

下記論文に誤りがございました。ここに訂正させていただきます。

保健科学研究誌 第12号 p53 - 58.

栗下 剛・他：全身持久力評価としての20m Shuttle Run Testの protocolsを用いた
15m Shuttle Run Testの妥当性の検討.

P. 54 表1：各レベルにおける速度に誤りがございました。

誤)

レベル	速度(km/h)	移動距離(m)	合計(m)
1	6.3	105	105
2	7.2	120	225
3	7.2	120	345
4	8.1	135	480
5	8.1	135	615
6	9.0	150	765
7	9.0	150	915
8	9.9	165	1080
9	9.9	165	1245
10	9.9	165	1410
11	10.8	180	1590
12	10.8	180	1770
13	11.7	195	1965
14	11.7	195	2160
15	11.7	195	2355
16	12.6	210	2565
17	12.6	210	2775
18	13.5	225	3000
19	13.5	225	3225
20	14.4	240	3465
21	14.4	240	3705

説明: 15mSRTの protocols

正)

レベル	速度(km/h)	移動距離(m)	合計(m)
1	6.0	105	105
2	6.8	120	225
3	7.1	120	345
4	7.5	135	480
5	7.9	135	615
6	8.2	150	765
7	8.6	150	915
8	9.0	165	1080
9	9.4	165	1245
10	9.8	165	1410
11	10.1	180	1590
12	10.5	180	1770
13	10.9	195	1965
14	11.3	195	2160
15	11.6	195	2355
16	12.0	210	2565
17	12.4	210	2775
18	12.7	225	3000
19	13.1	225	3225
20	13.5	240	3465
21	13.9	240	3705

説明: 15mSRTの protocols

本論文は訂正後の protocolsで実施されているため、研究結果に変わりはありません。しかし、読者の混乱を招きかねない誤りであり、大変申し訳ありませんでした。以上のように訂正し、ここに謹んでお詫び申し上げます。

[原著]

全身持久力評価としての20m Shuttle Run Test のプロトコル を用いた15m Shuttle Run Test の妥当性の検討

栗下 剛¹⁾ 佐伯 裕介²⁾ 與座 嘉康³⁾

Validity of the 15 m Shuttle Run Test using the protocol of 20 m Shuttle Run Test for the
Assessment of Exercise Capacity

Tsuyoshi KURISHITA, Yusuke SAEKI, Yoshiyasu YOZA

- 1) 熊本機能病院 総合リハビリテーション部
- 2) 京都民医連中央病院 リハビリテーション療法課
- 3) 熊本保健科学大学 保健科学部 リハビリテーション学科 理学療法学専攻

和文抄録

【目的】 15m Shuttle Run Test (15mSRT) の最大運動能力評価についての妥当性を心肺運動負荷試験 (Cardiopulmonary Exercise Test : CPX) との関係から検討することである。**【方法】** 若年健常人29名に対し15mSRT と CPX を実施し, 15mSRT の移動距離と CPX による最高酸素摂取量 (peak $\dot{V}O_2$) との相関から妥当性を検討し, peak $\dot{V}O_2$ の予測式を求めその精度を確認し, 15mSRT の妥当性を検討した。**【結果】** 15mSRT の移動距離と CPX による peak $\dot{V}O_2$ に有意な相関 ($r=0.63$) が認められた。CPX による予測 peak $\dot{V}O_2$ (y) は, 15mSRT の移動距離 (x) との間に $y = 0.0106x + 20.855$ の関係があった。予測 peak $\dot{V}O_2$ と CPX による peak $\dot{V}O_2$ に比例誤差が認められたが, 平均誤差は0.33ml/kg/min であり, 臨床上耐えうる範囲であった。**【結論】** 本研究により15mSRT の最大運動能力評価についての妥当性が示唆された。

