRmax の差は  $18.7 \pm 0.6\%$  であり、③~⑧SUK 実施の %HRmax から 30 秒間休息時の %HRmax の差は  $7.7 \pm 1.2\%$  であった。一方、金メダル獲得者の前者の差は 25.3%、後者の差は  $20.5 \pm 7.7\%$  であった。

〔考察〕心拍数は運動強度が高くなるに従い増加する。しかし、トレーニングされた筋の違いにより心拍数に影響をもたらす可能性があるため (Clausen, 1970)、競技力向上のためには専門的トレーニングによる高運動強度のトレーニングを実施する必要がある。今回測定に際し実施したトレーニングは、柔道において伝統的に実施されてきたものであるが、運動継続が困難となるまで継続させる 20m シャトルラン終了時の心拍数を 100% としても、ほぼ最大値を示していると言える。また、SUK 実施から休息時の %HRmax の差が大きい程、休息時に安静心拍に近づいていることを意味し、疲労回復能力が高いことを示す。特に金メダル獲得者は SUK 実施時の %HRmax 時の心拍数と休息時の差が他の被験者と比べて大きく、特に 30 秒休息時の差は 2.7 倍にもなり、短期間の休息でも心拍数を低下させる能力が高いことを示している。

〔現場への提言〕本研究では、これまで伝統的に実施されてきたトレーニングを数値化した試みである。今まで不明確な目標の中実施されてきたトレーニングに対し数値的な裏付けがなされることで、今後合理的なプログラムが作成出来るようになる。以上の結果から獲得目標のモデルを作成することで、一般の競技者に対しても獲得能力目標が明確化され、効果的なトレーニングが実施できるのではないかと考える。

## 姿勢保持系コアトレーニングは非バリスティックな伸張-短縮サイクル系 コアトレーニングよりもコアの安定性を向上させる

加藤紀江<sup>1</sup>、魚田尚吾<sup>1</sup>、下河内洋平<sup>1, 2, 3</sup>

(<sup>1</sup>大阪体育大学大学院、<sup>2</sup>大阪体育大学、<sup>3</sup>大阪体育大学トレーニング科学センター)

〔目的〕腰椎-骨盤複合体(以下コア)の安定性向上は、スポーツパフォーマンス向上やスポーツ傷害予防に重要であると考えられている。しかし、コアの安定性を向上させるために最も適したトレーニング方法に関して十分な研究はされていない。本研究の目的は2種類のコア安定化トレーニングが体幹の最大筋力及び筋活動に及ぼす影響を明らかにすることとした。

〔方法〕実験には健康な女性30名(身長159.5±5.4cm、体重56.8±6.0kg、年齢21.0±1.5才)が参加した。被験者は姿勢保持系コアトレーニング群(PKCT群)、非バリスティック伸張-短縮サイクル系コアトレーニング群(NBSSCT群)、対照群(C群)の3群にランダムに分けられ、CST群とNBSSCT群はそれぞれ8週間の異なるコアトレーニングを行った。全ての被験者はトレーニング前後に、カスタムメイドの最大体幹筋力測定器において最大伸張性腰椎屈筋力(MELFS)測定、最大等尺性腰椎屈筋力(MILFS)、及び最大等尺性腰椎伸筋力(MILES)測定を行った。測定中、腹直筋、外腹斜筋、腹横筋、腰部起立筋、胸部起立筋より筋活動(EMG)を記録し、最大RMS値を算出した。そして最大筋力発揮時の各筋群の筋活動及び共収縮度合いを検証した。二元配置の分散分析(群×時間)によりトレーニング前(pre)後(post)の最大筋力及び筋活動の変化を検証した。有意な交互作用が見られた場合、各群ごとにおいて対応のあるt検定を行い測定値の変化を検証した。また、群間の各最大筋力の上昇率を一元配置分散分析及び多重比較(Bonferroni法)により比較した。

〔結果〕MELFS<sub>Post</sub>はMELFS<sub>Pre</sub>と比較して18.8%有意に上昇し( $p < 0.01$ )、交互作用も有意であった( $p < 0.01$ )。対応のあるt検定により群別で比較した場合、PKCT群のみMELFSの有意な向上が見られた( $p < 0.01$ )。MILFS<sub>Post</sub>はMILFS<sub>Pre</sub>と比較し、12.9%有意に上昇した( $p < 0.01$ )。同様に、MILES<sub>Post</sub>はMILES<sub>Pre</sub>と比較し11%有意に上昇した( $p < 0.01$ )。しかし、MILFSとMILESどちらにおいても有意な交互作用は見られなかった(MILFS: $p = 0.693$ 、MILES: $p = 0.448$ )。MELFS上昇率において主効果は有意であり( $p < 0.01$ )、PKCT群はC群及びNBSSCT群よりも有意に高かった(対C群: $p < 0.01$ 、対NBSSCT群: $p < 0.05$ )。トレーニング前後の体幹筋群の筋活動においては、MELFSとMILFS測定時のどちらにおいても有意な主効果及び交互作用は見られなかった。しかしMELFS測定時の共収縮度合いは、全体では介入後29.2%有意に上昇し( $p < 0.05$ )、有意な交互作用も見られた( $p < 0.05$ )。群別で共収縮度合いに関して対応のあるt検定を行ったところ、PKCT群においてのみ有意な上昇が見られた( $p < 0.05$ )。しかし、MILFS測定時の共収縮度合いにおいては有意な主効果も交互作用も見られなかった。

〔考察〕本研究の結果、PKCT群が群間で最も大きなMELFS及び体幹筋群の共収縮度合いの上昇を示したが、MILFS及びMELFSにおいては同様の傾向は見られなかった。これらの結果は、姿勢保持系のコア安定化トレーニングはコアの安定性向上に最も適しているが、随意的最大筋力向上には他のトレーニングと同程度のトレーニング効果があることを示していると考えられる。

〔現場への提言〕姿勢保持要素を含んだコア安定化トレーニングは、体幹筋群の共収縮によるコア安定化を効果的に促すため、高いコア安定化が求められるコンタクト系スポーツなどにおいては非常に有効なトレーニングであると考えられる。

## 中学生サッカー選手における競技力とデュアルタスクとの関係

小川啓示, 三島隆章 (八戸大学人間健康学部)

