

学 位 論 文 題 名

小児期体力の臨床的評価法と臨床
及びスポーツ医学への応用

学位論文内容の要旨

I 目 的

スポーツ医学的研究は現在注目をあびてきているが、発育期小児においてはその研究はいまだ少なく、小児の体力の客観的評価法も確立されていない。そこで、成人では確立している体力即ち有酸素運動能の測定法を小児に応用し、臨床検査上容易に行い得る方法を考案し、その正常値を確立し、臨床に応用した。また、無酸素運動能も測定して、両運動能を合わせた小児の総合的体力発達の特徴を検討した。さらに、小児の日常活動性の定量化を試み、発育期スポーツ医学周辺における問題点を考察した。

II 対象と方法および結果

1. 有酸素運動能の測定

有酸素運動能の指標として最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)と Physical Working Capacity (PWC) を用い、成人において確立されている Åstrand の方法(負荷量と $\dot{V}O_2$ の回帰式より $\dot{V}O_2\max$ を求める方法) を応用した。小児用の回帰式を作成するために、8-12歳の健康小児16名(男児7名、女児9名)を対象として自転車エルゴメーターによる心拍数を指標とした3段階運動負荷法を行い、ペダルの負荷と回転数より負荷量を求め、chest 社製 Metaboler RS-1100H を用いて $\dot{V}O_2$ を測定した。両者は相関関係にあり、 $\dot{V}O_2\max = 16.6 \times \text{最大負荷量} + 257$ ($r = 0.982$) の回帰式が得られた。

この式を用いて、6-15歳の健康小児112名(男児64名、女児48名)を対象して $\dot{V}O_2\max$ と PWC を測定した。まず、各個人で負荷量と心拍数の関係式を作成し、最大心拍数(=220-年齢)を惹起させる最大負荷量を求め、前述の回帰式より $\dot{V}O_2\max$ を算出した。PWC は最大心

拍数の75%を惹起し得る負荷量と定義し求めた。結果は男女それぞれ、推定 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{kg}$ 値は $62.3 \pm 12.6 \text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$ ($m \pm \text{SD}$), $53.8 \pm 12.8 \text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$, PWC/kg 値は $2.40 \pm 0.35 \text{ Watt}/\text{kg}$, $1.99 \pm 0.46 \text{ Watt}/\text{kg}$ であった。両値とも男児の方が女児より高値を示しており、また男女とも成人より高値であった。

2. 運動負荷テストとメディカルチェックへの臨床応用

8-15歳のスポーツ少年団員30名(男児26名, 女児4名)と6-11歳の川崎病罹患後小児16名(男児7名, 女児9名)を対象に前述の運動負荷により、メディカルチェックと同時に有酸素運動能を測定した。全員、心拍数は目標に近い値が得られ呼吸数や血圧の反応は正常であり、川崎病後小児においては推定 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{kg}$ と PWC/kg 値は健康対照群と差はなかった。また、スポーツ団員12名中9名で4カ月のトレーニング後に有意な上昇を認め、体力増強効果があったことが示唆された。

3. 肥満治療への応用

①6-14歳の肥満児22名(男児10名, 女児12名)における有酸素運動能は、男女それぞれ、推定 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{kg}$ は $32.8 \pm 7.1 \text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$, $36.8 \pm 5.8 \text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$, PWC/kg 値は $1.18 \pm 0.26 \text{ Watt}/\text{kg}$, $1.43 \pm 0.32 \text{ Watt}/\text{kg}$ であり、健康対象群に比べ著明に低値を示していた。②有酸素運動能の低下は肥満児の重要な問題点であると考え、治療に有酸素運動を中心とした運動療法を採り入れ、減量と共に体力の増強を試みた。運動種目には自転車エルゴメーター、トレッドミル、階段昇降、縄跳びの4種目を選び、運動強度は有酸素運動域である60-80%HRmax を目標とした。4種目の運動中の心拍数の変動をみると、前2種目は容易に目標域に維持され肥満の運動療法に適する思われた。③治療4週間後には有酸素運動能は全員で正常範囲内に到達し、平均体重減少率は $8.4 \pm 2.6\%$ であり、良好な結果が得られた。

