

<研究資料 (査読なし)>

20m シャトルランテスト成績に影響する要因 —心技体の各側面との関係性に着目して—

佐伯 徹郎¹⁾, 谷地 笑奈²⁾
Tetsuro SAEKI, Emina YACHI

I. 緒言

20m シャトルラン (往復持久走) テスト (以後, シャトルラン) は, 室内で同時に多人数の全身持久力を評価することができるという有用性があり, 文部科学省 (以後, 文科省) の新体力テストの一項目として広く実施されている。持久力は, 時間や距離による全力での持久走 (5分間走や1500m走) でも評価できるが, それらと比べて, 漸増負荷法により徐々に強度が上がるシャトルランは, ペース配分などの走技術やモチベーションの影響が少なく最大心拍数に近づく追い込みをしやすいという利点もある¹⁾。

一方, シャトルランは一般的な持久走に比べて, ターン動作があり, 加速-減速を繰り返さなければならないという特性もある。そのために, シャトルランの成績には方向転換の技術や無酸素性パワーが影響し, その評価には注意が必要とされている²⁾。そして, ターン動作には個人や競技の特性が影響すること^{3), 4)} や, 加速-減速による脚への負担などが考えられる。また, 漸増負荷法はスタートからペース配分をしつつ全力で走る固定負荷法に近い持久走に比べて, 特に運動初心者では追い込みやすい⁵⁾ とはいえ, やはり, 徐々にきつくなってくるなかで, 前向き, 積極的な気持ちを持ち続け, 集中力を切らさず, 真の最大負荷 (最大心拍数) を達成するためには, モチベーションや強い意志力が必要になる⁶⁾。

ところで, 文科省の新体力テストは, 全国規模で, 特に小・中学校ではほとんどの児童・生徒を対象として実施され, 長年のデータの蓄積もあり, 体育・スポーツ領域において非常に有用な資料を提供しているといえる。運動・スポーツの実施状況や生活状況などとも関連付けた様々な分析評価もなされて⁷⁾, 体育・スポーツ関係者だけでなく, 広く一般への啓蒙にも役立っているであろう。しかし, それぞれの項目の値および総合評価 (合計得点) の優劣や推移に着目したものが多く, 項目間相互の関係に着目したものは少ないように思われる。例えば, シャトルランは, ターン動作があ

り, 加速-減速局面が繰り返される運動様式から, 反復横とびや50m走の優劣にも影響される場合が考えられる⁵⁾。おそらく学校体育の現場では, 感覚的, 経験的にそのような印象を持たれているかと思われるが, 実際にデータで確認し, 生徒に提示し, 解説を加えることは, とにかくきつくて頑張るしかないという印象を持たれがちなシャトルランに対して, 他の体力要因も関わってくる総合的な体力評価になることを理解させ, より積極的にチャレンジするように導けることが期待できるのではないだろうか。

体力には, 筋力・パワーに優れるタイプと持久力に優れるタイプが, 遺伝的・環境的要因によって存在し, 高いレベルで両立させることは困難である⁸⁾。しかし, 発育発達期にある児童・生徒はもちろん, 高校・大学でより専門的な体力強化に取り組むアスリートの場合であっても, 筋力も持久力も, マイナスの相互作用を少しでも抑えつつ, できることならば相乗効果で高め合うことを目指すことは大事な考え方と取り組みではないだろうか⁹⁾。このような考えに基づくと, 一般的に多くの児童・生徒が“別物”と考えるであろうシャトルラン (持久力) と反復横とび (スピード) などとの関係性について理解することは, 体力を要素的および統合的な両面から理解し, 各人の目的・目標に即した体力づくりをより合理的・効率的に実施するために有用になるものと考えられる。

そこで本研究では, シャトルラン成績 (持久力要素) と新体力テスト結果 (他の体力要素) との関係, さらに心技体の各側面に関する指標との関係を検討することによって, 持久力要素だけではないシャトルラン成績の評価法およびトレーニング法に関する基礎的知見を提示することを目的とした。

II. 方法

本研究の対象者は, おもに競技スポーツよりも健康や楽しみのための運動・スポーツに関する実践および指導について学修している女子体育大学健康スポーツ学専攻の2年生93名であった。対象者は, 専攻の専門教育科目 (選択) である「体力測定評価法」という授業を, 測定実技とその振り返りの講義とを繰り返す形

¹⁾ 日本女子体育大学 (教授)

²⁾ 日本女子体育大学 (助手)

資料1

年 月 日 ()