【目的】デュアルタスクとは、2つの課題を同時に遂行しなければならない課題のことである。認知課題+認知課題、認知課題+運動課題、運動課題+運動課題など様々な形態があり、それぞれの課題を単独で行うことができても、ふたつの課題を同時に行った場合、その成績が低下することが報告されている。スポーツの場面でも、周囲の状況を確認しながらボールをトラップするというように、ふたつの課題を同時に行う場合が多く、その遂行能力が競技成績を左右する場合もある。これまで青年期のスポーツ選手において、デュアルタスクを遂行する能力が競技力に影響を及ぼしていることが報告されているが、ジュニア期のスポーツ選手におけるデュアルタスクを遂行する能力と競技力との関連性については、さほど議論されていない。そこで本研究では、中学生サッカー選手における競技力とデュアルタスクとの関係を明らかにするため、被験者をレギュラー群と準レギュラー群に分け、デュアルタスク遂行能力を比較することを目的とした。【方法】被験者としてサッカー部に所属する男子中学生選手が参加した(レギュラー群10名, 準レギュラー群12名)。デュアルタスクを遂行する能力を明らかにするために、運動課題のみ、認知課題のみ、運動課題+認知課題(デュアルタスク)の3条件での課題遂行能力を測定した。運動課題として、3m離れた場所からサッカーボールを被験者の足下に投げ、これを直径80cmの円の中に静止できた場合は1点とし、全10試行の得点を算出した。認知課題として、ボールを足下にパスする瞬間に被験者の後方に記号を示した色画用紙を掲げ、記号と画用紙の色を回答させた。この課題ではボールのコントロールは求めなかった。記号・色ともに正解した場合1点として、全10試行での得点を算出した。デュアルタスクとして、運動課題と認知課題を同時に行い、全10試行における運動課題、認知課題の得点をそれぞれ算出し、その得点を合計した。統計量は、平均±標準偏差で示した。群間の比較には、対応のないt検定を用いた。なお、有意水準は5%とした。【結果】運動課題の得点は、レギュラー群で8.0 ± 2.5点、準レギュラー群で7.1 ± 2.9点であり、両群間に有意な差異は認められなかった。認知課題の得点は、レギュラー群で8.3 ± 2.4点、準レギュラー群で5.3 ± 2.2点であり、レギュラー群の方が有意な高値を示した( $P < 0.01$ )。デュアルタスクの得点は、レギュラー群で14.6 ± 3.4点、準レギュラー群で8.8 ± 4.3点であり、レギュラー群の方が有意な高値を示した( $P < 0.005$ )。【考察】運動課題を示すトラップは、レギュラーと準レギュラーとの間に差が認められなかったことは、両群間に基本的な運動スキルの差がないことを示唆している。一方、認知課題ではレギュラーと準レギュラーとの間に有意な差異が認められたことから、体軸を回転させて後方を確認する動作自体がすでに準レギュラー群にとって、画像認知に向けられる情報量が少なくなる要因となっていると考えられる。さらに認知課題に運動課題であるトラップを加えることで、準レギュラー群では中枢神経系の負荷が増大し、トラップもしくは画像認知を同時に遂行することが困難になったと推察される。【現場への提言】本研究の結果より、中学生期のサッカー選手においては、体力や運動能力を高める、戦術を理解し、これを遂行する能力と同様に、デュアルタスクを遂行する能力の向上を目指したトレーニングを導入することは、たいへん有意義だと考えられる。

## 高齢者の高速椅子立ち上がりトレーニングによる移動能力と下肢関節角速度の変化

志賀 友紀<sup>1</sup>、菅野 昌明<sup>2</sup>、天野 雅斗<sup>2</sup>、島 典広<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東海学園大学 人間健康学部 <sup>2</sup>東海学園大学 スポーツ健康科学部

[目的] 歩行や階段昇降などの移動能力の低下は、生活習慣病やメタボリックシンドローム、転倒、要介護のリスクを増加させ健康寿命の延伸の妨げとなる。したがって、高齢者にとって移動能力の維持・改善は重要な課題である。本研究は高齢者の高速椅子立ち上がりトレーニングによる移動能力と下肢関節角速度の変化を明らかにすることを目的とした。

[方法] 対象は自治体の運動教室に参加する高齢女性 12 名（年齢：66.5±3.21 歳 身長：151.6cm±6.29cm、体重：55.2kg±3.95kg）であった。対象者は主観的な最大努力で行う高速椅子立ち上がりトレーニングと自体重負荷を用いた一般的な動作速度で行うレジスタンス運動を週 1 回、16 週間実施した。測定項目は高速椅子立ち上がり動作を自体重負荷（BW）、2kg 荷重負荷（2kg）、4kg 荷重負荷（4kg）の各条件で実施し、足関節（AJ）、膝関節（KJ）、股関節（HJ）の最大角速度を高速カメラ（300fps）で撮影し解析した。移動能力は 10m 速歩（10W）、12 階段昇段時間（SU）を計測した。移動能力の各項目の中央値で上位群と下位群に分けて、椅子立ち上がり動作の最大角速度の差を対応のない *t* 検定を用いて分析し、有意水準は 5% 未満に設定した。また、両群の各測定項目の差の効果量（Cohen's *d*）を算出した。

[結果] 10W で有意差が認められ上位群が下位群よりも高い変化を示した項目は AJ-BW、AJ-4kg で、これらの項目の効果量は Cohen's *d* = 1.21~2.90 であった。AJ-2kg には有意差は認められなかったが、効果量は Cohen's *d* = 0.73 であった。下位群が上位群よりも高い変化を示した項目は HJ-BW、HJ-4kg で、これらの項目の効果量は Cohen's *d* = -1.27~-1.30 であった。また、SU では上位群が有意な変化を示した項目はなかったが、HJ-BW、HJ-2kg、HJ-4kg で有意傾向が認められ（*p* < 0.06~0.07）、これらの項目の効果量は Cohen's *d* = 0.98~1.01 であった。下位群が上位群よりも高い変化を示した項目は AJ-4kg で、この項目の効果量は Cohen's *d* = -1.58 であった。

[考察] 高速椅子立ち上がり動作における自体重や若干荷重を加えた複数条件における角速度の増加が移動能力の向上に関連していることが示唆された。特に、10m 歩行速度の向上には足関節底屈動作の角速度の増加が、階段昇段速度の向上では股関節伸展動作の角速度の増加が貢献していると考えられる。

[現場への提言] 加齢に伴い低下する移動能力の改善には足関節底屈動作を含む高速椅子立ち上がり動作に類似するレジスタンス運動が有効的であり、歩行能力の改善には、足関節底屈速度が、階段昇段能力の改善には股関節伸展速度をより高められるようなレジスタンス運動を検討する必要がある。また、設定する負荷強度は自体重や若干荷重を加えた複数条件で行う必要があると考えられる。

## 下肢3関節伸展速度と跳躍高の関係性 ～トレーニングによる関係性の変化～

渡邊有実<sup>1</sup>井川貴裕<sup>2</sup>内田遼介<sup>2</sup>楠本繁生<sup>3</sup>下河内洋平<sup>1,2,3</sup>

(<sup>1</sup>大阪体育大学大学院、<sup>2</sup>大阪体育大学トレーニング科学センター、<sup>3</sup>大阪体育大学)

