

氏名(本籍)	いとうあきら 伊藤 章 (大阪府)
学位の種類	博士(体育科学)
学位記番号	博乙第2054号
学位授与年月日	平成16年7月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	人間総合科学研究科
学位論文題目	短距離走に関するバイオメカニクス的研究 -パフォーマンス向上への貢献を目指して-
主査	筑波大学教授 教育学博士 阿江 通 良
副査	筑波大学教授 医学博士 高松 薫
副査	筑波大学助教授 博士(学術) 藤井 範 久
副査	筑波大学助教授 博士(医学) 宮川 俊 平
副査	筑波大学助教授 博士(医学) 向井 直 樹

論文の内容の要旨

1. 研究目的および研究課題

陸上競技の短距離走において選手が好成績を得るには、合理的で効率のよい疾走動作とそれに対応した専門的体力トレーニングが必要不可欠となる。合理的な疾走動作をバイオメカニクスの知見から明らかにすることは、短距離走のパフォーマンス向上のための合理的なトレーニング方法を提案する科学的根拠を提示でき、指導に対する大きな支援になると考えられる。

本研究の目的は、短距離走における疾走速度と疾走動作、疾走中の筋活動などについてバイオメカニクスの的に検討し、短距離走の指導現場における疾走技術の練習や体力トレーニングに役立つ科学的知見を提供することである。そして、得られた知見にもとづくトレーニングによって、疾走動作が変化し記録が向上した実践例を示すことによって、科学的研究が短距離走のパフォーマンス向上に役立つことを実証しようとした。

本研究の目的を達成するために、以下の7つの研究課題を設定した。

研究課題1：発育発達にともなって疾走速度、歩幅、歩数などの基本的な疾走能力がどのように変化するか、身長を考慮した指数を用いて検討する。

研究課題2：競技能力の異なる短距離選手(大学選手から世界一流選手まで)を対象に、100m中間疾走局面における疾走速度に影響を及ぼす動作とその動作のメカニズムを明らかにする。

研究課題3：短距離走動作のうち特に足首の動きに着目し、いわゆる「スナップ」動作の意味について検討する。

研究課題4：地面反力から身体重心の水平速度変化を求め、その減速と加速の大きさと走速度との関係を明らかにする。

研究課題5：スタートダッシュから中間疾走までの疾走速度の変化に伴う筋活動変化を、動作局面毎の関節トルク・パワーのピーク値から検討する。

研究課題 6：スタートダッシュから中間疾走までの疾走動作・速度の変化に対する筋活動様式の変化を明らかにし、筋活動がどのような動作と関連し機能しているのかについて検討する。

研究課題 7：上記の研究成果をもとに練習した結果、100m の記録が向上した女子短距離選手（当時の 100m 日本記録を樹立）について、疾走動作がどのように変化したか追跡調査し、研究成果が実際の指導現場に応用された実践例を示す。

2. 研究成果

2.1 研究課題 1 について

2 歳から 12 歳の子ども 133 名、体育専攻男子学生 18 名、日本と世界一流男子短距離選手 5 名を対象に最高速度で疾走中の動作を分析し、加齢に伴うピッチ、歩幅の発達について検討した。その結果、疾走速度の発達は、形態的な発達（下肢長の増加による歩幅の増加）と機能的発達（下肢長の増加に対するピッチの維持と歩幅のそれ以上の増加）の両者によって現れることが分かった。

2.2 研究課題 2 について

世界、アジアおよび日本の一流選手から大学の短距離選手（男子 49 名、女子 22 名）までを対象に中間疾走動作を分析し、疾走速度との相関関係をもとに疾走速度の高い選手の疾走動作の特徴を明らかにした。つまり、スイング動作のもも上げ角度と引きつけ角度は疾走速度と関係なくほぼ一定の値を示していた。キック動作については、疾走速度の高い選手ほど膝関節と足関節の最大伸展速度が低かったが、このキック動作は股関節の伸展速度を脚全体のスイング速度に効果的に転換するものであることを明らかにした。以上の結果を元に、一般的に行われているもも上げ練習やキックの後半に膝関節と足関節を伸展するキック動作は再考すべきであると指摘した。

2.3 研究課題 3 について

著者らの先行研究をもとにスナップ動作（接地期の足関節の伸展動作）の意味について検討した。疾走速度を発揮する原動力は股関節の伸筋群による伸展動作であるが、それをキック力として地面に伝えるには、足関節は屈伸動作を少なくするほうが良いこと、そしてスナップ動作は身体重心の上下動を大きくすることなどを明らかにした。

2.4 研究課題 4 について

短距離走の接地期における身体重心の水平速度変化と疾走速度との関係を明らかにすることを目的に、大学男子短距離選手 26 名について、最高速度で疾走中の地面反力を測定した。