キーワード : 15m Shuttle Run Test ・ 心肺運動負荷試験 (CPX) ・ 妥当性 ・ 最大運動能力評価 ・ 酸素摂取量

I. はじめに

20世紀後半におけるわが国の保健医療対策は, “成人病の早期発見・早期治療”であり, 治療に重点がおかれてきたが, 本格的な高齢化社会の到来に備えて, 健康で活力のある社会を構築する必要に迫られてきた。そのため1978年から疾病の予防と健康増進を図るために, 「国民健康づくり運動 (第一次国民健康づくり対策)」が開始され, 中高年者の健康管理が注目されている。中高年者が健康で充実した日常生活を送る上で重要な点は一定の体力水準を維持することと言われている。体力を構成する要素のうち健康と関連が深いものとしては, 全身持久力,

筋力, 筋持久力などがあげられている。特に全身持久性の維持向上は重要な要素であり, 健康状態の指標の一つとして全身持久性を評価し, 各個人の適切な運動量を決定することは重要であると考えられている^{1, 2)}。

中でも, 20m Shuttle Run Test (以下, 20mSRT)³⁾ は, 文部科学省の新体力テストにおける全身持久性能力測定法として小学校, 中学校, 高等学校で実施されており⁴⁾, 10m Shuttle Walking Test (以下, 10mSWT)⁵⁾ は呼吸リハビリテーション分野において広く用いられている⁶⁾。しかし, 中高年者を対象に行うフィールドテストとしては, 運動負荷が20mSRT では大きく, 10mSWT では小さいという

問題があった。そこで、運動負荷を中高年者に適応させるため、10mSWT で用いられる10m コースを15m に修正し、歩行と走行を組み合わせた15m Shuttle Walk and Run Test (以下、15mSWRT)⁷⁾ が開発され、中高年者の全身持久性を評価する新しいフィールドテストとして報告されている^{8, 9)}。

しかし、三川ら⁷⁾の報告によると15mSWRT の最終ステージの酸素摂取量は、 $51.2 \pm 8.3 \text{ ml/kg/min}$ であり、松井ら¹⁰⁾の報告による中高年者の基準値30~46ml/kg/min をわずかに超えるだけであり、体力水準の高い中高年者を対象とした際に十分な運動負荷であるかは疑問であった。そこで、池之野ら¹¹⁾は、15mSWRT は10mSWT のプロトコルを用いており、最終レベルが12までであるのに対し、20mSRT は、スポーツ選手を対象に開発され、最終レベルが21であることに着目し、20mSRT のプロトコルを適応した15mShuttle Run Test (以下、15mSRT) を考案し、報告している。15mSRT は20mSRT よりも負荷が抑えられ、従来の15mSWRT の最終レベルである12以降も運動負荷試験が可能となり体力水準の高い中高年者にも適応可能である可能性が示された(表1)。しかし、15mSRT と心肺運動負荷試験(Cardiopulmonary Exercise Test : 以下、CPX) との関係は検討されていない。

表1

レベル	速度 (km/h)	移動距離 (m)	合計 (m)
1	6.3	105	105
2	7.2	120	225
3	7.2	120	345
4	8.1	135	480
5	8.1	135	615
6	9.0	150	765
7	9.0	150	915
8	9.9	165	1080
9	9.9	165	1245
10	9.9	165	1410
11	10.8	180	1590
12	10.8	180	1770
13	11.7	195	1965
14	11.7	195	2160
15	11.7	195	2355
16	12.6	210	2565
17	12.6	210	2775
18	13.5	225	3000
19	13.5	225	3225
20	14.4	240	3465
21	14.4	240	3705

説明：15mSRT のプロトコル

そこで本研究では、基礎的知見を得るために若年者健常者を対象に15mSRT の妥当性をCPX との関係から検討したので報告する。

II. 方 法

1. 対象

対象は若年健常者29名である(男性14名、女性15名)。年齢は 20.5 ± 0.7 歳(平均 \pm 標準偏差)、身長は $164.0 \pm 7.5 \text{ cm}$ 、体重は $55.9 \pm 6.6 \text{ kg}$ であった。なお、本研究は熊本保健科学大学ライフサイエンス倫理審査委員会の承認(疫24-43)を受け、全対象者に本研究の目的、方法、リスクなどを十分に説明し、文書にて同意を得て実施した。

