

レッドコード・エクササイズのアスリート用トレーニング方法の検討： 背臥位運動と腹臥位運動での強度と難易度と身体部位の主観的評価から

平井 敏幸¹, 橋田 浩², 荻部 俊二³

Examination of the training method for the athletes doing the Redcord Exercise

Toshiyuki Hirai¹, Hiroshi Hashida², Shunji Karube³

Abstract

The Redcord exercise is the strength training of the trunk. We examined the training method of the Redcord exercise for athletes. Therefore, it was guessed from the subjective exercise intensity and the subjective evaluation of difficulty, about the dorsal position exercise, the prone position exercise. The subjective evaluation was guessed from the questionnaire of a five-step scale. We devised a movement of new five conditions. The five conditions were classified into stage 5 from stage 1. Also, we investigated physical load from the questionnaire.

(1) The main result of the dorsal position exercise

The dorsal position exercise is exercise of the hamstring muscles. As a result of analysis of variance (ANOVA), there was statistical significance among a stage 1 and all other stages ($p<0.01$ - $p<0.001$). In stage 1, the subjective evaluation of exercise intensity and the degree of difficulty was lower than all other stages. The intensity and difficulty in stage 1 was estimated to be fairly light evaluation. There was statistical significance among a stage 5 and subjective exercise intensity of stage 1, 2, 4 ($p<0.01$ - $p<0.001$). The intensity of stage 5 was higher than stage 1, 2, 4. There was statistical significance among subjective evaluation of difficulty of stage 5 and all other stages ($p<0.01$ - $p<0.001$). The difficulty of stage 5 was higher than all other stages. The intensity and difficulty in stage 5 was estimated to be very hard and difficult evaluation.

Next, we investigated the body region where they felt physical load. As a result, in stage 1, subjects felt to be fairly light physical load to their hamstrings muscle. In stage 5, subjects felt very hard physical load on their hamstrings and deltoid muscle.

(2) The main result of the prone position exercise

The prone position exercise is exercise of principally the quadriceps femoris. As a result of ANOVA, there was statistical significance among a stage 1 and stage 3, 4, 5 ($p<0.001$). The intensity and difficulty of stage 1 was lower than stage 3, 4, 5. The intensity and difficulty in stage 1 was estimated evaluation to be very light.

There was statistical significance among a stage 5 and other stages ($p<0.001$). The intensity and difficulty of stage 5 was almost higher than other stages. And stage 5 was estimated evaluation to be very hard. Also stage 5

1. 北海学園大学経営学部
〒062-8605 札幌市豊平区旭町4丁目1-40
2. 北海道文教大学人間科学部
〒061-1449 恵庭市黄金中央5丁目196-1
3. 法政大学スポーツ健康学部
〒194-0298 東京都町田市相原町4342

著者連絡先 平井 敏幸
t-hirai@jasmine.ocn.ne.jp

1. Hokkai-Gakuen University
Asahimachi 4-cyom 1-4, Toyohira-ku, Sapporo,
062-8605
2. Hokkaido bunkyo University
Koganechuo 5-cyom 196-1, Eniwa, 061-1449
3. Hosei University
4342 Aiharacho, Machida, Tokyo, 194-0298

was estimated evaluation to be very difficult.

Next, we investigated the body region where they felt physical load. As a result, in stage 1 and stage 2, subjects felt fairly light physical load to their abdominal region. In stage 1 and stage 2, subjects felt to be fairly light physical load to their inguinal region. In stage 5, subjects felt very hard physical load to their inguinal region. In stage 5, subjects felt very hard physical load to their buttock. In stage 5, subjects felt very hard physical load to their abdominal region.

This study showed that movement of stage 1 can use for beginner of the training. And movement of stage 5 can use for expert of the training.

Key words : the Redcord Exercise, athletes, the training method, the dorsal position exercise, the prone position exercise

I 緒 言

Redcord Trainer (以下, レッドコードと称す) とは, ノルウェーの医師と理学療法士によって開発研究されたツールである. このツールは, 身体を赤色のコードで吊し不安定な状態にして, 更に自重を段階的に負荷することによって行うエクササイズで, 主に病院での理学療法の機能回復運動などで使用されている. レッドコードを用いたエクササイズ (以下, レッドコード・エクササイズと称す) は, 体幹筋の機能の特性に着目して考案されている. Bergmark (1989) は, 体幹筋を機能から Local muscles と Global muscles に分類している. Local muscles は, 多裂筋と腹横筋であり脊柱を安定させる役割を持つ筋肉で固定筋といい全ての運動において重要な働きをすると報告している. 一方, Global muscles は, 腹直筋, 外腹斜筋, 内腹斜筋, 脊柱起立筋, 腸腰筋, 腰方形筋で動作筋といい体幹の運動をつかさどる役割をもつ筋群である. 固定筋と運動について, Kulas et al. (2006) はジャンプ動作の着地の接地時前にて, 高木ほか (2009) は骨盤後傾運動時にて, 大塚ほか (2009) はラグビー競技のスクラム PUSH 動作時にて, 宮本ほか (2009) はフェンシング競技の前方踏み込み動作に類似しているフォワードランジ動作時にて固定筋の活動が大きくなることを報告している. このように固定筋の筋活動はスポーツ種目に関与する上記の運動時の動作に関わっている. 宮下 (2009) は低負荷体幹筋トレーニングを行った後に全身反応時間の短縮や正確な運動再現性が認められたと報告している. 更に, 宮下ら (2012) は, Cresswell et al. の報告から, 速い下肢の動きでは運動に先駆けて腹横筋が収縮することを紹介している. つまり, 固定筋を強化して安定させることは, 動作筋に伴う速くて正確な運動をより可能にさせるといえる. 更に, ヒトの運動は固定筋の安定後に動作筋による動きが生じると考えられている. 従って, 最大筋力の発揮や正確なフォーム形成がパフォーマンスの向上に関わるスポーツ種目では固定筋の強化が必要条件であるといえる. 固定筋の強

化について Jull et al. (1993) は, 多裂筋の強化を目標にした場合, 腹横筋を強化することで多裂筋の強化も可能であると報告している. ところが, 腹横筋は体幹の深部にあり, 動作筋のように意識的に単独で収縮させることが困難な筋でもある. 従来の重力の影響を利用した器具を使用したエクササイズは, 主に動作筋への負荷を中心としたトレーニングである. しかし, レッドコードのような器具によるトレーニングでは, 身体を吊るすことで動作筋に加わる重力の影響を少しでも除去することができ, 腹横筋を選択的に刺激することが可能である. 基本的に腹横筋を緊張させながら他の筋肉群にも刺激を与えるのがレッドコード・エクササイズの大きな特性である. 宮下ほか (2012) は, 2 台のレッドコードを使用して四肢を空中に吊るし上げた姿勢の方が他の体幹筋トレーニングよりも腹横筋の筋厚の増加と動作筋である内腹斜筋の筋厚減少がみられたと報告している. さて, これまでアスリートがこのツールを利用するのは主にスポーツ障害や傷害の治療であったが, 平井ほか (2012a, 2012b) は, 陸上競技女子トップスプリンターらが競技力向上を目的にこのツールをトレーニングとして活用していることを報告している. ところが, 従来, 理学療法でのレッドコード・エクササイズは, 機能回復を目的として設定されているので健康なアスリートには負荷が低いと思われる. そこで, 本研究では, アスリート用の背臥位と腹臥位のレッドコード・エクササイズを新たに考案した. そして, 実際にレッドコード・エクササイズをトレーニングで活用しているアスリートに実施してもらい, それらの強度と難易度の主観的評価と身体部位の主観的負荷を抽出して, その評価からアスリート用レッドコード・トレーニング方法としての活用性とその可能性について検討することを目的とする.

