

---

脳卒中片麻痺患者における無酸素性パワーの評価に関する研究

---

15300190

平成 15 年度～平成 18 年度科学研究費補助金

(基盤研究(B)) 研究成果報告書

平成 19 年 3 月

研究代表者 岩田 学

弘前大学医学部教授

<はしがき>

本研究は、障害者の体力評価の領域において、脳卒中片麻痺患者の無酸素性パワー（最大筋パワーに代表される無酸素性の運動能力）を評価するテストを開発するために行われた。従来健常者やスポーツアスリートの無酸素性パワーを測定するためのスタンダードテストであったウイングート無酸素性テストを、片麻痺患者用に改変し適応させる試みであったが、当初考えていたよりも片麻痺患者の身体運動能力が低く、テストの作成は試行錯誤の連続であった。

身体運動能力を的確に評価するためには良い『物差し』が必要であり、新しく作られた『物差し』がスタンダードになるためには、信頼性・妥当性・感受性・汎用性といった問題をクリアしなければならない。本研究では、当初の目的であったテストの作成とその信頼性および妥当性の検証といった部分までは行えた。しかし評価テストとしての更なる精度の向上と、感受性や汎用性といった点に関して、今後も継続的な研究が必要である。

最後に本研究の遂行にあたり、ご協力いただいた被験者の方々や関連の病院関係各位、弘前大学関係各位および文部科学省（日本学術振興会）に、心から感謝の気持ちを捧げたい。

研究組織

研究代表者：岩田 学（弘前大学医学部教授）

研究分担者：藤田俊文（弘前大学医学部助手）

交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成15年度	4,400,000	0	4,400,000
平成16年度	500,000	0	500,000
平成17年度	500,000	0	500,000
平成18年度	900,000	0	900,000
総計	6,300,000	0	6,300,000

## 研究発表

### (1) 学会誌等

#### 1. 岩田学、近藤和泉、細川賀乃子

無酸素性運動能力の評価ーウイングート無酸素性テストを中心にー  
リハビリテーション医学 42 ; 880-887, 2005

### (2) 口頭発表

#### 1. 岩田学

無酸素性運動能力の評価

第30回青森県理学療法士学会（弘前市）

平成18年3月19日

#### 2. 岩田学、藤田俊文、福田道隆

片麻痺における無酸素性運動能力評価の試み

第20回日本リハビリテーション医学会東北地方会（盛岡市）

平成18年10月28日

#### 3. 藤田俊文、岩田学、福田道隆

脳卒中患者における無酸素性運動能力の評価

ー片麻痺用ウイングート無酸素性テストの開発ー

第24回東北理学療法士学会（八戸市）

平成18年11月12日

#### 4. 藤田俊文、岩田学、福田道隆

脳卒中患者における無酸素性運動能力の評価法の開発

ー片麻痺患者へのウイングート無酸素性テストの応用ー

第31回青森県理学療法士学会（五所川原市）

平成19年3月18日

#### 5. 岩田学、近藤和泉、今田慶行、福田道隆

脳卒中片麻痺患者における無酸素性パワーの評価

第44回日本リハビリテーション医学会学術集会（神戸市）

平成19年6月6日

## 【目的】

体力関連の研究は、従来健常者やスポーツアスリートを対象として発展してきた経緯がある。最近では高齢者や障害者を対象とした研究も多くみられ、また介護予防の観点から、地域での体力増進プログラムの導入が行われるようになってきている。しかしいずれにしてもそこで取り上げられる体力は、有酸素性の運動能力が主体であり、体力の構成要素の一つである無酸素性の運動能力に対する関心は少ないように思われる。しかし日常生活においては、特定の課題（例えば、立ち上がりや床から起き上がって座るなど）を達成できるかどうかの成否は、有酸素性の運動能力よりはむしろ最大筋パワーに代表される無酸素性の運動能力にかかっているとされており、そのような能力が求められる機会は日常の生活において少なくない。特に脳卒中片麻痺患者においては、起き上がりや立ち上がりといった基本動作が可能かどうかは介護レベルとも関連し、日常生活の自立度を予測する上で重要な指標になると考えられる。しかしこれまで片麻痺患者の無酸素性パワーを的確に評価できるテストがなかった。

