



Title	消防隊員のCIVD と体力指標の関連
Author(s)	橋本, 好弘; HASHIMOTO, Yoshihiro; 川内, 健太郎 他
Citation	北海道大学大学院教育学研究科紀要, 99, 123-128
Issue Date	2006-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/b.edu.99.123
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14791
Type	departmental bulletin paper
File Information	2006-99-123.pdf



消防隊員の CIVD と体力指標の関連

橋本好弘* 川内健太郎** 橋上勉*
森谷 絜**

Cold-induced vasodilation (CIVD) of firefighters and the relations with the indices of physical fitness

Yoshihiro HASHIMOTO Kentaro KAWAUCHI Tsutomu HASHIGAMI
Kiyoshi MORIYA

【要旨】寒冷血管反応（CIVD）は末梢寒冷耐性の指標であるが、運動鍛錬により改善するという多くの研究がある。S市の消防隊員65名を対象に測定し、CIVD 7指標と運動鍛錬状況との関連並びにその他の関連要因を調査した。その結果、S市消防隊員のCIVDは既報の他集団よりも高かった。

BMIとCIVDの関係では、CIVD 6指標で有意な正の相関が認められた。BMIの構成である体成分とCIVDの関連要因を調査した結果、たんぱく質量、骨量、体水分量、筋肉量、除脂肪量、骨格筋量にCIVD 5指標と有意な相関が認められた。

本研究結果から、消防隊員に必要な体力指標は、先行研究で示されている体幹・下半身の筋持久力や全身持久力とともに筋肉量である可能性が示唆された。

【キーワード】消防隊員、CIVD、体力指標、BMI、筋肉量

1 緒言

消防防災行政を取り巻く状況は近年大きく変化しており、消防の任務は従来の火災、救急、救助、自然災害対応から、大規模地震やテロへの対応等の危機管理が重要な課題¹⁾となっている。また、消防庁では、近年、災害現場において消防職団員の殉職する事故が相次いで発生している事態を重く受け止め、心理学の要素を反映した効果的な教育訓練手法、現場指揮体制の充実²⁾についてとりまとめている。この様に、災害現場の活動は、大規模地震やテロへの対応など長時間・長期間を要する活動の増加が予想されると同時に、その際の安全管理が課題となっている。安全管理を考えるうえで活動時間や活動強度は、ヒューマンエラーの助長に繋がる重要な要素となる。これらを踏まえて、長時間や暑熱環境下の消防活動については、近年活動負担が報告³⁾され、一定の把握が可能となった。しかしながら、防ぎよ活動や要救助者の救出活動中に安全管理の面からの休憩を取ることは非常に限定されることから、日頃から効果的に体力

* 札幌市消防局消防科学研究所

** 北海道大学大学院教育学研究科

を練成する必要があるとともに、積雪寒冷地では寒冷環境下における活動も非常に多い。

寒冷血管反応は、末梢寒冷耐性の指標であるが、全身寒冷耐性と対応することが報告されており、運動鍛錬によって改善する⁴⁾という多くの研究があることから、消防隊員について調査を実施し、分析した。

2 実験方法

2.1 被験者

被験者は、S市内のA署を選出し、指定日に勤務していた職員のうち、実験の主旨に賛同してくれた消防隊員・救助隊員など（以下、消防隊員）65名とした。

被験者の平均年齢は、45.2歳（S.D±10.9歳）である。

2.2 実験条件

各実験は、6月13日から16日の午前10時から午後2時までの皮膚温が比較的安定している時間帯に合計14回行った。

実験時の環境温は、平均室温が22.4℃（S.D±1.0℃）、氷水温が0.6℃（S.D±0.3℃）である。

CIVDは、安静15分間経過後、中指の末節を氷水に30分間浸した時の同指爪床部皮膚温（指皮温）から評価したもので、その前後15分間の変化を併せて測定した。

指皮温の測定は、サーミスタ温度計（テクノセブン社、D-925）によった。

2.3 CIVDの指標

CIVDの局所耐寒性指標としては、次のものを使用した。

浸漬前指皮温（temperature before water immersion, 以下TBI）、浸漬開始後5～30分間の平均指皮温（mean skin temperature, 以下MST）、浸漬開始とともに急激に低下した指皮温が上昇し始める時点「反応発現時間」（time at first rise, 以下TFR）、その時点の指皮温「反応発現温度」（temperature of temperature rise, 以下TTR）、浸漬開始後5～30分間の最高指皮温（highest temperature, 以下HT）、「MST」・「TFR」・「TTR」をそれぞれ3点化しその合計点である抗凍傷指数（resistance index, 以下RI）⁴⁾の6指標。加えて、血管拡張開始後の指皮温積分値の相対値（CIVD_{Index}）⁵⁾を用いた。