II 方 法

1. 対象者

対象者はレッドコードを用いたトレーニング経験年数

が1年から2年の健康な大学陸上競技部員男女23名（男子19名、女子4名）で年齢は18歳から21歳であった。身長は男子が162.0cmから181.0cm（平均値：172.47, SD：5.89）で、女子が161.0cmから163.0cm（平均値：162.0, SD：1.15）であった。対象者の競技種目は、100m, 200m, 110mハードル, 400m, 400mハードル, 走幅跳, 三段跳, 走高跳であった。測定期間は2013年1月から3月に測定した。本測定の対象者が多くのスポーツに関わる走・跳・投の基本的運動を専門とする陸上競技者であることは、他のスポーツ種目のアスリート用のレッドコード・トレーニングの検討が十分に可能であると思われる。尚、測定前には、すべての対象者に本研究の主旨、測定方法ならびに安全性について予め説明して対象者の同意を得てから測定を開始した。

2. 測定方法

(1) 背臥位運動の各STAGEでの運動条件と負荷設定

本測定の運動条件は、アスリート用のWeak Linkを検討した平井ほか（2012c）や橋田ほか（2012）の結果を参考にして設定した。和田・宮下（2009）は、腹横筋

収縮を促す肢位として立位よりも背臥位が効果的であると報告している。このことから、本測定では、基本的に腹横筋を緊張させ、主に大腿後部（ハムストリングス）に刺激を与える運動条件として背臥位での運動を設定した。そして、運動負荷はレッドコードと身体の一部位をつなぎ合わせる装具であるストラップを装着する脚（以下、ストラップ装着脚と称する）や身体を不安定な状態にするなどの工夫によって腹横筋と主に大腿後部に異なる強度と難易度になるように考案した。それが表1に示すSTAGE 1からSTAGE 5までの5つ運動条件である。主な運動を図1に示す。尚、運動を開始する姿勢であるスタートポジションまでの全STAGEに共通する条件は、①ストラップの高さは上肢（肩から手首）と同じ長さ。②ストラップは足関節（足首）に装着（踵骨に近い部分でアキレス腱へのストレスは避ける）。③スタートポジションは体幹と下肢が一直線になるまで骨盤を浮かせて両膝を伸展させ水平を維持するの3つの条件である。

(2) 腹臥位運動の各STAGEでの運動条件と負荷設定

腹臥位の運動条件は、基本的に腹横筋を緊張させながら、主に大腿の前面部位の筋群（大腿四頭筋など）に刺

表1 背臥位の各STAGEでの運動条件と運動負荷の設定

STAGE 1	STAGE 1Aはストラップ両脚装着、右膝を伸展保持して左片足運動・STAGE 1Bはストラップ両脚装着、左膝を伸展保持して右片足運動
	① ストラップを両脚に装着（1A・1B）。 ② 両腕は腹部で合わせて組む。 ③ スタートポジションから、右膝を伸展保持させて、左膝を胸方向に引っばいに引き、片足ずつハムストリングスカールを行う（1A）。踵をストラップに押しながら膝を巻くように運動する事を強調。（図1） ④ ストラップを両脚に装着、左膝を伸展保持させての右脚運動も実施（1B）。
STAGE 2	STAGE 2Aはストラップ右脚装着、右膝を伸展保持して左片足運動・STAGE 2Bはストラップ左脚装着、左膝を伸展保持して右片足運動
	運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）のみに装着（2A）。 ② 両腕を伸展させて上体を支持。顔は天井を向き、逆腕立位の体勢。 ③ スタートポジションから、ストラップ装着脚の右膝を伸展保持させて、左膝を胸方向に引っばいに引き、片足ずつハムストリングスカールを行う（2A）。（図1） ④ 左脚にストラップを装着、左膝を伸展保持させての右脚運動も実施（2B）。
STAGE 3	STAGE 3Aはストラップ右脚装着、両脚運動・STAGE 3Bはストラップ左脚装着、両脚運動
	運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）のみに装着（3A）。 ② 両腕は腹部で合わせて組む。 ③ スタートポジションから、両膝を胸方向に引っばいに引き、ハムストリングスカールを行う。踵をストラップに押しながら膝を巻くように運動する事を強調。（図1） ④ ストラップを左脚に装着しての両脚運動も実施（3B）。
STAGE 4	STAGE 4Aはストラップ右脚装着、右膝を伸展保持して左片足運動・STAGE 4Bはストラップ左脚装着、左膝を伸展保持して右片足運動
	運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）のみに装着（4A）。 ② 両腕を伸展させて上体を支持。顔は天井を向き、逆腕立位の体勢。 ③ スタートポジションから、ストラップ装着脚の右膝を伸展保持させて、左膝を真横方向に引っばいに引き、片足ずつハムストリングスカールを行う（4A）。踵をストラップに押しながら膝を巻くように運動する事を強調。（図1） ④ 左脚にストラップを装着、左膝を伸展保持しての右脚運動も実施（4B）。
STAGE 5	STAGE 5Aはストラップ右脚装着、両脚運動・STAGE 5Bはストラップ左脚装着、両脚運動
	運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）のみに装着（5A）。 ② 両腕を伸展させて上体を支持。顔は天井を向き、逆腕立位の体勢。 ③ スタートポジションから、両膝を同時に真横方向に引っばいに引き、ハムストリングスカールを行う。踵をストラップに押しながら膝を巻くように運動する事を強調。（図1） ④ ストラップを左脚に装着しての両脚運動も実施（5B）。

STAGE 1



STAGE 2



STAGE 3



STAGE 4



STAGE 5



図1 背臥位運動でのSTAGE 1 からSTAGE 5 の運動

表2 腹臥位の各STAGEでの運動条件と運動負荷の設定

STAGE 1	STAGE1はストラップ両脚装着，両脚運動 ① ストラップを両脚に装着。 ② 手掌指示の姿勢で，身体を両腕伸展で支持する（腕立位）。 ③ スタートポジションから，ストラップを押しながら両脚の膝を胸につけるように最大限に屈曲する。股関節屈曲角度が90°以上であることに注意する。（図2）
STAGE 2	STAGE 2Aはストラップ右脚装着，右膝を伸展保持して左片足運動・STAGE 2Bはストラップ左脚装着，左膝を伸展保持して右片足運動 運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）に装着（2A）。 ② 手掌指示の姿勢で，身体を両腕伸展で支持する（腕立位）。 ③ スタートポジションから，ストラップ装着脚の右膝を伸展保持させて，ストラップを装着していない左膝（片足運動）を左胸につけるように最大限に屈曲する（2A）。股関節屈曲角度が90°以上であることに注意する。反対側の右膝は伸展を保持。（図2） ④ 左脚にストラップを装着して，左膝を伸展保持させての右脚運動も実施（2B）。
STAGE 3	STAGE 3Aはストラップ右脚装着，両脚運動・STAGE 3Bはストラップ左脚装着，両脚運動 運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）のみに装着（3A）。 ② 腕立位の姿勢だが，左右の腕の甲を重ね合わせて上肢を一点で支持する。 ③ スタートポジションから，ストラップを押しながら両脚の膝を胸につけるように最大限に屈曲する。股関節屈曲角度が90°以上であることに注意する。（図2） ④ 左脚にストラップを装着しての両脚運動も実施（3B）。
STAGE 4	STAGE 4Aはストラップ右脚装着，右膝を伸展保持して左片足運動・STAGE 4Bはストラップ左脚装着，左膝を伸展保持・右片足運動 運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）に装着（4A）。 ② 腕立位の姿勢だが，左右の腕の甲を重ね合わせて上肢を一点で支持する。 ③ スタートポジションから，ストラップ装着脚の右膝を伸展保持させて，ストラップを装着していない左膝（片足運動）を横方向に左脇下につけるように最大限に屈曲する。反対側の右膝は伸展を保持（4A）。（図2） ④ 左脚にストラップを装着して，左膝を伸展保持させての右脚運動も実施（4B）。
STAGE 5	STAGE 5Aはストラップ右脚装着，両脚運動・STAGE 5Bはストラップ左脚装着，両脚運動 運動をより不安定にする為に以下の条件を設定した。 ① ストラップを右脚（片足）のみに装着（5A）。 ② 腕立位の姿勢だが，左右の腕の甲を重ね合わせて上肢を一点で支持する。 ③ スタートポジションから，ストラップを押しながら両脚の膝を真横方向に最大限に屈曲する。股関節屈曲角度が90°以上であることに注意する。（図2） ④ 左脚にストラップを装着しての両脚運動も実施（5B）。

