

英語原文

<https://www.trainingmask.com/clinicals/clinical-study-and-technical-report-by-nait-university/>

NAIT University による臨床研究とテクニカルレポート

2014年2月23日 Training Mask Clinical Study 掲載

提出先：Mr. Ray Richards (MBA、第3消防災害対策室本部所長、

カナダ国アルバータ 100 Giroux Road St.Albert)

Mr. Casey Danford (有限会社 Training Mask 社長兼最高経営責任者

アメリカ合衆国ミシガン州キャデラック 1140Plett Rd)

提出者：Randy W. Dreger(博士、CSCS、クリニカルエクササイズフィシオロジスト)

Scott Paradis(CSEP 公認エクササイズフィシオロジスト)

CSEP-CPT Personal Fitness Trainer Program

北アルバータ工科大学保健学科

2013年3月7日に提出

事業計画概要

消防活動における肉体的需要は科学論文、文献においてよく記録され続けている。仕事を遂行する消防隊員の欠かせない防御装備は運動能力を激しく低下させる。装備に伴う重さや熱のストレスが主要なファクターである。それに加えて、自給式呼吸器(SCBA)はパフォーマンスにはっきりとした制限をかけるものとして知られている。

SCBA の悪影響を軽減するために、デザイン改良や酸素濃縮、そして身体トレーニングプログラムの改正など様々な対策が練られている。SCBA のマイナス効果に逆らう費用対効果の最も高いものは SCBA を装着しながらの高強度インターバルトレーニングである。エッセンスとなるのは運動時における制限のかかった状態での呼吸法である。しかしながら、空気ボンベを満たすことに伴う SCBA のコストは小さな消防部では高すぎて話にならない。

静かに座った状態で典型的に使用されるたくさんの呼吸抵抗機器が市場に出回っているが、それらは消火活動で求められるものとは全く異なっている。最近、運動時でも使用できるよう改良された製品の発達により、商業的には利用可能になった「Elevation Training Mask(ETM)」がある。ETM は第一に呼気時の抵抗をセットすることにより吸気中の抵抗を調節できるという機能がある。

ETM には効果があるという現在の調査にはパフォーマンスの指標がある。高強度インターバルトレーニング(HIIT)のトレーニング研究が Elevation Training Mask(ETM)装着下

で行われた。被験者(男性 8 名、女性 6 名)は運動前と運動後にそれぞれ心肺機能の測定が行われた。トレーニングは 5 週間にわたって週に 2 回、サイクルエルゴメトリーで行われた。強度は最大酸素消費量($VO_2 \max$)の割合に等しくなるように決められ、ピリオダイゼーションモデル(時宜に応じたトレーニング計画)で調整された。

ETM 装着中の HIIT トレーニングに対する反応は Rudolph valve maximal test condition において、パワー・アウトプットや $VO_2 \max$ といったものを最初に改善した。男性は $VO_2 \max$ において 8.3%の、パワー・アウトプットにおいて 9.8%の有意な改善を示した一方で、女性ではそれぞれ 4.6%と 8.3%といった結果になり有意ではなかった。これらの知見は SCBA 装着下の HIIT トレーニングの過去の推察(Dreger and Paradis, 2011; Paradis and Dreger, 2011)に似ていた。

$VO_2 \max$ やパワー・アウトプットの改善の生理メカニズムに内在することは男性、女性両方の換気能力の上昇と関連があった(分時換気量は両群でおよそ 9%増加した [$p < 0.05$])。加えて、 O_2 パルス(心拍出量の代用)で表される心機能は男性、女性でそれぞれ 10%、6.8%と上昇していた。

トレーニングセッション中、心拍数の反応はそれぞれの運動終了時と休息時に測定された。運動終了時の心拍数は、最初と比べ、最後の方が大幅に少なくなった。男性で 180 回から 176 回に、女性で 180 回から 173 回に減少した。すべてのトレーニングセッションを通しての平均をみたとき、はじめから最後のセッションにかけて総心拍数が優位に減少するという結果が得られた。最大のテストを行ったとき、さらに根拠となる心肺機能変化が記録された。