2. 方法

対象者に15mSRT とCPX を3日以上の間隔を空け3週間以内に実施した。また、実施する順序は無作為とし、15mSRT は1回の練習を行った後にテストを実施した。なお、15mSRT およびCPX の実施前にテストについて十分なオリエンテーションを行い、最大限努力するように指示した。服装は動きやすい服装とし、必ず運動靴を着用させた。

15mSRT は1分ごとに速度が増加する漸増負荷試験であり、片道15mのシャトルコースを用い、文部科学省の新体力テスト⁴⁾における20mSRTの方法に準じて実施した。20mSRTのCDを再生し、一方の線上に立ち、電子音によりスタートする。次の電子音が鳴るまでに先の線に達し、その場で向きを変える。この動作を繰り返す。電子音の前に線に達してしまった場合は、向きを変え、電子音を待ち、電子音が鳴った後に走り始める。CDによって設定された電子音の間隔は、初めはゆっくりであるが、約1分ごとに電子音の間隔は短くなる。すなわち、走行速度は約1分ごとに増加していくため、できる限り電子音の間隔についていくようにする。終了基準は、2回続けてどちらかの足で線に触れることができなくなったときとし、電子音からの遅れが1回の場合、次の電子音に間に合い、遅れを解消することができればテストを継続させた。移動距離は達成したシャトル数に15mを積算することで算出した。CPXは呼気ガス採取用マスクを装着し、心拍数、呼吸数が安定するまで半座位エルゴメータ(ストレンジスエルゴBK-ERG-003)上で安静座位を取った。そしてペダル回転数を60rpmとし、無負荷で3分

間のウォーミングアップ後に、男性は毎分25watt、女性は15watt のランプ負荷法にて実施した。終了基準はペダル回転数が50rpm 以上を維持できなくなったとき、または予測最大心拍数 (220-年齢) の90%に到達したときとした。

15mSRT, CPX 両テスト中の最高心拍数 (以下, peakHR) は心拍数計 (POLAR ELECTRO CE 0537 N 2965:POLAR 社製) を用い、最高酸素摂取量 (以下, peakVO₂) はCPX 中のみ呼気ガス分析器 (METAMAX 3B:ドイツ・コールテックス社製) を用い、Breath by Breath 法にて測定した。15mSRT, CPX 両テストともに試験終了後の血圧および Borg Scale による自覚的運動強度 (息切れ感と下肢疲労感) を測定した。

3. 統計処理

15mSRT と CPX における peakHR, 血圧の差は対応のある t 検定を用い、自覚的運動強度の差を Wilcoxon signed-rank test にて比較検討した。15mSRT の移動距離と CPX による peakVO₂ の関係を Pearson の相関分析にて検討し、peakVO₂ の予測式を一次回帰直線に適用して求めた。そして予測式から算出した予測最高酸素摂取量 (以下, 予測 peakVO₂) と CPX で得られた peakVO₂ の系統誤差を Bland-Altman 分析¹²⁾ にて検討した。なお、統計ソフトは IBM SPSS Statistics (version 20) を用い、有意水準は 5% 未満とした。

Ⅲ. 結 果

15mSRT と CPX における peakHR, 終了時血圧および自覚的運動強度を表 2 に示す (表 2)。下肢疲労感には有意差を認めなかったが、peakHR, 血圧, 息切れ感に有意差を認めた。

15mSRT の移動距離と CPX による peakVO₂ の関係を図 1 に示す (図 1)。15mSRT の移動距離が長い者ほど、CPX による peakVO₂ も高く、有意な相関 (r = 0.63) が認められ、求められた一次回帰直線の式は、 $y = 0.0106x + 20.855$ であった。次に、一次回帰直線の式から算出した予測 peakVO₂ と CPX による peakVO₂ の Bland-Altman plot を図 2 に示す (図 2)。平均誤差は 0.33ml/kg/min であり、予測 peakVO₂ に占める平均誤差の割合は 0.92% であった。95% 信頼区間は -0.28~4.78 であり 0 を含み、加算誤差は認められなかったが、Bland-Altman plot に有

