

消防活動に適した体力トレーニングの検証的研究

山田 羊一*, 小原 朗敬**, 山口 勝也*, 飯田 稔*

概 要

本研究は、体幹や下半身の筋持久力、及び全身持久力の3つの体力要素について、一定期間（約3ヶ月間）のトレーニング処方により、その効果が消防活動能力に反映される状況や加齢に伴う体力維持の状況等を確認するために実施したものである。

この研究の主な結果は、以下のとおりである。

- 1 体幹や下半身の筋持久力、及び全身持久力の3つの体力要素を中心に一定期間のトレーニングを行った結果、体力測定値とともに消防活動能力の向上が確認された。
- 2 トレーニング種目は「上体起こし」、「両脚半屈伸」、「持久走等」の3種目を継続的に行っていくことが大切である。
- 3 年齢が増しても効率的なトレーニングを行うことによって、体力を維持し、消防活動能力の低下を遅らせることができる。

1 目的

平成10年度に「消防隊員の体力管理に関する研究」¹⁾（以下「所報第36号の研究」という）が実施されている。この研究の中で、消防活動能力（以下「活動能力」という）の測定と体力測定を実施し、その相関関係や消防活動に必要な体力等について分析を行ったところ、体幹及び下半身の筋持久力と全身持久力が強く関与していることが明らかになった。

本研究は、これらの3つの体力要素について、第四研究室が処方するトレーニングを一定期間（約3ヶ月間）実施することにより、体力変化が活動能力に反映される状況を確認するために実施したものである。

2 調査内容

- (1) トレーニングによる体力の変化
- (2) 体力変化が活動能力に及ぼす効果

3 調査方法

(1) 日時

平成12年8月8日～同年11月26日まで

(2) 場所

消防署所及び第四研究室医学実験室（体力測定）
第三消防方面訓練場内訓練塔（活動能力測定）

(3) 被験者

4消防署の警防隊員53人を被験者として実施した。

(4) 体力の測定

被験者の体力状況を明らかにし、かつ、トレーニング効果を確認するために、表1の体力測定項目及び身体形態（身長、体重、体脂肪率）の測定を、トレーニング前（8月期）とトレーニング後（11月期）の2回実施した。その主な体力の測定状況は、写真1から写真5のとおりである。

* 第四研究室 ** 町田消防署

表1 体力測定項目

体力要素	測定項目	実施方法
筋力	① 握力	体側から握力計を離し、全力で握る。
	② 上体起こし	毎分30回のペースで最大回数をを行う。
筋持久力	③ 両脚半屈伸	30kgのバーベルを背負い、毎分30回のペースで両脚の半屈伸を繰り返す。
	④ 腕立伏臥腕屈伸	毎分30回のペースで最大回数をを行う。
柔軟性	⑤ 立位体前屈	膝を伸ばした状態で、上体を下方に前屈し、1秒間静止する。
敏捷性	⑥ 全身反応時間	軽く膝を曲げた状態から、フラッシュの合図と同時に床から両足を素早く離す。
全身持久力	⑦ PWC75%HRmax (自転車駆動)	約4秒に1Rずつ漸増する自転車エルゴメーターを60回転/分のペースで駆動し、心拍数が160拍/分の時点で駆動を終了する。
瞬発力	⑧ 垂直飛び	測定器を腰部に取り付け、全力で真上へ飛び上がる。

