

実践研究 共通体育「トリム運動」での障害学生 における体力向上の可能性：脊髄損傷者のトレー ニング効果について

著者	福田 崇, 坂本 昭裕, 齊藤 まゆみ, 澤江 幸則, 春名 純
著者別名	FUKUDA Takashi, SAKAMOTO Akihiro, SAITO Mayumi, SAWAE Yukinori, Haruna Jun
雑誌名	大学体育研究
号	38
ページ	21-28
発行年	2016-03
その他のタイトル	Review Articles Possibility of improvement of physical fitness for a disabled student in physical education class 'trim exercise' : Training effects of a spinal cord injury
URL	http://hdl.handle.net/2241/00138864

共通体育「トリム運動」での障害学生における
体力向上の可能性
～脊髄損傷者のトレーニング効果について～

福田 崇¹⁾, 坂本昭裕¹⁾, 齊藤まゆみ¹⁾, 澤江幸則¹⁾, 春名 純²⁾

**Possibility of improvement of physical fitness for a disabled student in physical education class 'trim exercise'
～ Training effects of a spinal cord injury ～**

Takashi FUKUDA¹⁾, Akihiro SAKAMOTO¹⁾, Mayumi SAITO¹⁾,
Yukinori SAWAE¹⁾, Jun HARUNA²⁾

Abstract

A few physically disabled freshmen have enrolled in T University every year. The characteristics in this university is that physical education classes (PE) are needed for graduation requirements. Therefore, PE center offers a variety of sport activities in each class. And one of them is called Trim exercise, which only if students who have physical or mental disorders can be accepted to take. The aim of this study is to find the possibility of improvement of physical fitness for a disabled student with a traumatic spinal cord injury in a PE class. We measured body weight, sebum thickness, circumferences and assumed body fat percentage for physical characteristics as well as sit-and reach, medicine-ball throw, pull-up, 50-meter sprint, 12-min. run, and maximal muscle strength of elbow flexion/extension muscles for motor functions before and after training programs for 7 weeks. It is composed of ten kinds of training programs including aerobic and muscle strength exercises. As a result, the student could reduce his assumed body fat from 39.3 % to 33.9 % and improve maximal muscle strength. In conclusion, disabled students may improve their physical fitness in a PE class even in once per week.

Key word: spinal cord injury, physical education class, training

1) 筑波大学体育系

2) アーセナルサッカースクール市川

1. はじめに

厚生労働省の報告する平成26年版障害者白書によると、本国の身体障害者数は393.7万人である。なかでも我が国の総人口に占める65歳以上の高齢化率は23.3% (90万人) に対して、65歳以上の身体障害者では68.7% (265.5万人) と著しく高齢化している⁽¹²⁾。障害者スポーツへの参加数を正確に把握することは難しいが、全体の約20～40%の身体障害者(推定約80～150万人)が1年間に何らかのスポーツ活動を行っている^(5, 11)。しかし、その実態は同じ人物の利用が多く、参加者の実態を反映しているとはいえない。また、障害者スポーツに参加する人の高齢化・重度化も大きな問題とされている⁽⁹⁾。さらに、日本の現状として、障害者がスポーツを実施するためのスポーツ施設の問題のみでなく、施設の管理運営、指導者の不足、施設へのアクセス、障害者の社会的・心理的側面などさまざまな問題が取り巻いている⁽¹¹⁾。とりわけ身体障害者のなかでも脊椎損傷者においては、運動不足・筋量不足・体脂肪率増加・HDL低下・有酸素能力の低下・情緒不安定などの多くの問題が報告^(4, 10, 17, 20)されており、定期的に運動を行うことが推奨されている^(4, 10, 22)。また、障害者スポーツは、障害者の健康増進という目的だけではなく、障害者の積極的な自立と社会への参加に対する期待が大きい⁽¹¹⁾。そのような背景はあるものの、2020年の東京オリンピック開催が決定し、東京パラリンピックにおける国別金メダルランキングでは世界トップ7を目標に掲げることが決定している⁽¹⁴⁾。障害者スポーツ振興に関する予算において、平成26年度(1,704百万円)に対して平成27年度(2,605百万円)では約150%もの予算の増額となっている。さらに平成28年度には更なる予算要求(4,298百万円)を見込んでいる⁽¹⁵⁾。このように競技スポーツとしての障害者スポーツを後押しする体制が急ピッチ