STAGE 1



STAGE 2



STAGE 3



STAGE 4



STAGE 5

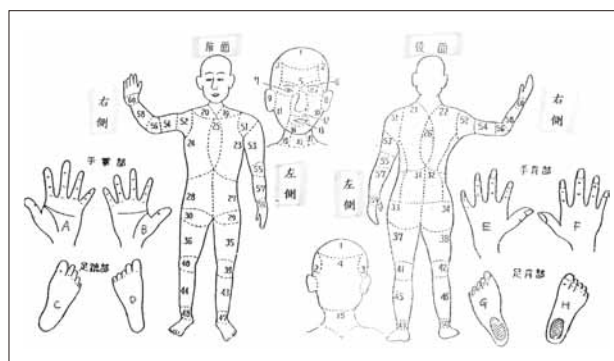


図2 腹臥位運動でのSTAGE 1からSTAGE 5の運動

激を与える運動として設定した。そして、運動負荷はストラップ装着脚や身体を不安定な状態にするなどの工夫によって腹横筋と主に大腿の前面部位の筋群に異なる強度と難易度になるように考案した。それが表2に示すSTAGE 1からSTAGE 5までの5つの運動条件である。主な運動を図2に示す。尚、スタートポジションまでの全STAGEに共通する条件は、①ストラップの高さは上肢(肩から手首)と同じ長さ、②ストラップは両足関節(足首)中心部に装着する、③手掌指示の姿勢で、身体を両腕伸展で支持する(腕立位)、④スタートポジションは体幹と下肢が一直線上にあり、両膝を伸展させ水平を維持するの4条件である。

(3) 背臥位と腹臥位運動での強度と難易度の主観的評価と身体部位の主観的負荷

各運動での主観的評価に用いた評定尺度の各カテゴリに対応する強度評価は、①非常に楽、②楽、③どちらでもない、④きつい、⑤非常にきつい5段階評定尺度で、また、同じく難易度評価は、①非常に簡単、②簡単、③どちらでもない、④難しい、⑤非常に難しい5段階評定尺度で両評価を各STAGEの運動直後に単数回答にて抽出した。主観的評価の測定は、各運動動作を原則的に連続5回以上実施してから強度や難易度の評価をするように対象者に指示した。しかし、5回連続が不可能な場合は5回以下でも終了とし、強度と難易度の評価段階をそれぞれ⑤とした。各運動において、身体部位のどこに主観的に負荷を感じたのかを調査する為に身体を前面と後面と合わせて全部で68の部位に分類した身体部位調査図(資料1)を準備した。これを各運動終了直後に調査図から主観的に負荷を感じた身体部位の番号を複数回答にて記録用紙に記入させた。尚、STAGE 1から



資料1 身体部位調査図

STAGE 5の測定順は学習効果や疲労の影響を可能な限り少なくする為に対象者ごとにカウンターバランスを施しランダムな順序で行わせた。

3. 解析方法

5段階評定尺度の主観的評価にて得られた強度と難易度は、運動ごとに、非常に楽・非常に簡単を1点、楽・簡単を2点、どちらでもないを3点、きつい・難しいを4点、非常にきつい・非常に難しいを5点と数量化して平均値と標準偏差を算出した。尚、本研究では算出された5段階評定尺度の平均値と標準偏差を考慮して強度と難易度の程度を、平均値1.00から1.49を非常に楽程度・非常に簡単程度、1.50から2.49を楽程度・簡単程度、2.50から3.49を中程度、3.50から4.49をきつい程度・難しい程度、4.50から5.00を非常にきつい程度・非常に難しい程度と分類して解釈した。ところで、5段階評定尺度の分析に適用する統計的手法の選択には注意が必要であり、用いた尺度が間隔尺度水準以上であることが条件とされる。織田(1970, 1975, 1976)は反対語(非常によいー全然よ

くない)を持つカテゴリー幅を検証した結果, カテゴリー幅は等間隔性と仮定できるといった知見を示している. この知見を考慮すると本測定で用いた評定尺度の条件は, 間隔尺度とみなすことが可能であると思われる. そこで, 各STAGE間の強度や難易度の評価に差がみられるかを検討した. その為に, 表1と表2に示すSTAGE 1から5までの運動条件で原則的に左右対称になっている運動条件では, ストラップ装着脚や伸展保持脚や片足運動の左右によってSTAGE AとBとに分類して, それらを一要因として5水準(例えばSTAGE 1Aから5A)でそれぞれに分散分析を実施した. 分析にあたり変量(5水準)がお互いに独立で等分散であるかをMauchlyの球面性の検定を施し検討した. そして, 有意差がみられた条件にはBonferroniの多重比較を施した. 本解析では, p 値5%未満をもって統計学的に有意と判断した. 更に, 対象者が背臥位と腹臥位の運動で主観的負荷を感じた身体部位の度数(人数)をSTAGEごとに求めた. 尚, 本解析にはSPSS11.5Jを用いた.

Ⅲ 結 果

1. 背臥位運動での評価

(1) 各運動条件での強度評価

表1に示す背臥位でのSTAGE 1Aから5Aのそれぞれの運動条件間で強度評価の平均値に差がみられるかを分散分析で解析した結果, これらの5条件の間に有意差がみられた($F=23.822$, $p<0.001$). そこで, Bonferroniの多重比較を施すと表3に示すSTAGE間に有意差($p<0.01$ - $p<0.001$)が認められた. それぞれの平均値をみるとSTAGE 1Aは他のSTAGEより有意に低い値であり, STAGE 5AはSTAGE 3Aを除く他のSTAGEよりも有意に高い値であった. STAGE 1Bから5Bの5条件の間にも有意差がみられた($F=25.048$, $p<0.001$). 多重比較の結果, STAGE間に有意差($p<0.05$ - $p<0.001$)が認められ, それぞれの平均値をみるとSTAGE 1Bは他のSTAGEより有意に低い値であり, STAGE 5Bは

STAGE 3Bを除く他のSTAGEよりも有意に高い値であった.

(2) 各運動条件での難易度評価

表1に示す背臥位でのSTAGE 1Aから5Aのそれぞれの運動条件間で難易度評価の平均値に差がみられるかを分散分析で解析した結果, これらの5条件の間に有意差がみられた($F=26.702$, $p<0.001$). そこで, 多重比較を施すと表4に示すSTAGE間に有意差($p<0.01$ - $p<0.001$)が認められた. それぞれの平均値をみるとSTAGE 1Aは他のSTAGEより有意に低い値であり, STAGE 5Aは他のSTAGEよりも有意に高い値であった. STAGE 1Bから5Bの5条件の間にも有意差がみられた($F=28.458$, $p<0.001$). 多重比較の結果, STAGE間に有意差($p<0.05$ - $p<0.001$)が認められ, それぞれの平均値をみるとSTAGE 1Bは他のSTAGEより有意に低い値であり, STAGE 5Bは他のSTAGEよりも有意に高い値であった. また, STAGE 2Bの平均値はSTAGE 4Bより有意に低い値であった.