健常者やスポーツアスリートを対象とした無酸素性パワーの標準的な評価法として、ウインゲート無酸素性テスト (Wingate anaerobic test ; 以下ウインゲートテストと略す)がある。ウインゲートテストは 1970 年代にイスラエルのウインゲート研究所で開発された 30 秒間の最大努力下でのサイクリングテストである。このテストでは重錘の懸垂によって一定の抵抗力を負荷することができるエルゴメータを使用する。ウインゲートテストは、懸垂された重錘により生じる抵抗力とペダルの回転速度の積として算出される機械的なパワーの 30 秒間の変化をとらえたものであり、その優れた再現性と妥当性から多くのデータの蓄積が成されている<sup>1) -8)</sup>。しかし障害者を対象とした報告は少なく<sup>9) -11)</sup>、片麻痺患者にウインゲートテストを用いた研究は今まで行われていない。我々もオリジナルのウインゲートテストをそのまま片麻痺患者に適応させることは困難であると考え、いくつかの修正点を加え、新しい片麻痺患者用ウインゲートテストを開発する必要があるとの結論に至った。

本研究の目的は、脳卒中片麻痺患者の無酸素性パワーを的確に評価できる信頼性の高いテストを作成し、計測された片麻痺患者の無酸素性パワーと短時間のパフォーマンスとの関連性より、作成されたテストの妥当性を検証することである。

## 【方法】

本研究計画の概要は、平成 15 年 11 月 26 日付けで、弘前大学医学部倫理委員会にて承認され、被験者よりインフォームドコンセントを得て行われた。

### 1：テスト時間短縮の妥当性に関する研究

ウインゲートテストは、元来健常者やスポーツアスリートを対象としたハードなテストである。そのため体力的に健常人より低下している片麻痺患者を対象とした評価テストの作成を行う本研究においては、テスト時間の短縮は必要不可欠である。そこでまずウインゲートテストに一般的に使用されているモナーク社製エルゴメータ 834E を使用して、テスト時間を本来の 30 秒から半分の 15 秒に短縮した際に得られるパワーデータの妥当性の検証を行った。

被験者は 32 名の健常成人（男子 17 名：平均年齢  $23 \pm 3.8$  歳、女子 15 名：平均年齢  $20.6 \pm 3.0$  歳）とした。体重あたりの至適負荷量（重錘量）を決めるための係数 (Optima) は過去の研究成果<sup>12)</sup> より、男子で 0.087、女子で 0.085 とした。30 秒のウインゲートテストを実施し、30 秒間の平均パワー (30sMP) とテスト開始から 15 秒までの平均パワー (15sMP) との比較を行った。

### 2：ストレングスエルゴを使用した片麻痺用ウインゲートテスト開発のための予備的研究

ウインゲートテストに三菱電気エンジニアリング社製ストレングスエルゴ 240（以下ストレングスエルゴと略す）を用いた場合の至適負荷量の設定と、片麻痺患者での実行可能性について検討した。

至適負荷量の設定には、使用する機器の種類、被験者の年齢や性別の他、運動能力レベルが関与する<sup>13)14)</sup>。そこで片麻痺患者への応用を考慮し、この研究の被験者は、体力的に頑強でなく運動習慣がない平均年齢  $46.8 \pm 5.1$  歳の健常中年女性 13 名とした。ウインゲートテストの施行時間は、先のテスト時間短縮の妥当性に関する研究結果より、15 秒程度が適当と考えられたが、ストレングスエルゴの最短の運動モード設定が 6 秒単位であったため、全体のテスト時間を 18 秒に設定した。運動開始の最初の 6 秒間をゼロ負荷とし、最大回転スピードに達するための準備時間と位置づけ、運動開始後 6 秒～18 秒の 12 秒間の平均パワーをデータとして採用することにした。

次に脳卒中片麻痺患者 3 名を対象として、予備的に 18 秒間のテストを実施した。しかし結果として 3 名とも 18 秒間のテストの継続が困難であった。加えて

不整脈発症等の循環器系リスクが、片麻痺患者では健常人より高いことから、片麻痺患者を対象とする場合は、テスト時間を大幅に短縮させる必要があると考えられた。そこで健常中年女性 13 名の測定結果をもとに、更なるテスト時間短縮の妥当性を検討した。