で整えられてきているが、生涯スポーツとしての障害者スポーツはいまだ発展途上という現状である⁽⁹⁾。

T大学では、共通体育は必修科目であり、さまざまなスポーツ活動から学生は科目を選択できる。毎年、数名の身体障害学生が入学していて、心身に何らかの問題を訴える学生には、すべての時間でトリム運動を配置している。トリム運動では、受講生の心身の状態を考慮した授業内容が準備されており、全ての学生が何らかのスポーツ活動に参加している。これまでに、障害学生の大学体育に関する実態調査はいくつか報告されている^(2, 8, 22)。しかし、私が調べた限りでは、大学の共通体育を通じた障害者と体力向上に関する報告は荒井らの報告⁽²⁾のみである。荒井ら(2006)は、障害学生に歩数計を装着して、授業の最初と最後の週では歩数が増加傾向にあり体育の授業を通して身体活動量が増えたことを報告している⁽²⁾。

大学の共通体育を通して、障害学生の体力向上を見込めるとすれば、卒業後のADL(日常生活動作)の改善や向上を期待できると信じる。そこで本研究の目的は、大学共通体育「トリム運動」を受講する障害学生における体力向上の可能性を見いだすこととする。

2. 対象および方法

2.1 対象

T大学の共通体育「トリム運動」を受講した運動習慣のない20歳の男子大学生1名を対象とした。対象は交通事故により第12胸椎破裂骨折による外傷性脊髄損傷を呈した。身体障害者等級は1級であり、両下肢機能を全廃している。本研究は筑波大学人間総合科学研究科倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号27-113)。

2.2 方法

介入前後の身体特性と運動機能の変化を比較するため、介入前後で測定を行った。介入前の

測定はX年9月11日、介入後はX年11月13日にそれぞれ行われた。介入として、X年9月18日～X年11月6日の期間で、全10種目を約1時間かけて週に1回のペースでトレーニングを行った。期間中、トレーニングが行えたのは計7回(9月18日、25日、10月2日、16日、23日、30日、11月6日)であった。なお、介入期間における介入以外のトレーニングは行わないものとした。また、食事制限は行っていない。オリエンテーション時に本研究の目的と方法、利益とリスク、個人情報の保護および参加の拒否と撤回について十分に説明を行った後に参加の合意を得た。

2.3 測定項目

身体特性評価として、体重、皮脂厚(上腕背部、肩甲骨下部、腹部)、周径囲(胸部、伸展位上腕部、屈曲位上腕部、腹部、殿部)を測定した。また、3点で測定した皮脂厚より長嶺(1979)の方法⁽¹³⁾に基づき、推定体脂肪率を算出した。続いて、運動機能評価として、長座体前屈、1kgメディシンボール投げ(以下MB投げ)(両手オーバーヘッドスロー、片手サイドスロー両側)、斜め懸垂(30秒間)、50m走、12分間走、肘関節伸展・屈曲最大トルク(60deg/sec、120deg/sec)を測定した。

2.4 トレーニングプログラム

筋力の向上を期待したプログラム、および有酸素能力の向上を目的としたプログラムを週1回、75分の授業時間で実施した。全10種目とも12RM(最大12回反復できる重さ)の負荷で、10回3セットをベースとして始め、運動負荷は漸増的に増やしていった。トレーニングプログラムは、ウォーミングアップ(Upper Body Cycle)5分間、ラットプルダウン(12RM、10rep X 3set)、トライセプスプルダウン(12RM、10rep X 3set)、ダンベルアームカール(12RM、10rep X 3set)、ベンチプレス(12RM、10rep X 3set)、腕立て伏せ(BW、12rep X