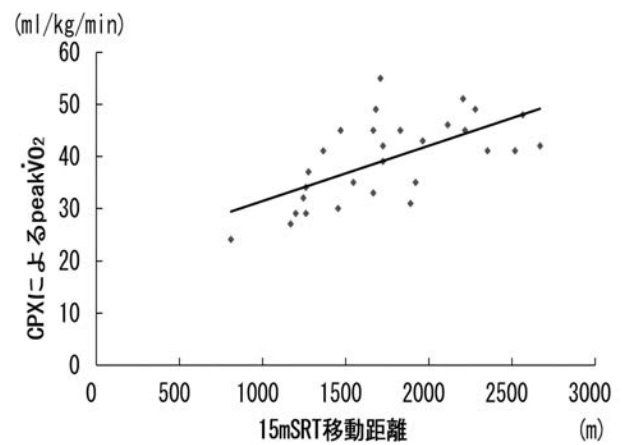
表 2

	15mSRT	CPX
peakHR (bpm) *	196.8 ± 9.5	172.9 ± 9.4
終了時 SBP (mm Hg) *	152.9 ± 13.5	164.2 ± 25.1
終了時 DBP (mm Hg) *	89.4 ± 13.2	63.7 ± 18.1
終了時息切れ感 (Borg) *	17 (15-20)	15 (12-18)
終了時下肢疲労感 (Borg)	17 (14-20)	17 (14-20)

* p < 0.05 平均値 ± 標準偏差 中央値 (最小-最大)
 peakHR: 最高心拍数 SBP: 収縮期血圧
 DBP: 拡張期血圧

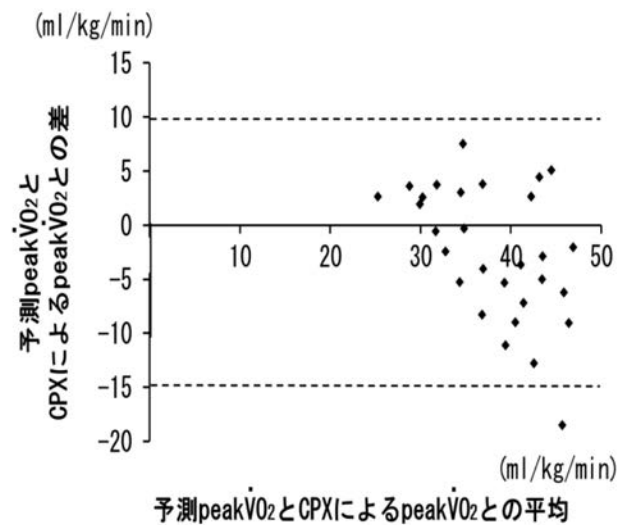
説明: 15mSRT と CPX における peakHR, 終了時血圧および自覚的運動強度

図 1



説明: 15mSRT 移動距離と CPX による peakVO₂ との関係

図 2



説明: Bland-Altman plot (15mSRT より算出した予測 peakVO₂ と CPX による peakVO₂ との差と平均)

意な回帰 ($r = -0.49$) があり、比例誤差が認められた。

IV. 考 察

本研究の結果は15mSRTにおける移動距離とCPXによる $\dot{V}O_2$ に有意な相関を認め、15mSRTにおける移動距離から $\dot{V}O_2$ が予測できる可能性を示唆している。