(3) 背臥位運動での身体部位の主観的負荷

表1に示す背臥位での各STAGEの運動で対象者が身体部位のどこに主観的に負荷を感じたのかを身体部位調査図にて調査した. その回答から各STAGEでの各身体部位の度数を抽出したのが表5である. 表中で度数が多い傾向がみられる左右対称の部位には, STAGE 1Aと1Bで大腿後部など, STAGE 2Aと2Bで大腿後部と腕付根部など, STAGE 3Aと3Bで大腿後部など, STAGE 4Aと4Bで腕付根部など, STAGE 5Aと5Bで大腿後部と腕付根部などにみられた. つまり, STAGE 1とSTAGE 3では大腿後部に, STAGE 4では腕付根部に, STAGE 2とSTAGE 5では大腿後部と腕付根部に負荷を感じる傾向があったといえる.

表3 背臥位での各STAGEの強度評価の平均値とSD及び有意差

	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1A	2.09	1.02	1A<2A**・3A***・4A**・5A***
STAGE 2A	3.09	1.23	2A<5A*** 1A<2A**
STAGE 3A	3.86	1.04	1A<3A***
STAGE 4A	3.45	0.91	4A<5A*** 1A<4A**
STAGE 5A	4.50	0.74	1A***・2A***・4A***<5A
	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1B	2.09	1.02	1B<2B*・3B***・4B**・5B***
STAGE 2B	3.09	1.23	2B<5B*** 1B<2B*
STAGE 3B	3.86	0.99	1B<3B***
STAGE 4B	3.68	1.04	4B<5B** 1B<4B**
STAGE 5B	4.50	0.74	1B***・2B***・4B**<5B

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

表4 背臥位での各STAGEの難易度評価の平均値とSD及び有意差

	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1A	1.82	0.96	1A<2A**・3A***・4A**・5A***
STAGE 2A	2.82	1.18	2A<5A*** 1A<2A**
STAGE 3A	3.18	1.30	3A<5A*** 1A<3A***
STAGE 4A	3.36	1.26	4A<5A*** 1A<4A**
STAGE 5A	4.55	0.80	1A***・2A***・3A***・4A***<5A
	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1B	1.77	0.92	1B<2B**・3B***・4B***・5B***
STAGE 2B	2.82	1.18	2B<4B*・5B*** 1B<2B**
STAGE 3B	3.09	1.19	3B<5B*** 1B<3B***
STAGE 4B	3.50	1.30	4B<5B** 1B<4B***
STAGE 5B	4.50	0.91	1B***・2B***・3B***・4B**<5B

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

表5 背臥位の各STAGEで負荷を感じた身体部位の各度数 (人数)

STAGE	負荷を感じた身体部位とその度数
1 A	[37. 左大腿後部・38. 右大腿後部：各7名] [31. 左腰部：5名] [27. 左腹部：4名] [28. 右腹部・32. 右腰部・33. 左殿部・34. 右殿部・35. 左大腿前部：各3名] [22. 右広背筋部・26. 胸椎部・29. 左鼠径部・41. 右脛部：各2名] [21. 左広背筋部・36. 右大腿前部・39. 左膝前・40. 右膝前・42. 右膝後・45. 左ふくらはぎ部・49. 左足首後・52. 右腕付根部：各1名]
1 B	[37. 左大腿後部：7名] [38. 右大腿後部：6名] [28. 右腹部・31. 左腰部・32. 右腰部・33. 左殿部：各4名] [27. 左腹部・30. 右鼠径部・36. 右大腿前部：各3名] [42. 右膝後・46. 右ふくらはぎ部：各2名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・26. 胸椎部・34. 右殿部・35. 左大腿前部・39. 左膝前・40. 右膝前・41. 右脛部・50. 右足首後：各1名]
2 A	[38. 右大腿後部：11名] [51. 左腕付根部：8名] [52. 右腕付根部：7名] [28. 右腹部：6名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部：各5名] [27. 左腹部・34. 右殿部・53. 左上腕部・54. 右上腕部：各4名] [37. 左大腿後部：3名] [19. 左肩部・20. 右肩部・33. 左殿部・42. 右膝後：各2名] [29. 左鼠径部・31. 左腰部・32. 右腰部・40. 右膝前・46. 右ふくらはぎ部・65. 左手背部・66. 右手背部：各1名]
2 B	[37. 左大腿後部：11名] [51. 左腕付根部・52. 右腕付根部：各8名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・27. 左腹部：各6名] [28. 右腹部・38. 右大腿後部・53. 左上腕部：各3名] [19. 左肩部・20. 右肩部・54. 右上腕部：各2名] [30. 右鼠径部・28. 右腹部・34. 右殿部・41. 右脛部・42. 右膝後・45. 左ふくらはぎ部・65. 左手背部・66. 右手背部：各1名]
3 A	[38. 右大腿後部：14名] [37. 左大腿後部：10名] [41. 右脛部：5名] [27. 左腹部・28. 右腹部・32. 右腰部：各4名] [31. 左腰部：3名] [26. 胸椎部・30. 右鼠径部・34. 右殿部・36. 右大腿前部・40. 右膝前・46. 右ふくらはぎ部：各2名] [17. 左首前・21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・29. 左鼠径部・42. 右膝後・53. 左上腕部：各1名]
3 B	[37. 左大腿後部：12名] [38. 右大腿後部：10名] [27. 左腹部：5名] [28. 右腹部・31. 左腰部・33. 左殿部：各4名] [32. 右腰部・41. 右脛部・42. 右膝後・45. 左ふくらはぎ部：各3名] [26. 胸椎部・30. 右鼠径部・35. 左大腿前部：各2名] [18. 右首前・21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・29. 左鼠径部・39. 左膝前・40. 右膝前・43. 左脛部・53. 左上腕部：各1名]
4 A	[52. 右腕付根部：8名] [51. 左腕付根部・38. 右大腿後部：各7名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部：各6名] [33. 左殿部・54. 右上腕部：各5名] [27. 左腹部・29. 左鼠径部・53. 左上腕部：各4名] [19. 左肩部・20. 右肩部・28. 右腹部・34. 右殿部・37. 左大腿後部：各3名] [30. 右鼠径部：2名] [23. 左胸部・24. 右胸部・31. 左腰部・32. 右腰部・36. 右大腿前部・41. 右脛部・49. 左足首後・56. 右肘部・65. 左手背部・66. 右手背部：各1名]
4 B	[51. 左腕付根部・52. 右腕付根部：各8名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部：各6名] [30. 右鼠径部・37. 左大腿後部・54. 右上腕部：各5名] [28. 右腹部・33. 左殿部・34. 右殿部・53. 左上腕部：各4名] [19. 左肩部・20. 右肩部・27. 左腹部・38. 右大腿後部：3名] [29. 左鼠径部・31. 左腰部・32. 右腰部・65. 左手背部・66. 右手背部：各2名] [23. 左胸部・24. 右胸部・41. 右脛部・42. 右膝後・45. 左ふくらはぎ部・49. 左足首後・56. 右肘部：各1名]
5 A	[38. 右大腿後部：9名] [52. 右腕付根部：8名] [51. 左腕付根部：7名] [27. 左腹部・34. 右殿部：各6名] [28. 右腹部：5名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・30. 右鼠径部・33. 左殿部・54. 右上腕部：各4名] [31. 左腰部・37. 左大腿後部・53. 左上腕部：各3名] [32. 右腰部・42. 右膝後：各2名] [25. 胸部中央・26. 胸椎部・29. 左鼠径部・35. 左大腿前部・36. 右大腿前部・40. 右膝前・45. 左ふくらはぎ部・50. 右足首後・65. 左手背部・66. 右手背部：各1名]
5 B	[37. 左大腿後部：9名] [52. 右腕付根部：8名] [51. 左腕付根部：7名] [27. 左腹部・33. 左殿部：各6名] [28. 右腹部・31. 左腰部：各5名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・34. 右殿部・38. 右大腿後部・54. 右上腕部：各4名] [29. 左鼠径部・30. 右鼠径部・53. 左上腕部：各3名] [32. 右腰部・41. 右脛部：各2名] [26. 胸椎部・35. 左大腿前部・36. 右大腿前部・45. 左ふくらはぎ部・49. 左足首後・65. 左手背部・66. 右手背部：各1名]