3set)、ダンベルショルダープレス(12RM、10rep X 3set)、1kgメディシンボール投げ(オーバーヘッド10球、サイド左右5球ずつ)、テニスボールキャッチ(10球)、15分間走を実施した(表1)。ベンチプレスと腕立て伏せ以外のトレーニングは車椅子で行った。15分間走は1周約110mのトラックを対象者自身が任意のペースにて車椅子で行った。車椅子からの乗降時、及びトレーニング機器のハンドル位置に手が届かない場合の介助やダンベルの受け渡しは教員が行うなど、トレーニング実施環境と学生の安全管理には十分な配慮をした。なお、これまでに障害者アスリートにトレーニング指導経験があり、日本体育協会公認アスレティックトレーナーの資格を有する教員と同資格を有する学生トレーナーがトレーニング指導を行った。

3. 結果

3.1 身体特性

介入前後の身体特性を表2、3に示す。

体重は、57.8kgから58.8kgと1.0kgの増加を示した。皮脂厚は上腕背部、肩甲骨下部、腹部がそれぞれ40.0mmから31.5mm、29.0mmから28.5mm、32.5mmから28.0mmと全ての部位において減少した。従って、推定体脂肪率は、39.3%から33.9%と5.4%の減少を示した(表2)。周径囲は、胸部で93.5cmから94.0cmと0.5cmの増加、伸展位上腕部で32.5cmから31.0cmと1.5cmの減少、屈曲位上腕部で34.0cmから33.0cmと1.0cmの減少、腹部で91.5cmから91.0cmと0.5cmの減少、殿部で90.0cmから88.0cmと2.0cmの減少を示した(表3)。

3.2 運動機能

介入前後の運動機能を表4、5に示す。

長座体前屈は、66.5cmから67.5cmと1.0cmの増加を示した。MB投げは、オーバーで6.10mから6.80mと0.70mの増加、Rサイドで6.60mから6.45mと0.15mの減少、Lサイドで5.65m

から 6.15m と 0.50m の増加を示した。斜め懸垂は、24 回から 39 回と 15 回の増加を示した。50m 走は、14.54 秒から 14.78 秒と 0.24 秒の遅延を示した。15 分間走は、1800m から 1750m と 50m の短縮を示した。肘関節屈曲・伸展の最大トルクは、右側の 60deg/sec では、伸展 38.9N-M から 52.9 N-M、屈曲 30.7 N-M から 78.1 N-M、120/sec では、伸展 36.6 N-M から 54.2 N-M、屈曲 30.7 N-M から 67.3 N-M と全ての運動方向、運動速度で増加を示した。また、左側の 60deg/sec では、伸展 37.8 N-M

から 43.8 N-M、屈曲 29.4 N-M から 66.3 N-M、120deg/sec では、伸展 33.7 N-M から 36.8 N-M、屈曲 31.2 N-M から 51.6 N-M と、右側と同様に全ての運動方向、運動速度で増加した。

4. 考察

大学の共通体育「トリム運動」を受講した 20 歳の男子大学生 1 名の身体特性と運動機能の変化を調査した。身体特性に関して、皮脂厚では、全ての部位でトレーニング介入後に減少した。特に、上腕背部と腹部においては顕著に