2.4 CIVDとの関連調査項目

(1) 質問票

質問票の内容は、年齢、身長、体重、健康状態（3区分）、体力の自信（5区分）、勤務中を除く運動・スポーツの実施頻度（4区分）、主な運動内容、朝食の摂取（3区分）、学生時代の運動部の所属年数、同年代と比較した体力の自信及び出生地・居住地であり、自己申告の身長・体重からBMIを算出し、主な運動内容から月の合計METS値を算出した。

(2) 体成分

体成分は、4極8点接触型電極法の体成分分析装置（BIOSPACE社、Indody3.0）で測定した。また、たんぱく質・骨量・体水分量・筋肉量・除脂肪量・体脂肪率・骨格筋量の7項目から評価した。

(3) 主観的感覚の変化

CIVD は、実験の前後に Visual Analog Scale (VAS) により、自覚的感覚の変化を調査した。

測定項目は、「覚醒度」、「気分」、「意欲」、「気持ち」、「身体的疲労」、「集中力」及び「意欲」の 7 項目について、100 mm のスケール上の両端に対語を記載し、その時の状態を記入してもらうもので、得点が高いほど良好な状態を示すものである。

2.5 統計解析

ピアソンの相関分析、スピアマンの相関分析及び一元配置分散分析を行った。有意水準を 5 % とした。

3 実験結果

3.1 指皮温の変化

被験者の指皮温変化と標準偏差を図 1 に示した。

実験前に 33.5 (S.D±1.7)℃ であった指皮温は、浸漬後、1 分後に 60.0% の対象者で 10℃ 以下になり、2 分後では同様に 84.6% と指皮温低下は著しく早いものであった。その後、指皮温が上昇するが、また低下することを繰り返した。

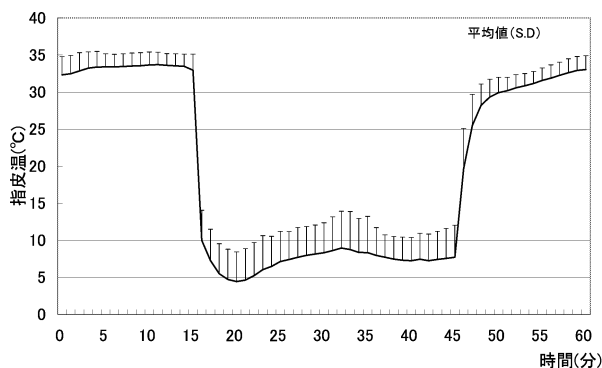


図 1 指皮温の変化

3.2 CIVD の結果

消防隊員の CIVD 結果と対照データを表 1 に示した。

CIVD は、生育地の風土による鍛錬の影響をうける⁶⁾ことから、札幌よりも冬場の気温が低く、鍛錬効果が高いと考えられる旭川の警察官と消防隊員を比較した結果、CIVD の 5 指標中、TBI を除く 4 指標で、消防隊員が有意 ($P < 0.05$) に高値であった。

北海道のアイヌ民族は、和人と比較して、MST、TFR、TTR 及び HT が高く、凍傷抵抗性が強いことが報告されている⁶⁾が、その値と比較しても消防隊員は、TBI と TFR が同等であったほか 4 項目で有意に高かった。このことから、S 市消防隊員は、凍傷抵抗性が高く、末梢耐寒能の高いことが判明した。

表1 CIVDの結果

区 分		TBI(°C)	MST(°C)	TFR(°C)	TTR(min)	HT(°C)	RI	CIVD _{INDEX}	人数
消防隊員	平均値	33.5	7.4	2.9	7.0	12.9	6.9	3.2	65
	標準偏差	1.7	3.0	1.9	2.8	5.8	1.2	1.4	
警察官 (旭川)	平均値	31.7	4.7*	1.7*	6.5*	7.3*			22
	標準偏差	—	0.52	0.26	0.39	0.74			
§ 対 照 デ ー タ アイヌ (旭川)	平均値	33.7	5.5*	3.1	5.7*	8.4*	5.8*		30
	標準偏差	—	0.49	0.39	0.3	0.74	0.09		
日本人	平均値						5.8*		137
	標準偏差						0.09		

「*」: P<0.05 VS 消防隊員, §対照データは伊藤真次⁹⁾による。

3.3 CIVDと質問票の相関分析結果

CIVDと年齢やBMIなどの質問票内容の関連を相関分析により調査し、その相関係数及び検定結果を示したものが表2である。

CIVDと最も関連が深かった項目が「BMI」であり、7指標のうちTTRを除く6指標で有意な正の相関があった。次に関連が深かったのが「年齢」と「朝食摂取の頻度」で2項目、勤務年数が1項目で有意な正の相関が見られた。

