

松 山 大 学 論 集
第 20 卷 第 2 号 抜 刷
2 0 0 8 年 6 月 発 行

運動継続のための新たな運動処方

酒 井 達 郎

運動継続のための新たな運動処方

酒 井 達 郎

はじめに

競技者のパフォーマンス向上だけでなく一般成人および高齢者の日常生活の健康づくりにおいて筋系、循環器系、神経系の生理学的反応を考慮した筋力トレーニングは、効果的な手段となっている。アメリカスポーツ医学会やアメリカ心臓学会による身体活動推奨基準では、奨励身体活動の一つとして筋力トレーニングが推奨されている¹⁾。近年、筋力トレーニングは一般成人のための身体運動の一つとして実施されるようになった。

筋力トレーニングには、対象者や目的に応じて様々な方法が存在している。筋のトレーニングは心臓や循環系が関与しており、筋運動は巧緻性や敏捷性などの神経系も関係するためトレーニングの生物学的原則は、筋、循環器、神経系でも同一であると考えられる。すなわち、刺激が加えられることにより、生体は反応を起こし機能の向上を図ることができる。しかし、これを詳しくみるとその適応の様式には多少の違いがあり、筋、循環器、神経それぞれの様式でトレーニング効果²⁾が現れてくる。そのため、適切な筋力のトレーニングは、トレーニングの強度、トレーニングの時間、トレーニングの回数といった筋のトレーニングのための適切な刺激を定めることが必要となっている。これまで多くの研究^{3,4,5,6)}から、筋力を増すためには最大筋力や反復回数を利用してトレーニングすれば、十分なトレーニング効果が得られることが分かっている。

しかしながら、筋のトレーニングを中止すると獲得された筋力も消失してし

まう。筋力トレーニングを一般成人の健康維持増進のための身体運動として捉えるならば、運動継続について研究を進めることは重要となってくる。身体活動や運動習慣を日常化させることは難しく、継続的に実施するには明確な目標設定といった課題が必要であろう。

目 的

運動の手段として筋力トレーニングを行う場合、トレーニングに不可欠である種目の選択や適切な負荷等の変数が重要な要素となってくる。なかでも、トレーニングの原則である「過負荷」、「負荷漸増」、「運動配列」、「運動特異種目」を基本とする運動処方⁷⁾の理解は欠かすことができない。トレーニング効果による身体能力変化に合わせたトレーニング構成⁸⁾を変更するには、客観的な体力評価に基づいた至適負荷の決定が必要である。変化する状況に応じ変更されるトレーニング構成がトレーニング効果をより高めていくことになる。しかしながら、スポーツ競技者や専門的なトレーニングをおこなっている者以外がこうした情報に触れる機会は少ない。

効果的なトレーニング指導を目指すには個人の健康状態や生活状況をふまえたトレーニング構成をサポートする必要がある。今回、携帯電話を利用してトレーニング情報を提供することを試みた。携帯電話から筋力トレーニングの種類や使用するマシン、負荷等の情報を入手し安全で効果的なトレーニングを各自で実施する方法が検討された。また、非対面的な指導形態の可能性を探り、運動継続⁹⁾の動機づけの一因を明らかにしていこうと考えた。本研究の目的は、携帯電話をもちいた一般大学生の筋力トレーニング種目および負荷選択の基礎的研究である。

トレーニング方法

1 ウェイトトレーニングの運動種目

本研究では身体を上肢、下肢、体幹に区分し全身のウェイトトレーニングをおこなう運動種目を選択した。運動種目の選択には大筋群を利用する運動と小筋群を使う種目¹⁰⁾や一般人の基本的な体力維持向上に大筋群のトレーニングが有効である¹¹⁾といわれている。また、動作様式から複数の関節をまたぐ多関節運動は、身体各部位を協調的に働かせる動作であり、身体部位をつなぐ関節を相互に作用させ筋力だけではなく身体バランスや協調性といった能力をトレーニングできる⁸⁾。補助的運動には、大筋群へのトレーニングだけでは十分に強化できない小筋群を個々に強化するための単関節、拮抗筋を強化する。さらに、動作中の姿勢の安定を図り障害を予防する運動が含まれることが望ましい¹²⁾ともいわれる。そこで上肢、下肢、体幹の前面・後面の代表的な大筋群についてトレーニング可能な種目を選択した。以下に上肢、下肢、体幹の前面・後面のトレーニングができる種目とそれに作用する筋群を示した。