この研究の結果は Elevation Training Mask を装着して行った HIIT は有意に男性と女性で選ばれた変数において改善を示すということを実証した。男性は女性よりも大きな変数の変化を生じる傾向にあった。これらの知見は同じトレーニングプロトコルを使用した過去の研究と似ているが、しかしその研究では SCBA を装着していた。したがって、Elevation Training Mask には HIIT 中 SCBA と同様の効果があると暗に意味している。なぜ女性では、男性ほど変数に変化が見られなかったか明らかにするための、女性被験者のさらなる研究が必要とされる。

謝辞

- ・著者は本研究に携わった多くのボランティアに感謝を示したい。彼らなしでは本プロジェクトはなしえなかったに違いない。
- ・本研究を行うために Elevation Training Mask が有限会社 Training Mask より提供された。

- ・本プロジェクトにセントアルバート消防部からエアシリンダーフィリングの提供を受けた。
- ・ Alberta Innovates Product Development Program grant から一部資金提供を受けた。
- ・ novaNAIT Applied research grant から一部資金提供を受けた。
- ・ SCBA や Training Mask の耐圧試験はアルバータ、エドモントンの Acklands-Grainger 社によって行われた。

背景

消防活動はもともと身体能力を必要とし、かつ危険な職業の 1 つである(Gledhill and Jamnik 1992a, b; Guidotti and Clough, 1992)。Lusa ら(1994)は年齢や階級に関係なく消防士が直面する仕事で最も身体能力が必要とされるものの 1 つに救助や捜索のために、煙の中に飛び込むことであるとした。この仕事は典型的に暗く、煙で満ちた建築物に入ることも含んでいる。その建築物の中で消防士は捜索しなければならないし、負傷者がいないかを察知し、安全な場所へ避難させなければならない。研究では、実際の火災現場における捜索活動や救助活動ではほぼ max に近い心拍数の反応が誘発されると記されている(Sothmann ら 1992)。そして、有酸素系において明らかな需要も誘発されている(Gledhill and Jamnik 1992a; Bilzon ら 2001)。

消防士が直面する環境的な危険を避けるために、彼らには PPE(防護装備)の着用や SCBA(自給式呼吸器)の装着が必要となる。過去の調査では運動能力における SCBA の影響(Eves ら、2005)が、PPE の影響(Louhevaara ら、1995)が、そして SCBA と PPE 両方の影響(Dreger ら 2006~2009)が評価されている。この調査では SCBA が個人の能力($VO_2 \max$)に悪影響を及ぼしているとされている。Dreger ら(2006)は SCBA や PPE に y って妨げられたとき、 $VO_2 \max$ の 17%の低下があるとした。この低下の原因は肺機能や心機能の低下と結びついている(Dreger ら 2006~2009 ; Nelson ら 2009)。

SCBA は $VO_2 \max$ に悪影響を与える。研究者たちはこの問題を少しでも軽減させるために様々な方法を考えてきた。 $VO_2 \max$ を改善する方法として高強度インターバルトレーニングの導入がその 1 つに挙げられる(Gormley ら 2008 ; Wisloff ら 2009)。心肺機能の変化が $VO_2 \max$ の改善と結びついている(Helgerud ら 2007)。最近では Dreger と Paradis(2011)が Paradise と Dreger(2011)が SCBA からの呼吸において、HIIT に効果を報告した。それらの研究は SCBA 非装着 HIIT トレーニングよりもはっきりと大きな改善をパフォーマンスや肺機能、心血管機能において示した。しかしながら、SCBA のコストは空気の供給におよそ 3500 ドルもし、しかもそれは使い捨てのものである。このことは小さな消防部門では、火事の準備と引き換えにするのは、高すぎて手に負えないかもしれない。市場には多くの呼吸抵抗性デバイスが並んでいるが、それらの多くは座っているときに使

用するもので、運動用ではない。最近、運動時でも使用できるデバイスが満を持して登場した。「Training Mask」である。Elevation Training Mask は呼吸抵抗を変化させることができ、SCBA 装着時と同じ状況をシミュレートできる。しかしながら、ETM はもちろん、SCBA とその効果を比較した科学研究はいまだかつてない。本研究の目的は HIIT パフォーマンス下の Elevation Training Mask の影響をはっきりさせることである。