表1 トレーニングプログラム

トレーニングプログラム①						
種目	セット	実施日				
		設定 kg/回	負荷/数 kg/回	負荷/数 kg/回	負荷/数 kg/回	負荷/数 kg/回
アッパーボディサイクル	1	5分				
ラットプルダウン	1	12RM/10	/	/	/	/
	2	12RM/10	/	/	/	/
	3	12RM/10	/	/	/	/
トライセプス	1	12RM/10	/	/	/	/
	2	12RM/10	/	/	/	/
	3	12RM/10	/	/	/	/
ダンベルアームカール	1	12RM/10	/	/	/	/
	2	12RM/10	/	/	/	/
	3	12RM/10	/	/	/	/
ベンチプレス	1	12RM/10	/	/	/	/
	2	12RM/10	/	/	/	/
	3	12RM/10	/	/	/	/
腕立て伏せ	1	BW/12	/	/	/	/
	2	BW/12	/	/	/	/
	3	BW/12	/	/	/	/
ダンベルショルダープレス	1	12RM/10	/	/	/	/
	2	12RM/10	/	/	/	/
	3	12RM/10	/	/	/	/
1kgMBスロー オーバーヘッド10球＋サイド各5球	1	1kgMB/10+5	/	/	/	/
	2	1kgMB/10+5	/	/	/	/
	3	1kgMB/10+5	/	/	/	/

テニスボールキャッチなど

15分間走

減少した。Ballorら(1988)は、有酸素運動と軽負荷の筋力トレーニングを併用して行うことにより、皮下脂肪が有意に減少することを報告している¹¹⁹⁾。本研究で用いられた介入は、有酸素運動と筋力トレーニングで構成されていた。有酸素トレーニングでは、対象学生が適度な疲労を感じる程度で行い、筋力トレーニングでは、無理なく12回3セットを行える負荷からはじめ、慣れてくると、12回3セットをぎりぎり行える負荷(12RM)で漸増的に行った。

また、負荷設定は、トレーナーが対象学生の動きを確認しながら実施した。したがって、日常的に運動を行っていなかった対象学生には安全で適切な運動負荷であったと考える。また、3点で測定した皮脂厚より推定した体脂肪率では39.3%から33.9%に減少した。しかし、体重では、57.8kgから58.8kgと1.0kg増加した。さらに、周径囲では、胸部以外の全ての周径部位で減少した。したがって、皮脂厚の減少によって体脂肪率が減少したことが確認された。体重

表2 身体特性(体重、皮脂厚、推定体脂肪率)

	体重(kg)	皮脂厚(mm)			体脂肪率(%)
		上腕背部	肩甲骨下部	腹部	
介入前	57.8	40.0	29.0	32.5	39.3
介入後	58.8	31.5	28.5	28.0	33.9

表3 身体特性(周径囲)

	周径囲(cm)				
	胸部	伸展-上腕部	屈曲-上腕部	腹部	殿部
介入前	93.5	32.5	34.0	91.5	90.0
介入後	94.0	31.0	33.0	91.0	88.0

表4 運動機能(長座体前屈、MB投げ、斜め懸垂、50m走、12分間走)

	長座体前屈 (cm)	MB投げ(m)			斜め懸垂 (回)	50m走 (秒)	12分間走 (m)
		オーバー	Rサイド	Lサイド			
介入前	66.5	6.10	6.60	5.65	24	14.54	1800
介入後	67.5	6.80	6.45	6.15	39	14.78	1750

表5 運動機能(肘関節伸展・屈曲最大トルク)

	右肘関節最大トルク(N-M)				左肘関節最大トルク(N-M)			
	60deg/sec		120deg/sec		60deg/sec		120deg/sec	
	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲	伸展	屈曲
介入前	38.9	30.7	36.6	30.7	37.8	29.4	33.7	31.2
介入後	52.9	78.1	54.2	67.3	43.8	66.3	36.8	51.6

の増加に関して、本研究では、撮像画像による体組成を検証していないために、トレーニング効果による筋断面積の増加とまでは言及できない。しかし、Gorgeyら(2012)は、脊損者を対象に週2回のウエイトトレーニングを12週間行うことにより、筋肥大と皮下脂肪が減少することを報告している⁽¹⁸⁾。したがって、本研究では週に1回のトレーニングではあったものの、その可能性も否定できないことから今後の検討課題でもある。一般的に、脊損者における体脂肪の増加が大きな問題とされている^(4, 10, 17, 20, 22)。過剰な体脂肪の蓄積は、運動パフォーマンスの低下のみではなく、日常生活動作に様々な支障をきたす。さらに、冠状動脈疾患、高血圧症、高脂血症、糖尿病などを併発する可能性が高くなるだけでなく、情緒コントロールなどの問題が生じている^(4, 10, 17, 20, 22)。そのため、脊髄損傷者においても、本研究の介入のような定期的な運動を用いて過剰な体脂肪の蓄積を防ぐことが、運動機能の維持・増進と精神の安定に有益であると考えられる。

