

運動発達障害児の体力特性とその測定方法に関する研究

—全身持久力の測定方法について—

(中間報告)

札幌医科大学大学院 大須田 祐 亮

The study of the specific character of the physical fitness of children with motor developmental disorder and the method that measures them

— about cardio-respiratory fitness —

(A Progress Report)

Sapporo Medical University Yusuke Osuda

はじめに

運動発達障害児の体力測定の必要性

わが国の運動発達障害児に対する理学療法(以下、PT)は、運動学習を重視した治療技法が主流として行われてきた。しかし、これらの治療法には患児の筋力や持久力などの力が心身機能・身体構造と切り離されて考えられてきた背景がある。そのため、このような力を包含する「体力」という概念が運動発達障害児の臨床場面で扱われることは少なく、運動発達障害児に対してPTを行う上で、「体力」が問題点として重要視されてこなかった経緯がある(小塚 2005)。

一般的に考えて、体力の低下が日常生活に不利をもたらすことは容易に想像できる。リハビリテーション(以下、リハ)対象者の生命の質(QOL)の向上を目指す場合、そのリハの目的として体力の向上が挙げられることは少なくない。運動発達障害児では運動機能の低下が進むことで、二次的な運動量の低下、身体活動の低下、体力の低下を招くことが十分に予測される。また、そのような二次的な問題から児が持ちうる運動能力も低下するという悪循環につながることを予想される。よって、運動発達障害を有した状態でのQOLを考慮した場合、体力という問題は運動障害と同様に扱っていく必要がある。

子どもは本来、成長・発育とともに運動量が増加していき、筋骨格系や循環器系の機能も向上していくため、成長・発育期にある運動発達障害児を治療対象とする場合、活動や参加の拡大を目指していくためには、体力や運動能力についても積極的に評価を行い、継続的な変化を追跡することが重要であると考えられる。そうすることで、リハが日常生活にどのような変化を及ぼしたのかということ把握することが可能となり、運動発達障害児に対してリハを行うことの根拠にもつながると思われる。また、教育現場においても、学齢期は先に述べた成長・発育期と大部分が重なり合うため、定期的な体力測定の実施は医療現場と同様に必要性が高いと思われる。

よって複数の施設で簡便に実施が可能で、できる限り実際の身体運動に即した形式で測定される運動発達障害児の体力測定方法が必要であると考ええる。

全身持久力

持久力は一定のリズムと強度を持った運動(作業)を持続して遂行しうる能力、あるいは身体活動を疲労することなく、長い時間にわたって持続する能力として定義できる。このように持久力は動作の持続性において重要な要素となっており、身近な日常生活動作に影響を与えている(岡西 2001)。

全身持久力は呼吸循環系体力(cardio-respiratory fitness)とも呼ばれ、運動負荷試験を通じて測定される体力である。しかし、なんらかの身体障害を有する場合、運動の発現自体に制限を有するため、健常者ほど厳密に全身持久力を捉えることが困難であるという問題が存在する。全身の運動として現れてくるまでの過程で何らかの障害が存在する限り、体力は本来の姿から修飾されたものとして現れてくることになる。よって、もともと健常者を想定して設定された測定方法は、再検討する必要があるものと考えられる。

問 題

運動発達障害児の体力測定が抱える問題

現時点では、運動発達障害児の体力というものを客観的に評価する方法は、世界的にも確立されていないというのが現状である。この理由としては、運動発達障害児が持つ疾患特性、病型の違いによってそれぞれに現れる臨床像が異なるため、障害の程度が異なる運動発達障害児を統一された作業において、一律に比較することが困難であるということがあげられる。

通常、体力を評価しようと試みる研究では、その多くで運動負荷試験が行われ、指標には $\dot{V}O_{2max}$ が採用されることが多い。これまで運動発達障害児の体力について行われてきた研究においても同様の傾向が見られる。これは全身持久力の指標であることはもちろん、身体活動能力や健康度などを示す重要な評価項目として考えられるようになったことが大きく影響している。加えて測定法の信頼性や妥当性について多くの報告がなされ、良好な結果を示している(上月 2005)。

しかし、運動発達障害児に対して $\dot{V}O_{2max}$ の測定を行う上では、問題点も存在している。それは $\dot{V}O_{2max}$ 測定の大前提として、最大努力下、またはそれに準ずる状態である最大下努力下での持続的な運動を強いることである。上月は、肢体不自由者の呼吸循環系の検査を行う際には、多くの困難が付きまとうことについて言及している。第一に、四肢の運動機能が制限因子となって、通常の負荷方法を施行することが困難な上に、診断や評価に足るほどの負荷量がかけられないことが多く、そのため可能な運動負荷法は限られること。第二に、麻痺を有する場合、麻痺肢を用いる動作での運動効率が低下するため、運動負荷試験を通じて正確な呼吸循環応答を得られないことがあげられている(上月 1999)。