### 3：片麻痺用ウインゲートテスト開発における至適負荷量の設定に関する研究

脳卒中患者を対象に、ウインゲートテスト施行における至適負荷量設定の検討を行った。被験者は、14 名の片麻痺患者で（男 11 名：女 3 名、脳梗塞 9 名：脳出血 5 名）、平均年齢は  $60.4 \pm 10.6$  歳で、下肢の Brunnstrom Stage (以下 Br. st. と略す) は III：4 名、IV：6 名、V：3 名、VI：1 名であった。測定にはストレングスエルゴを使用し、リスク管理のため心電図モニタリングを行いながら実施した。

健常者を対象とした研究結果より、当初の至適負荷量を体重比 0.6 に設定しテストを施行した。しかしその負荷量ではストレングスエルゴを十分に漕げない被験者がいて、また患者間の差も著しかった。そのため片麻痺患者では、体重比で至適負荷量を一律に設定することが難しいと考え、本研究では、ストレングスエルゴに備えてある筋力測定モードを使用し、被験者ごとに 50rpm で脚伸展トルクを測定し、非麻痺側の最大脚伸展トルクをもとに至適負荷量を設定する方法を試みた。

負荷量の目安として、無酸素性閾値とされる最大脚伸展トルクの 12% の約 2 倍にあたる 25% に負荷量を設定して、6 秒間のランプテストを、測定日を変えて 2 回実施し、被験者が最終的にその負荷量に達することができるかどうかと、6 秒間のランプテストの再現性を検証した。

### 4：片麻痺用ウインゲートテストの再現性と短時間のパフォーマンスとの関連性に関する研究

脳卒中患者を対象に片麻痺用のウインゲートテストを行い、その再現性を検証するとともに、種々の因子をもとに重回帰分析を行い、至適負荷量設定のための回帰式の作成を試みた。また加えて短時間のパフォーマンスとの関連性より、その妥当性の検証を行った。

被験者は、脳卒中片麻痺患者 21 名（男性 13 名、女性 8 名）で、年齢は  $56.9 \pm 9.9$  歳、体重は  $63.6 \pm 12.3$  kg、麻痺側は右 10 名、左 11 名、下肢の Br. st. は III：4 名、IV：5 名、V：9 名、VI：3 名であった。測定にはストレングスエル

ゴを使用し、リスク管理のため心電図モニタリングを行いながら実施した。はじめにストレングスエルゴで下肢の筋力測定を実施し、先の研究結果をもとに、非麻痺側の最大脚伸展トルクの15%に負荷量を設定した。テストは3分間のウォーミングアップの後、9秒間の最大努力下での下肢自転車漕ぎテスト（等張性運動モードでの6秒間のランプ負荷と3秒間の定常負荷での運動）を施行し、その後クールダウンを3分間行った。テストは日を変えて2回実施し、データとして運動開始後6秒から9秒までの3秒間の定常負荷時における平均パワーを算出した。

本研究では、片麻痺患者の非麻痺側の脚伸展トルクをもとに設定負荷量を決めた経緯がある。しかし他の身体因子を条件に組み入れることで、より適切な設定負荷量が得られるかのではないかと考えた。そこで種々の項目をもとに変数選択-重回帰分析（Stepwise regression）を行い、至適負荷量を決めるための回帰式の作成を試みた。先の研究結果より安定した定常負荷を得るため、各被験者が6秒間のランプ負荷期間の最終段階で到達できた負荷量の10%増の数値を目的変数（従属変数）とした。説明変数（独立変数）として用いたデータは、性別・年齢・体重・疾患名（脳梗塞または脳出血）・麻痺側・心疾患の有無・下肢のBr. St.・足部の表在覚・足部の深部覚・歩行能力（自立レベル、補助具使用自立レベル、補助具使用監視レベル、補助具使用介助レベル）・Barthel Index・ストレングスエルゴによる麻痺側最大脚伸展トルク・ストレングスエルゴによる非麻痺側最大脚伸展トルクの13項目であった。

また11名の被験者で、短時間のパフォーマンスとして、最大スピードで5回連続した座位からの立ち上がり時間と10m最大速度歩行時間を計測し、平均パワー（2回の測定値のうち上位の値）との相関を検討した。

## 【結果】

### 1：テスト時間短縮の妥当性に関する研究

被験者のデータを表1に示す。30秒間の平均パワーとテスト開始から15秒までの15秒間の平均パワーとの比較を行った結果、両者の平均パワーの級内相関係数：ICC(3, 1)は0.99であり、また体重補正後の平均パワー(W/kg)のICC(3, 1)は0.97であった。