- 1) 上肢トレーニング種目；ラット・プルダウン：広背筋，大円筋，上腕二頭筋，僧帽筋，大菱形筋，三角筋，ラテラルレイズ：三角筋，僧帽筋上部
- 2) 下肢トレーニング種目；アブダクション：内転筋群，ヒップアダクション：中殿筋，レッグカール：大腿二頭筋 レッグ・プレス：大殿筋，大腿四頭筋
- 3) 体幹；アブドミナル：腹筋：腹直筋，ローワーバック：背筋：脊柱起立筋

これらの種目を全身の筋力トレーニングとした。今回の研究に参加した一般大学生は、既存の施設（本学トレーニングルーム）でウェイトトレーニングを実施することができる。

2 トレーニングマシン

これまで筋力トレーニングは、健康維持増進への効果は少なく特定のスポーツ競技力向上や運動器のリハビリテーションにのみ有効と評価されてきた。しかし、高齢者の転倒を予防や日常活動を高め¹³⁾健康寿命を延伸したりするためにも、骨格筋の機能を維持し向上させることが必要と考えられるようになってきた。骨格筋は若年男性で体重の40%以上の重量を占める¹⁴⁾ことから、加齢に伴う筋量低下を防止することが全身の代謝活性を維持し、生活習慣病を予防する上でも重要と考えられている。

筋力トレーニングにも多様な形態があり、フリーウエイト、自重：自らの体重やバーベル、ダンベルなどを用いたものと様々な負荷形態を利用するマシン

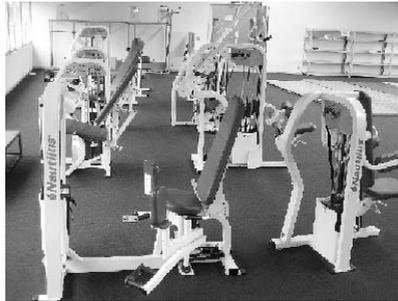


図 1



図 2 A

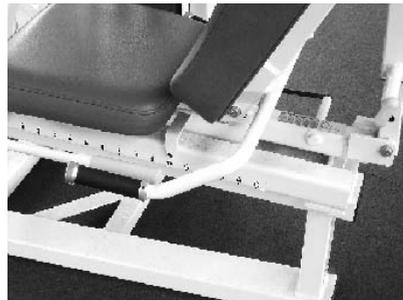


図 2 B

トレーニングに大別できる。健康づくりのための身体運動支援という見地では、安全性の点でマシントレーニングの有用性が高い¹²⁾。それぞれの最も大きな違いは、運動の軌道が規定されているか任意であるかにある。マシンでは軌道が規定されており可動域の制限も容易に行えるため、安全性が高くなっている。しかしながら、マシンの選定にあたっては体格に合っているか、運動の軌道が自然であるかなどの点に注意する必要がある。一方、フリーウエイトトレーニングは、運動の軌道が任意のため応用性は高いが安全に行うためには正しいフォームを習得する必要がある。バーベル、ダンベルを用いた種目だけでも数百種目があり、指導のための技術を定着させるためには少なくとも1年以上の経験が必要と考えられる。

最近では、運動・リハビリテーションのために多種多様なマシンが用いられている。これらには、筋力トレーニング用マシンをはじめ、有酸素運動用マシン（エアロバイク・トレッドミル）、認知動作型（スプリントトレーニングマシンなど）が含まれる¹³⁾。筋力トレーニングに用いられるマシンの負荷形態は、張力一定型、張力変動型、トルク一定型、等速型、粘性抵抗型と様々であり、目的に応じて使い分けられている。本研究では一般大学生を対象者とすることから、初心者でも比較的安全であり、負荷設定の容易なマシン（ノーチラス社製 ナイトロ）を使用することにした（図1）。これらマシンは、1反復間に動く決められた動作範囲があり、動作範囲の反復をおこなうことで効果が期待できる。全身の筋力トレーニングを実施するため、AからIの8機種種のトレーニングマシンをもちいた。以下に、マシン名：身体区分（関節名；運動方向）を示す。