寒冷血管反応は、運動鍛錬によって改善することから、運動量を3層に等分化して分散分析を実施した結果を表3に示した。

ここでの運動頻度は、勤務中の訓練や自主による運動を除いた私生活の運動頻度であり、CIVDとの相関は認められなかったが、3層化で比較した結果、CIVD 5指標で有意な差が見られた。

3.4 CIVDと体成分の相関分析結果

消防隊員のCIVDとタンパク質量、骨量、体水分量、筋肉量、除脂肪量、体脂肪率及び骨格筋量の7項目について相関分析を実施し、相関係数と検定結果を表4に示した。

体脂肪率とCIVDのMSTとTFRの2指標間に有意な正の相関が認められた。他の6項目

表2 CIVDと質問項目の相関分析(相関係数)

相関係数	TBI(°C)	MST(°C)	TFR(°C)	TTR(min)	HT(°C)	RI	CIVD _{INDEX}
年齢	-0.005	-0.189	0.045	0.320*	-0.188	-0.212	-0.273*
勤務年数	0.006	-0.130	0.063	0.326*	-0.155	-0.185	-0.216
BMI	0.355*	0.340*	0.295*	-0.031	0.318*	0.278*	0.268*
健康状態	0.051	-0.104	-0.060	0.074	-0.150	-0.045	-0.118
体力の自信	0.184	0.075	0.127	0.058	-0.044	0.059	0.034
運動頻度	0.089	-0.055	0.043	0.074	-0.064	-0.065	-0.106
自宅での運動量	-0.284	0.097	0.075	-0.104	0.187	0.151	0.126
朝食の摂取の頻度	-0.168	-0.196	-0.362*	-0.154	-0.258*	-0.151	-0.090
勤務時の仮眠時間	-0.011	0.001	-0.024	0.206	0.035	-0.191	-0.064
自宅での睡眠時間	0.042	0.107	0.061	0.101	0.081	0.048	0.076
運動部の所属年数	0.055	0.053	0.121	0.027	0.172	0.060	0.017
体力の自信(同年代と比較)	0.227	0.002	0.181	0.121	-0.003	0.036	-0.029

「*」: P<0.05

表 3 CIVD と運動量の層別平均値と標準誤差

CIVD 値	運動量低群 (22)	運動量中群 (21)	運動量高群 (21)	群間変動 P 値
TBI (°C)	33.0±0.5	33.6±0.3	34.2±0.2*	0.043
MST (°C)	5.9±0.5	8.3±0.7*	8.0±0.7*	0.014
TFR (°C)	2.2±0.3	3.1±0.5	3.6±0.4*	0.048
TTR (min)	6.9±0.5	6.9±0.6	7.4±0.7	0.825
HT (°C)	10.8±0.9	12.5±1.1	15.8±1.5*	0.013
RI	6.4±0.3	7.0±0.2	7.2±0.2	0.076
CIVD _{INDEX}	2.5±0.2	3.4±0.3	3.8±0.3**	0.006

「*」: P<0.05 vs 低群, () 内は各群の人数を表す。

表 4 CIVD と体成分との相関分析結果 (相関係数)

相関係数	TBI(°C)	MST(°C)	TFR(°C)	TTR(min)	HT(°C)	RI	CIVD _{INDEX}
タンパク質量	0.306*	0.393*	0.242	-0.076	0.438*	0.330*	0.353*
骨量	0.304*	0.392*	0.247	-0.072	0.440*	0.329*	0.351*
体水分量	0.303*	0.394*	0.245	-0.072	0.440*	0.330*	0.354*
筋肉量	0.305*	0.394*	0.245	-0.072	0.440*	0.330*	0.353*
除脂肪量	0.303*	0.394*	0.245	-0.073	0.441*	0.330*	0.354*
体脂肪率	0.231	0.279*	0.306*	0.090	0.228	0.214	0.176
骨格筋量	0.312*	0.379*	0.207	-0.087	0.403*	0.327*	0.353*

「*」: P<0.05 を表す

(タンパク質量, 骨量, 体水分量, 筋肉量, 体脂肪率, 骨格筋量)には, TBI, MST, HT, RI, CIVD_{INDEX} の CIVD 5 指標と正の有意な相関が見られた。

3.5 CIVD と VAS 値

CIVD と VAS 変化値について相関分析により関連を分析した結果, 最も関連が強かった身体的疲労得点と TTR でも有意水準が 0.071 であり, 全ての項目得点で有意 (P<0.05) な関係は認められなかった。