このように、 $\dot{V}O_{2max}$ 測定に存在する問題点などからも分かるように、運動発達障害児に対する運動負荷試験では、運動負荷をどのように設定するかという問題と、体力の評価指標として何を用いる

ことが適切なのかという問題が存在することがわかる。

運動発達障害児の体力を評価する指標

先行研究においては、CP児の体力測定の指標には運動負荷試験において再現性のある $\dot{V}O_{2max}$ を用いるのが妥当であるとしてよいようであることが述べられている(飛松 2003)。しかし、 $\dot{V}O_{2max}$ の測定には運動機器以外にも、呼気ガス分析器など特別で高額な機器を必要とするため、CP児が在籍する多くの施設で広く一般的に評価を行うことが困難である。また体力を評価する指標として、 $\dot{V}O_{2max}$ を用いることは前述のとおり、最大努力、またはそれに準ずる状態である最大下努力における持続的な運動を強いる必要があることは大きな問題となる。そのため $\dot{V}O_{2max}$ のように身体資源面から体力を捉える方法のみで、評価を行うことには限界があると考えられる。

そこで、運動発達障害児の体力を考える場合には、 $\dot{V}O_{2max}$ だけでなく、別の視点から体力を捉えた評価と併せて総合的に評価することが必要になってくる。すなわち、体力を生理的応答面から捉える評価の実施が必要になる。

体力を生理的応答面から評価する場合には、運動に要するエネルギー効率を評価指標として用いることが多く、Physical cost index (PCI), O_2 cost (E02), Physical working capacity at 75% HRmax (PCW at 75%HRmax)などの指標が用いられている。PCI, E02は単位あたりの仕事を行うために生体がいくらエネルギーを消費したかを示すものであり、この場合エネルギーとは酸素のことをさす。また、PCWは生体のエネルギー消費がいくらの仕事を生み出したかを示すものである。

E02はエネルギー効率を呼気ガスから直接計測するため、呼気ガス分析器が必要となるのに対して、間接的な測定指標であるPCIの測定では、特別な機器を必要とせず、計測者の特別な技術も必要としない点が大きな特徴である。さらに、この指標は歩行を運動課題としているため負荷量は自分の体重のみとなり、特別な技能を必要としないので、運動障害がある場合にも測定可能である。

以上のことから、CP児の体力測定をする際、生理的応答面の評価指標として、PCIの測定が適しているのではないかと考えられる。

PCIの測定方法

PCIは、心拍数を利用したエネルギー効率の指標として、MacGregor (1979)によって考案された。活動中の酸素摂取量と心拍数との間に直線的な関係が認められることを利用して、一定時間歩行した際のエネルギー効率を心拍数を用いて間接的に測定する指標で、以下の計算式によって算出される。

$$PCI \text{ (拍/m)} = \frac{\text{歩行時心拍数} - \text{安静時心拍数 (拍/分)}}{\text{歩行速度 (m/分)}}$$

PCIの信頼性・妥当性

PCIについてはその信頼性や妥当性について様々な報告がなされている。信頼性については、健常者を対象とした場合、再現性が良好であるという報告と乏しいという報告がある。Bailey (1995)は、15名の女性を対象者としてトレッドミル上でのPCIの測定において再現性が良好であった($r=0.868$)

ことを報告している。一方で, Hood (2002) は, 20 名の健常者と 17 名の脊髄損傷患者を対象に PCI の比較を行ったところ, 健常者において再現性に乏しかった ($ICC=0.744$) ことを報告している。

また, 妥当性については健常者において $\dot{V}O_{2max}$, E02, 代謝当量 (METs) との間に高い相関が報告されており, 脳血管障害や CP 児に対する装具療法, 運動療法の結果評価に用いられている。

しかし, CP 児を対象とした PCI 測定の信頼性および妥当性の検討について, Ijzerman と Nene (2002) は, 脳性麻痺者 12 名を対象として, 自由歩行において, 歩行による心拍数変動と歩行時心拍数それぞれの計測の信頼性が $r=0.66$, $r=0.62$ であったことを示しており, PCI の測定結果は同時に測定した E02 に比べて検出感度が低かった (それぞれ 69%, 32%) ことを示し, 臨床評価では PCI よりも E02 が推奨されると述べている。

しかし, この実験においては対象の病型が限定されておらず, 歩行器の使用などについても制限を設けていないなど, 改善すべき点が存在する。

そこで, CP 児に対する PCI の測定は, 実施方法および環境設定について再検討を行う必要があり, その測定方法について信頼性および妥当性が認められるか検討する必要があると思われる。