※ PWC75%HRmaxとは、心拍数が各個人の最高心拍数の75%である時の自転車駆動による仕事量である。



写真1 握力



写真2 両脚半屈伸

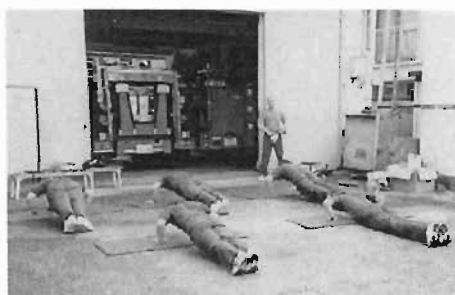


写真3 腕立伏臥腕屈伸



写真4 上体起こし

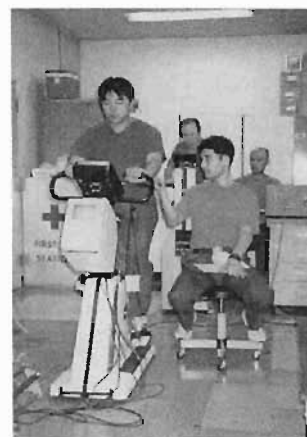


写真5 PWC75%HRmax

(5) 活動能力の測定

ア モデル消防活動

被験者が行うモデル消防活動は表2のとおりである。この行動は所報第36号に記述されている内容と同じ(平成9年1月から同年3月までの3ヶ月間に、当庁管内で

実際に発生したビル火災に最先到着した消防隊の隊員行動調査をもとに、出現頻度が高い消防作業を抽出してモデル化したもの)である。なお、このモデル消防活動は体力的側面のみに着目し、技術的要素が関係する行動は排除されている。

表2 モデル消防活動

消 防 作 業	作 業 内 容
① ホースカーえい行	ホースカー（約 238 kg）を 60m えい行する。
② 資器材搬送（1 回目）	フォッグガンと連結送水管セット（総重量約 11 kg）を 1 階から 5 階まで搬送する。
③ 要救助者検索	床を這う姿勢で 10m 移動する。
④ 要救助者救出	訓練用人形（約 37 kg）を屈んだ姿勢のまま片手で引きずり 10m 移動する。
⑤ 資器材搬送（2 回目）	発動発電機（約 9 kg）を 5 階から 8 階の屋上まで搬送する。



写真6 ホースカーえい行



写真7 資器材搬送（1 回目）



写真8 要救助者検索



写真9 要救助者救出



写真10 資器材搬送（2 回目）

測定はトレーニングの効果が活動能力に与える影響を確認するため、体力測定と合わせてトレーニング前とトレーニング後の2回実施した。活動能力の測定状況は写真6から写真10のとおりである。

イ 活動能力測定（負荷強度）

被験者は、前アの活動を最大努力で、かつ連続して行うこととし、その所要時間を測定した。

ウ 服装

被験者は、火災出場時の服装（セパレート式防火衣）に加え、東消5型空気呼吸器を着装（装備総重量約19kg）した。

（6）グループ分け

所報第36号の研究結果から、活動能力に特に強く関与するとされた体幹や下半身の筋持久力と全身持久力について、第四研究室が処方するトレーニングを概ね25当番にわたり実施した。

トレーニング期間が8月から10月までの約3カ月間におよび、測定をトレーニング前後の2回実施することから、環境の変化や一度測定を体験したことで得られる動きの馴れ等による測定値の上昇が予想される。そこで、トレーニング効果をよりの確に判断することを目的に、被験者を無作為にコントロール群（非トレーニング処方

表3 被験者のグループ分け

コントロール群 (2番 27人)
<p>トレーニング効果を確認するうえで、基準とするグループである。</p> <p>コントロール群は期間中、それまでのライフスタイルを変更することなくそのまま継続することとした。日頃から体力錬成を実施している者は新たに内容を変更せずにそのまま継続し、また、日頃から実施していない者に対してはグループ分けの趣旨を説明し、期間中、新たに行うことを規制した。</p>
トレーニング処方群 (2番 26人)
<p>トレーニング効果を確認するグループである。</p> <p>当番日において、第四研究室で処方する3種目(上体起こし、両脚半屈伸、全身持久力)を毎当番実施した。なお、3種目以外の種目や非番日、週休日等におけるトレーニング内容については、規制しなかった。</p>

表4 トレーニング処方

種目	トレーニング方法
上体起こし	体力測定時に実施した回数を2秒に1回のペースで行う。両手は胸元で組む。
両脚半屈伸	体力測定時に実施した回数を2秒に1回のペースで行う。バーベル重量は20kg。
全身持久力	心拍計を用いて指定された心拍数を保ち、10分間以上運動を継続する。ランニング、踏み台昇降運動、縄跳び等、種目は自由とする。

※ 各人の体力測定値に基づき、負荷量を最大能力の約60%に設定している。

群)とトレーニング処方群の2グループに分け、コントロール群の数値を基準にトレーニング効果を判断することとした。(表3参照)

(7) トレーニング処方内容

トレーニングは、表4で示す「上体起こし」、「両脚半屈伸」、「全身持久力」(以後「3種目」という)についてのみ、個人の体力測定値(最大努力の結果)の約60%の強度で処方し実施した。この強度は自覚的に「ややきつい」程度で、トレーニング中に万一災害出場があっても体力的に問題を生じることはない。²⁾