**【目的】** ジャンプにおける跳躍高は離地時の身体重心の上昇速度で決定される。そして、身体重心の上昇速度は下肢関節の伸展速度と各セグメントの長軸の長さに直接関係する。本研究では第一に、大学女子ハンドボール選手を対象として、ドロップジャンプの跳躍高と下肢3関節の伸展速度との関係性を検証することを目的とし、第二に、複合的なトレーニング介入によるこれらの関係性の変化を検証し、今後のトレーニング課題を明確にすることであった。

**【方法】** 大学女子ハンドボール選手 19 名を対象に約 6 か月間に及び複合的なトレーニングを行った。トレーニングは閉鎖性運動連鎖による減速—加速動作時に股関節伸筋群の活動を高めることを目的に、トレーニング初期には体幹トレーニングや着地トレーニングを中心にを行い、中期から後期にかけてはそれらに加えて下肢のパワー及び筋力トレーニングを行った。選手らはトレーニング前後に 30cm の台高から地面反力計上に両脚ドロップジャンプを行い、3D 磁気動作自動追尾システムを用いて運動学的データを採取した。そして、両脚ドロップジャンプ中の跳躍高と下肢3関節の最大角速度を算出した。トレーニング前後での跳躍高とドロップジャンプ中の下肢3関節の最大伸展（底屈）速度を比較は対応のある t 検定を用いて検証した。相関分析によりトレーニング前後においてこれらの角速度と跳躍高の関係性を検証した。

**【結果】** 対応のある t 検定の結果、跳躍高及び全ての下肢3関節最大伸展（底屈）速度はトレーニングにより有意に上昇した ( $p < 0.01$ )。相関分析の結果、トレーニング前には跳躍高と股関節 ( $R = 0.595$ ,  $p < 0.01$ ) 及び膝関節 ( $R = 0.592$ ,  $p < 0.01$ ) の最大伸展速度との間に有意な中程度の正の相関関係がみられた。しかし、トレーニング後には膝関節最大伸展速度と跳躍高の間のみ中程度の正の相関関係がみられた ( $R = 0.539$ ,  $p < 0.05$ )。トレーニング後に股関節と跳躍高の間の有意な相関が消失した原因を検証するため変動係数 (CV) を求めたところ、股関節最大伸展速度の CV はトレーニング前と比較し約 10%の減少が認められ、股関節最大伸展速度のばらつきが減少したことが認められた。更に、トレーニング前の股関節最大伸展速度と最大伸展速度変化量の相関係数を算出した結果、股関節最大伸展速度がもともと大きかった選手はトレーニングによるその上昇率は低い傾向が確認された ( $R = -0.709$ ,  $p < 0.01$ )。

**【考察】** 本研究の結果、本研究で行われた複合的なトレーニングは両足ドロップジャンプのジャンプパフォーマンスを上昇させ、一定のトレーニング効果が確認された。トレーニング前においては股関節及び膝関節最大伸展速度が大きい選手ほど跳躍高が高くなる傾向が示され、トレーニング後は股関節最大伸展速度と跳躍高との有意な相関が消失した。この有意な相関関係の消失は、股関節最大伸展速度上昇率と最大伸展速度の関係と CV の結果から、トレーニングにより選手間の股関節最大伸展速度の個人差が低下したことに起因すると考えられる。

**【現場への提言】** 本研究で行ったような体幹、着地、ジャンプなどを複合的に行うトレーニングは、ジャンプ遂行時の股関節の最大伸展速度や膝関節最大伸展速度を上昇させるためには有効である。しかし、股関節の伸展速度がもともと速い選手に対しては、更に跳躍高をたかめるために、よりトレーニング効果を生み出すような股関節伸展を強調したトレーニングが必要であると考えられる。

## 複合的な体幹、ジャンプ、着地トレーニングは女子ハンドボール選手のジャンプ及び片脚着地時における股関節の貢献度を増大させる

氏名: 魚田尚吾<sup>2</sup>、井川貴裕<sup>1,3</sup>、楠本繁生<sup>1</sup>、下河内洋平<sup>1,2,3</sup>

(1: 大阪体育大学、2: 大阪体育大学大学院、3: トレーニング科学センター)

〔目的〕非接触性前十字靭帯 (ACL) 損傷などの膝関節急性外傷のほとんどは急激な減速動作中に生じ、女性アスリートは男性と比較しその発生率が高いと報告されている。更に、女性は男性と比較し身体重心を減速させるための下肢3関節 (股・膝・足) における股関節の相対的仕事量及び貢献度が低く、膝関節のそれらが高いことも報告されている。そこで本研究では複合的な体幹、ジャンプ、着地トレーニングを大学女子ハンドボールチームに対して行い、着地やジャンプ中の下肢3関節の貢献度にどのような影響を及ぼすかを検証した。

〔方法〕本研究には平成23年度全国学生選手権大会優勝チームである大学女子ハンドボール競技選手18名が参加した。選手は体幹、ジャンプ、着地トレーニングなどの複合的なトレーニングを約6ヶ月間行った。トレーニング指導にあたり、腰椎骨盤複合体の安定性 (以下、コアスタビリティ) と股関節伸筋群を意識的に動員させるように、トレーニング期間を通して選手に留意させた。そのトレーニング期間の前後で両脚ドロップジャンプ及び片脚着地を行わせ、3次元動作解析システム及び地面反力計を用いて運動学的、動力学的データを採取した。そして、利き脚における下肢3関節の矢状面における仕事量及び貢献度 (%) を算出し、ACL損傷が最も起こりうる身体重心減速時の下肢3関節の貢献度を分析対象とした。トレーニング前後での貢献度の変化の検定は対応のあるt検定を用いて検討した。

〔結果〕トレーニング前後の両脚ドロップジャンプにおける各下肢関節の貢献度の変化を比較すると、股関節  $5.1 \pm 14.5\%$  から  $30.7 \pm 8.7\%$  ( $p < .001$ )、膝関節  $69.7 \pm 18.6\%$  から  $50.5 \pm 12.1\%$  ( $p < .001$ )、足関節  $25.2 \pm 6.2\%$  から  $18.9 \pm 6.4\%$  ( $p < .001$ ) と、全ての関節で有意な変化が観察された。同様に、片脚着地時におけるトレーニング前後の貢献度は、股関節  $6.4 \pm 10.4\%$  から  $28.9\% \pm 9.5\%$  ( $p < .001$ )、膝関節  $59.7 \pm 14.4\%$  から  $44.1\% \pm 11.9\%$  ( $p < .001$ )、足関節は  $34.0 \pm 7.6\%$  から  $27\% \pm 8.9\%$  ( $p < .01$ ) へと変化し、両脚ドロップジャンプと同様の有意な変化の傾向を示した。