本研究では、15mSRTの妥当性の検討として、15mSRTとCPXによる $\dot{V}O_2$ との関係から同時的妥当性を検討した。同時的妥当性とは、既に妥当性が確認されている他の尺度を妥当性の外的基準とし、それらの相関関係を強弱によって評価される¹³⁾。15mSRTの移動距離とCPXによる $\dot{V}O_2$ の相関係数は $r = 0.63$ であった。一般的に $0.4 < r \leq 0.7$ の範囲内でやや強い相関とされ¹⁴⁾、15mSRTの妥当性が示唆された。

先行研究において10mSRTでは、距離をX軸にした場合、距離は加速度によって経時的に曲線的に増加するため、曲線的増加を示す酸素摂取量と高い直線性を示すという報告がある¹⁵⁾。これらより、本研究の15mSRTにおいても、距離をX軸にした場合、酸素摂取量は直線的に増加を示していると考えられる。したがって、一次回帰直線の式から酸素摂取量を予測する場合は、15mSRTの移動距離を用いることが望ましく、予測 $\dot{V}O_2 = 0.0106 \times \text{移動距離} + 20.855$ という予測式が導き出された。この予測式の精度を算出した予測 $\dot{V}O_2$ とCPXによる $\dot{V}O_2$ との系統誤差から検討した。系統誤差である加算誤差と比例誤差を弁別する方法の1つとして、Bland-Altman分析¹²⁾がある。加算誤差は測定値の大小にかかわらず、特定方向に生じる誤差である。統計学的には、2つの測定値の差の平均の95%信頼区間が0を含まない場合、測定値が一定方向に分布しているとして、加算誤差が存在すると判断される。対して、比例誤差は、測定値に比例して大きくなる誤差のことである。統計学的には、Bland-Altman plotの回帰の検定で有意とされた場合、比例誤差が存在すると判断される。今回、算出した予測 $\dot{V}O_2$ とCPXによる $\dot{V}O_2$ との差と平均において、95%信頼区間に0を含み、Bland-Altman plotに有意な回帰が認められたことから、加算誤差は認められなかったものの、比例誤差が認められ、

15mSRTの移動距離が長いほど、予測 $\dot{V}O_2$ とCPXによる $\dot{V}O_2$ の系統誤差が大きくなることが示唆された。しかし、予測 $\dot{V}O_2$ に占める平均誤差の割合は0.92%と小さいため、臨床的に許容できる範囲内であると考えられた。

以上より、健常若年者において15mSRTの妥当性が示唆された。しかし、15mSRTの移動距離から予測 $\dot{V}O_2$ を求める際には若干の系統誤差が生じる可能性があるため、十分考慮した上での臨床応用が重要と思われた。

本研究には若干の制限がある。15mSRTおよびCPX実施中のpeakHR、両テスト終了時の血圧、息切れ感に有意差を認め、呼吸循環応答にランダム誤差が示唆された。本研究ではCPXに半座位エルゴメータを用いたが、一般人を対象とした場合、トレッドミル走における $\dot{V}O_2$ を100%とすると、自転車エルゴメータでは82.0~97.0%となることが報告されており¹⁶⁾、フィールドテストの妥当性に関する先行研究においてもCPXにトレッドミルを用いているものが多い^{17, 18)}。また、CPXの終了基準に15mSRTの終了基準にはない目標心拍数を設けていたため、CPXにおいて症候限界まで運動負荷が与えられなかったことも考えられる。今後は15mSRT、CPXともに症候限界まで行えるようにCPXにはトレッドミルを用い、終了基準も同等に設定することが必要と思われた。また今回は、基礎的知見を得るために、対象者を20歳代の若年健常者で試みた。今後の展開として、中高年者を対象に15mSRTを実施し、その有用性を検討する必要がある。

V. 結 語

15mSRTにおける移動距離から $\dot{V}O_2$ が予測できる可能性が示唆された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご協力いただいた皆様に深謝申し上げます。