トレーニング処方群は期間中、定期的(約1ヶ月毎)に2回の体力測定を行い、トレーニング効果の確認を行うとともに、体力測定値の上昇に合わせて処方の見直しを行った。また、体力測定時に被験者からトレーニングに関する現況を面談形式で聴取し、トレーニング実施時のアドバイスや、身体的状況に合わせて負荷値を下げる等の安全管理にも配慮した。

トレーニング処方の方法は、表4のとおりである。

(8) トレーニング日誌の活用

トレーニング回数と実施内容(種目、セット数等)を把握するために、被験者は全員トレーニングの実施、未実施にかかわらず、毎当番、トレーニング日誌を記録することとした。

4 調査結果と考察

(1) 身体形態

ア 被験者の身体特性は、表6のとおりである。被験者全体についてみると、身長、体重は日本人の標準値³⁾(表5参照)と比較すると、50歳代の身長以外は各年代とも上回っている。身長については、50歳代は他の年代と比較して有意に低く(P<0.05)になっている。また、体重と体脂肪率は、各年代間において有意な差はみられなかった。

イ 身体特性の各項目におけるトレーニング処方群とコントロール群の比較では、統計上の有意な差はみられなかった。したがって、2つのグループは身体的に大きな差はないと判断される。

表5 日本人の標準値

	身長 (cm)	体重 (kg)
20歳代	171.3	65.9
30歳代	170.0	67.0
40歳代	168.5	66.7
50歳代	166.1	64.6

※ 新・日本人の体力標準値³⁾から

表6 身体特性

		年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	人数 (人)
全 体	全 員 観 測 平 均	38.9	170.4	69.0	19.7	53
			170.8	69.5	21.6	
	コントロール群	38.1	171.1	69.2	19.8	27
			171.4	69.4	22.3	
	トレーニング処方群	39.7	169.7	68.8	19.6	26
			170.2	69.6	20.9	
20 歳代	20 歳代平均	27.0	172.4	69.3	20.2	10
			172.6	69.9	22.3	
	コントロール群	28.0	170.4	68.5	20.1	6
			170.8	69.7	22.1	
	トレーニング処方群	25.5	175.4	70.4	20.3	4
			175.2	71.0	21.2	
30 歳代	30 歳代平均	34.3	172.0	69.4	19.5	16
			172.2	69.6	20.5	
	コントロール群	33.4	174.0	66.5	16.6	7
			173.4	65.8	18.3	
	トレーニング処方群	35.0	170.5	71.7	21.8	9
			170.4	72.1	22.9	
40 歳代	40 歳代平均	43.9	171.1	70.0	19.5	20
			171.4	70.5	22.0	
	コントロール群	42.9	171.3	71.7	21.3	11
			171.6	72.3	24.4	
	トレーニング処方群	45.0	170.9	67.8	17.7	9
			171.1	68.3	19.1	
50 歳代	50 歳代平均	52.4	163.1	64.9	19.7	7
			163.4	65.7	21.9	
	コントロール群	52.0	164.0	67.5	21.7	3
			164.3	68.3	24.6	
	トレーニング処方群	52.8	162.2	63.0	18.2	4
			162.8	63.7	19.8	

* 各項目において上段はトレーニング前(8月期)を、下段はトレーニング後(11月期)を示す。

(2) トレーニング実施率

日誌の記載内容と面談結果から、トレーニング処方群の期間中の当番日におけるトレーニング(3種目以外を含む)の実施率は、表7のとおりである。

表7 トレーニング実施率

	当 番 数	トレーニング回数	実施率(%)
トレーニング処方群	26	20	77

トレーニング回数をみると、トレーニング処方群は平均26当番中20回行い、実施率は約77%であった。一方、コントロール群は自主的な体力錬成を平均25当番中13回行い、実施率は約52%であった。

このことから、期間中、これまでのライフスタイルを維持したコントロール群は、2当番に1回程度の割合で体力錬成を行っていたことがわかる。また今回、トレーニング処方群の実施率はコントロール群の自主的な体力錬成の実施率を大きく上回っており、期間中、8割近い値が得られたことから、トレーニング処方群は十分なトレーニングができたと判断してよい。