〔考察〕本研究の結果、トレーニング前と比較し、トレーニング後は膝関節及び足関節の貢献度が減少し、股関節の貢献度が有意に増加した。先行研究において、女性は男性よりも着地動作などの衝撃吸収局面において股関節の貢献度が低いことが報告されており、これが前十字靭帯損傷などをはじめとした膝関節の外傷発生率を高めている原因の一つではないかと考えられている。本研究のトレーニング前の結果も同様の傾向が見られたが、体幹、着地、ジャンプの要素が入った複合的トレーニングは着地動作やジャンプ動作中の股関節の貢献度を大幅に向上させ、膝関節の貢献度を減少させることが明らかとなった。しかし、このような下肢関節貢献度の変化が外傷発生率に及ぼす影響に関しては、今後の検討が必要である。

〔現場への提言〕競技力の高い女子アスリートにおいても股関節貢献度は非常に低い可能性があり外傷発生率に影響を及ぼしている可能性がある。したがって、通常のレジスタンストレーニングによる身体重心を加速させるような種目だけではなく、外傷予防を目的とした着地から静止するような身体重心を減速させるトレーニングを取り入れるべきである。これらは外傷予防だけでなく、エキセントリック収縮により効果的に股関節の機能を改善できる可能性がある。

## 着地トレーニングがリバウンドジャンプ中の下肢のパワー発揮に及ぼす影響

内田靖之<sup>1</sup>、井川貴裕<sup>4</sup>、加藤紀江<sup>2</sup>、楠本繁生<sup>3</sup>、下河内洋平<sup>2, 3, 4</sup>

(<sup>1</sup>関西医療大学、<sup>2</sup>大阪体育大学大学院、<sup>3</sup>大阪体育大学、<sup>4</sup>大阪体育大学トレーニング科学センター)

〔目的〕スポーツにおいて下肢の急性外傷のほとんどは急激な減速動作時に生じるため、身体重心を安全に減速させるトレーニングを行うことはスポーツ傷害予防の面から重要であると考えられる。本研究では着地トレーニング及び着地とジャンプのコンビネーショントレーニングが、リバウンドジャンプの遂行能力へ及ぼす影響を経時的に検証することを目的とした。

〔方法〕本研究は、2012年2月から7月までトレーニングに参加し、3回にわたるリバウンドジャンプ測定を行った大阪体育大学女子ハンドボール部員17名のデータを用いて行った。選手は2月-3月の1ヶ月間は着地トレーニングを中心に行い、3月-7月の4ヶ月間は着地トレーニングとジャンプトレーニングを組み合わせたものを行った。その前後に計3回リバウンドジャンプ遂行能力測定を行った。リバウンドジャンプはマットスイッチ上で10回連続ジャンプを行い、接地時間及び滞空時間を測定した。接地時間に加え、滞空時間より跳躍高、接地時間と滞空時間より下肢の発揮パワー値を算出し分析対象とした。2月の発揮パワー値を基準に上位(N=8)・下位群(N=9)に分け、各測定値の平均値の差を群×時間による繰り返しのある二元配置分散分析により検証した。交互作用が有意だった場合は繰り返しのある一元配置分散分析及び多重比較(LSD法)を用いて各群の平均値の差を検証した。

〔結果〕二元配置分散分析の結果、発揮パワー値、跳躍高、接地時間のいずれも有意な主効果及び交互作用が見られた(全て $p < 0.01$ )。一元配置分散分析及び多重比較の結果、上位群は3月の発揮パワー値は2月( $p < 0.05$ )と7月( $p < 0.01$ )と比較して低下したのに対し、下位群においては7月の発揮パワー値は2月( $p < 0.01$ )と比較し上昇した。上位群の3月の跳躍高は2月( $p < 0.05$ )と7月( $p < 0.01$ )よりも有意に低下したのに対し、下位群においては7月の跳躍高は2月、3月(両 $p < 0.01$ )と比較し有意に上昇した。接地時間においては上位群においては測定間で有意差がなかったのに対し、下位群においては7月の接地時間は2月と3月(両 $p < 0.01$ )と比較し有意に延長した。

〔考察〕本研究の結果、上位群において発揮パワー値及び跳躍高は2月から3月にかけて低下し、下位群においては有意な差が見られなかった。このことから、着地トレーニングはリバウンドジャンプの遂行能力に対して負の効果を与えるか、もしくは正の効果は与えない可能性があることが示された。しかし、着地トレーニングにジャンプトレーニングを組み合わせを行わせた場合、着地トレーニングのジャンプパフォーマンスに対する負の効果は少なくとも相殺されるか、ジャンプ遂行能力が低い選手には正の効果を得られることが示された。しかし、下位群にのみ認められた3月から7月にかけての接地時間の延長は、下肢筋力が少ない分可動域を増やし跳躍高を伸ばしたことに起因することが考えられる。そのため、下位群においては着地とジャンプトレーニングに加え、特に下肢の筋力強化を図るべきだと考えられる。

〔現場への提言〕下肢のパワー発揮能力が高い選手はトレーニング初期の段階から着地トレーニングとジャンプトレーニングを両方行い、低い選手は継続的に下肢の筋力強化のトレーニングを行うようなレベル別のトレーニングプログラムを組むことが、よりリバウンドジャンプ遂行能力を向上させる上で必要であると考えられる。

## アルペンスキー選手のボスコリバウンドジャンプテストにおける評価方法について

星野宏司、角田和彦、佐々木敏、武田秀勝（北星学園大学）

〔目的〕 アルペンスキー競技は決められたコースを滑走して競技時間を競うスポーツであり、スキー競技の水準は技術要素が競技成績を決定する大きな要因といえる。しかしながら、この技術要素を習得し競技レベルを向上させるためには無酸素性・有酸素性能力や等尺性・等速性脚筋力をはじめとする、スプリント能力、爆発的な筋力・筋パワー発揮能力、動的バランス能力、敏捷性が主に求められる体力因子である。さらに、スキー滑走中の脚運動は伸張-短縮サイクル運動に由来している。そこで、本研究の目的は、この伸張-短縮サイクル運動に着目して筋のバネ特性を考慮したボスコリバウンドジャンプテスト(BRJ テスト)による運動遂行能力を評価する方法を検討するとともに、評価法の汎用性についても検討を行った。

〔方法〕 アルペンスキー選手 19 名で男子 9 名（年齢 17.22±1.78、身長 170.5±4.46、体重 70.76±7.84）女子 10 名（年齢 17.19±2.05、身長 156.49±4.44、体重 61.04±2.70）を対象とした。被験者は床反力計（DKH 社製 Ex-jumper）上で最大跳躍を目指して、連続跳躍運動を 90 秒間行うボスコリバウンドジャンプテスト（BRJ テスト）を行った。被験者の測定はシーズン直後（Pre）とシーズン直前（Post）で比較した。比較項目は、最大跳躍高、平均跳躍高と跳躍高の経過時間に伴う低下曲線を指数関数近似により時定数を求めて比較を行った。