- A) ラット・プルダウン：上半身（肩甲帯；挙上，引き下げ，肘；屈曲，伸展）
- B) ラテラルレイズ：上半身（肩甲帯；外転，内転 肩；外転，内転）
- C-1) ヒップアダクション：下半身（股；内転）
- C-2) アブダクション：下半身（股；外転）
- D) レッグプレス：下半身（股；屈曲，伸展，膝；屈曲，伸展，足；背屈，

底屈)

E) レッグカール：下半身（膝；屈曲，伸展）

F) レッグエクステンション：下半身（膝；屈曲，伸展）

G) アブドミナル：体幹（腹部；屈曲，伸展）

H) ローワーバック：体幹（背部；屈曲，伸展）

これらのマシンは可変抵抗方式である。負荷となる重量は，ピンにより調整

表1 参加者（22名）のマシシート位置

	A	B	C-1	C-2	D	E	F	G	H
1	6=4	3.5	5=1	1=1	8=4.5	5=S	5=L	4=7	4.5
2	6=4	3.5	5=1	1=1	8=4.5	5=S	4=L	3.5=7.5	5
3	2=2	2.5	1=6	1=1	8=4	3=M	4=L	4.5	4
4	2=2	2.5	1=6	1=1	8=4	3=M	4=L	4.5	4
5	1.5=2	1	1=6	1=6	8	6=S	5=S	1.5=6.5	2.5
6	3=1	4	1=6	1=1	10	3=L	3=L	2.5=5.5	4.5
7	2	3	1	7	5=8	4	6	2=8	3.4
8	2	3	1	6	5=8	4	6	2=8	3.4
9	1	3	1	7	5=8	5	6	2=5.5	3.4
10	2	3	1	7	5=8	5	6	2=7	3.4
11	1=1	1	7=1	1=1	5	6=S	5=M	6	1
12	1=1	1	7=1	1=1	4	6=S	5=M	5	1
13	3=1	1	6	1=1	7	5=M	3=M	8=5	3
14	1=1	1	7=1	1=1	7	5=M	3=M	7	3
15	2=2	5	6=0	1	7	3=M	4=M	6	1
16	3=2	3	6=0	1=0	7	3=S	4=M	6	1
17	3=2	4	6=0	1=0	7	2=M	4=M	7	1
18	3=2	4	4=0	1=0	8	3=M	4=M	7	1
19	5	4.5	7	1	1=1	3=L	3=L	4.5=5	3
20	2	4.5	6	1	9	3=L	6=L	3=5	3
21	2	4.5	6	1	1=1	3=L	3=L	4.5=5	3
22	2	4.5	6	1	1=1	4=M	3=L	4=5	3

する（図2A）。また、各自の体格に合ったトレーニング姿勢は、シート位置をレバーで調整し決定する（図2B）。これにより、それぞれのマシンでのトレーニング動作は、各自の身体的特徴に合わせた設定がされるため、正確な軌道およびフォーム（姿勢）により怪我を予防し、効果が期待できる。表1にマシン記号と参加者のシート位置を示す。

表1に示したシート位置は、A) プルダウン；シート高・大腿固定位置、B) ラテラルレイズ；シート高、C-1) ヒップアダクション・C-2) アブダクション；大腿位置、D) レッグプレス；腰部・背部位置、E) レッグカール・F) レッグエクステンションが背位置・下腿固定位置、G) アブドミナル；シート高、H) ローワーバック；シート高・背位置について決定した。

3 負 荷 値

筋力トレーニングにおける強度を設定する基準は、主として、最大挙上重量に対する割合（%）を設定する「パーセント法」と、最大反復回数（repetition maximum）による「RM法」の2つの方法がある。「RM法」は任意の負荷を最大何回反復できるかで決まり、パーセント法は、最大挙上量（1RM）を測定する場合に採用される。今回のトレーニング負荷値は、筋肥大、パワーアップそれとウォーミングアップを目的とする3種類とした。ここで最大挙上重量、すなわち最大に発揮できる筋力の80%RMで表記を「HARD」とした。次に、60%RMを「MID」、ウォーミングアップに用いる負荷は、40%RMで「LIGHT」とし、3種類の負荷でトレーニングを実施することにした。パーセント法を採用する場合は、1RMの重量を知る必要がある。1RMを決定する方法には、実際に1RMの挙上を試行して調べる方法と最大下の負荷による反復回数から1RMを推定する方法がある。今回それぞれの負荷値は、最大挙上重量（1RM）から求められた。