トレーニング内容については、2つのグループともに腕立伏臥腕屈伸やベンチプレス、上体そらし等の上半身

の種目を積極的に取り入れていた傾向にあった。特にトレーニング処方群は前述のとおり、コントロール群と比較してトレーニングの実施率が高いことから、上半身のトレーニングも効率的に実施されたと考えられる。

(3) 体力測定

ア 体力測定項目と年齢の相関

トレーニング前の体力測定項目と年齢の相関をみたのが、表8である。今回、トレーニング種目とした3種目は、いずれも所報第36号の結果と同様に年齢とかなり強い負の相関を示しており、加齢とともに衰えやすい体力であるといえる。したがって、消防隊員のトレーニングにおいて、3種目は積極的にトレーニング種目として取り上げていく必要がある。

同様に年齢とかなり強い負の相関を示している種目に垂直跳びがある。しかし、日常のトレーニング種目として考えた場合、垂直跳びは大きなトレーニング効果が期待できない種目であり、また、瞬発力のトレーニングは年齢が増すにつれてケガをとまなう危険性がある。所報第36号の研究で明らかにされたように、消防活動においては瞬発力よりも筋持久力が要求されており、垂直跳びはトレーニング種目として積極的に取り上げる必要性は少ないと考えられる。

表8 体力測定項目と年齢の相関

年 齢 (歳)		
測定項目	相関係数	有意性
上 体 起 こ し	$r = -0.65$	$P < 0.01$
垂 直 跳 び	$r = -0.52$	$P < 0.01$
PWC75%HRmax (自転車駆動)	$r = -0.43$	$P < 0.01$
両 脚 半 屈 伸	$r = -0.43$	$P < 0.01$
腕 立 伏 臥 腕 屈 伸	$r = -0.37$	$P < 0.01$
全 身 反 応 時 間	$r = 0.36$	$P < 0.01$
握 力 (平 均 値)	$r = -0.35$	$P < 0.01$
立 位 体 前 屈	$r = -0.15$	$P < -$

表9 トレーニング前後の種目別体力測定値

測定項目	グループ	全 体 平 均		
		トレーニング前	トレーニング後	前 後 の 差
握 力 (kgf)	トレーニング処方群	45.5	47.4	+1.9
	コントロール群	45.3	44.8	-0.5
上 体 起 こ し (回)	トレーニング処方群	33	45	+12
	コントロール群	32	35	+3
両 脚 半 屈 伸 (回)	トレーニング処方群	94	154	+60
	コントロール群	104	96	-8
腕 立 伏 臥 腕 屈 伸 (回)	トレーニング処方群	29	40	+11
	コントロール群	33	34	+1
立 位 体 前 屈 (cm)	トレーニング処方群	+8.3	+11.4	+3.1
	コントロール群	+8.6	+9.1	+0.5
全 身 反 応 時 間 (sec)	トレーニング処方群	0.350	0.338	-0.012
	コントロール群	0.338	0.349	+0.011
垂 直 跳 び (cm)	トレーニング処方群	51	52	+1
	コントロール群	53	51	-2
PWC75%HRmax (w)	トレーニング処方群	178	185	+7
	コントロール群	183	187	+4

※ 網かけは第四研究室が処方した3種目を示す。

イ トレーニング効果

約3カ月間にわたるトレーニングの結果、体力測定値にどのような変化が現れたかを示したのが、表9である。トレーニング前後の体力測定値の変化をみると、トレーニング処方群は3種目において、大きな伸びを示している。(図1~3参照)特にトレーニング処方群は両脚半屈伸の伸びが著しい。また、トレーニング処方群は処方しなかった3種目以外の体力測定種目においても有意な伸びを示していた。(PWC75%HRmaxのみ $P < 0.05$ 、他の種目は $P < 0.01$)

前4(2)で述べたように、トレーニング処方群は3種目以外についても個人が積極的にトレーニングに取り組んでいることから、今回の処方が3種目以外のトレーニングのきっかけとなったと考察される。

一方、コントロール群において有意な伸びを示している種目は認められなかった。

以上のことから、トレーニング処方群については明らかに体力測定値の向上が認められた。また、3種目を中心にトレーニングを処方することによって、他の種目への関心も高まり、体力が全体的に向上することとなった。