〔結果〕 BRJ テストの結果、Pre と Post で比較すると最大跳躍高は、男子では 38.79±4.85cm に対して 39.21±4.46cm であり、女子では 29.49±4.31cm に対して 29.11±4.70cm であった。同様に、平均跳躍高は男子では 23.84±2.60cm に対して 26.27±1.66cm であり、女子では 17.37±2.46cm に対して 17.81±2.68cm であった。一方、跳躍高の時系列変化を指数関数近似させ、時定数を用いて比較を行った結果、男子では 83.52±16.00 秒に対して 115.28±36.89 秒であり、女子では 77.16±14.56 秒に対して 94.26±24.49 秒になり、男女ともに pre と post では有意な差 ( $p<0.05$ ) が認められた。

〔考察〕 アルペンスキー選手に 90 秒間の連続跳躍運動を行い、跳躍高の時系列変化を評価する方法を検証した結果、跳躍高を指数関数による近似を行い、時定数を用いることで、アルペンスキー選手の BRJ テストによる跳躍高の減衰率はオフシーズン期のトレーニングによって改善されたことが考えられた。

〔現場への提言〕 BRJ テストは伸張-短縮サイクル運動に着目して筋のバネ特性に由来するスピードエンデュランス能力を評価するために考案されたテストであり、テスト結果を簡便な指標である跳躍高で評価するために、時系列変化に着目して、時定数を用いることで、個体内を縦断的に比較することや同一集団内の比較や、さらに他群間での比較が可能となった。



## 横方向への素早い切り返し動作の遂行には股関節外転動作ではなく低い身体重心高の維持および速い股関節伸展動作が貢献する

下河内洋平<sup>1, 2, 3</sup>、井出大志<sup>4</sup>、國部雅大<sup>2</sup>、中大路哲<sup>1, 2</sup>

(<sup>1</sup>大阪体育大学大学院、<sup>2</sup>大阪体育大学、<sup>3</sup>大阪体育大学トレーニング科学センター、<sup>4</sup>ガンバ大阪アカデミー)

**【目的】** バasketボールのディフェンスなどにおける切り返し動作のように、横方向における急激な減速—加速動作を素早く行うためには、一般的に股関節の外転筋の筋力の向上が重要であると言われることが多い。しかし、切り返し動作のように地面を強く蹴る動作においては、身体重心高や股関節の伸展動作も重要な役割を果たしている可能性がある。本研究の目的は、切り返し動作の素早さと、身体重心高、切り返し時の股関節伸展及び外転速度との関係性を検証することを目的とした。

**【方法】** 実験には関西女子学生Basketボール連盟1部上位校の女子Basketボールチームに所属する選手28名が参加した。被験者は左方向への二歩のサイドステップから左脚を用いてできる限り素早く切り返し動作を地面反力計上で行い、3次元動作解析システムを用いてその時の運動学的、動力学的データを測定した。そして、接地直前の最大股関節伸展速度及び外転速度、接地時の股関節伸展及び外転速度、最大地面反力発生時の地面反力角度、身体重心高の指標として接地時の骨盤重心高を算出した。また、切り返し離地時の骨盤重心の右方向への速度を接地時間で除した値を切り返し指数 ( $LC_{Index}$ ) とし、切り返しの素早さと定義した。 $LC_{Index}$  とバイオメカニクスの変数との関係性はピアソンの積率相関係数を算出し分析を行った。そして、その中で  $LC_{Index}$  と関係性の高い運動学的変数を独立変数とし、 $LC_{Index}$  を従属変数としたステップワイズ重回帰分析を行った。

**【結果】** 相関分析の結果、より最大股関節伸展速度が大きく ( $R^2 = 0.166$ ,  $p = 0.03$ )、より接地時の股関節外転速度が遅く ( $R^2 = 0.160$ ,  $p = 0.04$ )、より地面反力角度が小さく ( $R^2 = 0.343$ ,  $p = 0.001$ )、そして身体重心高が低いほど ( $R^2 = 0.353$ ,  $p = 0.001$ )、 $LC_{Index}$  の値は高くなる傾向を示した。これらの運動学的変数を独立変数としてステップワイズ重回帰分析を行った結果、身体重心高及び最大股関節伸展速度のみが回帰式に投入され、それぞれ35.3% ( $p < 0.01$ ) 及び7.3% ( $p = 0.088$ ) の  $LC_{Index}$  の分散を説明した。

**【考察】** 本研究の結果、横方向の切り返し動作の素早さを向上させるためには、身体重心高を低くし、股関節伸展動作をより速く行うことにより地面を蹴ることが重要であることが示された。しかしながら、本研究の結果からは一般的に考えられるような股関節外転筋群の重要性は示されなかった。更に、地面反力角度と  $LC_{Index}$  に比較的高い負の相関関係があったことは、切り返し時に身体が地面反力を受ける蹴り脚の足部と地面反力ベクトルが通る身体重心位置（およそ臍部）を結ぶ線と水平面がなす鋭角を小さくする必要があることを示していると考えられる。以上の結果を総合すると、Basketボールのディフェンス時などにおいて横方向の素早い切り返し動作を行うためには、下肢関節を十分に屈曲させ身体重心高を低くし、ワイドスタンスで構え、股関節伸筋群を用いて地面を力強く蹴ることが必要だと考えられる。

**【現場への提言】** Basketボールなどにおいてゲームの最後まで素早いディフェンス動作を保つためには、股関節伸筋群のパワー発揮能力を改善させるだけでなく、低い身体重心高をゲームの最後まで保つことができる下肢の筋力及び筋持久力も同時に向上させる必要がある。

## 女子ハンドボール選手における2種の異なる体幹トレーニングが最大伸張性腰椎屈筋力に及ぼす経時的効果

井川貴裕<sup>1</sup>, 加藤紀江<sup>2</sup>, 渡辺有実<sup>2</sup>, 魚田尚吾<sup>2</sup>, 楠本繁生<sup>3</sup>, 下河内洋平<sup>1,2,3</sup>

(<sup>1</sup>大阪体育大学トレーニング科学センター, <sup>2</sup>大阪体育大学大学院, <sup>3</sup>大阪体育大学)

[背景] これまで、姿勢保持要素を多く含んだコアスタビライゼーショントレーニング(CST)の短期的なトレーニング効果の検証はされてきたが、長期にわたるCSTのトレーニング効果を検証した研究はあまり見当たらない。