体力測定評価法 **実技ノート**：新体カテスト②（シャトルラン）

◆前回(体カテスト実技の振り返り)ノートのコメント集を読んだでの意見・感想を書く。

RPE(主観的強度)

- 19…非常にきつい
- 18
- 17…かなりきつい
- 16
- 15…きつい
- 14
- 13…ややきつい
- 12
- 11…楽である
- 10
- 9…かなり楽である

◆コンディションチェック：◎-○-□-△-×

体調	意欲	就寝時刻	起床時刻	熟睡感	朝食	安静HR	特記事項

◆W.up記録

◇記録者氏名…

※集中度や代謝上がっているか、動けるようになってきたか…

内容	心拍数 (直後)	きつさ(RPE) 呼吸 筋 心	評価(4段階…◎○□△)		
			意識	体温	心拍 動作
実施者本人コメント	記録(観察)者コメント				

◆「新体カテスト」実技記録：20mシャトル ※終了直後HR測ったら、20mを1往復(40m)歩くこと！（再HRも!）その後ストレッチ

①実施者氏名…

◇記録者氏名…

時刻	記録:折り返し数 / レベル	得点	最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	心拍数(HR)		RPE(ラスト)		評価(4段階…良い◎○□△イマイチ)			
				終了直後	20m*2W後	呼吸	筋	心	ターン	諦め	応援力
	/	点									
実施者本人コメント				記録(観察)者コメント							

②実施者氏名…

◇記録者氏名…

時刻	記録:折り返し数 / レベル	得点	最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	心拍数(HR)		RPE(ラスト)		評価(4段階…良い◎○□△イマイチ)			
				終了直後	20m*2W後	呼吸	筋	心	ターン	諦め	応援力
	/	点									
実施者本人コメント				記録(観察)者コメント							

<全体的な意見・感想> ※2人の比較・考察なども

◆実施順:①番目…自信ナシ//②番目…やや自信アリ

◆この記録紙についての意見・感想を書く。(良い点、改善点、留意点、注意点など)

クラス: _____ 学籍番号: _____ 氏名: _____	“お手伝い”内容
----------------------------------	----------

本日の授業についての意見・感想など

◆次回、教室。「実施要項」忘れずに!

式により受講し、授業内で実施された文科省の実施要項¹⁰⁾による新体力テストに参加した。新体力テストの実施にあたっては、留意点・注意点について十分に理解させ、授業ではあるが自由意思の参加であることを伝えた。

新体力テストは、文科省の要項に従って実施した。シャトルランに関しては、授業独自の記録紙（資料1）を用いて、折り返し回数だけでなく、心技体の各側面を評価することを試みた。心拍数は、各実施者の終了直後に触診にて10秒間計測し、6倍した1分間値を記録した。なお、シャトルランでは必ずしも最大心拍数に達しているわけではないので、結果の分析には「最高心拍数」という用語を用いた。RPE（Ratings of Perceived Exertion：主観的運動強度）は、ボルグのスケール¹¹⁾を用いて、呼吸、脚筋、心の感覚的なきつさを評価した。さらに、ターン動作の上手さ（技術）に関する主観的指標として「ターン」を、全力発揮度（メンタル面）の主観的な指標として「諦め」「応援力」などの項目を設け、それぞれ自己および他者（記録者）による4段階で評価した。

本研究の対象者は体育大生なので、一般の学生に比べて、体力・運動能力に関する理解や感覚に優れていて、テスト結果を分析評価する際に実践的に参考となる運動感覚的な記述も期待できると考えた。そこで、記録紙に記載されたコメント（実施者および記録（観察）者）から、ターン動作（技術）、脚筋の疲労感、メンタル面に関連する典型的なコメントも抽出した。

得られたデータから、シャトルランの成績（折り返し回数）と各測定値および各評価指標との相関係数を算出し、有意性は1%水準で判定した。

Ⅲ. 結果および考察

1. 20mシャトルラン成績と新体力テスト結果について

表1に、20mシャトルラン成績と新体力テストの各値の平均値および標準偏差と、それらの相関係数を示した。各テストの平均値は、12～19歳および20～64歳の新体力テスト得点表における6～10点の範囲にあり、上体起こしはいずれの年齢区分でも10点満点を示し、体幹の筋力・筋持久力に優れる集団である

といえた。しかし、アスリートレベルにあるとはいえない集団であろう。このことは、本研究の対象者が、高校まではスポーツ系の部活動に熱心に取り組んできているが、大学では競技スポーツよりも健康目的の運動・スポーツに関する学修を専攻し部活加入率も低い傾向にある女子体育大生としての特性と一致するものと考えられる。以降の考察では、このような特性を有する対象者であることを前提にする必要がある。