引用文献

- 1) 木村靖夫：ウィズエイジングの健康科学。昭和

- 堂, p178, 2010.
- 2) 厚生労働省：健康づくりのための身体活動基準 2013, <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852098520xple.html> (閲覧日2013年11月12日)
 - 3) Leger LA and Lambert J: A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2max . *European Journal Applied Physiology* 49:p1-12, 1982.
 - 4) 文部科学省：スポーツ, http://www.mext.go.jp/a_menu/a004.htm (閲覧日2013年11月12日)
 - 5) 日本呼吸ケア, リハビリテーション学会：呼吸リハビリテーションマニュアル-運動療法-第2版. 日本呼吸器リハビリテーションガイドライン作成委員会編, 照林社, p25-33, 2012.
 - 6) Singh SJ, Morgan MD, Scott S, et al: Development of a shuttle walking test disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax* 47 (12) :p1019-1024, 1992.
 - 7) 三川浩太郎, 北川知佳, 田中貴子, 他：新しい運動負荷試験15m Shuttle walk & Run Test による運動耐容能の評価の試み. *理学療法科学* 20 (1) : p7-12, 2005.
 - 8) Mikawa K, Senju H: Development of a field test for evaluating aerobic fitness in middle-aged adults: Validity of a 15-m Incremental Shuttle Walk and Run Test. *Journal of Sports Science and Medicine* 10 (4) :p712-717, 2011.
 - 9) Mikawa K, Yano Y, Senju H, et al. : Development of a Field Test for Evaluating Aerobic Fitness. *International Journal of Sports Medicine*:p346-350, 2012.
 - 10) 松井秀治：トレーナビリティからみた日本人の体力. 杏林書院, p185-218, 1977.
 - 11) 池之野有香, 松山友香, 三川浩太郎, 他：20m Shuttle Run Test のプロトコルを用いた15m Shuttle Run Test による全身持久力評価の試み. *理学療法科学* 29 (4) : p491-495, 2014.
 - 12) Bland JM, Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1 (8476) :p307-310, 1986.
 - 13) 古谷野亘, 長田久雄：実証研究の手引き. 株式会社ワールドプランニング編, 株式会社ワールドプランニング, p32-33, 1992.
 - 14) Guilford JP: Guilford's Rule of Thumb. Benjamin Fruchter, *Fundamental statistics in psychology and education*, McGraw-Hill, p40-41, 1956
 - 15) 有蘭信一, 北川知佳, 田中貴子, 他：慢性閉塞性肺疾患患者の運動耐容能評価法としての漸増シャトルウォーキングテストの妥当性. *日呼吸管誌* : p414-419, 2002.
 - 16) 山地啓司：改定最大酸素摂取量の科学, 杏林書院, p27-30, 2001.
 - 17) Singh SJ, Morgan MD, Hardman AE, et al: Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. *European Respiratory Journal*:p2006-2020, 1994.
 - 18) Leger LA, Gadoury C: Validity of the 20m shuttle run test with 1 min stages to predict VO_2max in adults. *Can J Sport Science* 14 (1) :p21-6, 1989.

(平成27年1月31日受理)

Validity of the 15 m Shuttle Run Test using the protocol of 20 m Shuttle Run Test for the Assessment of Exercise Capacity

Tsuyoshi KURISHITA, Yusuke SAEKI, Yoshiyasu YOZA

[Purpose] The purpose of this study was to investigate the usefulness of the 15m Shuttle Run Test (15mSWRT) modified the 20m Shuttle Run Test(20mSRT).

[Subjects] 29 healthy young volunteers.

[Method] The subjects performed the 15mSRT and CPX in random order. Usefulness of the 15mSWRT was tested by comparing the associations among the two test performance.

[Result] The correlation between the 15mSRT performance and CPX oxygen uptake was $r = 0.63$, and it was represented by the regression equation: $\dot{V}O_2 = 20.855 + 0.0106 \text{ distance}$. By Bland-Altman analysis, the few proportional error was showed in $\dot{V}O_2$ estimated from the 15mSRT and $\dot{V}O_2$ measured from portable metabolic system.

[Conclusion] These results suggest that the 15mSRT has usefulness as a simple test of endurance capacity.