2. 腹臥位運動での評価

(1) 各運動条件での強度評価

表2に示す腹臥位でのSTAGE 1から5Aのそれぞれの運動条件間で強度評価の平均値に差がみられるかを分散分析で解析した結果、これらの5条件の間に有意差がみられた ($F=38.780$, $p<0.001$)。そこで、多重比較を施すと表6に示すSTAGE間に有意差 ($p<0.05$ - $p<0.001$) が認められた。それぞれの平均値をみるとSTAGE 1はSTAGE 2Aを除く他のSTAGEよりも、また、STAGE 2AはSTAGE 1を除く他のSTAGEよりも有意に低い値であり、STAGE 5AはSTAGE 3Aを除く他のSTAGEよりも有意に高い値であった。STAGE 1から5Bの5条件の間にも有意差がみられた ($F=43.269$, $p<0.001$)。多重比較の結果、STAGE間に有意差 ($p<0.01$ - $p<0.001$) が認められ、それぞれの平均値をみるとSTAGE 1はSTAGE 2Bを除く他のSTAGEよりも、また、STAGE 2BはSTAGE 1を除く他のSTAGEよりも有意に低い値であり、STAGE 5Bは他のSTAGEよりも有意に高い値であった。

(2) 各運動条件での難易度評価

表2に示す腹臥位でのSTAGE 1から5Aのそれぞれの

運動条件間で難易度評価の平均値に差がみられるかを分散分析で解析した結果、これらの5条件の間に有意差がみられた ($F=71.056$, $p<0.001$)。そこで、多重比較を施すと表7に示すSTAGE間に有意差 ($p<0.01$ - $p<0.001$) が認められた。それぞれの平均値をみるとSTAGE 1はSTAGE 2Aを除く他のSTAGEよりも、また、STAGE 2AはSTAGE 1を除く他のSTAGEよりも有意に低い

表6 腹臥位での各STAGEの強度評価の平均値とSD及び有意差

	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1	1.77	0.75	1<3A***・4A***・5A***
STAGE 2A	2.32	1.21	2A<3A*・4A**・5A***
STAGE 3A	3.45	0.91	1<3A***
STAGE 4A	3.32	0.78	4A<5A*** 1<4A***
STAGE 5A	4.64	0.58	1***・2A***・4A***<5A
	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1	1.77	0.75	1<3B***・4B***・5B***
STAGE 2B	2.09	1.11	2B<3B**・4B***・5B***
STAGE 3B	3.18	0.96	3B<5B*** 1<3B***
STAGE 4B	3.36	0.90	4B<5B*** 1<4B***
STAGE 5B	4.68	0.57	1***・2B***・3B***・4B***<5B

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ (STAGE 3A・3B：欠損1)

値であり、STAGE 5Aは他のSTAGEよりも有意に高い値であった。STAGE 1から5Bの5条件の間にも有意差がみられた ($F=72.423$, $p<0.001$)。多重比較の結果、STAGE間に有意差 ($p<0.01$ - $p<0.001$) が認められ、それぞれの平均値をみるとSTAGE 1はSTAGE 2Bを除く他のSTAGEよりも、また、STAGE 2BはSTAGE 1を除く他のSTAGEよりも有意に低い値であり、STAGE 5Bは他のSTAGEよりも高い値であった。

(3) 腹臥位運動での身体部位の主観的負荷

表2に示す腹臥位の各STAGEの運動で身体部位のどこに主観的に負荷を感じたのかを身体部位調査図にて調査した。その回答から各STAGEでの各身体部位の度

数を抽出したのが表8である。表中のSTAGE 1はストラップを両脚に装着しての両脚運動なので左右を対象別としたAとBの設定がない運動条件である。STAGE 1で度数が比較的多い部位は、左右の腹部と左右の鼠径部などであった。STAGE 2以降で度数が比較的多い傾向がみられる左右対称の部位には、STAGE 2Aと2Bで腹部と鼠径部など、STAGE 3Aと3Bで腹部と鼠径部など、STAGE 4Aと4Bで鼠径部と腹部と殿部など、STAGE 5Aと5Bで鼠径部と殿部と腹部などであった。つまり、STAGE 1・2・3では腹部と鼠径部に、STAGE 4とSTAGE 5では鼠径部と腹部と殿部に負荷を感じる傾向があった。

表7 腹臥位での各STAGEの難易度評価の平均値とSD及び有意差

	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1	1.45	0.60	1<3A***・4A***・5A***
STAGE 2A	1.77	0.69	2A<3A**・4A***・5A***
STAGE 3A	2.86	1.13	3A<5A*** 1<3A***
STAGE 4A	2.86	0.83	4A<5A*** 1<4A***
STAGE 5A	4.77	0.53	1***・2A***・3A***・4A***<5A
	平均値	S D	有意差がみられたSTAGE間
STAGE 1	1.45	0.60	1<3B***・4B***・5B***
STAGE 2B	1.68	0.65	2B<3B*・4B***・5B***
STAGE 3B	2.68	0.99	3B<5B*** 1<3B***
STAGE 4B	2.95	0.95	4B<5B*** 1<4B***
STAGE 5B	4.77	0.53	1***・2B***・3B***・4B***<5B

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ (STAGE 3A・3B: 欠損1)

Ⅳ 考 察

1. 背臥位運動での強度と難易度の評価

(1) STAGE 1Aから5AとSTAGE 1Bから5Bでの強度と難易度

表3の強度評価と表4の難易度評価に有意差がみられたSTAGE間の結果をみると、STAGE 1Aから5AとSTAGE 1Bから5Bの各STAGEのAとBはどちらも概ね同じ傾向であった。これは、これらの運動条件が基本的に左右対称の運動として設定している為と推測できる。従って、各STAGEのAとBを左右対称での同類の運動と判断してSTAGE 1からSTAGE 5を検討する。背臥位でのSTAGE 1の強度の平均値は他よりも有意に低く楽程度に評価され、STAGE 5の強度の平均値は

表8 腹臥位の各STAGEで負荷を感じた身体部位の度数 (人数)