各マシンを使用してトレーニングをおこなうために、速さと動作範囲の両方を含む正しいフォームの指導、トレーニングマシンに関する動作範囲、反復、

セット、負荷、複合動作、順序、頻度、テクニックやフォームについて十分な説明をおこなった。その後、最大努力の挙上をおこない1RMを決定した。その際、フォームや挙上リズムを変えずに一回のみ挙上出来た最高値を最大挙上重量とした。表2には各参加者の最大挙上重量がマシン記号ごとに示してある(表2)。

これらのデータは、ウエイトトレーニングをおこなうための負荷重量決定に

表2 IDと各マシンでの最大挙上重量値 (#印は1RM測定無)

	A	B	C-1	C-2	D	E	F	G	H
1	52.3	16	43	61.5	115.5	32.3	38.3	54.5	27.5
2	40.5	16	36	54.5	88.8	25.3	38.3	40.5	34.5
3	54.5	27.5	32.3	68.5	115.5	34.5	47.5	61.5	40.5
4	54.5	18.3	25.3	54.5	106.8	34.5	54.5	61.5	27.5
5	36	13.5	23	61.5	91	30	32.3	36	30
6	105	50	20.5	#	218	54.5	50	71	71
7	38.3	2.3	25.3	18.3	70.8	20.5	25.3	32.3	18.3
8	45.3	18.3	38.3	32.3	11.3	20.5	38.3	40.5	32.3
9	30	16	40.5	25.3	146	27.5	32.3	40.5	25.3
10	40.5	18.3	47.5	34.5	138.3	40.5	45.3	40.5	32.3
11	#	16	32.3	68.5	91	40.5	43	47.5	36
12	54.5	18.3	23	68.5	97.8	40.5	47.5	40.5	36
13	61.5	25.3	34.5	95.5	100	40.5	61.5	75.5	40.5
14	57	20.5	25.3	71	113.5	40.5	61.5	61.5	45.3
15	71	30	43	54.5	127	36	50	79.3	54.5
16	77	38.3	71	91	191	59.3	71	95.5	50
17	91	38.3	95.5	95.5	182	75.5	105	95.5	71
18	91	50	95.5	95.5	182	64	98	95.5	57
19	115.5	68.5	95.5	95.5	224.8	95.5	115.5	95.5	95.5
20	81.5	27.5	68.5	95.5	224.8	54.5	95.5	88.5	61.5
21	75.5	40.5	68.5	95.5	224.8	75.5	102.5	95.5	68.5
22	84	47.5	81.5	95.5	224.8	68.5	95.5	61.5	68.5

用いられた。その後、求められた最大挙上重量値から 40・60・80%RM の負荷値を決定した。

4 参加者および実施方法

参加者は、一般大学生 22 名（男子 15 名，女子 7 名）である。トレーニング参加に際し、この携帯電話を使ったトレーニングの意義を説明し、理解を得た上でトレーニングをおこなった。今回、被験者は、携帯電話からデータを入手しトレーニングを実践する。そのためのデータを携帯電話へ表示する必要がある。表示はマシン名、シート位置情報 (SEAT)，最大挙上量 (MAX)，80%RM (HARD)，60%RM (MID)，40%RM (LIGHT) の 6 つとした。特に、負荷値の情報は、各マシン固有の調節負荷値と同じ表示である。表 3 にその一例を示す。

これらの情報は携帯電話を介して入手できるよう処理した。トレーニングの理解を深めるため各マシンの名称およびトレーニング部位，筋群が 3 種類の負荷とは別に表示された。トレーニング実施に際しトレーニング動作は、ゆっくりとした一定の速度で行い、戻す動作を 3 秒以上の時間をかけ行う方法を用いた。呼吸は原則的に負荷挙上時（短縮性動作時）に呼息，負荷下降時（伸長性