最高速度で疾走中の接地の瞬間のつま先と身体重心の水平距離（身長に対する相対値）は、疾走速度の違いに関係なくほぼ一定の値を示した。そして、水平前後方向の減速力と加速力のピーク値は疾走速度の高い選手ほど高い傾向を示し、その作用時間は短くなる傾向を示した。その結果、地面反力を時間積分して求めた減速と加速の大きさは、最高疾走速度に関係なくほぼ一定の値（0.20 - 0.35m/s）を示した。この結果を元に、一般的に指導されている、身体重心の真下近くに接地することによって減速を減らしより高い最高疾走速度を得るということについて再考すべきであることを示唆した。

2.5 研究課題 5 について

男子短距離選手 4 名を被験者に、全力のスタートダッシュ中の下肢関節トルク・パワーを測定し、走動作 1 サイクルにおける局面ごとのピークトルク、ピークパワーとスタート後の疾走速度との関係を調べた。その結果、股関節と膝関節に関する筋群はスタートから中間疾走までのスイング動作の変化に対応し、キック動作の変化には主に足関節の伸筋群が対応していたこと、そしてスタートから中間疾走まで常に高いピークトルクとパワーを示した股関節伸筋群のスイング期後半から接地期前半の筋活動と、足関節の接地期全般にわたる筋活動の重要性を指摘することができた。

2.6 研究課題6について

男子短距離選手5名を被験者に、スタートダッシュと中間疾走中の下肢関節トルクと筋電図を測定し、その時の筋・腱複合体の長さ変化をもとに筋活動様式を調査した。そして、中間疾走動作1サイクルにおいて短縮性筋活動、伸張性筋活動、伸張-短縮性筋活動を行っている局面と筋群、およびそれら筋活動が拮抗筋や共同筋とともに走動作に対してどのように働いているのかを明らかにした。これらの結果は、短距離走のトレーニングを処方する際に役立つ知見を提供するものであると考えられる。

2.7 研究課題7について

女子短距離選手1名が筆者と共同しながらこれまで得られた研究結果を元に疾走技術の修正やトレーニング内容を工夫し、結果的に100mの日本記録を達成することができた。本研究は、その4年間の疾走動作の変化を記録したものである。まず、疾走速度の高い選手の動作の特徴を身につけることを目標とした。

特に重きをおいた技術的な修正ポイントは、無理にもも高く上げ、引き付ける意識を無くすためにもも上げ練習を止めること、および疾走中はキック後半の膝関節と足関節の伸展動作を極力無くすように常に意識するであった。体力的にはハムストリングスを中心としたトレーニングと接地期の膝関節と足関節の屈伸を減ずることを目的にいわゆるボックストレーニングなどを実施した。

その結果100mの記録が向上し、それとともに疾走動作は目標とした疾走速度の高い選手の特徴に近づく方向に変化した。これは科学的なデータをトレーニング現場に応用することでパフォーマンスを高めることができることの実証である。

これらの7つの課題に対する研究によって、短距離走のパフォーマンスを高めるために必要な、1) バイオメカニクスの観点からみた合理的な疾走動作、2) 疾走動作の局面に対応した筋活動様式とその作用機序、3) 発揮された地面反力とパフォーマンスとの関係などを明らかにすることができた。そして、4) これらの知見を踏まえた一流女子短距離選手に対するトレーニングを行い、成功を収めた実践例を提示した。この例は、科学的研究のスポーツ実践への有効性を実証したものとと言える。

審査の結果の要旨

本論文は、2歳児から世界一流選手までの広範囲にわたる被験者の短距離疾走動作をバイオメカニクスの観点から分析して得られた知見をもとに、合理的な短距離疾走動作を明らかにするとともに、これらの知見を踏まえて一流女子短距離選手に対するトレーニングを行い、成功を収めた実践例を提示したもので、科学的研究がスポーツ実践に対して有効なことを実証したものとと言える。

審査では、下肢筋群の活動様式および支持脚の関節トルクに関する解釈、支持脚膝関節の屈曲の意味、地面反力による減速に関する説明、下肢の剛性と膝屈曲との関係、分析を3次元に発展させた場合に得られる新たな知見、指導で頻繁に用いられる「もも上げ」のあり方、トレーニング実践における工夫などについて質疑応答があった。しかし、本論文では、これまでバイオメカニクスの観点からの研究が多いにもかかわらず、いまだに明らかにされていない合理的な疾走動作を多くの研究課題を解決することによって明らかにしようとしたこと、得られた知見を実際のトレーニングに適用して成功した例を提示し、スポーツ科学的研究の有効性を実証したことなどが高く評価された。また、本論文に掲載された一連のバイオメカニクスの研究がわが国における短距離走の指導方法に多大な影響を及ぼしたことも大きな業績であると評価された。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。