### 2：ストレングスエルゴを使用した片麻痺用ウインゲートテスト開発のための予備的研究

健常者を対象とした、至適負荷量設定の予備研究では、当初運動開始の6秒間をゼロ負荷とし、ウインゲートテストを実施したが、機器特性上ペダルへの負荷が不安定になる傾向が認められた。そこで最初の6秒間をランプ負荷（ゼロ負荷から設定負荷量へ6秒間で漸増させる）へ変更したところ、パワーデータを採取する6秒～18秒間で、負荷量が安定することが判明した。

至適負荷量の設定では、体重比0.6で6秒～18秒の等張性の定常負荷量を設定すると、実負荷量が比較的安定し、高い平均パワーが得られる被験者が多いという結果が得られた（表2参照）。またストレングスエルゴの機器特性上、定常負荷状態において、被験者が6秒間のランプ負荷の最後に達することのできた実負荷量よりも、さらに10%程度高く定常負荷期間の負荷量が設定されていると、最も安定した実負荷量が提供されることが判明した。

テスト時間短縮の妥当性に関しては、ランプ負荷終了後の12秒間の平均パワーと①テスト開始から5-6秒のランプ負荷の最終1秒間におけるパワー、②テスト開始から6-7秒の定常負荷の1秒間におけるパワー、および③テスト開始から6-9秒の定常負荷の3秒間における平均パワーとの級内相関係数を求めた結果、それぞれのICC(3, 1)は、①0.74、②0.78、③0.85となり、いずれの場合も有意な相関が得られた。

以上の結果を踏まえて、ウインゲートテストが、本来定常負荷（一定の重錘量）の状態、疲労によりペダルの回転速度が低下し、パワーが減衰していく様子をとらえるものであること、また定常負荷のテスト時間を長く設定した方が、よりの確な無酸素性パワーの値が得られること、しかし片麻痺患者は運動時の循環器系疾患の発症リスクが健常人より高いことを考え合わせ、片麻痺患者用ウインゲートテストを、『6秒のランプ負荷と3秒の等張性定常負荷を合わせた9秒テスト』とすることにした。



### 3：片麻痺用ウインゲートテスト開発における至適負荷量の設定に関する研究

当初の負荷量の目安とした、最大脚伸展トルクの25%の設定負荷量に6秒間で達することができた被験者が少なく、14名の被験者が、ランプ負荷時の最終6秒の時点で達することができたピーク負荷量の2回の平均は、当初の設定負荷量の54.1%であった。そのため次の研究では、ランプ負荷終了後に一定の等張性負荷を与えるため、設定負荷量を、非麻痺側の最大脚伸展トルクの25%の6割に相当する15%に設定することとした。またランプテストの最終5-6秒の1秒間におけるパワーの再現性を、級内相関係数で検討した結果、ICC(1, 1)は0.98であった。

### 4：片麻痺用ウインゲートテストの再現性と短時間のパフォーマンスとの関連性に関する研究

2回の片麻痺用テストウインゲートテストにおいて、運動開始後6秒から9秒までの3秒間の定常負荷時の平均パワーの再現性を、級内相関係数で検討した結果、ICC(1, 1)は0.97であった。

変数選択-重回帰分析結果では、結果としてストレングスエルゴによる非麻痺側最大脚伸展トルクのみが有意 ( $p < 0.0001$ ) に選択され、決定係数  $R^2 = 0.718$  であった。そこで設定負荷量と非麻痺側最大脚伸展トルクの2変数の関係に焦点を絞り、最も適合度が高い回帰式を検討した結果、非麻痺側最大脚伸展トルク(x)から至適設定負荷量(y)を求めるには、2次回帰式が最も適合度が高いことがわかり、その関係式として、 $y = 4.003 + 0.045x + 0.002x^2$  (決定係数  $R^2 = 0.748$ ) が導き出された。

短時間のパフォーマンスとの関連性では、11名の被験者の最大スピードでの5回連続の立ち上がり時間の平均は  $7.2 \pm 1.8$  秒で、平均パワーとの相関は  $r = -0.659$   $p = 0.025$  で、統計学的に有意であった。一方11名の被験者の10m最大速度歩行時間の平均は  $9.8 \pm 7.6$  秒で、平均パワーとの相関は  $r = -0.295$   $p = 0.389$  で、統計学的に有意ではなかった。