STAGE	負荷を感じた身体部位とその度数
1	[27. 左腹部・28. 右腹部:各11名] [29. 左鼠径部:9名] [30. 右鼠径部:8名] [31. 左腰部・32. 右腰部:各3名] [38. 右大腿後部:2名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・33. 左殿部・34. 右殿部・35. 左大腿前部・36. 右大腿前部・37. 左大腿後部・51. 左腕付根部・52. 右腕付根部・53. 左上腕部・54. 右上腕部:各1名]
2 A	[27. 左腹部・28. 右腹部・30. 右鼠径部:各8名] [29. 左鼠径部:6名] [36. 右大腿前部・51. 左腕付根部・52. 右腕付根部:各3名] [34. 右殿部・35. 左大腿前部・54. 右上腕部:各2名] [38. 右大腿後部・46. 右ふくらはぎ部・53. 左上腕部・56. 右肘部・57. 左前腕部・58. 右前腕部:各1名]
2 B	[28. 右腹部:9名] [27. 左腹部:8名] [30. 右鼠径部:7名] [29. 左鼠径部:6名] [51. 左腕付根部:4名] [52. 右腕付根部:3名] [36. 右大腿前部・54. 右上腕部:各2名] [33. 左殿部・35. 左大腿前部・37. 左大腿後部・41. 右脛部・45. 左ふくらはぎ部・53. 左上腕部・57. 左前腕部・58. 右前腕部:各1名]
3 A	[30. 右鼠径部:13名] [28. 右腹部:12名] [27. 左腹部:11名] [52. 右腕付根部:6名] [29. 左鼠径部:36. 右大腿前部・51. 左腕付根部:各5名] [54. 右上腕部:3名] [53. 左上腕部:2名] [20. 右肩部・21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・33. 左殿部・34. 右殿部・35. 左大腿前部・37. 左大腿後部・41. 右脛部・46. 右ふくらはぎ部・59. 左手首・60. 右手首:各1名]
3 B	[27. 左腹部:12名] [28. 右腹部:29. 左鼠径部:各11名] [30. 右鼠径部:6名] [35. 左大腿前部・51. 左腕付根部:各5名] [52. 右腕付根部:4名] [37. 左大腿後部・38. 右大腿後部・53. 左上腕部:各2名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・33. 左殿部・34. 右殿部・36. 右大腿前部・45. 左ふくらはぎ部・54. 右上腕部・59. 左手首・60. 右手首:各1名]
4 A	[29. 左鼠径部:7名] [28. 右腹部・30. 右鼠径部・33. 左殿部:各6名] [27. 左腹部・52. 右腕付根部:各5名] [34. 右殿部・51. 左腕付根部:各4名] [35. 左大腿前部:3名] [37. 左大腿後部・38. 右大腿後部・41. 右脛部・46. 右ふくらはぎ部・50. 右足首後・53. 左上腕部:各1名]
4 B	[30. 右鼠径部:9名] [27. 左腹部・34. 右殿部・52. 右腕付根部:各6名] [28. 右腹部・29. 左鼠径部・33. 左殿部:各5名] [51. 左腕付根部:4名] [36. 右大腿前部・21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・35. 左大腿前部・54. 右上腕部:各2名] [37. 左大腿後部・38. 右大腿後部・42. 右膝後・53. 左上腕部:各1名]
5 A	[30. 右鼠径部:13名] [34. 右殿部:10名] [29. 左鼠径部:9名] [27. 左腹部・33. 左殿部:各8名] [28. 右腹部:7名] [51. 左腕付根部:4名] [36. 右大腿前部:3名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・32. 右腰部・54. 右上腕部:各2名] [25. 胸部中央・26. 胸椎部・31. 左腰部・35. 左大腿前部・38. 右大腿後部・46. 右ふくらはぎ部・53. 左上腕部・59. 左手首・60. 右手首・66. 右手背部:各1名]
5 B	[29. 左鼠径部:12名] [30. 右鼠径部:10名] [27. 左腹部・33. 左殿部:各9名] [28. 右腹部・34. 右殿部:各8名] [52. 右腕付根部:6名] [35. 左大腿前部・51. 左腕付根部・54. 右上腕部:各3名] [21. 左広背筋部・22. 右広背筋部・37. 左大腿後部:各2名] [31. 左腰部・32. 右腰部・36. 右大腿前部・41. 右脛部・59. 左手首・60. 右手首・66. 右手背部:各1名]

STAGE 3を除く他のSTAGEよりも有意に高く、非常にきつい程度に評価されていた。STAGE 3はきつい程度に評価されていた。一方、STAGE 1の難易度の平均値は他よりも有意に低く簡単程度に評価され、STAGE 5の難易度の平均値は他よりも有意に高く非常に難しい程度に評価されていた。難易度評価で特記すべき点は、強度評価で有意差がみられなかったSTAGE 3と5の間に難易度評価には有意差がみられSTAGE 5の難易度はSTAGE 3と比べて有意に高く非常に難しいと評価されていたことである。このことから、強度と難易度の評価を総括的にみると、STAGE 1の強度と難易度は他と比べて楽程度や簡単程度に評価されていたといえる。また、STAGE 5の強度と難易度は他と比べて非常にきつい程度や非常に難しい程度に評価されていたと推測できる。背臥位での今回の測定の結果から、楽程度や簡単程度に評価されたSTAGE 1の運動はレッドコード・エクササイズに不慣れなアスリートに、一方、非常にきつい程度や非常に難しい程度に評価されていたSTAGE 5の運動はレッドコード・エクササイズに熟練したアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると考えられる。但し、強度や難易度に有意差がみられなかった他のSTAGE間の運動に関しては、各STAGEで負荷を感じる身体部位を考慮しながら、同程度の強度と難易度としてアスリートのレッドコード・トレーニングに用いることも可能であると思われる。

(2) 背臥位運動での身体部位の主観的負荷

背臥位での各運動で主観的に負荷を感じていた身体部位を調査した。その結果、表5に示すようにSTAGE 1で負荷を感じた左右対称の部位は大腿後部（ハムストリングス）に比較的多くみられる傾向があった。そして、STAGE 1の強度と難易度の平均値は、AとB共に他と比べると有意に低かったことから他よりも楽程度、及び簡単程度の評価であったと推測できた。これらのことからSTAGE 1の運動では、主に左右の大腿後部に楽程度、及び簡単程度の負荷を感じていた対象者が比較的多いと推測される。従って、STAGE 1の運動は特に大腿後部に楽程度、及び簡単程度の負荷としてレッドコード・エクササイズに不慣れなアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると思われる。STAGE 2で負荷を感じた左右対称の部位は大腿後部と腕付根部に同程度で比較的多い傾向がみられた。STAGE 3で負荷を感じた左右対称の部位は大腿後部に比較的多くみられる傾向があった。STAGE 4で負荷を感じた左右対称の部位は腕付根部に比較的多くみられる傾向があった。そして、STAGE 2・3・4のこれらの強度の平均値はAとBを通して3.09から3.86での評価であり、またそれぞれの間には有意差はみられなかった。つまり、STAGE 2・3・4の強度は同程度の中程度からきつい程度であると推測できる。一方、難易度ではSTAGE 2Bと3Bの難易度の平均値は2.82から3.09で中程度の評価であり、STAGE

3Bと4Bの難易度の平均値は3.09から3.50で中程度から若干難しい程度の評価であり、各々のSTAGE間には全て有意差がみられなかった。STAGE 2Bと4Bの難易度の平均値は2.82と3.50でありこの間には有意差がみられ中程度から若干難しい程度の評価であった。つまり、STAGE 2Bと3Bの運動は同程度の中程度で、STAGE 3Bと4Bの運動は同程度の中程度から若干難しい程度で、STAGE 4Bの方がSTAGE 2Bよりも若干難しい程度の評価であったと推測できる。但し、STAGE 4Bの平均値3.50は本測定で規定した難しい程度の範囲の中で最も低い値である。このことを過大解釈すると中程度の評価と判断できると思われる。STAGE 2Bと4B間に有意差がみられたが、同程度の概ね中程度の評価と判断することにした。従って、これらの運動条件は、STAGE 3では大腿後部に、STAGE 2とSTAGE 4では大腿後部と腕付根部の両部位に中程度からきつい程度、及び概ね中程度の難易度の負荷をアスリートに与えるトレーニング方法に活用できる可能性があると思われる。STAGE 5で負荷を感じた左右対称の部位は大腿後部と腕付根部に比較的多くみられる傾向があった。STAGE 5の強度の平均値は、AとB共にSTAGE 3を除く他のSTAGEと比べると有意に高かったことから概ね他のSTAGEよりも非常にきつい程度の評価であると推測できる。一方、STAGE 5の難易度の平均値は、AとB共に他と比べると有意に高かったことから非常に難しい程度の評価であると推測できる。これらのことからSTAGE 5では、殆どのSTAGEよりも主に左右の大腿後部、及び腕付根部に非常にきつい程度、及び非常に難しい程度の負荷を感じていたと推測される。従って、STAGE 5の運動は大腿後部と腕付根部に非常にきつい程度、及び非常に難しい程度の負荷としてレッドコード・エクササイズに熟練したアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると思われる。ところで、背臥位運動は基本的に腹横筋を緊張させ、主に大腿後部（ハムストリングス）に刺激を与える運動として設定した。しかし、本測定での運動条件では、大腿後部や腕付根部の度数よりも腹横筋がある腹部の度数が比較的小なかつた。腹横筋へ加わった実際の筋緊張の度合いは本測定から明確にできなく、今後、生理学的・生体力学的測定からの検討が望まれる。