[目的] 姿勢保持要素を含んだ低・中強度のCSTと高強度のCSTが最大伸張性腰椎屈筋力(MELFS)に及ぼす影響を検証すること

[方法] 大学生女子ハンドボール選手17名を対象とした。被験者に対して1ヶ月間の低・中強度のCSTを行い、その後4ヶ月間の高強度のCSTを実施した。MELFSの測定は、CST実施前(MELFS<sub>Pre</sub>)、CST実施から1ヶ月後(MELFS<sub>Mid</sub>)、CST実施後(MELFS<sub>Post</sub>)の3回にわたりカスタムメイドの測定器を用いて計測した。MELFS<sub>Pre</sub>、MELFS<sub>Mid</sub>、MELFS<sub>Post</sub>におけるMELFSの値はCST実施前の体重で除し正規化し、Pre-Mid、Mid-PostのMELFS上昇率を算出した。統計処理は、ピアソンの相関分析によりMELFS<sub>Pre</sub>とPre-Mid上昇率、MELFS<sub>Mid</sub>とMid-Post上昇率との関係性を検証した。次に、被験者をMELFS<sub>Pre</sub>における上位群・下位群に分類し、繰り返しのある二元配置分散分析(群×時間)によりMELFSを比較した。

[結果] ピアソンの相関分析の結果、MELFS<sub>Pre</sub>とPre-Mid上昇率( $R=-.740, p<.01$ )に有意な負の相関関係が見られた。しかし、MELFS<sub>Mid</sub>とMid-Post上昇率には有意な相関関係は見られなかった( $R=-.206, p=.428$ )。群×時間による二元配置分散分析の結果、主効果( $p<.01$ )及び交互作用( $p<.05$ )ともに有意であった。各群における一元配置分散分析及び多重比較の結果、上位群においては、MELFS<sub>Post</sub>はMELFS<sub>Pre</sub>( $p<.05$ )とMELFS<sub>Mid</sub>( $p<.01$ )と比較し有意に高かった。下位群においては、MELFS<sub>Mid</sub>がMELFS<sub>Pre</sub>( $p<.01$ )に比べ有意に高かった。

[考察] 本研究結果から、低・中強度のCSTはトレーニング前のMELFSが高ければトレーニング効果が低くなるが、高強度のCSTではその関係性は見られなかった。また、トレーニング前のMELFSが低い選手は低・中強度のCSTでのみMELFSが向上し、トレーニング前のMELFSが高い選手は高強度のCSTでのみMELFSが向上するということが明らかとなった。これらの結果から、MELFSの低い選手においては低・中強度のCSTはMELFS向上に効果的なトレーニングであるが、MELFSの高い選手には負荷が不十分であり、MELFS向上に十分なトレーニング効果を与えなかったと考えられる。一方、本研究における高強度のCSTはMELFSの高い選手においてもトレーニング効果を与えられるトレーニングであることが示された。しかし、MELFSの低い選手は高強度のCSTを行ってもMELFSの向上が見られず、MELFSの高い選手とは異なるトレーニング効果が生じた。そのようなトレーニング効果の相違が見られた要因については今後さらなる調査が必要である。

[現場への提言] コアの筋力の相違やトレーニング期間により、コアスタビライゼーショントレーニングの効果の生じ方が異なる可能性がある。したがって、コアの筋力に応じたトレーニングプログラムを作成し、経時的に修正を加えていく必要がある。

### 3週間のスプリントトレーニングにおける休息の取り方の相違がパフォーマンスの変化に及ぼす影響

長谷川裕太<sup>1</sup>, 伊地智敏晃<sup>1</sup>, 森嶋琢真<sup>1</sup>, 後藤一成<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>立命館大学スポーツ健康科学研究科, <sup>2</sup>立命館大学スポーツ健康科学部)

[目的] 本研究では、3週間のスプリントトレーニング期間中における休息の取り方の相違が高強度運動パフォーマンスに及ぼす影響を検討する事を目的とした。

[方法] 一般男性 24 名を 12 日間毎日トレーニングを行った後に 6 日間連続して休息を設ける A 群(13 名)と、2 日間トレーニングを行うごとに 1 日間休息を設ける B 群(11 名)の 2 群に分類した。トレーニング期間前、各トレーニング時 1 セット目およびトレーニング期間後にペダリング中のピークパワーを記録した。統計解析には反復測定による 2 元配置の分散分析を用いた。

	Training												Rest						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19(日目)
A群	2set	2set	2set	2set	3set	3set	3set	3set	4set	4set	4set	4set							Post Test
B群	2set	2set		2set	2set		3set	3set		3set	3set		4set	4set		4set	4set		Post Test

※A,B 群ともにトレーニング日数は 12 日 負荷: 1set 目…7.5%BW 2~4set 目…5.0%BW

[結果] A 群において 30 秒間全カペダリングテストのピークパワーは、12 回のトレーニング期間のいずれの時点においても向上は見られなかったが、6 日間のディトレーニング期間後(Post Test)には有意な増加が認められた。一方、B 群においては、3 週間のトレーニングを通して、いずれの時点においても有意な変化は見られなかった。

[考察] トレーニングセッション間の休息期間の違いが筋エネルギー代謝に及ぼす影響を検討した先行研究(Parra et al., 2000)では、合計 14 セッションのスプリントトレーニングを毎日行う群(SP 群)と 3 日に 1 度行う群(LP 群)におけるパフォーマンス及び筋中エネルギー基質の変化を比較している。その結果、筋中クレアチンリン酸濃度は SP 群で大幅に増加したにも関わらず、トレーニングによるパフォーマンスの改善は LP 群でのみ認められた。著者らは、SP 群でパフォーマンスが改善しなかった原因をトレーニングの詰め込みによる疲労の蓄積であると考察している。このことを踏まえて、本研究の A 群では、12 日間毎日トレーニングを行った後に 6 日間の休息期間を設けた。その結果、30 秒間全カペダリングテストのピークパワーはディトレーニング期間後において有意に増加した。この理由としては、Parra et al. (2000)の研究と同様に毎日トレーニングを行ったことで筋中クレアチンリン酸濃度が増加し、ディトレーニング期間を設けたことで蓄積された疲労から完全に回復したことが推察される。

[現場への提言] 一般に、トレーニングセッション間には一定の間隔で休息を設けることでパフォーマンスは向上すると考えられる。しかし、短期間にトレーニングを詰め込んで実施し骨格筋内のエネルギー基質(主にクレアチンリン酸)を増加させ、その後に短期間のディトレーニング期間を設ける方法は、飛躍的にパフォーマンスを向上させる新たなトレーニング戦略となるかもしれない。

## 5ヶ月間の陸上トレーニングに伴う男子大学生アイスホッケー選手における体力・運動能力の変化について

三島隆章, 高木龍, 橋本賢史, 福岡寿昭, 横田優 (八戸大学人間健康学部)