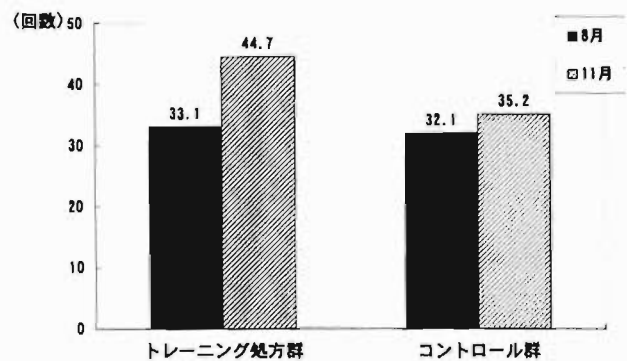


図1 トレーニング効果 (上体起こし)

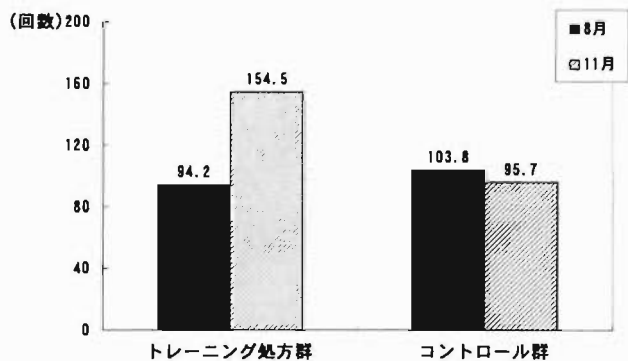


図2 トレーニング効果 (両脚半屈伸)

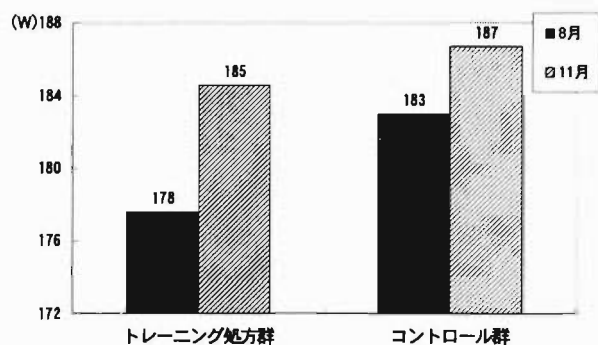


図3 トレーニング効果 (PWC75%HRmax)

(4) 活動能力

トレーニング前の全被験者のうち所要時間が最も短い者は2分13秒、最も長い者は5分22秒であり、トレーニング後の全被験者のうち所要時間が最も短い者は2分02秒、最も長い者は4分46秒であった。活動能力は活動所要時間を得点化して表している。これはトレーニング前後の2回の測定において、それぞれ全被験者のうち所要時間が最も短い者を100点、最も長い者を0点として換算した値である。

ア トレーニング効果

各グループの活動能力は、表10のとおりである。

トレーニング前後の活動所要時間を比較すると、トレーニング処方群は22秒短縮したのに対し、コントロール群はわずか3秒の短縮で、トレーニング前後に大きな差は認められなかった。

また、各年代別にみると、トレーニング処方群は全ての年代で活動所要時間が10秒以上短縮しているのに対し、コントロール群は3秒程度の短縮で極めて少ない。これは酷暑の8月期と比較して11月期は環境がかなり緩和されたこと、さらに8月期に測定を一度体験していることによる動きに対する馴れ等が影響したものであると考えられる。なお、8月期の活動能力測定時の環境は、平均気温29.2℃、平均湿度68.9%であり、11月期は平均気温17.6℃、平均湿度80.8%であった。

表10 年代別の活動能力

			20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	全体
トレーニング処方群	8月	所要時間	2分32秒	3分07秒	3分15秒	3分33秒	3分08秒
		得点	89.8	71.5	67.4	57.5	70.8
	11月	所要時間	2分22秒	2分46秒	2分48秒	3分09秒	2分46秒
		得点	88.0	73.4	72.2	59.5	73.1
	差	所要時間	-10秒	-21秒	-27秒	-24秒	-22秒
		得点	-1.8	+1.9	+4.8	+2.0	+2.3
コントロール群	8月	所要時間	2分31秒	2分43秒	3分10秒	4分03秒	3分00秒
		得点	90.3	84.3	70.1	41.8	75.1
	11月	所要時間	2分29秒	2分39秒	3分07秒	4分00秒	2分57秒
		得点	83.7	77.6	60.5	28.3	66.5
	差	所要時間	-02秒	-04秒	-03秒	-03秒	-03秒
		得点	-6.6	-6.7	-9.6	-13.5	-8.6

