



博士（人間科学）学位論文 概要書

ヒトの歩・走パワー発揮能力に関する研究

A Study on the Power Output
During Walking and Running in Human

2003年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科 注を参照

柳谷 登志雄

YANAGIYA, Toshio

本研究では、自走式トレッドミルで、前方に設置されたバーハンドルを両手で握りながら歩行や走行をする際に発揮される機械的パワーの測定方法を開発した。この方法による歩行や走行は、両手の動作が制限されることから、実際の歩行や走行とは、運動形態が若干異なる。しかしながら、両手でハンドルを握ることで、身体をエルゴメータに固定することが可能である。これにより子どもや高齢者を対象とした走パワーの測定も可能であると考えられる。

従来、体力テストの瞬発性に関する項目に関しては、自転車エルゴメータや脚伸展エルゴメータを用いた無酸素性パワーテストが用いられてきた。しかし、これらの方法により測定された無酸素性パワーテストの成績は、必ずしも短距離疾走能力を表してはいなかった。この理由としては、日常生活やスポーツ競技における基本的な動作形態は歩行や走行であり、これらの能力を量定するのであれば、実際に行われる身体動作に即した動作でのパワー測定が必要であったということが考えられる。また、本研究では走エルゴメータ法で測定されたスプリント走パワーと短距離疾走能力との間に有意な相関関係も示された。この値は、これまで報告された自転車エルゴメータを初めとする、他の無酸素性パワーテストの成績と短距離疾走能力との相関係数と比較しても高い値であった。

走エルゴメータ法によるパワー測定値には高い再現性が見られた。体力テストの一項目としてのパワー測定には高い再現性が求められる。本研究で示されたパワー測定値の再現性は、先行研究において示された自転車エルゴメータ、脚伸展パワー、牽引型走エルゴメータ、そして Margaria テストの再現性と比較しても高い値であった。

ワイヤやロッドの牽引による推進力の測定では、疾走中に腰部の高さが劇的に変化するため、推進力を正確にワイヤやロッドに伝達するには困難が生じる。これに対して、ハンドル部で測定された推進力が脚により地面に作用した推進力とほぼ等しいということが示された。

Lakomy (1987) の紹介した走パワー測定方法は、自走式トレッドミル上で、腰部ベルトに固定されたワイヤを牽引しながら疾走する際のトレッドミルベルト速度とワイヤの牽引力の積からパワーを求めるものであった。この方法を用いることにより、一步毎に劇的に変化する推進力と走速度を測定することが可能となった。その後、この方法により測定したパワーは、スプリント走トレーニングの効果やスプリント走中の代謝変化を調べるための指標として用いられるようになった。しかしながら、この方法では腰部ベルトでワイヤを固定したために、全力疾走時の腹部への負担も大きかった。また、トレッドミルベルトの速度は被験者自身が調節する必要があったため、初心者や子ども、そして高齢者には危険も伴う方法であった。これに対して、本研究の方法では、推進力はハンドル部で測定するために、従来法と比較すると被験者への危険や負担も少ないのではないかと考えられた。

第三章では、走エルゴメータ法による歩・走パワー測定値の男女差を比較した。その結果、歩・走パワーともに男性が女性の値を大きく上回ることが示された。また、重回帰分析による歩・走パワーの決定因子の検討結果から、走パワーには大腿後部の筋厚が影響を

及ぼし、歩パワーには大腿直筋および大腿後部の筋厚が影響を及ぼすことが示された。大腿後部の筋群の働きとしては、股関節伸展と膝関節屈曲が考えられ、これらの動作は、歩・走行中には大きな推進力を獲得する上で重要な働きをする。一方、大腿直筋は股関節屈曲および膝関節伸展動作に働く筋であり、これらの動作の歩・走運動に及ぼす働きとしては、より大きなストライド長を獲得するということが考えられる。また、先行研究によっても、歩・走行の速度やストライド長は下肢筋力と有意な相関関係にあることが報告されており、歩・走運動における下肢筋力の重要性が示唆されている。本研究においても、回帰分析により、各関節トルクや筋厚と歩・走パワーとの有意な相関関係が示されている。また、関節トルクと筋厚は何れの項目にも有意な男女差が見られている。従って、歩・走パワーに男女差をもたらした要因の一つとして、特に大腿部を中心とした下肢筋群における形態やそれによる力発揮特性が考えられた。さらに、重回帰分析の結果から、歩パワーの男女差は筋厚の差によるものである一方、走パワーには、筋厚以外の性差が影響することが示唆された。