北アルバータ工科大学研究デザイン

本プロジェクトでは、2段階のアプローチが行われた。最初のフェーズプロトタイプと被験者が運動する際の呼気を集める特注の「コーン」がつけられた ETM や SCBA の装着である。

図 1. ETM 用の特注コーン

図 2. 特注コーンが取り付けられた ETM

図 3. SCBA 用の特注コーン

図 4. 特注コーンが取り付けられた SCBA

SCBA や ETM は特注のコーンが取り付けられたデバイスの抵抗を確かめるためにテストされた。

図 5 はテスト機器(PosiCheck3)である。ETM や SCBA のマスク圧を決めるのにこの機器が利用される。

テストは公認の技術者ならびに認可テスト施設(アルバータ、エドモントンの Acklands-Grainger 社)で行われた。

図 5. 特注コーンが取り付けられた ETM の耐圧テストを行う PosiCheck3

2つ目のフェーズは、本研究における被験者の採用とそれからの運動負荷前のバッテリー、トレーニングプログラムの監督、そしてデータ解析やレポート投稿によるテスト後のフォローを含む段階であった。本プロジェクトに参加するとインフォームドコンセントに記入した被験者に対して、スクリーニングが行われ、北アルバータ工科大学の研究倫理に賛同できるか同意がとられた(別表 1)。コンセントの前に、被験者はそれぞれ Physical Activity Index(PAI、別表 B)と、Revised Physical Activity Readiness Questionnaire(rPAR-Q、別表 C)を済ませ、厳密な運動が不適切だと判断されたものは除外するようにした。これらの質問用紙の解答に基づき、研究に参加するのが不適切になった被験者もいた。

実験の概観

それぞれの被験者は以下に述べることを行った。インフォームドコンセント、rPAR-Q や Physical Activity Index のスクリーニング検査、肺機能テスト、オリエンテーション、3つ

のVO₂ max テスト(Rudolph valve、SCBA、ETM 条件下で)、Training Mask を使用した 5 週間の集中的な運動トレーニングプログラム、運動後の肺機能テストとVO₂ max テストである。

オリエンテーション

オリエンテーションは被験者に SCBA や ETM、maximal testing や高強度トレーニングについてよく知る機会を与えるものであった。このセッションで、身長、体重、体組成測定とともに、肺機能テストが行われた。加えて、SCBA や ETM を装着した状態で、簡単な一連の運動を行ってもらった。

人体測定と体組成

それぞれの被験者で身体測定が行われ、身長は 0.5cm 単位まで、体重は 0.1kg 単位まで記録された(CSEP、2006)。体組成は携帯型 BIA デバイス(オムロン製 HBF-306CAN モデル)を用いて、BIA(生体電気インピーダンス：体脂肪率測定法)をもとに決められた。

肺機能テスト(PFT)

オリエンテーションの間、最後のVO₂ max テストの前に被験者は標準的なスパイロメトリーテスト(Ruppel、2009)を行った。被験者は静かに座り、鼻に柔らかいクリップをつけて、携帯型呼吸気流測定器(ミズーリ州カンザスにある Hans Rudolph 社製#113183 型)を用いて測定された(図 6)。被験者は出来る限り深く息を吸い、出来るだけ強くセンサーに向かって息を吐き出すことを求められた。彼らはこのテストを 2、3 回行い、最も良いデータが研究の記録として採用された。

図 6. 携帯型呼吸気流測定装置でスパイロメトリーと MVV を測定している被験者

最大努力性換気(MVV)：被験者は標準的な MVV 測定を行った(Ruppel、2009)。静かに座り、鼻に柔らかいクリップをつけて携帯型呼吸気流測定器を通して呼吸し、15 秒間隔でできるだけ速く、かつできるだけ深く息をすることを求められた。

VO₂ max テスト

最大酸素消費量(VO₂ max)テスト：被験者はエクササイズモードでサイクルエルゴメーター(Velotron Dynafit Pro、ワシントン州シアトルの RaceMate 社)に乗った。第 1 フェーズでは 2 分間の安静が含まれている。それから被験者は個人で決められた割合でペダルを漕ぐ。これを最初は 25 ワットに設定し、1 分ごとに 25 ワット上昇させながら極度の疲労を意識するまで行う。VO₂ max テストの間、被験者は運動着、T シャツ、そしてランニングシューズ着用という服装であった。低抵抗バルブ(Hans Rudolf 2700 シリーズ-図 7)、SCBA システム(Eves ら、2005-図 8)、Training Mask(図 9)を通して呼吸していた。それら