表 3 携帯電話に表示する個人データ例

	SEAT 位置	最大挙上重量	HARD(80%)	MID(60%)	LIGHT(40%)
アブドミナル	4.5	27.5	23+2.3	16	9
ブルダウン	6=4	52.3	43+4.5	30+2.3	16
ローワーバック	4=7	54.5	50	30+2.3	16
ヒップアダクション	5=1	43	36+2.3	23+2.3	9+4.5
ヒップアップアダクション	1=1	62.5	50+2.3	36	16+2.3
レッグカール	5=S	32.3	30	16+2.3	9
レッグプレス	8=4.5	115.5	91+2.3	64+6.8	46
レッグエクステンション	5=L	38.3	30	23	9+2.3
ラテラルレイズ	3.5	16	9+2.3	9	4.5

動作時)に吸息を用いるよう指導した。一方、パワーアップを目的とした筋力トレーニングを実施する場合は、全力スピードで5回程度の反復を行う方法を指示し、多関節運動を採用した。また、「押す」、「引く」、「立ち上がる」といった単純な動作や個々の筋に対して効率よく負荷をかけることや、漸進的過負荷の原則に従ったトレーニングをすることなどが十分に説明された。

結果及び論議

本研究は、一般大学生が携帯電話からトレーニングに関する情報を得てウエイトトレーニングをおこなうことを目的とした。はじめに、トレーニング初心者が安全かつ効果的に筋力トレーニングを実施できるようトレーニング種目を決定し、マシンおよび負荷値を決定した。今回は運動の種類とマシン、負荷、携帯電話利用の点について考察することにした。

1 運動の種類とマシン

運動の種類とその配列は、トレーニングを行う際、重要なポイントである。運動の配列は、重要な運動の分類や優先順位を配慮して行われる。筋力トレーニングの効果は、疲労していない状態で行った方が高い傾向にあるといえる。したがって、トレーニングを達成するための中心的な運動は補助的な運動よりも先に行うことが基本原則となる。運動種目の順序の決定には、それぞれの筋力トレーニングにおいて使用される筋や動員される関節の数について配慮すべきであり、多関節運動は単関節運動よりも先に実施する。体幹近位の大筋群を使用するトレーニングは、遠位の小筋群を使用するトレーニングよりも先に実施する方法が一般的である¹⁰⁾。こうしたトレーニング順序は、効率の良い身体への刺激をおこなうためには欠かすことができない。本研究における運動の種類は、全身をトレーニングできるよう構成された。身体を上半身、下半身、体幹に区分し、それぞれ前面と後面の筋群を使用する9種目の運動を選択した。これらの運動順序に関しては、大筋群からおこなうよう指示がなされていたが、マ

シンの使用順序については具体的に決められておらず、今後の課題となった。

また、トレーニングマシンを使用する場合に可変抵抗方式の種類など負荷の方法について考慮することが必要となる。筋力トレーニングでは、様々な収縮様式や負荷形態が利用されている。今回使用されたウエイトスタック式のマシンでは、可動域を通じて一定の力が負荷としてはたらき、等張力性トレーニングの場合が多い。選択されたトレーニング種目は単関節種目と多関節種目に分けられている。特に、体幹の大筋群を用いた複合関節種目は構造的運動⁸⁾と呼ばれ、中心的な種目群を構成しており、これらの種目群は、健康づくりの観点からも重要と考えられている。下肢では大腿四頭筋が最も加齢の影響を強く受け、30歳から70歳までの間に筋横断面積がほぼ半減するとされている。また、脚伸展筋力や膝・股関節伸展筋力も同様の低下を示す。大腿四頭筋ほどではないにせよ他に加齢の影響¹⁵⁾を比較的強く受ける筋として大殿筋、中殿筋、腹筋群、広背筋、僧帽筋中央部、胸鎖乳突筋などがある¹⁵⁾ これらの筋は、日常動作や直立姿勢の維持に深くかかわり、体幹から股関節周辺にかけての大筋群が加齢による委縮の著しい筋の機能、日常生活活性に関係する筋の機能、全身の代謝活性や内分泌活性への影響^{16,17)}の強い大きな筋群を効果的に活動させることができる。これらのことから、下肢筋群に対するトレーニングは、一般成人の健康維持・増進に有用であろう。