20mシャトルラン成績と新体力テスト結果との間には、反復横とびおよび上体起こしとの間に有意な相関関係が認められた（表1）。このことは、反復横とびを指標とするスピード・敏捷性や、上体起こしを指標とする筋力・筋持久力に優れることが、シャトルラン成績を良くすることに貢献する可能性を示すものである。

反復横とびとの関係性については、シャトルランの運動様式が、ターン動作を有し、加速-減速局面が繰り返されることが理由の一つとして考えられる。このことは、土居ほか⁵⁾が、持久走能力の高い者ではシャトルランの成績が5分間走の成績を下回る理由として繰り返し動作等を挙げていることから推察される。このような繰り返し（ターン）動作、すなわち方向変換動作には、下肢筋群の素早い伸張後の短縮でより大きな力を発揮できるストレッチショートニングサイクル（SSC）能力の優劣も影響している可能性が示されている³⁾。シャトルランでのSSCは、ラスト数回の折り返し局面以外は、最大下での力発揮になるが、反復横とびのような全力でのSSC能力に必要とされる体力と技術に優れることは、前半から中盤での余力につながり、そのことがシャトルラン成績を高めることに貢献しているのかもしれない。このことは、表2に示したような「折り返しがきつい。瞬発系の力も必要だと思う」「上半身も上手く使えば、脚の負担を減らせよう」というコメントからも推察される。このメカニズムについては今後さらに検討する必要があるが、児童・生徒に対して、このような動作特性をわかりやすく説明し、ターン動作とSSC特性について理解を促しコツをつかませることによって、シャトルランの成績を上げることが期待される。したがって、反復横とびの能力を高めることは、持久力を高めることにつながる可能性もあり、総合的な体力向上にとっても有用

表1 20mシャトルラン成績と新体力テスト結果との関係

項目	20m シャトルラン (折り返し数)	握力 (kg)	上体起こし (回)	長座体前屈 (cm)	反復横とび (回)	立ち幅とび (cm)
平均値	70.1	29.2	29.0	50.5	52.3	188.6
標準偏差	19.6	4.6	5.0	9.5	5.6	16.1
12～19歳得点	8	7	10	7	9	7
20～64歳得点	10	6	10	7	10	8
相関係数	-	0.244	0.415 *	0.069	0.410 *	0.211

※「得点」…文科省新体力テスト得点表（10点満点）による

* : P<0.01
n = 93

表2 シャトルランテストにおける対象者のコメント例

<p>ターン動作に関して 「折り返しがきつい。瞬発系の力も必要だと思う」 「ターンが下手で、特に減速で無駄な力を使ってしまった」 「上半身も上手く使えば、脚の負担を減らせよう」</p>
<p>脚筋の疲労感に関して 「心拍数は200を越え、脚もパンパンになったので、全力出せたと思う」 「呼吸より脚のきつさに限界を感じた」</p>
<p>記録者（応援者）のコメント 「ラスト、しっかり粘っていた」 「呼吸がとても上がっていたが諦めずに走り続けた」</p>
<p>その他 「シャトルラン、嫌だったけど、自分を知れる良い機会だと思えた」</p>

と考える。

上体起こしとの関係性については、体幹の筋力・筋持久力に優れることが、ランニング動作そのものに対して、前半では余裕度を高め効率良く走ることに、後半では解糖系のエネルギー供給も高まる強い疲労状態にある中で、さらに追い込み最大心拍数に近づけることに貢献するなどの可能性が考えられる。このような可能性については、佐伯ほか¹²⁾が、最大酸素摂取量が出現するような最大走運動の後半局面において、乳酸の増加量が多いほど酸素摂取量の増加量も多いことを示している報告からも推察される。特に、最後の数ターンはメンタル的な側面にもかなり影響を受けることが考えられ、全力での30秒間という乳酸蓄積も伴う上体起こしにおいて、ラスト10秒間で強まる疲労感の中でペースダウンさせずに繰り返せるメンタル的な強さとも共通するのではないだろうか。このことは、表2に示したような「ラスト、しっかり粘っていた」「呼吸がとても上がっていたが諦めずに走り続けた」といった記録者（観察者）のコメントからも推察される。反復横とびと同様、これらの推察についてはさらに検討が必要だが、体幹の筋力・筋持久力は多くの運動・スポーツに重要となる体力要素と考えられ、実施者に、そこを鍛えることがシャトルランによる持久力評価を高めることにもつながることを説明・理解させることによって、総合的な体力づくりに積極的に取り組むことが期待される。