の装具は代謝測定システム (TrueOne 2400、ParvoMedics 社)に接続された。

図 7. Rudlph valve 条件で VO_2 max テストを行っている被験者

図 8. SCBA 条件下で VO_2 max テストを行っている被験者

図 9. ETM 条件下で VO_2 max テストを行っている被験者

トレーニングプログラム

トレーニングプログラムでは、1 週間あたり 2 セッションを 5 週間続けてトレーニングをしてもらい、その際、被験者に ETM(図 10)を装着させた。サイクルエルゴメーター (Ergonomic 828E、スウェーデン Monark 社)に乗っているとき、被験者は 5 分間のウォーミングアップ、2 分間の VO_2 max の 90%に相当する運動、3 分間の VO_2 max の 30%に相当する休憩、を行う。これらは ETM の VO_2 max 条件での結果に基づいて算出される。この流れを 5 回繰り返し、5~10 分のクールダウン(Gormley ら、2008 ; Helgerud ら 2007)を行う。心拍数が 1 分間に 100 回以下に回復した時、「クールダウン」した、とみなされた。それぞれのセッションは認定 Personal Fitness Trainer の監督下で行われた。表 1 には研究を通してのピリオダイズドトレーニングが示されている。

表 1. ピリオダイズドトレーニングプログラム

週数	セッション/週	運動時間	運動強度	休憩時間	休憩強度
1	2	2分	90%	3分	
2	2	2分	90%	3分	
3	2	2分	95%	3分	
4	2	2分	100%	3分	
5	2	2分	90%	3分	

図 10. ETM 装着下でのトレーニングセッションを行っている被験者

統計

平均や標準偏差という標準機術統計学データを記述するために使われた。paired t-test は、グループ間の平均に差があるかを見極めるために使用された。有意確率は 5%に設定した。

結果と圧力テストに関する討議

販売前に、全ての SCBA は先に述べた条件(図 5)で同じかあるいは似たようなシステムで耐圧テストが行われる。SCBA にコーンが取り付けられてから(図 4)、機能的変化がないかどうかを確かめるために公認技術者によってその装置が再テストされた。製造時と再テストの結果に有意な差は確認されなかった(最大圧力 $5\text{cm } H_2O$)。ETM の評価にあたっては、生み出された圧力はテスト機器の性能($2\text{cm } H_2O$)を上回った。したがって、自動的なシャット

ダウンが起きた。ETM によって発生した圧力が原因で、基準となる(黄色信号の)呼吸抵抗がすべてのテストやトレーニングにおいて ETM に採用されると決定した。

被験者の特徴

8 人の男性、6 人の女性で構成された被験者はすべてのテストとトレーニングを遂行した。男性も女性も平均的な体重と身長であった(Hoffman、2006)。女性は普通の BMI と体脂肪率であった、一方で、男性の BMI は肥満気味に思われたがしかし、彼らの体脂肪率をみてみると筋肉量が多いただけであったと推測される(表 2)。

表 2. 被験者の特徴

変数	男性	女性
	平均±標準偏差	平均±標準偏差
年齢		
身長(cm)		
体重(kg)		
BMI		
脂肪率(%)		

トレーニングの反応

トレーニングセッション中、心拍数の反応は運動時と安静時に記録された。図 11 と図 12 は最初のトレーニングセッションと最後のトレーニングセッションで男性、女性被験者ともに平均的な心拍数の反応を表している。それぞれの条件下で全く同じ負荷が適用された。すべてのトレーニングセッションの平均心拍数は、男性で 155 回/分から 149 回/分に、女性で 153 回/分から 147 回/分といったように有意な減少が見られた。

図 11. 男性における運動前と運動後での平均心拍数の変化

図 12. 女性における運動前と運動後での平均心拍数の変化

パワー・アウトプット

サイクルエルゴメーターでのパフォーマンスは、パワー・アウトプットを用いて表現される。運動前と運動後のパワー・アウトプットにおける変化は男性で 9%から 12%に有意に改善が見られた(表 3)。女性では 4.5%から 9.4%の改善が見られたが、パフォーマンスにおける有意な変化とはならなかった。