【目的】ダッシュ, 急激な方向転換や急停止・急加速 (アジリティ), 瞬発力, 敏捷性といった体力・運動能力は, 多くのスポーツ競技で成功をおさめるために必要であることは周知の事実である. アイスホッケー選手においても例外ではなく, 陸上での疾走能力と氷上での滑走能力との間に有意な相関関係があることが認められていることから, その重要性は言うまでもない. しかしながら, 日本人のアイスホッケー選手における陸上でのダッシュ, アジリティ, 瞬発力や敏捷性といった体力・運動能力に関する情報については, さほど知られていないのが現状である. さらには, 陸上トレーニングにともなう, 体力・運動能力の変化については, ほとんど情報が無い. そこで本研究は, 男子大学生アイスホッケー選手を対象に5ヶ月間の陸上トレーニングに伴い, 体力・運動能力がどのように変化するかについて明らかにすることを目的とした. 【方法】被験者は, アイスホッケー部に所属する男子大学生11名であった. 体力・運動能力として20m走, プロアジリティ・テスト, 立ち幅跳び, 反復横跳び, 垂直跳び, リバウンド・ジャンプ指数 (rebound jump index: RJ index) および20mシャトルランの測定を2012年4月, 6月および9月に行った. 統計量は平均±標準偏差で示した. トレーニングに伴う体力・運動能力の変化を検定するために, 反復測定一元配置分散分析を行い, 有意なF値が検出されたものについては, Scheffeの方法により平均値の有意性を検討した. なお, 有意水準は5%とした. 【結果】5ヶ月間の陸上トレーニングに伴う体格・体組成および体力・運動能力の測定結果は, 表1のとおりである. 【考察】5ヶ月の陸上トレーニングによって, 男子大学生アイスホッケー選手の体力・運動能力には有意な変化は認められなかった. しかしながら, パフォーマンス自体はわずかであるが改善される方向に進んでいたことから, 5ヶ月の陸上トレーニングの内容については, 大きな方向性の誤りはなかったと考えられる. 今後は, 氷上での滑走能力やシュート能力と体力・運動能力との関連性について検討を行い, より効果的なトレーニングプログラムを作成するために必要な基礎資料を得るための調査を行う予定である.

Table 1. Change in physical fitness and motor ability of subjects over a 5-months period (April 2012-September 2012)

items	April 2012	June 2012	September 2012
20 m dash (sec)	3.14 ± 0.15	3.18 ± 0.16	3.14 ± 0.20
Pro Agility (sec)	4.90 ± 0.15	4.87 ± 0.17	4.78 ± 0.21
Standing long jump (cm)	230.80 ± 16.20	236.0 ± 14.4	239.6 ± 19.9
Side step (times)	64.0 ± 4.1	64.4 ± 4.2	60.1 ± 5.8
Vertical jump (cm)	46.2 ± 4.8	47.3 ± 4.8	46.7 ± 6.5
RJ index (cm/s)	164.3 ± 47.3	162.7 ± 46.4	154.2 ± 42.3
20 m shuttle run (times)	91.8 ± 18.4	95.7 ± 20.0	91.6 ± 28.2

Values are means ± SD. RJ: rebound jump index.

## 「子供のスプリントにおけるシューズが及ぼす影響」

長谷川 昭彦<sup>1</sup>、長谷川 裕<sup>2</sup>、望月 航介<sup>1</sup>、中村 龍<sup>1</sup>、西山 健史<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> エスアンドシーコーポレーション、<sup>2</sup> 龍谷大学スポーツサイエンスコース)

**【背景】** 人間の運動様式は後天的な様々な要因によって身に付く。Lieberman ら (2009) は、普段からはだしでのランニングを行うランナーとシューズを着用するランナーでは着地パターンが異なると報告している。そして昨今、競技特性に合わせたシューズやトラックの走行方向に合わせたソール形状のシューズなど特殊なシューズ着用が低年齢化している。しかし、シューズの着用によって子供のスプリントとその着地パターンにどのような影響を及ぼすかは明らかではない。特に短距離スプリントにおいて、成人では前足部での着地が理想であるが足関節を固定する力の弱い子供はシューズによって着地パターンに大きく影響を及ぼすと考えられる。この影響を明らかにする事で、子供にとってのシューズの必要性和、パフォーマンスを最大限に発揮するシューズ形状やそれらを踏まえたトレーニング方法の考案の一助となると考えられる。

**【目的】** 子供のスプリントにおけるシューズの着用がもたらす影響を明らかにすること。

**【方法】** 被験者は4歳～15歳の子供546名(男子367名、女子179名)。測定は体育館フロアにて立位静止状態からはだしでの10mスプリント(以下「はだし」とシューズを着用しての10mスプリント(以下「シューズ」)を各1本ずつ行った。地上3mmの高さに1cm間隔で光学センサーが配置されたスプリント測定器「Optojump Next」を用い、10m間のスピード・接地時間・ステップの高さ・ステップ長・ピッチ・フットコンタクト(踵接地)局面の時間と割合・フットフラット(足底部接地)局面の時間と割合・プロパルス(蹴り出し)局面の時間と割合を測定した。同時に光電管を用い10mスプリントタイムも計測した。また、下肢の機能評価としてMyotest sportsを用いてリバウンドジャンプ6回とカウンタームーブメントジャンプ3回の測定を行った。統計処理は、各項目において「はだし」と「シューズ」を対応のあるt検定を用いて比較した。有意確率は5%未満とした。また、「はだし」の方が「シューズ」に比べスプリントが速い群と、遅い群での比較も行った。

**【結果・考察】** 全体の「はだし」と「シューズ」を比較したところ「はだし」の方が、スプリントタイムが速く、1歩目のスピードは遅く、最後の1歩のスピードは速かった。また、接地時間が短く、ステップの高さが低く、ピッチが大きかった。各局面で見ると「はだし」の方が、フットコンタクト局面が短く、フットフラット局面が長かった。これらの事から「はだし」と「シューズ」では走り方が異なることが明らかとなった。さらに「はだし」の方が明らかに速い群と遅い群を比較したところ「はだし」の方が速い群は遅い群に比べ、リバウンドジャンプにおけるスティフネスが高い傾向にあり、カウンタームーブメントジャンプのスピードが高いことが確認された。「はだし」の方が速いグループは「はだし」の際、全体の傾向で見られた「1歩目が遅くなる」「ステップ長が短くなる」といったマイナスの要素が見られなかった。このことから、シューズの着用は必ずしも10mスプリントの能力を向上させる効果があるわけではなく、下肢機能が発達している子供にとっては妨げとなっている可能性が示唆された。

**【現場への提言】** 調査の結果から、子供が常時シューズを着用して走るとは下肢機能やスプリント能力の向上を妨げている可能性が考えられる。このためトレーニングとしてはだしでのスプリントを取り入れることや、はだしに近いシューズを着用するなどが機能の発達とスプリント能力向上に有効であると考えられる。