ところで、本測定での対象者は、殆どのSTAGEで大腿後部に負荷を感じていた。小野・藤井（2013）は、ハムストリングスの筋力トレーニングの股関節伸展運動であるHip Lift（HL）についてハムストリングスと大腿四頭筋の筋力バランス（H:Q比）を検討した結果、HLがH:Q比を維持する為に有効なトレーニングであったと報告している。HLとは背臥位で股関節屈曲と膝関節屈曲を90°とした状態を開始肢位とし、この状態から膝関節の屈曲を90°の状態に保持したまま体幹が直線になる状態（股関節0°）まで腰を上げてハムストリングスを短縮性収縮させ再び開始肢位まで戻りハムストリングス

を伸張性収縮させる一連の運動である。この体幹が直線になる状態まで腰を上げる姿勢はレッドコードでの背臥位運動を開始するスタートポジションと類似した姿勢となる。つまり、レッドコードを用いた背臥位の運動はスタートポジションの段階でハムストリングスが短縮した状態になっており、本測定で考案した背臥位運動でも大腿後部に負荷が加わっていたと推測される。背臥位の運動では、ハムストリングスへの負荷を設定していたので、殆どのSTAGEで大腿後部に負荷を感じていたのは想定内の結果といえる。

2. 腹臥位運動での強度と難易度の評価

(1) STAGE 1から5AとSTAGE 1から5Bでの強度と難易度

表6の強度評価と表7の難易度評価に示す有意差がみられたSTAGE間の結果をみると、STAGE 1から5AとSTAGE 1から5BでSTAGE 1以外の各STAGEのAとBは概ね同じ傾向であった。この結果は、これらの運動条件が、表2に示すようにSTAGE 1以外は基本的に左右対称の運動として設定されていると推測できる。従って、STAGE 1以外の各STAGEのAとBは左右対称での同様の運動と判断して検討する。STAGE 1とSTAGE 2のそれぞれの強度と難易度の平均値は他より有意に低く同程度の楽程度また非常に簡単から簡単程度の範囲での評価であった。一方、STAGE 5での強度と難易度の平均値は強度のSTAGE 3Aを除く他のSTAGEより有意に高く非常にきつい程度や非常に難しい程度の範囲での評価であった。強度と難易度の評価を総括的にみると、特に楽程度や簡単程度の範囲内で評価されていたSTAGE 1とSTAGE 2の運動はレッドコード・エクササイズに不慣れなアスリートへのトレーニング方法に活用できる可能性があると思われ。また、非常にきつい程度や非常に難しい程度の範囲内で評価されたSTAGE 5はレッドコード・エクササイズの熟練者のアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると思われ。そして、有意差がみられなかった他のSTAGE間の運動条件に関しては、各STAGEで負荷を感じる身体部位を考慮しながら、同程度の強度と難易度としてアスリートのレッドコード・トレーニングに用いることも可能であると思われ。

(2) 腹臥位運動での身体部位の主観的負荷

腹臥位での各運動で主観的に負荷を感じていた身体部位を調査した。その結果、表8に示すようにSTAGE 1で負荷を感じた左右対称の部位は腹部と鼠径部に比較的多くみられる傾向があった。そして、STAGE 1の強度と難易度評価は、AとB共に他よりも楽程度、及び非常に簡単程度であった。このことからSTAGE 1では主に腹部と鼠径部に楽程度、及び非常に簡単程度での負荷を感じていた対象者が比較的多い運動条件であったと推測できる。STAGE 2で負荷を感じた左右対称の

部位は腹部と鼠径部に比較的多くみられる傾向があった。STAGE 2の強度と難易度評価は、AとB共に他よりも楽程度、及び簡単程度の評価であった。そして、STAGE 1とSTAGE 2A・2Bの間に有意差がみられなかったことから、STAGE 1とSTAGE 2の強度と難易度は同程度の楽程度や簡単程度の範囲内での負荷を感じたと推測され、これらの運動は主に腹部と鼠径部に楽程度、及び簡単程度の負荷として、レッドコード・エクササイズに不慣れなアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると思われ。STAGE 3で負荷を感じた左右対称の部位は腹部と鼠径部と腕付根部に比較的多くみられる傾向があった。このことから、STAGE 3の運動では左右の腹部と左右の鼠径部と左右の腕付根部に負荷を感じていた対象者が比較的多いと推測できる。STAGE 4で負荷を感じた左右対称の部位は鼠径部と腹部と殿部に比較的多くみられる傾向があった。このことから、STAGE 4の運動では主に左右の鼠径部と左右の殿部に負荷を生じさせる運動であったと推測できる。ところで、STAGE 3とSTAGE 4間の強度の平均値にAとB共に有意差はみられなく、これらの強度の平均値はAとBを通して3.18から3.45で中程度の評価であった。難易度評価もSTAGE 3とSTAGE 4間にAとB共に有意差はみられなく、これらの難易度の平均値はAとBを通して2.68から2.95で中程度の評価であった。つまり、STAGE 3は左右の腹部と左右の鼠径部と左右の腕付根部に、STAGE 4は主に左右の鼠径部と左右の腹部と左右の殿部に中程度の負荷を与えるトレーニング方法として活用できる可能性があると思われ。STAGE 5で身体部位に負担を感じた左右対称の部位は鼠径部と殿部と腹部に比較的多くみられる傾向があった。このことからSTAGE 5は左右の鼠径部と左右の殿部と左右の腹部に特に負荷を感じていた対象者が比較的多いと推測できる。また、STAGE 5の強度評価の平均値は、AではSTAGE 3以外よりも大きく、Bでは他のSTAGEと比べて大きかった。一方、STAGE 5の難易度評価の平均値は、AとB共に他と比べて大きかった。つまり、STAGE 5は、鼠径部と腹部と殿部にSTAGE 3Aを除く他のSTAGEよりも非常にきつい程度、また他のSTAGEよりも非常に難しい程度を感じていたと推測できる。従って、STAGE 5は鼠径部と腹部と殿部に概ね非常にきつい程度、及び非常に難しい程度の負荷として、レッドコード・エクササイズの熟練者のアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると思われ。ところで、対象者は殆どのSTAGEで鼠径部に負荷を感じていた。鼠径部に負荷を感じたのは、この運動条件が膝を胸に向けて股関節を屈曲させる運動であることから屈曲運動に関わる大腿直筋と大腿筋膜張筋の上部、腸腰筋の下部、恥骨筋、中殿筋に負荷を感じていたと思われる。小柳（2012）は、安全かつ効果的に大腿四頭筋を伸展域で強化するトレーニング方法として腹臥位で下腿近