イ 活動能力と年齢の相関

活動能力（得点）と年齢の相関が、トレーニング前後でどのように変化したかをグループごとにみたのが、図4、図5である。

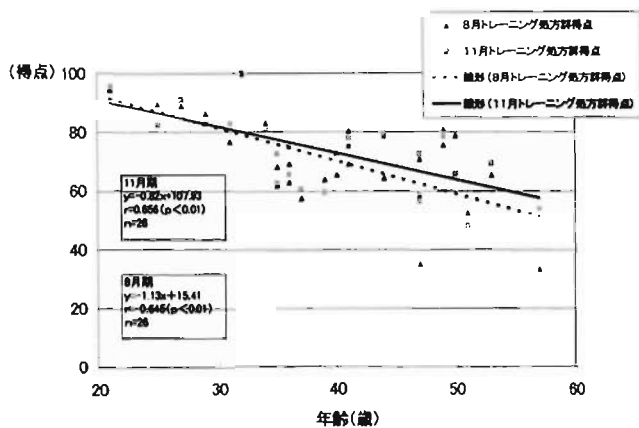


図4 活動能力と年齢の相関（トレーニング処方群）

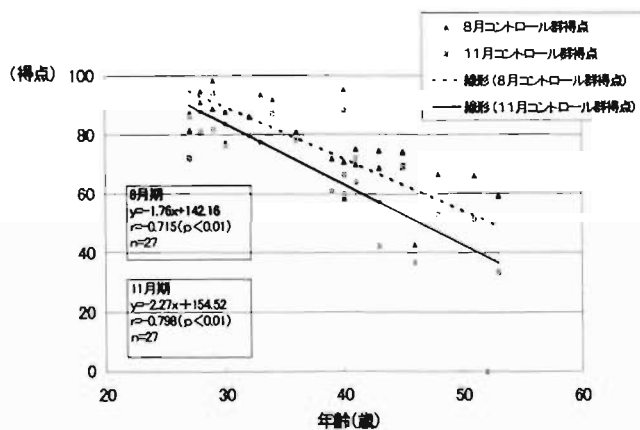


図5 活動能力と年齢の相関（コントロール群）

活動能力（得点）と年齢の相関をみると、トレーニング処方群、コントロール群ともかなり強い負の相関がある。すなわち、年齢が増すにつれて得点が低下している。しかし、トレーニング前を基準にトレーニング後の変化をみると、コントロール群は回帰直線の傾きが大きくなっているのに対し、トレーニング処方群は逆に傾きが小さくなっている。このことは年齢が増しても効率的なトレーニングを継続して行うことにより、活動能力の低下を遅らせることが可能であるということを示している。