走運動のエネルギー変化が Cavagna らにより、弾むボールに例えられるように、走運動では弾性エネルギーの吸収と再放出が大きな役割を果たす。筋腱複合体の粘弾性特性にはトレーニングや発育、そして加齢の影響することが報告されている。このことから、走パワーの性差には、下肢筋群における筋腱の粘弾性特性も影響を及ぼした可能性も考えられた。

第四章では歩・走パワーの加齢変化を検討した。その結果、歩パワーと走パワーは20歳代から加齢に伴い直線的に低下する傾向を示し、それぞれの10歳あたりの低下率は30Wおよび10Wであった。また、歩・走速度も加齢に伴い低下する傾向を示したが、その低下は、走行ではおよそ30歳代から、そして歩行では50歳代から急激になる傾向があった。これまでも歩行能力の加齢変化については、Himannら(1988)により、およそ60歳代を境界年齢として急激に低下することが報告されており、本研究の結果はHimannらの結果とほぼ一致するものであった。一方、一般人の疾走能力の加齢変化に関する研究は、著者の知るところではほとんど無く、本研究の結果は、今後、成人や高齢者のスポーツトレーニングプログラムを検討する上で有用になるといえる。また、歩行と走行ともに、ピッチには有意な加齢変化は見られず、一方、ストライド長は速度の加齢変化とほぼ同様の傾向で、加齢に伴い低下した。従って、加齢に伴う歩・走パワーの低下は、主にストライド長の低下によるものであると考えられた。第三章においても見られたように、下肢の筋厚は歩・走パワーを発揮する上で重要な役割を果たす。筋量や筋力もまた、加齢に伴う低下を示すことが知られており、このことから、加齢に伴う歩・走パワーの低下は、筋量や筋力の低下によりもたらされた結果であることが示唆された。

第三章において走パワーの発揮能力には性別の影響が見られることが示された。従って、歩・走パワーの加齢変化にも性差が示されることが予測される。よって、今後は歩・走パワーの加齢変化の性差について検討する必要性が考えられる。

第五章では走パワー発揮能力を、主にスポーツ場面における役割から検討した。第一節では、単発的に発揮される走パワーのスポーツ種目差について、専門とする運動種目のパワー発揮特性から検討した。その結果、最も高い走パワーを発揮したのはウエイトリフティング選手であり、次いで陸上競技短距離選手が高いパワーを発揮した。しかし、パワーを体重当たりで見た場合には、両種目間には有意な差は見られなかった。また、パワー発揮を力発揮と走速度という観点から見ると、最も高いパワーを発揮したウエイトリフティング選手の走速度は陸上競技短距離選手、ハンドボール選手そしてバレーボール選手よりも低値であった。この原因として、陸上競技短距離選手は、通常、比較的高速度の身体動作中に高いパワーを発揮する様なトレーニングを実施しているのに対して、ウエイトリフティング選手は高重量を用いて、比較的遅い動作速度でのトレーニングを実施していることが考えられた。

多くのスポーツ場面では、全力での疾走能力がパフォーマンスに大きな影響を及ぼす。しかしながら、全力疾走が一過性で単発的に実施されるということは稀であり、多くの場合には、全力疾走を完全もしくは不完全休息を挟みながら、複数回にわたり繰り返す能力、いわゆる間欠的全力疾走能力が求められる。そこで、第二節では、高校生男女短距離選手を対象として、間欠的スプリント走のパワー発揮特性について、性差という観点から検討した。全てのセットを通して、男子は女子よりも高値のパワーおよび速度を発揮した。パワー発揮を体重あたりで見た場合にも、性差は1セット目から3セット目までは依然として見られた。パワーの1セット目に対する低下率は、3セット目までは男子が女子よりも高値を示した。しかしながら、4セット目以降には有意な性差は見られなかった。男女差が1セット目から3セット目までに見られた背景には、間欠的スプリント走では、セットの初期のパワー発揮にはが無酸素性エネルギー供給機構がエネルギー供給能力に主要な役割を果たすこと、そして、パワーの低下率が男子の方が高い理由としては、セット初期のパワー発揮能力が男子の方が高いということがあげられた。