一方、上肢トレーニングについては、大胸筋を中心とするマシンや体幹側部に関するトレーニングが十分ではないと思われた。また、身体運動継続として長期間にわたるトレーニングを考えると、アイソキネティックマシンを使った等速性筋収縮トレーニングも必要となってくるだろう。また、マシントレーニングは、フリーウエイトトレーニングに比べ筋力増強や筋肥大の効果が小さいと考えられている¹⁸⁾ これは主に、機械的摩擦により伸長性動作時の負荷が短縮性動作時の負荷に比べて低減するためである。特に、プーリやギアを多用するマシンではその傾向が強い。したがって、ウエイトスタック式のマシンを用いる場合には、伸長性動作をややゆっくりと行い、力積を大きくするとよいと

考えられる。ほかに、効果をもたらす方法としてディセンディング法、短インターバル法、張力維持スロー法などがあげられる。ディセンディング法とは、基本的にセット間に休息時間をとらず、段階的に負荷を減じていく方法でありマシントレーニングでは負荷の増減がワンタッチで行えるためこの方法を用いやすい。これらのトレーニング方法の検討を加える必要があろう。今回の筋力トレーニングは、実施するための施設が学内キャンパスに限定されたことや、トレーニングプログラムの実践順序が明確に指示されていないといった実践方法に問題があると考えられた。

次に動機づけの課題として、筋力トレーニングの目標設定やプログラムの作成にあたって具体的なニーズを明らかにしておくこと¹⁹⁾が不可欠である。そのためには実施者が目標を変更した場合に対応するトレーニングプログラムを用意しておくことも必要であろう。プログラム実施に役立てるためにトレーニング施設の状況や実施者のトレーニング知識レベルについても把握しておくことが不可欠となる。トレーニングの目標設定として、筋力トレーニングの挙上重量の向上を健康維持増進と直接結び付けることは難しく、目標を数年後もしくは生涯の生活を十分に理解させていくことが重要となるだろう。

一方、本格的な筋力トレーニングをおこなう競技者の場合、パフォーマンス向上を目的とした筋力トレーニングの手段と評価はパフォーマンス評価のための測定項目が決められた後、測定値の向上を目指して必要と考えられる基礎的体力や専門的体力について目標を設定していく。一般的な筋力から競技に有用な筋力へ転換し競技パフォーマンスの能力向上を把握していくことで、競技力向上のためのトレーニングが成立する²⁰⁾。このように専門的筋力トレーニングは、スポーツ競技のパフォーマンス向上を主目的とするものであり、競技特性に基づいてトレーニング動作や負荷、回数などの様々な変数を設定することが必要となる。また、対象や目的、シーズンなどに応じて計画的に専門的なトレーニングを実践していくためには、専門的筋力トレーニングについて体系化しておくことが望ましい。それにはトレーニング動作部位の設定にあたって筋力

強化を必要とする動作を特定しなければならない。決まった動作が行われる場合は強化すべき動作を設定しやすいが、複雑な場面にはさまざまな動作のバリエーションの中から、特に強化したい動作の選択は難しい。強化対象となる動きは実際の競技動作を分析していくことで特定され、トレーニング動作が決定される。専門的筋力トレーニングにおける条件設定の際には動作中に加わる負荷の大きさ、力やパワーの発揮特性、エネルギー供給機構、筋収縮様式などについての十分な分析も欠かせない。こうした競技者の筋力トレーニングは、競技において成果を上げるために、必要とされる動きについて明確な目標のもとにおこなわれている。こうした専門的なトレーニングには多くのトレーニングデータが存在しており研究も進んでいる。一方、一般成人の健康維持・増進といった目標では、運動の種類として明確なものはリハビリテーション分野で腰痛や転倒防止といった筋力トレーニングが存在するに過ぎない。今後、健康維持・増進についてのトレーニングを体系化するためにも一般成人に対する有用な筋力トレーニングについて研究を進める必要がある。今回対象となった一般大学生にとって体力低下の歯止めや、卒業後のフィットネス参加率の増大、ひいては高齢者の生活の質の改善など多くの波及効果も期待できるはずである。