ウ 各作業別の所要時間

各作業別の所要時間が、トレーニング前後でどのように変化したかをグループごとにみたのが、図6、図7である。

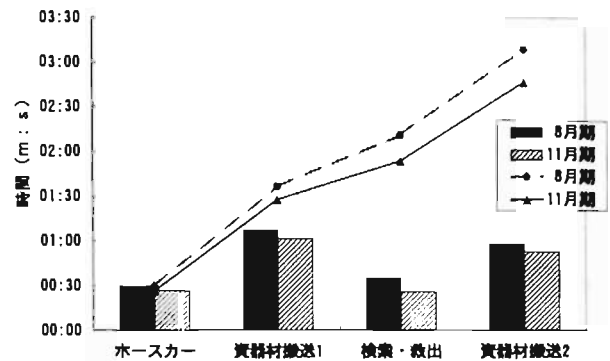


図6 活動能力の作業別所要時間（トレーニング処方群）

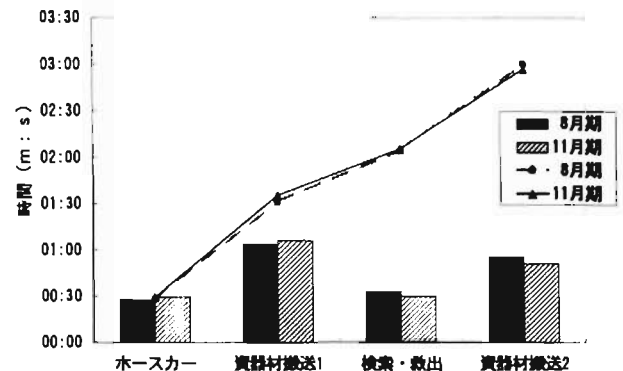


図7 活動能力の作業別所要時間（コントロール群）

コントロール群をみると、トレーニング前後でグラフがほとんど重なっていることから、作業別の所要時間はほぼ同じ時間を要していることがわかる。モデル消防活動の運動形態は、連続した激しい動きの中で資器材を搬送し階段を駆け上がることから、後半に進むにつれて「きつき」感が増してくる。しかし、トレーニング処方群をみると、トレーニング後では作業がきつくなる後半に進むにつれて作業別の所要時間は短縮されている。

5 まとめ

(1) 消防活動に適した体カトレーニング

所報第36号の研究結果と同様に、トレーニング処方群の体力向上が活動能力の向上にも結びついていることから、消防活動には体幹や下半身の筋持久力と全身持久力が大きく関与していることが確認された。そしてこれらの体力は加齢とともに衰えやすいことから、積極的にトレーニングしていくことが大切である。

本来トレーニングは多面的に行うことが原則であるが、消防署での限られた消防体育の時間内で、効率的に消防活動に必要な体力を維持・増進させていくためには、トレーニング種目数を絞り込む必要がある。本研究では少

ない3種目によるトレーニングで、十分な効果を得ることができるとことが証明された。しかし、時間的に余裕があれば、上半身の筋持久力のトレーニングも積極的に取り入れていくことは大切である。

(2) トレーニングの方法

トレーニングは当番業務中の消防体育の時間内で実施することを前提としているので、業務に影響を及ぼすような過負荷で行ってはならない。そのためには正しい体力測定によって個人の体力を把握し、その約60%に負荷値を設定することが望まれる。

トレーニング種目としては「上体起こし」、「両脚半屈伸」、「持久走等」の3種目を継続的に行っていくことが望まれる。

(3) その他

今回の研究では触れなかったが、トレーニングを実施する際、ケガの予防、また疲労の早期回復という観点から、ウォーミングアップとクーリングダウンを行うことを忘れてはならない。また、トレーニング効果をさらに高めるために、日頃から栄養・休養の取り方を意識していることは、非常に重要である。

謝 辞

本研究に際し、被験者のグループ分け及びトレーニング日誌に関するアドバイス等で指導していただいた東京医科歯科大学教養学部体育学研究室水野哲也助教授に誌面をもってお礼申し上げます。また被験者として測定にご協力いただいた世田谷、成城、中野及び杉並消防署の皆様には感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 伊藤昌夫ほか2名：消防隊員の体力管理に関する研究、消防科学研究所報第36号、1999年
- 2) 松井秀治：コーチのためのトレーニングの科学、大修館書店、1990年
- 3) 東京都立大学体力標準値研究会編：新・日本人の体力標準値、不味堂、2000年
- 4) 小田清一、：健康づくりのための運動ハンドブック、第一出版、1987年
- 5) 武藤芳照ほか2名：スポーツトレーナーマニュアル、南江堂、1996年

RESEARCH TO VERIFY PHYSICAL TRAINING SUITABLE FOR FIRE FIGHTERS

Yoichi YAMADA*, Akihiro OBARA**, Masaya YAMAGUCHI*, Minoru IIDA*

Abstract

This research involved assigning sets of training for a period of about 3 months that targeted three factors of physical strength: muscular endurance of the body trunk; muscular endurance of the lower half of the body; and muscular endurance of the whole body to verify how training affects firefighters' ability to fight fires and how they can maintain their physical strength as they get older.

The principal results were as follows:

- 1 After carrying out the assigned training targeted at three factors of physical strength (muscular endurance of the body trunk, the lower half of the body, and the whole body), fire fighters' abilities, as well as their physical strength levels, improved.
- 2 It is important to continue "sit-ups," "half-squats," and "endurance running" in an exercise program.
- 3 By exercising effectively, firefighters can maintain their physical strength with their fire fighting abilities being less deteriorated as they get older.

* Fourth Laboratory, **Machida Fire Station