運動機能に関して、15分間走では、トレーニング介入前後での走行距離にほとんど変化がみられなかった。健常者と脊髄損傷者の安静時心拍数を研究した越智ら(2000)によれば、脊髄損傷者は、交感神経性血管収縮運動の消失、筋ポンプの機能不全、血管床の減少が存在しており、これらが一回拍出量を減少させると報告している⁽⁶⁾。本研究の介入における有酸素運動においては、これらの要因の影響もあり、有酸素能力の向上までには至らなかったと考えられる。しかし、脊損者の現状として、特に有酸素運動が不足しており、ADL上の負荷量はせいぜい最大心拍数の15-24%と報告されている⁽¹⁾。さらに、機能訓練を受けている時期においてさえ、有酸素運動の割合が少なく、ADLレベルでの機能向上はみられても、持久力の増進には十分でないことが報告されている⁽¹⁾。その反面、田島ら(1993)は、脊髄損傷者における安静時の肺機能は健常者と有意な差はなく、

上肢に著しい障害がなければ、障害部位が心肺機能に大きく影響しないと報告している⁽¹⁰⁾。実際、Hicksら(2003)は、脊損者に対して週2回の上肢の筋力トレーニングと上肢の有酸素トレーニングを9か月間行った結果、有意な有酸素能と筋力の向上を認めている⁽¹⁹⁾。さらに、Jacobら(2001)は、脊損者に対して12週間の筋力トレーニングと上肢の有酸素トレーニングを行った結果、29.7%の有酸素能の向上と筋力向上を認めている⁽²¹⁾。したがって、本研究における運動負荷設定では有酸素能力の効果をみるには不適切だったことも考えられ、今後は運動負荷の設定を変更して検討したい。

次に、肘関節屈曲・伸展時の最大トルクでは、屈曲・伸展共に全ての運動速度において、トレーニング介入後に最大トルクの増大がみられた。また、斜め懸垂においても介入後に大幅な向上を認めた。一般的に筋力の増大の要因としては、筋の横断面積の増加と神経系の適応が挙げられ、特にトレーニング経験がない場合には、神経系の適応後に筋横断面積が増加することが知られている。しかし、本研究では撮像画像による筋断面積の評価を行っておらず、筋肥大したことで最大トルクが増加したとは言いきれないが、少なくとも神経系の適応によって最大トルクが増加したと推測される。脊髄損傷による運動機能の低下は非活動的な生活習慣を導き、QOLの低下につながるため、残存機能を十分に維持・向上させることが重要であると考えられている^(4, 10, 16, 20, 22)。したがって、週に1回の体育授業時の筋力トレーニングでも運動習慣のない脊損者には効果が認められると考える。MB投げでは、介入前後での差はほとんどみられなかった。これは、スローイング動作自体に問題のあることが考えられる。まして車いすに乗った状態だと、体幹と上肢の運動がより複雑となり、筋力の向上だけでは改善できなかったと推測される。

50m走では、スタート時の爆発的な筋発揮が求められるが、本研究の介入プログラムで

は、筋パワーを獲得するための運動負荷設定とはなっていない。したがって、50m 走では効果がみられなかったと思われる。

本研究の対象学生は、事故前にはバスケットボールを課外活動で行っており、事故後にスポーツ活動を行っていなかった。しかし、本研究を契機に、現在では車いすスポーツに競技として積極的に取り組んでいる。つまり、大学体育の授業における身体特性・運動機能の評価とトレーニング介入は、脊損者の運動機能のみでなく精神的な健康を高める可能性を示唆した。我が国における脊損者の予防・治療などの研究が欧米に比べて遅れており、脊損者に効果的な運動効果をもたらす運動処方⁽³⁾の検討は急務である。本研究の課題として、対象は1名であり、今後は対象の数を増やして検討していく必要がある。