2 負 荷

筋力トレーニング運動における運動負荷は多種多様であり、これまでも多くの方法^{21, 22)}が考案されている。今回のトレーニングにおいてパワーアップ型の運動は、神経系の改善を目的とする高強度 (HARD)・低回数反復 (約3-8回)の負荷を用いた。また、筋量を増すことをねらいとする中強度 (MID)・比較的高回数反復 (約8-20回)の負荷を筋肥大型のトレーニングとしておこなうことにした。一般に筋力や筋パワーを高めるためには、高強度・低回数反復によるパワーアップ型の運動を用いることが有効であると考えられているが、この方法において筋肥大はそれほど期待できないと報告されている²³⁾。パワーアップ型の運動と筋肥大型の運動を比較した研究では、筋肥大型の運動の

ような中強度・比較的高回数反復・短インターバルの負荷方法においては成長ホルモン濃度が著しく上昇するが、パワーアップ型のような高強度・低回数反復・長インターバルの負荷方法においてはその分泌量はほとんど変化しないとしている²⁴⁾ こうしたことからトレーニング効果としてパワーアップ型の運動と筋肥大型の運動による長期トレーニングの結果は神経・筋には異なる適応がみられると思われる。また、パワーアップ型は筋肥大型の運動に比較して筋力や筋パワーの増加率は有意に高値を示したが筋断面積や筋持久力の増加率は有意に低値を示した報告もある。これらのトレーニング実験では、被験者に対し定期的なトレーニング刺激を与えた上で生理学的な変化を検証している²⁵⁾ 多くの研究でトレーニング効果が明らかにされているが、この2種を複合した筋力トレーニング運動は現時点では確立されていない²⁴⁾ 今回はパワーアップ、筋肥大を目的とした2種類の負荷設定を設定したが、トレーニング効果の検証にはいたっていない。

次に、筋力トレーニングを長期にわたって展開する場合、一定期間ごとにトレーニング内容を変化させる期分けプログラムも必要となるであろう。トレーニングは期分けプログラムの導入によって一般成人へのトレーニング導入期の至適な運動やオーバートレーニングを避けながら長期にわたる筋力トレーニングの効果を向上させる。スポーツ現場において広く実践されている期分けプログラムは、コーチが実践した方法などが基盤となっている²⁰⁾ 先行研究^{26,27)} ではトップパフォーマンスを求める方法論の検証であり、一般成人については明らかにされていない。今後、筋力トレーニングの実践や指導にかかわる領域の研究をすすめ、各種プログラム変数の調整法、期分けプログラム、エクササイズ・テクニク、筋力トレーニングのコーチング、障害予防のための筋力トレーニング法などについて考慮した効果的な方法の確立をおこなう必要がある。

3 携帯電話利用

今回は、トレーニング実施者が目的に応じた3種類の負荷を選択し、トレー

ニングに使用するマシン設定について必要な情報を得られるシステムを利用した。このシステムは携帯電話からトレーニングマシンと運動の種類、各実施者に適した負荷やトレーニング姿勢などのデータを入手でき実施者単独のトレーニングを可能にする。これにより時間や場所、指導者といった身体運動の実施への様々な制限が少なくなり実施者の体力水準や体調に合わせた負荷や運動種目の選定が正確におこなえる。

トレーニング情報に接する方法として携帯電話のような利便性の高い機器の利用が有用だと考えられた。健康維持・増進のための身体運動は、個人の健康状態や生活状況をふまえて目標達成度の評価を各自が行えるようにサポートしていく必要がある。そのためには個人の体力測定や体力診断に基づいた科学的な理解のもとトレーニング計画を実行しなければならない。個人のトレーニング目標から運動種目を決定し至適な運動とその実施方法について正しく理解することが大切である。また、負荷設定順序が複雑なトレーニング負荷設定方法やトレーニングデータ管理は、情報機器を活用すべきであろう。