表 3. 様々な条件下におけるパワー・アウトプット(W)の運動前と運動後の変化(平均±標準偏差)

条件	男性	女性	
運動前	運動後	運動前	運動後
RV	294±29	325±42*	233±44
SCBA	281±42	309±35*	225±42
ETM	265±33	303±31*	204±29

*=テスト前と比較して有意差(有意確率 5%未満)。RV : Rudolph valve 条件下。SCBA : 自給式呼吸装置条件下。ETM : Elevation Training Mask 条件下。

最大酸素消費量($VO_2 \max$)

調査された中で最も重要な生理的変数は HIIT トレーニング中の Elevation Training Mask が $VO_2 \max$ に与える効果である。男性は有意に $VO_2 \max$ を 3 条件全てで改善したが、女性は改善が見られたものの、統計学的に有意な差ではなかった。過去の一連の研究で (Dreger and Paradis, 2011; Paradis and Dreger, 2011) は SCBA 装着下の HIIT トレーニングに対する反応は有意であるが、女性では選択的であると記されている。SCBA により $VO_2 \max$ テストで 11%の改善が男性で見られ、Dreger and Paradis(2011)は SCBA の $VO_2 \max$ において 9.3%の改善が見られることを発見した。したがって、ETM や SCBA 装着下の身体トレーニングは同じような結果をもたらすと示している。

表 4. 様々な条件下での運動前と運動後の最大酸素消費量($VO_2 \max$)の変化(平均±標準偏差)

条件	男性	女性	
運動前	運動後	運動前	運動後
RV	3.36±0.47	3.67±0.48*	2.40±0.49
SCBA	2.62±0.49	2.98±0.79*	1.99±0.35
ETM	2.78±0.35	2.99±0.31*	2.05±0.30

*=テスト前と比較して有意差(有意確率 5%未満)。RV : Rudolph valve 条件下。SCBA : 自給式呼吸装置条件下。ETM : Elevation Training Mask 条件下。

肺の反応

過去の研究では肺機能の変化は $VO_2 \max$ における変化と強い結びつきがあることが示されてきた。休息時の最大努力性呼吸テストは運動前と運動後で有意な変化を示さない。しかしながら、運動時の Rudolph valve 条件での最大努力性呼吸テスト男性の呼吸頻度(表 5)を除いては、男性、女性両方で有意な上昇があった。SCBA や ETM の $VO_2 \max$ で、同じようなパターンが観察されたが、有意までとは至らなかった。これらの結果は ETM には呼吸筋系への効能があるということを実証している。

表 5. 運動前と運動後の Rudolph valve 最大酸素消費量($VO_2 \max$)での換気応答(平均±標準偏差)

条件	男性	女性	
運動前	運動後	運動前	運動後
VE	144±32	158±28*	
VT	2.57±0.37	2.75±0.39*	2.21±0.34
F			

*=テスト前と比較して有意差(有意確率 5%未満)。VE：呼気換気。VT：1回換気量。F：呼吸頻度。

心臓の反応

Rudolph valve $VO_2 \max$ での最大心拍数は運動前と運動後で有意な差は見られなかった(表 6)。 $O_2 \text{ pulse}$ は心拍出量の代わりに用いられる指標であるが、男性で有意な増加を認めるも、女性では有意な増加を認めなかった。しかしながら、女性でも 6.8%の $O_2 \text{ pulse}$ の増加が見られた。

表 6. 運動前と運動後の Rudolph valve 最大酸素消費量($VO_2 \max$)での心応答(平均±標準偏差)

条件	男性	女性	
運動前	運動後	運動前	運動後
HR	183±10.6	180±10.8*	177±8.36
$O_2 \text{ pulse}$	18.1±2.48	20.2±2.38*	13.7±3.27