## 【考察】

リハビリテーション領域で障害者の体力を包括的に評価していくためには、有酸素性の運動能力だけでなく、無酸素性の運動能力の評価が重要であると考えられる。しかしウインゲートテストが障害者で行われる場合には、ウインゲートテストの実行可能性と信頼性に関する問題の解決が重要となる。能力、フィットネスレベル、活動筋が異なるため、そのような人々のためにテストを標準化する方法を研究していく必要がある。今回の研究は、そのための試みの一つと位置づけられる。

ウインゲートテストは、使用するエルゴメータによって至適負荷量の設定基準が異なる。今回の研究で使用したストレンジスエルゴは、リカベント（座位姿勢）タイプのエルゴメータで、シートに体幹をシートベルトで固定できるため、片麻痺患者が安全に自転車漕ぎ運動を行うことができ、また無酸素性パワーの測定に必要な等張性の運動モードを備えている。しかしストレンジスエルゴはもともとウインゲートテスト用のエルゴメータではなく、今までウインゲートテストに使用されたことがない。そのため片麻痺用ウインゲートテスト開発にあたり、ストレンジスエルゴの機器特性を把握すること、及び至適負荷量の設定に関する基礎的なデータの収集が必要であった。

ウインゲートテストの検査時間は、従来 30 秒とされており、多くの研究データの蓄積が、30 秒のウインゲートテストを用いてなされている。しかし Vandewalle ら<sup>15)</sup> は、30-40 秒間も続く検査に比べれば、短いテストの方が被験者の身体的負担が少なく容易に行えるので、無酸素的な検査は 15-20 秒にすべきであると述べている。今回の研究結果から、従来の半分程度の時間でも 30 秒テストと非常に高い相関が得られ、時間短縮の妥当性が証明された。しかし実際に片麻痺患者に実施してみたところ、18 秒のテストの実行可能性が低いことが判明した。加えてテスト時間が長い場合では、不整脈や虚血性心疾患等の循環器系疾患の発症リスクが増加することを考慮した結果、全体として 9 秒のテストとし、実質的な定常負荷期間を 3 秒とするテスト設定に至った。これは通常の 30 秒のウインゲートテストにおいて、ピークパワーと呼ばれている最初の 3 秒ないし 5 秒間の平均パワーと同様のものと考えられる。

従来のウインゲートテストでは、被験者はフライホイールの慣性と摩擦抵抗だけの状態でペダルをできるだけ速く踏み、可能な限り短い時間（通常 3 秒程度）で最大回転速度まであげ、その段階で検者が重錘を負荷し、そこから 30 秒のテストが実質的に開始される。しかし今回研究に使用したストレンジスエル

ゴでは、機器の特性上、最大回転速度までの準備期間を等張性運動モードでゼロ負荷に設定しても、ペダルの回転速度が上がると不自然に負荷がかかってしまい、その後安定した定常負荷を維持することが困難であった。そのためこの期間をランプ負荷にせざるを得なかった。しかしもともと体力弱者である片麻痺患者では、このランプ負荷の段階で疲労が生じてしまうことが考えられ、この点に関しては、今後ストレングスエルゴのアシスト機能等をうまく利用することで、最大回転速度までもっていく間の疲労を抑えることが可能かどうか検討する必要があると考えられる。

ウインゲートテストでは、健常被験者であれば、体重と性別および活動レベルをもとに至適負荷量を設定することで、その被験者の最大無酸素性パワーを引き出せることが知られている。今回の研究でも、健常中年女性 13 名の被験者では、体重比 0.6 で定常負荷を設定すると概ね被験者の最大パワーを引き出せることがわかった。しかし健常人に使われている Optima は、筋量/体量比や筋力/体量比が正常でない身体障害のある患者には適用が難しいことが多く、そのような患者のための最適な負荷量は知られていない。とりわけ今回対象とした片麻痺患者の場合は、麻痺の程度やその他の機能障害のため、結果として体重だけでは被験者の至適負荷量の設定を行うことが困難であった。