目 的

歩行可能な痙直型 CP 児を対象に, 実施方法について再検討を行った PCI の測定を行い, その信頼性と妥当性について検討を行う。

方 法

対象

北海道の養護学校および療育施設に在籍または入所, 外来通院する歩行可能な CP 児 (痙直型)。

PCI の測定手順

- 1) 測定機器装着後, 五分間安静座位を取り, 心拍数 (拍/分) を測定する。この値を安静時心拍数とする。
- 2) その後, 1 周 20m の 8 の字歩行路を 10 周自由歩行し, 所要時間と終了時の心拍数を測定する。終了時の心拍数を歩行時心拍数とする。
- 3) 歩行時心拍数と安静時心拍数の差の値を歩行速度により除した値を PCI (拍/m) とする。

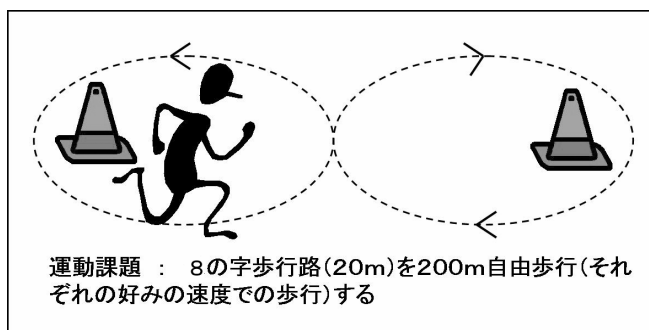


図1 PCI 測定模式図

PCI の信頼性の検討

疲労や運動学習の影響を除去するために、一回目の測定から1日以上間隔をおいて、改めて PCI を計測する。なお、使用機器、測定手順、測定条件は一回目と同様に行う。得られた一回目と二回目の結果との間に、どの程度の一致度が認められるか検証する。

PCI の妥当性の検討

PCI の測定中に携帯型呼気ガス分析器を装着し、E02 の測定を同時に行う。両者の結果の間に相関関係が存在するか検証する。

統計手法

PCI の信頼性については、級内相関係数 (ICC) を用いることとし、妥当性についてはピアソンの相関係数を用いて統計処理を行う。なお、統計処理には Dr. SPSS11.5 for Windows を用いる。

倫理的配慮

対象となる児およびその保護者に対して書面・口頭説明によるインフォームドコンセントを行い、承諾書への署名を得る。なお本研究は、札幌医科大学倫理委員会による承認を得た後に、研究活動を開始することとする。

現在の課題・今後の展望

PCI という指標は全身持久力を捉える上で、エネルギー効率というひとつの側面のみを表現しているにすぎない。よってこの PCI の測定結果のみでは、全身持久力の全てを評価することは出来ない。この指標以外にも全身持久力を捉える指標について様々な測定を行い、多角的に、かつ総合的に評価することが必要になってくる。

よって、この PCI というエネルギー効率を示す指標が、日常生活をおくる上でどのような活動と密接に関わりあっていくのかということについても深く調査する必要があると思われる。

今後は前述のとおり計画した研究活動に対する協力を、北海道内の養護学校および療育施設に呼びかけ、PCI が運動発達障害児の体力測定方法として、複数の施設で簡便に実施可能な方法として確立していくことにつながれば、本研究が持つ臨床的意義はより一層高くなるものと考え。

引用文献

- Bailey M.J.,Ratcliffe C.M.:Reliability of physiological cost index measurements in walking normal subjects using steady-state,non-steady state and post-exercise heart rate recording.Physiotherapy 81:618-623,1995
- Hood V.L., Granat M.H., Maxwell D.J.,et al.: A new method of using heart rate to represent energy expenditure: the Total Heart Beat Index. Arch Phys Med Rehabil. 83:1266-1273,2002
- Ijzerman M.J., Nene A.V.: Feasibility of the physiological cost index as an outcome measure for the assessment of energy expenditure during walking. Arch Phys Med Rehabil. 83:1777-1782, 2002
- 小塚直樹他：脳性麻痺児の体力特性とその測定方法。理学療法 22：242-248, 2005
- 岡西哲夫：持久力増強運動。吉尾雅春編。標準理学療法学 運動療法学総論 東京 p211-224, 2001.
- 上月正博：呼吸・循環。岩谷力，飛松好子編。障害と活動の測定・評価ハンドブックー機能から QOL まで。東京，南江堂，2005，p56-72.
- 上月正博：【運動障害者における心疾患への対応】 虚血性心疾患が問題となる場合 慢性期。Journal of Clinical Rehabilitation 8:324-332,1999
- 飛松好子：脳性麻痺者。総合リハビリテーション 31：735-738, 2003