引用文献

1. 浅山 滉, 緒方 甫, 森田秀明, 中村 裕, 畑田和男, 児玉俊一, 脊損者の体力, 総合リハビリテーション, 11 (6) : 441-447, 1983
2. 荒井弘和, 中村友浩, 大学体育授業が障害のある受講生の身体活動量に与える影響, 体育学研究, 51 (3) : 341-350, 2006
3. 出田良輔, 植田尊善, 脊髄損傷データベースシステムの構築—データバンク設立に向けた取り組みとして—, 日本職業・災害医学学会誌, 57 (4) : 168-172, 2009
4. 大川裕行, 江西一成, 梶原史恵, 坂野裕洋, 田島文博, 脊髄損傷者のリハビリテーションにおける目標設定とスポーツの効果の検討, 星城大学研究紀要, 2 : 5-11, 2006
5. 大川裕行, 江西一成, 梶原史恵, 坂野裕洋, 田島文博, 脊髄損傷者におけるスポーツ継続の効果, 星城大学研究紀要, 3 : 5-10, 2008
6. 超智祥子, 坂口暁洋, 川口浩太郎, 大成浄志, 脊髄損傷者の安静時心拍数に対するトレーニングの効果—心拍変動スペクトル解析による検討—, 体力科学, 49 (6) : 720, 2000
7. 後藤邦夫, 阿部 崇, 本間 崇, 正課体育における障害学生に関する事例研究, 大学体育研究, 20 : 3-15, 1998
8. 齊藤まゆみ, 後藤邦夫, 大山下圭悟, 共通体育における聴覚障害学生の現状とサポートモデルの検討, 大学体育研究, 29 : 21-28, 2007
9. 障害者とスポーツ, 公認スポーツ指導者養成テキスト共通科目Ⅱ, 公益財団法人日本体育協会, 124-130, 2005
10. 田島文博, 緒方 甫, 脊髄損傷者における運動適応能, リハビリテーション医学, 31 (6) : 424-430, 1993
11. 陶山哲夫, 脊髄損傷者の社会参加マニュアル, ページ, NPO 法人 日本せきずい基金, 2008
12. 内閣府平成 26 年版 障害者白書, <http://www8.cao.go.jp/shougai/whitepaper/h26hakusho/zenbun/index.pdf>, 2015.12.21 アクセス
13. 長嶺晋吉, 肥満の判定方法, クリニカ, 2, 1975
14. 日本の障がい者スポーツの将来像 (ビジョン) ~活力ある共生社会へ~, 公益財団法人日本障がい者スポーツ協会, 1-10, 2015
15. 文部科学省障害者スポーツの推進, http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/suishin/, 2015.12.21 アクセス
16. Ballor DL, Katch VL, Becque MD, and Marks CR, Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance, The American Journal of Clinical Nutrition, 47: 19-25, 1988
17. Devillard X, Rimaud D, Roche F, Calmels P, Effects of training programs for spinal cord

- injury, *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 50 (6): 490-498, 2007
18. Gorgey AS, Mather KJ, Cupp HR, Gater DR, Effects of resistance training on adiposity and metabolism after spinal cord injury, *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 44 (1): 165-74, 2012
 19. Hicks AL, Martin K Ditor DS, Latimer AE, Craven C, Bugaresti J, McCartney N, Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being, *Spinal Cord*, 41 (1): 34-43, 2003
 20. Hoffman M, Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics, *Sports Medicine*, 3 (5): 312-330, 1986
 21. Jacobs PL, Nash MS, Rusinowski JW, Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33: 711-717, 2001
 22. Mary JM, Evidence-based Exercise Prescription for Individuals with Spinal Cord Injury, *Journal of Neurological Physical Therapy*, 29 (2): 104-106, 2005