それに対する一つの示唆として、Van Mil ら<sup>16)</sup>は、最初に力-速度テストで最適な力を識別して、次にその力の 65% を使ってウインゲートテストを行うことによって、脳性麻痺の若者に対する最適な負荷量を予測できることを報告している。そこで本研究では、片麻痺患者の非麻痺側最大脚伸展トルクを負荷量設定に用いることを試みた。その後非麻痺側最大脚伸展トルク以外の 12 項目の他の要因を考慮することで、より個々の片麻痺被験者の能力に見合った至適負荷量の設定が可能になると考え、全 13 項目で変数選択-重回帰分析を行った。しかし結果として有意に選択された要因（変数）は、非麻痺側最大脚伸展トルクのみであった。

本研究で最終的に行った 9 秒のウインゲートテストでは、設定負荷量を非麻痺側最大脚伸展トルクの 15% にした。それを導き出された至適負荷量を決めるための回帰式に照らしあわせると、結果として若干低めの設定負荷量であったことがわかる。従って今回の負荷量の設定では、各被験者で最大限の運動能力を引き出せたとは言い難いが、得られたパワーデータの再現性は高く、テスト方法としての信頼性は確認されたと言える。またこのテストが、本当に片麻痺患者の無酸素パワーを評価しているかといった妥当性に関しては、短時間のパフ

パフォーマンスとの相関から検討した。結果として瞬間的なパワーを必要とし、無酸素性の課題と考えられる最大スピードでの連続 5 回の立ち上がり時間と平均パワーが有意な相関を示した一方で、短時間の課題ではあるが、あまり瞬間的なパワーを必要とせず、無酸素性の課題とは考えられない 10m 最大速度歩行時間とは相関が得られなかった。このことは、9 秒の片麻痺用ウインゲートテストが片麻痺患者の無酸素性パワーを評価している妥当性を示す一つの証拠になるものと考えられる。

## 【文献】

- 1) Inbar O, Dotan R, Bar-Or O: Aerobic and anaerobic components of a thirty-second supramaximal cycling task. *Med Sci Sports Exerc* 1976;8:S51
- 2) Kavanagh MJ, Jacobs IJ, Pope D, Hermiston A: The effect of hypoxia on performance of the Wingate anaerobic power test. *Can J Appl Sports Sci* 1986;11:22P
- 3) Inbar O, Bar-Or O: The effects of intermittent warm-up on 7-9 year-old boys. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1975;34:81-89
- 4) Hebestreit H, Mimura K, Bar-Or O: Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. *J Appl Physiol* 1993;74:2875-2880
- 5) Bar-Or O: The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med* 1987;4:381-394
- 6) Stone MH, Sands WA, Carlock J, Callan S, Dickie D, Daigle K, Cotton J, Smith SL, Hartman M: The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *J Strength Cond Res* 2004;18:878-884
- 7) Dotan R, Bar-Or O: Climatic heat stress and performance in the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1980;44:237-243
- 8) 岩田学、近藤和泉、細川賀乃子、相馬正始、Rebecca Martin Henry、Oded Bar-Or : 小児の無酸素性パワーに対する低温暴露の影響. *リハ医学* 2001 ; 38 : 981-985
- 9) Tirosh E, Bar-Or O, Rosenbaum P: New muscle power test in neuromuscular disease. Feasibility and reliability. *Am J Dis Child* 1990 ;144:1083-1087
- 10) Parker DF, Carriere L, Hebestreit H, Bar-Or O: Anaerobic endurance and peak muscle power in children with spastic cerebral palsy. *Am J Dis Child* 1992;146:1069-1073
- 11) Fehlings D, Vajsar J, Wilk B, Stephens D, Bar-Or O: Anaerobic muscle performance of children after long-term recovery from Guillain-Barre syndrome. *Dev Med Child Neurol* 2004;46:689-693
- 12) Dotan R, Bar-Or O: Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1983;51:409-417
- 13) Evans JA, Quinney HA: Determination of resistance settings for

anaerobic power testing. Can J Appl Sport Sci 1981;6:53-56

14) Patton JF, Murphy MM, Frederick FA: Maximal power outputs during the Wingate anaerobic test. Int J Sports Med 1985;6:82-85

15) Vandewalle H, Peres G, Monod H: Standard anaerobic exercise tests. Sports Med 1987;4:268-289

16) Van Mil E, Schoeber N, Calvert RE, Bar-or O: Optimization of force in the Wingate Test for children with a neuromuscular disease. Med Sci Sports Exerc 1996;28:1087-1092