位を支点にした膝伸展運動を考案している。腹臥位で下腿近位を支点にした膝伸展運動の状態がレッドコードでの腹臥位運動を開始するスタートポジションの姿勢となる。つまり、レッドコードを用いた腹臥位運動はスタートポジションの段階で大腿四頭筋が短縮した状態となっている。特に本測定の腹臥位運動では大腿直筋と大腿筋膜張筋に負荷を加えている可能性が推測される。しかし、本測定では大腿直筋と大腿筋膜張筋に負荷を加えている明確な確認ができなく、今後、筋電図などの生理学・生体力学的測定での検討が望まれる。腹臥位運動は、主に大腿の前面部位の筋群に刺激を与える運動を設定したので全てのSTAGEで鼠径部に負荷を感じていたのは想定内といえる。

V 要 約

本研究は、背臥位と腹臥位のレッドコード・エクササイズについてアスリート用トレーニング方法としての活用性と可能性を検討する為に、背臥位と腹臥位の運動条件としてそれぞれに強度と難易度の異なる5種類(STAGE 1からSTAGE 5)のアスリート用レッドコード・トレーニングを新たに考案した。そして、これらの運動条件の強度と難易度を5段階評定尺度評価による主観的評価の平均値、及び主観的に負荷を感じた身体部位の度数を抽出して検証した。その結果、以下の見解が得られた。

背臥位では、体幹部の腹横筋を緊張させ、主に大腿後部(ハムストリングス)に刺激を与える運動を設定した。STAGE間でその強度と難易度の主観的評価の平均値を分散分析で解析した結果、STAGE 1は他のSTAGEよりも有意に低く、楽程度や簡単程度と評価されていた。また、STAGE 5は他のSTAGEよりも有意に高く、非常にきつい程度や非常に難しい程度と評価されていた。更に、負荷を感じた身体部位の度数と強度・難易度評価の平均値とを併せて検討すると、STAGE 1の運動において主に大腿後部に楽程度や簡単程度の負荷を感じ、STAGE 5では主に大腿後部と腕付根部に非常にきつい程度や非常に難しい程度の負荷を感じていたと推測できた。一方、腹臥位では、体幹部の腹横筋を緊張させながら、主に大腿の前面部位の筋群(大腿四頭筋など)に刺激を与える運動を設定した。STAGE間でその強度と難易度の平均値を分散分析で解析した結果、STAGE 1とSTAGE 2は他のSTAGEよりも有意に低く、楽程度や非常に簡単程度と評価されていた。そして、STAGE 5はSTAGE 3Aを除く他のSTAGEよりも有意に高く、非常にきつい程度や非常に難しい程度と評価されていた。更に、負荷を感じた身体部位の度数と強度・難易度評価の平均値とを併せて検討すると、STAGE 1とSTAGE 2が腹部や鼠径部に楽程度や非常に簡単程度の負荷を感じ、そしてSTAGE 5で鼠径部、殿部、腹部に

非常にきつい程度や非常に難しい程度を感じていたと推測できた。尚、負荷を感じた鼠径部とは、腹臥位の運動が股関節の屈曲や外転運動であることから屈曲と外転に関わる大腿直筋と大腿筋膜張筋に負荷を加えている可能性が推測された。しかし、本測定ではこれらの筋群の負荷についての確認はできなく、今後、生理学・生体力学的測定での検討が望まれる。以上のことから、背臥位と腹臥位運動においてSTAGE 1の運動は、レッドコード・エクササイズの初心者、STAGE 5の運動は熟練者のアスリートのトレーニング方法に活用できる可能性があると考えられる。そして、各々のSTAGE間の評価に有意差がみられなかった運動に関しては、各STAGEで負荷を感じる身体部位を考慮しながら、同程度の強度と難易度としてアスリートのレッドコード・トレーニングに用いることも可能であると思われる。

文 献

- Bergmark A (1989) Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand Suppl., 230 : 1-54.
- 橋田 浩・平井敏幸・広川龍太郎・苅部俊二 (2012) レッドコードにおけるアスリート用ウィーク・リンクの設定に関する検証(その2)―腹臥位運動(大腿前部)での強度と難易度の主観的評価から―. 第63回日本体育学会, 254.
- 平井敏幸・苅部俊二・広川龍太郎・麻場一徳・中村宏之・宮下 智 (2012a) 陸上競技者におけるレッドコードを使用したトレーニングに関する主観的評価の調査. 日本ニューラック研究会第14回学術大会.
- 平井敏幸・広川龍太郎・苅部俊二・麻場一徳・中村宏之 (2012b) レッドコードのスポーツ・トレーニングの効用に関する調査―男女スプリンターの主観的な感想からの推測―. 日本スプリント学会第23回大会, 11.
- 平井敏幸・橋田 浩・広川龍太郎・苅部俊二 (2012c) レッドコードにおけるアスリート用ウィーク・リンクの設定に関する検証(その1)―背臥位運動(ハムストリングスカール)での強度と難易度の主観的評価から―. 第63回日本体育学会, 253.
- Jull G, Richardson C, and Toppenberg R (1993) Towards a measurement of active muscle control for lumbar stabilization. Aust J Physiother., 39: 187-193.
- 小柳磨毅 (2012) ブラッシュアップ理学療法―88の知が生み出す臨床技術―. 福井 勉編, 十字靭帯再建膝の大腿四頭筋を安全かつ効果的に強化する. 三輪書店: 東京, pp. 234-238.
- Kulas AS, Shmitz RJ, Shultz SJ, Henning JM, and Perrin DH (2006) Sex-specific abdominal activation

- strategies during landing. J Athl Train., 41 : 381-386.
- 宮本 溪・金岡恒治・大久保 雄・大塚 潔・高木 祥・椎名逸雄・辰村正紀（2009）フォワードランジ動作の筋活動解析. 体力科学, 58（6）：759.
- 宮下 智（2009）レッドコード・グループエクササイズ. 宮下 智編, local muscleは動きにどのように影響するか. レッドコード・エクササイズによるトレーニング効果. 三輪書店:東京, pp. 59-69.
- 宮下 智・和田良広・鈴木正則（2012）効果的な体幹筋トレーニング方法の検討—異なる運動における腹横筋と内腹斜筋の収縮厚から—. 日本橋学館大学紀要, 11 : 41-51.
- 織田揮準（1970）日本語の程度量表現用語に関する研究. 教育心理学研究, 18（3）：166-176.
- 織田揮準（1975）中性カテゴリーの位置効果に関する研究. 心理学研究, 45（6）：300-312.
- 織田揮準（1976）反応語のカテゴリー内およびカテゴリー間意味効果. 心理学研究, 46（6）：305-315.
- 小野高志・藤井 均（2013）異なるハムストリングス筋力トレーニング介入によるH：Q比の変化の違い. 体力科学, 62（1）：87-94.
- 大塚 潔・金岡恒治・大久保 雄・高木 祥・宮本 溪・椎名逸雄・辰村正紀・宮川俊平・竹村雅裕（2009）ラグビー競技のスクラム動作時の筋活動解析. 体力科学, 58（6）：920.
- 高木 祥・金岡恒治・大久保 雄・大塚 潔・宮本 溪・辰村正紀・椎名逸雄・宮川俊平（2009）骨盤前後傾運動時の筋活動解析. 体力科学, 58（6）：631.
- 和田良広・宮下 智（2009）バイオメカニズム20—身体機能の補助と向上—. バイオメカニズム学会編, 随意収縮における深部体幹厚の検討. 慶応義塾大学出版会：東京, pp. 225-231.

〔平成26年4月7日 受付〕
〔平成26年7月23日 受理〕