## 野球界の伝統的トレーニングは大学野球投手の球速・球質の変化に有効的か

久村 浩<sup>1</sup>、川村 卓<sup>2</sup>、神事 努<sup>3</sup>

<sup>1</sup>筑波大学大学院人間総合科学研究科、<sup>2</sup>筑波大学、<sup>3</sup>国際武道大学体育学部

[目的] 野球の投手は球速の増加だけでなく球質の変化によって投球戦術の選択肢が広がり打者を抑えることができると考えられている。この能力にはリリース後のボール回転数や回転軸角度が影響を及ぼしていることから、野球界では通常のピッチング練習に加え、これらの能力の改善を目的とした伝統的トレーニングが行われている。しかし、その効果の検証や体力要因との関連性を検討した研究は十分に行われていない。本研究は投球動作のリリース後のボール回転数と回転軸の改善などを目的として行われている4種類の伝統的トレーニングの効果を比較し、さらに体力要因との関連性を検討することを目的とした。

[方法] 対象者は大学野球部に所属する投手26名(年齢 $19.7 \pm 1.3$ 歳、身長 $178.3 \pm 5.0$ cm、体重 $72.8 \pm 7.3$ kg)であった。対象者を「シャドーピッチング群」、「棒振り群」、「真下投げ群」、「バレーボール打ち群」に分けて、各群ともチーム内で行われる通常のピッチング練習に加え、それぞれのトレーニングを1回につき30回を3セット、週3回、計8週間実施した。測定項目は介入前後のボールの回転数と回転軸角度はVICON(Oxford Metrics Inc.社製)を用いて撮影し解析した。また、体力要因は身長、体重、体脂肪率、除脂肪体重、肩関節内・外旋筋力、股関節を股割り、左右開脚、肩関節棒回し、立ち幅跳び、片脚5段跳びを測定した。統計解析は、介入前後の各群の差を検討するために群×測定時期の混合計画2要因分散分析を行った。また、介入前後の球速および回転数、回転軸角度と体力要因との関連性を検討するためにPearsonの積率相関係数を用いた。有意水準は5%未満とした。

[結果] 4群間の介入前後の球速、回転数、回転軸角度および体力要素の値を比較したところ有意差はみられなかった。また、体力要因との関連性を検討したところ球速は身長( $r = 0.50$ )、除脂肪体重( $r = 0.30$ )に、回転数は身長( $r = 0.34$ )、除脂肪体重( $r = 0.32$ )との間にそれぞれ有意な正の相関関係( $p < 0.05$ )が認められた。その他の項目については有意な相関関係は認められなかった。

[考察] 本研究では球速や球質に影響を及ぼすリリース後のボール回転数や回転軸角度、および体力要因は、いずれの群も介入前後に有意な変化が認められなかったことから、野球投手において伝統的に行われているトレーニングの有効性を示すことはできなかった。また、球速や球質には体格要因が影響を及ぼしている可能性が示唆されたため、体力要因が完成に近づいている大学生においては、今回実施したトレーニングの強度、量、頻度などが球速や球質の変化に適合していなかったと考えられる。

[現場への提言] 球速や球質にはリリース後のボール回転数や回転軸角度に加え体格が影響を及ぼしている可能性が示唆されたため、体力要因もが高水準に達している大学野球投手では伝統的に行われているトレーニングを再考する必要がある。

## 実践報告(提案): トレーニング指導に役立つための“実践的”科学研究の課題と方法

長谷川裕 (龍谷大学スポーツサイエンスコース)

《緒言》 スポーツパフォーマンスをより効果的に向上させることを目的とした体力トレーニング指導においては、スポーツパフォーマンスの向上に役立つトレーニングには存在意義はなく、そうしたトレーニングについていくら生理学的あるいはバイオメカニクスのメカニズムや法則性が明らかにされたとしても、その研究自体に“実践的”な価値はない。スポーツ科学と現場の乖離が指摘されてもう何十年も経つが一向に両者の溝が埋まる気配がない。本報告はパフォーマンス向上のためのトレーニング指導実践に役立つための“実践的”科学研究の課題と方法についていくつかの指摘と提案を行うことを目的とする。

《トレーニング指導実践の特性と個別自然科学研究の限界》 生理学やバイオメカニクスといった個別自然科学研究は、独立変数と従属変数を限定的、明示的に設定し、その他の諸要因をコントロールして、単線的な因果関係を求めることが目的である。そしてそれらの蓄積によって、いつかは「普遍的」「論理的」「客観的」な法則性が解明可能だと想定している。しかし、現実のトレーニング指導実践は「個別的」「多義的」「経験的」であり、因果関係の検証それ自体に関心はなく、多様な要因が複合的に作用する長期的だが再現性の低い特殊状況における個人のパフォーマンス向上という目的のために行われる。したがって、個別科学研究成果の量的蓄積によっては現実の目的達成のために真に利用可能な知識を得ることはほぼ永久に不可能であると言わざるを得ない。

《個人差を前提とした複合的変数の反復測定》 そこで、トレーニング指導実践に役立つ知識を得るためには、個人差を前提としてパフォーマンスに直接関係すると考えられる複数の変数を可能な限り反復測定することが有効となる。例えば、13名の大学生サッカー選手のSquat Jumpから個人別筋プロファイルを得ると、peak powerの出現する重量は、推定1RMの42~52%の範囲でばらつき、さらに「挙上重量 - パワー曲線」をもとにpeak powerの90%以上となるトレーニング負荷ゾーンを求めると、低重量境界値で26.5~33.8%、高重量境界値では56.8~67.7%という大きな開きが見られた。その結果、推定1RMがほぼ等しい(132~134 kg)3名の選手でも、低重量境界値で35~45 kg、高重量境界値では55~70 kgという極めて大きな差となり、最適トレーニング負荷には目的別に大きな個人差が明確となった。また、10名の大学生サッカー選手に10mスタートダッシュを30回実施させ、1~5歩目のstep speedと関係する変数を集団として分析すると、step lengthとの間に「強い」相関が示されたが、step frequencyとの相関は低かった。しかし個人別分析では逆にstep frequencyの間に「非常に強い~ほぼ完璧な」相関が認められたが、step lengthとの相関はほとんどなかった。そして接地時間と滞空時間についてそのどちらがstep frequencyを決定づけているかを分析したところ、大きな個人差のあることが明らかとなった。このように、普遍的法則性の追求ではなく、多義的な個人差を前提としてパフォーマンスの改善に影響する変数の組み合わせを研究対象とすることにより、トレーニング指導に直接役立つ“実践的”知識が蓄積されていくであろう。

《トレーニング指導の現場でデータを収集する研究方法の確立》 学会から出発した「日本コーチング学会」と研究会から出発した「日本トレーニング科学会」においても“実践”に役立つ研究のあり方が問われている。最初からトレーニング指導者の“実践”から出発する「トレーニング指導学会」においては、以上述べたような個別性、多義性、複合性、特殊性を包括できるような現場で収集したデータによる研究方法を確立する必要がある。