2. 20mシャトルラン成績とコンディションおよび主観的評価指標との関係について

表3に、20mシャトルラン成績とコンディションおよび主観的評価指標との関係を示した。シャトルラン成績と、シャトルラン終了直後の心拍数（最高心拍数）および脚筋のRPEとの間には、有意な相関関係が認められた。このことは、心拍数を高められること、脚筋に感覚的に高い負荷をかけられることが、シャトルラン成績を高める可能性を示すものと考えられる。その理由としては、ターン動作（技術、切り返し（SSC）動作）やメンタル面に制限されることなく、最大心拍

数に近いところまで負荷をかけられること、いわゆる追い込めることなどが考えられる⁵⁾。また、シャトルランは心肺機能に関連する全身持久力評価のテストではあるが、呼吸よりも脚筋に強い疲労感が生じ、それに耐えられること（いわゆる乳酸耐性など）が良い成績を示すことにつながるのかもしれない。このことは、表2に示した「心拍数は200を越え、脚もパンパンになったので、全力を出せたと思う」「呼吸より脚のきつさに限界を感じた」などのコメントからも推察される。したがって、シャトルラン成績を高めるためには、いかに最大心拍数に近づけられるか、そしてそのためにも脚筋のきつさ・疲労感に負けないでいかに追い込めるか、というようなテストに対するポイントを提示することが有効になるのではないかと。今後さらに、シャトルラン中の心拍数の最高値に影響する要因や、脚筋の疲労感に対する耐性の高め方などについて検討することは意義あるものと考えられる。

コンディション指標やターン動作、メンタル面に関する指標との間には、有意な相関関係は認められなかった（表3）。しかし、このような指標を用いた評価は、個々の実施者がより良いコンディションの中で、心技体をフル発揮することを目指したシャトルランへのチャレンジな取り組みのために有用ではないだろうか。さらには、そのような全力チャレンジの結果、心技体がフル発揮できたかどうかを客観的・主観的に

表3 20mシャトルラン成績とコンディションおよび主観的評価指標との関係（相関係数）

体調	意欲	睡眠時間	朝食
0.224	0.175	0.021	0.126
最高心拍数	呼吸RPE	脚筋RPE	心RPE
0.279 *	0.173	0.391 *	0.096
ターン	諦め	応援力	
0.066	0.001	0.153	

* : P<0.01
n = 93

評価することは、実施者のモチベーションを高め、テスト結果に対してもレベル・得点だけではない達成感、満足感、充実感を味わえることになるのではないだろうか。このようなことから、シャトルランをより有意義な体力テストにするためには、これらの指標を用いて評価することが有用になると考える。このことは、表2に示した「シャトルラン、嫌だったけど、自分を知れる良い機会だと思えた」というコメントからも支持されるものと考えられる。そして、西嶋¹³⁾が「(新体力テストについて) ずっと記録をつけ続ければ、自分自身の身体についてよく理解できるようになり、生涯スポーツへつながっていくだろう」と述べていることにも貢献できるのではないかと考えられる。今後さらに、シャトルラン成績だけでなく、他の体力テスト結果と、これらの指標との関係についても検討することは、総合的な体力づくりだけでなく、運動・スポーツにおける心技体を高め合える相互作用や相乗効果などについて理解・実感するためにも有意義といえよう。

3. より効果的なシャトルランの取り組み方に関する実践的示唆

本研究の結果から、シャトルラン成績には、反復横とびと上体起こしの優劣が影響する可能性が示された。また、最大心拍数に近づけられること、脚筋の感覚的なきつさの高いことなどが、より良い成績のための条件になる可能性も考えられた。

これらのことから、一般的に嫌われがちでモチベーションも高めにくいシャトルランであっても、持久力だけでなくスピードや筋力も関わっていて、技術的要素も関わるターン動作やメンタル面で制限を受けずに、いかに自分を追い込めるかという心技体トータルでフル発揮するチャレンジだということを伝え理解させることで、今まで考えられている以上に有意義な体力テスト項目の一つになるのではないだろうか。そして、シャトルランの成績を高めたいと考えた場合には、単に持久力を高めるトレーニングだけではなく、反復横とびのような動作・運動時間を用いたスピードトレーニングや体幹の筋力・筋持久力を高めるようなトレーニングに取り組むことが、シャトルランによる持久力評価をも高めることにつながるのではないだろうか。そのことによって、持久力だけでなくスピード・筋力も含めた総合的な体力向上が図られ、発育期に重要な基礎体力の養成、そして思春期以降専門的にスポーツに取り組む場合でも、より高いパフォーマンスを発揮するための土台になることが期待できるものと考えられる。