4. 小児期の無酸素運動能の測定

7-15歳の健康小児20名を対象として、無酸素運動能を測定した。2kp ずつ増量する3段階負荷に対し10秒間の全速力ペダリングを行わせ、回転数が120回転/分以上になるように調節した。無酸素パターンは負荷量(X)と回転数(Y)の関係から $\text{Power} = XY = a(X + b/2a)^2 - b^2/4a$, $\text{peak power} = b^2/4a$ により求めた。小児では $5-7 \text{ Watt}/\text{kg}$ であり年齢依存傾向を示していた。

5. 一般小児の日常活動性の定量

3-15歳の健康小児340名を対象として1日の歩数を歩数計を用いて測定した。3-6歳の幼児期では男女とも約20,000歩であった。男子では6-12歳で、女子では5-6歳でピークとなっ

た後は年齢と共に低下傾向を示していた。また、21名において心拍数モニター計を用いて1日の心拍数の変動を測定し、運動強化とその活動時間から活動性を定量化し分析した。心拍数が有酸素運動領域である60%HRmax以上となる時間帯は小学生では男子で約2-3時間、女子では1時間弱と明らかに男女差を認めるが、中学生では男女とも殆どなくなり、生活パターンの変化による影響が大きいと考えられた。

6. 小学生の遊びとスポーツ活動の現状調査

小学生500人を対象にして遊びやスポーツの内容についてアンケート調査を行った。男子で見ると低学年では友だち同士による遊び程度のものであり、高学年になると地域のクラブ組織による活動が増えていた。女子においては戸外での活動は比較的少なく、年齢と共に身体活動量の少ない遊びに変わっていく事が特徴的であった。

Ⅲ 考 案

今回の有酸素運動能の測定方法の特徴は、心拍数を指標にして各個体に対して相対的に同強度の運動負荷をかけ、さらに回帰式を用いることで最大負荷をかけずに測定が可能な点であり、従来の all-out による方法に比べ年少児でも安全かつ容易に行い得ると思われた。得られた $\dot{V}O_2\max$ や PWC 値は、他の報告と比較すると若干高い傾向にあったが、性差・年齢との関係は一致していた。また本方法は測定と同時にメディカルチェックや肥満治療にも応用できることなどから臨床上有用な方法であると思われる。

今回得られた結果から小児の体力発達の特徴をみると、有酸素運動能は思春期前で最も高く、無酸素運動能は年齢に依存していた。各小児において両者は相関があると言われており、両体力の発達を促進する為には思春期前からオールラウンドに身体を使えるような運動や多種にわたるスポーツ活動を推進してゆくのが好ましいと思われる。しかし実際には、日常活動性は生活様式とも深く結びついているため心肺機能が最も発達する前思春期に低下しており、スポーツ活動も特定の種目を組織に所属して行う児が多く、小児の健康を維持増進するための運動やスポーツの重要性を再確認する必要があると思われた。

Ⅳ 結 論

小児における体力の評価法を確立し、臨床及びスポーツ医学へ応用した。

1. 自転車エルゴメーターを用いて、年少小児でも容易に行い得る有酸素運動能の測定法を考案した。小児における負荷量と $\dot{V}O_2$ の回帰式： $\dot{V}O_2\max = 16.6 \times \text{最大負荷量} + 237$ を作成し、

心拍数を指標とした3段階運動負荷方法により最大負荷をかけずに測定が可能となり、安全かつ容易な方法であると思われた。

2. $\dot{V}O_2\max$ や PWC 値は、健康小児では男子・思春期前の時期・均整のとれた体格の児が高値を示しており、肥満児では著明に低下していた。また、本方法は両値の測定と同時にメディカルチェックや肥満児の運動療法などの臨床応用も行うことができ有用であると思われた。

3. 小児の無酸素運動能は年齢に依存して発達していた。

4. 有酸素運動能は思春期前で最も高くなるにも拘らず、現状では日常生活の活動性が低下しており、このことは発育期スポーツ医学の問題点の一つであると思われた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 松 本 脩 三
副 査 教 授 齊 藤 和 雄
副 査 教 授 宮 崎 保