4 考 察

米国における先行研究では, 消防職員の最大酸素摂取量は, 一般の人と比較して特に高くはない⁷⁾と報告されている。しかし, 運動トレーニングによって行動体力が改善する時には, 耐寒性も向上⁸⁾する。

本研究では CIVD で評価した S 市消防隊員の末梢寒冷耐性は, 一般の人に比べて有意に高いと推察される。消防活動は, 運動強度が高く, かつ耐熱性の優れた装備品を着装していることから, 0°C 以下の寒冷環境下においても発汗により衣類が濡れる。また, 消火水により衣類は水濡れする。火勢が強い時には放射熱により濡れた衣類の影響は感じないが, 火勢が鎮圧されたからの残火確認作業は, 長時間を有することから, S 市のような積雪寒冷地では寒冷環境下の濡れた衣類での活動が多く, 消防隊員は寒さに適応している可能性がある。また, 消防隊員は, 日頃から災害活動に対処するため勤務中に訓練を実施しており, 私生活でも積極的に運動

を実施している人が多い傾向があることから、寒冷耐性が向上していることが影響したと史料される。

S市消防隊員において CIVD と質問項目を比較した結果、年齢よりも BMI の関連が深かった。消防隊員の加齢による体力の低下は一般の人よりも優れている⁹⁾ことや近年は就職難が影響して同年代と比較した体力の優位性が若い職員にあっては小さいことが影響したと見られる。

BMI の構成である体成分では、CIVD と骨格筋肉、たんぱく質量や骨量と同時に筋肉量が高い相関を示した。消防隊員に必要な体力指標は、体幹・下半身の筋持久力と全身持久力を示す報告¹⁰⁾があるように、消防隊員は昔から筋力トレーニングを重視している。骨格筋のたんぱく質量含有量は、筋力トレーニングを系統的に実施することにより、劇的に増加する¹¹⁾。筋肉量を増やすとされる中等度の強度のレジスタートレーニングは、筋力や筋肉量の増加・維持に加えて、骨量が強化される¹²⁾ことが影響したと考えられる。

消防隊員に必要な体力指標は、火災防ぎょ活動の活動初期が 90%VO₂ max 以上の運動強度であり、その後の火勢鎮圧までも 70%VO₂ max 前後であることから、全身持久力が必要である。同時に、20 kg の装備品を装着して活動を実施することから、全身持久力、筋力、筋持久力とともに筋肉量が重要であることが示唆された。筋肉量は筋力、筋持久力と関係深い要素と考えられる。

[引用文献]

- 1) 総務省消防庁：「平成 16 年度版消防白書」, pp.1-181, 2004
- 2) 総務省消防庁：「消防活動における安全管理に係る検討会報告書」(平成 16 年 11 月), 2004
- 3) 橋本好弘, 川瀬信, 澤田勝美, 橋上勉, 川内健太郎, 森谷梨：「災害活動時における消防隊員の活動負荷とヒートストレス発生危険・対策」, 平成 16 年度全国消防技術者会議資料, 独立行政法人消防研究所, pp. 157-162, 2004
- 4) 菅原正志, 平田文夫：「定期的運動が寒冷血管反応に及ぼす影響」, 体力科学 42, pp.495-501, 1993
- 5) TAKANO, N. KOTANI, M: Influence of food intake on cold-induced vasodilatation of finger. Jpn J Physiol, 39, 755-765, 1989
- 6) 伊藤真次：「寒さへの適応(局所寒冷反応)」, 北海道医学雑誌, 46, pp.483-489, 1971
- 7) 山路啓司：「最大酸素摂取量の科学」, 杏林書院, p.186, 2001
- 8) 森谷梨, 福地保馬, 本間行彦, 方波見雅夫, 重住道彦, 谷宏, 上田満, 上野武治：「北国の健康科学」, 学術図書出版, p.5, 2003
- 9) 勇勢欣一郎, 高松薫：「消防官の体力・作業能力の加齢変化に関する研究」, 東京消防庁消防科学研究所報, pp.172-176, 2002
- 10) 伊藤昌夫, 正木豊, 小原郎敬：「消防隊員の体力管理に関する研究」, 東京消防庁消防科学研究所報, pp. 98-106, 1999
- 11) McArdle, W. D., Katch, V. I. (田口貞善・矢部京之助・宮村実晴・福永哲夫) 監訳：「運動生理学」, 杏林書院, pp.135-136, pp.21-33, 2000
- 12) アメリカスポーツ医学会編, 日本体力医学会体力科学編集委員会編, 「運動処方指針」, 南江堂, pp. 157-159, 2005