このような考えと取り組みを児童・生徒やアスリート、そして保護者や指導者などに伝え、理解してもらうことによって、新体力テストをより有効活用し、各人の運動・スポーツのより有意義な実践につながることを期待したい。

IV. まとめ

本研究では、シャトルラン成績と新体力テスト結果との関係、さらに心技体の各側面に関する指標との関係を検討することによって、持久力要素だけではないシャトルランの評価法およびトレーニング法に関する基礎的知見を提示することを目的とした。

対象者は、健康スポーツ学専攻の女子体育大生93名であり、20～64歳対象の新体力テストを実施した。シャトルランテストについては、終了直後の心拍数と、コンディションおよび心技体に関わる主観的評価指標も記録し、シャトルラン成績と各テスト結果および主観的評価指標との関係を検討した。

おもな結果は以下のとおりである。

- シャトルラン成績と反復横とびおよび上体起こしとの間に有意な相関関係が認められた。
- シャトルラン成績と最高心拍数および脚筋RPEとの間に有意な相関関係が認められた。

これらの結果は、シャトルラン成績には、反復横とびを指標としたスピード能力と、上体起こしを指標とした体幹の筋力・筋持久力の優劣が影響する可能性を示すものである。また、高い心拍数を示すこと、脚筋の主観的なきつさの高いことがシャトルラン成績を高める条件になる可能性を示すものである。

今後さらに、異なる対象者で検討すること、また、これらの関係性のメカニズムを明らかにすることなどの課題を解決することによって、より有効なシャトルランテストの活用法と、スピードや筋力を高めることが持久力を高めることにもつながるという相互作用・相乗効果をねらったトレーニング方法などについて、有用な知見が得られるものと考えられる。

文 献

- 1) 河野一郎 (1997) マルチステージ・20m シャトルラン・テスト. 体育の科学, 47: 879-883.
- 2) 高橋信二 (2016) 全身持久力テストとしてのシャトルランを再考する. 体育の科学, 66: 568-573.
- 3) 有賀誠司, 積山和明, 藤井壮浩, 小山孟志, 緒方博紀, 生方謙 (2013) 方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究 - 男子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力と方向転換能力との関連について -. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 25: 7-19.
- 4) 吉田雄大, 板谷厚, 高橋信二, 木塚朝博 (2015) 競技特性と個人差が20m シャトルランテストのターンにおよぼす影響. 体育測定評価研究, 15: 25-32
- 5) 土居聖也, 松村勲, 東畑陽介, 吉本隆哉, 金高宏文 (2012) 持久走のトレーニング処方ができる20m シャトルランテストの活用法 - シャトル数からVO2max相当の走速度を簡易に推定する方法の検討 -. スポーツパフォーマンス研究, 4: 192-203.

- 6) 古俣龍一 (2015) 持久的ランニング能力評価のための20mシャトルランテストの問題点—テストの動機づけと成績との関係について—. ランニング学研究, 26 : 15-31.
- 7) 文科省ホームページ:第2章 分析結果と取組事例. 平成27年度全国体力・運動能力, 運動習慣等調査報告書.
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1365111.htm (閲覧2017-11-24)
- 8) Crielaard, J. M. and Pimay, F. (1981) Anaerobic and aerobic power of top athletes. Eur. J. Appl. Physiol., 47 : 295-300.
- 9) 佐伯徹郎, 三本木温, 鍋倉賢治, 高松薫 (2004) 長距離走における無氣的トレーニングの役割について—有氣的能力を高める可能性に着目して—. 陸上競技研究, 59 : 2-12.
- 10) 文科省ホームページ: 新体力テスト実施要項.
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/002.pdf (閲覧2017-11-20)
- 11) Borg, G (1973) Percieved exertion: a note on "history" and method. Med. Sci. Sports Exer., 5:90-93.
- 12) 佐伯徹郎, 三本木温, 高松薫 (1998) 一定速度による無氣的・有氣的最大走行の後半局面における酸素摂取量の変化量と血中乳酸濃度の変化量との関係. 体力科学, 47 : 327-332.
- 13) 西嶋尚彦 (2015) 子どもの自己実現能力を伸ばす新体力テスト活用法の提案. ベースボールマガジン社, コーチングクリニック 2015年5月号, pp.4-7.