田宮氏のこの度の研究は、発育期小児で容易に行い得る有酸素運動能の測定法を考察し、その正常値を確立し、メディカルチェックや肥満治療などその臨床応用を試みたものである。また、無酸素運動能も測定し、小児の総合的体力発達の特徴を検討するとともに、日常活動性の定量化を行い、同時に発育期スポーツ医学の最近の問題点をも考察した。

有酸素運動能は、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) と Physical Working Capacity (PWC) を指標として表わされた。Åstrand の方法により小児用に作成した負荷量と $\dot{V}O_2$ の回帰式及び自転車エルゴメータによる3段階漸増負荷法から各個人の負荷量を求め、それと心拍数の関係式及び最大心拍数から、 $\dot{V}O_2\max$ と $PWC_{75\%HR\max}$ を算出した。6-15歳の健康小児112名(男児64名、女児48名)において男女それぞれ、推定 $\dot{V}O_2\max/\text{kg}$ 値は $62.3 \pm 12.6 \text{ ml/kg/min}$ ($m \pm \text{SD}$)、 $53.8 \pm 12.8 \text{ ml/kg/min}$ 、 PWC/kg 値は $2.40 \pm 0.35 \text{ Watt/kg}$ 、 $1.99 \pm 0.46 \text{ Watt/kg}$ であり、両値とも男子が女子より高く、又男女とも成人より高値であった。

この有酸素運動能の測定は同時に、運動負荷テストとして各種環境系の反応を調べることも容易であり、特にスポーツ選手ではメディカルチェックやトレーニングによる体力増強効果の判定に有用であった。また、肥満治療に有酸素運動を中心とした運動療法を取り入れる際に運動強度

を60-80%HRmax を目標としたが、自転車エルゴメーターを用いると各個人で得られた心拍数と負荷量の関係に基づいて至適負荷量を設定する事ができ、容易に目標域を維持することができ、減量および体力増進効果を得る上で有効であった。

今回の研究の主な特徴は年少小児でも容易に行いうる有酸素運動能の測定方法を考案したことである。すなわち心拍数を指標にして各個体に対して相対的に同強度の運動負荷をかけ、さらに回帰式を用いることで最大負荷をかけずに測定が可能な点であり、従来の all-out による方法に比べ年少小児でも安全かつ容易に行い得る方法である。この方法はまた測定にメディカルチェックや肥満治療にも応用することができ、臨床応用上有用性が高いと判断された。

無酸素運動能は Force-velocity test の理論により測定したところ7-15歳の健康小児20名で約5-7 Watt/kgであり、従来の報告通り年齢依存傾向を示していた。このことから小児の体力発達は、有酸素運動能は思春期前で最も高いが、無酸素運動能は年齢依存性で幼小児では未熟であるのが特徴的である。両運動能の発達を促進する為にはオールラウンドに身体を使えるような運動や多種にわたるスポーツ活動が好ましいが、小児期特に幼小児では有酸素運動を主体とした楽しめるものが適しており、瞬発力や筋力などの無酸素運動を要する種目は思春期を過ぎてから取り入れるのが望ましいと考えられた。しかし、日常活動性の現状では遊びの中での有酸素運動は少なくその活動性は前思春期に低下しており、この点が小児スポーツ医学における問題点の一つであると考えられた。

以上、田宮氏が今回行った研究の中、自転車エルゴメーターを用いて、年少小児でも安全かつ容易に行い得る有酸素運動能の測定法を考案した点、およびこの方法は $\dot{V}O_2\max$ や Physical Working Capacity の測定と同時にメディカルチェックや肥満児の運動療法などの臨床応用にも有用性が極めて高いことなどの点から学位論文として評価し得るものと判断された。副査の斉藤和雄教授および宮崎保教授から専門的な立場からそれぞれ数問の質問があり、討議が重ねられたが、いずれに関しても極めて妥当な答がなされたものと判断された。