今回のシステムには、実践者が行ったトレーニングの管理やプログラムへのアドバイスは盛り込まれておらず、運動継続への動機付けが不足している。こうした問題を解決しながら研究を進めていくことで、今後は各スポーツへの応用や在宅での運動、スポーツ実践へのサポートとして利用できる可能性もあるだろう。

今後の課題

運動の継続が健康に果たす役割は大きい。健康行動科学の分野では、地域保健の運動プログラムについて健康信念モデルから報告²⁸⁾されている。また、運動習慣をいくつかのステージに分類し、各ステージにあわせた介入をおこなうことが、健康行動の変容に効果的であるとされている。携帯電話による身体運動支援は、身体運動の具体的な効果や方法などの情報を提供することができ、行動変容への介入となると思われる。運動継続のためには、トレーニング

科学や行動科学を加味した新たな観点から分析を進めていく必要がある。

引用文献

- 1) William L. H. et al (2007) Physical Activity and Public Health : Update Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med. Sci. Sports Exer* : 39 (8) 1432-1434
- 2) ヘティンガー (1970) アイソメトリックトレーニング 大修館書店
- 3) Muller, E. A. et al. (1963) The rate of muscle strength increase in isometric training. *Int. Z. angew Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol.* : 19 403
- 4) Hettinger T. (1966) *Physiology of Strength*2. Aufl. Thieme
- 5) Rich G. Q. and Others (1964) Effects of isometric training on strength and transfer of effect to untrained antagonists. *J Sports. Med* : 4 217
- 6) 猪飼道夫 (1965) 血流量からみた持久力のトレーニング効果. *体力科学* : 14 (2) 78
- 7) 金子公宥, 田路秀樹 (1993) パワーアップの原則再考. *J J Sports Sci* : 12 160-164
- 8) Beacle, T. R. et al (2000) *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics
- 9) 竹中晃二ほか (2005) 行動変容マニュアル. ブックハウス・エイチディ
- 10) Fox E. L. (1981) *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. CBS College publishing
- 11) Wayne L. Westcott (2001) シニアのための筋力トレーニング ナップ社
- 12) 石井直方 (2005) マシントレーニング. *臨床スポーツ医学* : 22 135-142
- 13) 小林寛道 (2001) スポーツ動作の創造. 杏林書院
- 14) 安部 孝ほか (1995) 日本人の体脂肪と筋肉分布. 杏林書院
- 15) Israel, S. (1992) Age-related changes in strength and special groups. "Strength and Power in Sports" Blackwell. Oxford
- 16) McCall GE, et al (1999) Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy *Can J Appl Physiol* : 24 96-107
- 17) Florini JR (1987) Hormonal control of muscle growth. *Muscle Nerve* 10 : 557-598
- 18) 金子公宥, 末井健作(1983)瞬発力におよぼす筋トレーニングの効果. *体育の科学* : 11 24-30
- 19) ベス H. マーカス (2006) 行動科学を活かした身体活動・運動支援 大修館書店
- 20) 有賀誠司 (2002) 筋力トレーニングのスポーツ選手への適用. *Japanese Journal of Biomechanics Sports and Exercise* : 6 (3) 227-239
- 21) Schultz GW (1967) Effects of direct practice, repetitive sprinting, and weight training on selected motor performance tests. *Res. Quart* : 38 108-118
- 22) Dintiman GB (1964) Effects of various training programs on running speed. *Res. Quart* :

- 35 456-463
- 23) 高松 薫 (1991) パワーアップ型とバルクアップ型のトレーニング. 臨床スポーツ医学 : 8 753-760
- 24) 後藤一成ほか (2002) 高強度と低強度の運動を組み合わせた新しい筋力トレーニング運動. *Japanese Journal of Biomechanics Sports and Exercise* : 6 (3) 240-245
- 25) 崔 鳥淵ほか (1998) 「パワーアップ型」と「バルクアップ型」筋力トレーニング手段のトレーニング効果の相違. 体力科学 : 47 119-130
- 26) Fleck SJ et al (1997) Resistance training and exercise prescription. Designing resistance training programs. *Human Kinetics, Champaign*
- 27) Fleck SJ (1999) Periodized strength training. *J Strength Cond Res* 13 : 82-89
- 28) 松本千明 (2002) 健康行動理論の基礎 医歯薬出版株式会社