*=テスト前と比較して有意差(有意確率 5%未満)。HR：心拍数。

結論

本研究での結果は HIIT 時の Elevation Training Mask の使用は男性において有意に自転車パフォーマンスを改善するということを実証する。それは特にパワー・アウトプットにおいてである。パワー・アウトプットの上昇は $VO_2 \max$ における改善と関連があり、心肺機能の改善につながる。さらに、ETM と HIIT の組み合わせは SCBA と HIIT の組み合わせと同じくらい効果的であった。

女性の ETM と HIIT に対する反応は Paradis and Dreger(2011)によって発見された結果に類似していた。統計学的に有意であるという選択的な改善が存在するという点においてである。したがって、この内在する性差を検証するための更なる考察が求められるだろう。

参考文献

Bilzon, J.L., Scarpello, E.G., Smith, C.V., Ravenhill, N.A., Rayson, M.P. (2001). Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy fire-fighting tasks. *Ergonomics*. 44: 766-780.

Borg, G.A. (1982) Psychological bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 14: 377-381.

Canadian Society for Exercise Physiology. (1998). *The Canadian Physical Activity Fitness and Lifestyle Appraisal*. Canadian Society for Exercise Physiology: Ottawa, ON.

Dreger, R.W., Jones, R.L., Petersen, S.R. (2006). Effects of the self-contained breathing apparatus and fire protective clothing on maximal oxygen uptake. *Ergonomics*. 49: 911-920.

Dreger, R.W. and Petersen, S.R. (2008). Impact of fire-protective equipment on peak exercise in males and females. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 33: S29.

Dreger, R.W. and Paradis, S.M. (2011). Effect of a high intensity interval training (HIIT) program while breathing from a self-contained breathing apparatus (SCBA) in males. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 36: S313.

Eves, N.D., Petersen, S.R., Jones, R.L. (2002). Hyperoxia improves maximal exercise with the self-contained breathing apparatus (SCBA), *Ergonomics*. 45: 829-839.

Eves, N.D., Jones, R.L., Petersen, S.R. (2005). The influence of self-contained breathing apparatus (SCBA) on ventilatory function and incremental exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 30: 507-519.

Gledhill, N. and Jamnik, V.K. (1992a). Characterization of the physical demands of firefighting. *Canadian Journal of Sports Science*. 17: 207-213.

Gledhill, N. and Jamnik, V.K. (1992b). Development and validation of a fitness screening protocol for firefighter applicants. *Canadian Journal of Sports Science*. 17: 199-206.

Gormley S.E., Swain, D.P., High, R., Spina, R.J., Dowling, E.A., Kotipalli, U.S., Gandrakota, R. (2008). Effect of intensity of aerobic training on VO₂max. *Medicine Science Sports and Exercise*. 40: 1336-1343.

Guidotti, T.L. and Clough, V.M. (1992). Occupational health concerns of firefighting. *Annual Review of Public Health*. 13: 151-171.

Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine Science Sports and Exercise*. 39: 665- 671.

Hoffman, J. (2006). *Norms for Fitness, Performance, and Health*. Human Kinetics. Champaign, IL.

Lusa, S., Louhevaara, V., Kinnunen, K. (1994). Are the job demands on physical work capacity equal for young and aging firefighters? *J. Occupational Medicine*. 36: 70-74.

Paradis, S.M. and Dreger, R.W. (2011). High intensity interval training (HIIT) while breathing from a self-contained breathing apparatus (SCBA) selectively improves VO₂max values in females. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 36: S343.

Petersen, S.R., Mayne, J.R., Hartley, T.C., Butcher, S.J., Jones, R.L. (2007). Regulator design improves peak exercise performance with self-contained breathing apparatus. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 32: S71.

Ruppel, G.L. (2009). *Manual of Pulmonary Function Testing* (9th edition). Mosby: St. Louis, MI.

Sothmann, M.S., Saupe, K., Jasenof, D., Blaney, J. (1992). Heart rate response of firefighters to actual emergencies. Implications for cardiorespiratory fitness. *Journal of Occupational Medicine*. 34: 797-800.

Wisløff, U., Ellingsen, Ø., Kemi, O.J. (2009). High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training. *Exercise Sport Science Review*. 37: 139-146.

別表 A

別表 B(Physical Activity Index: PAI)

名前 :

日付 :

第 1 問 : あなたがスポーツやフィットネス、アクティビティ、もしくはレジャーをするとき、次のうちどれに最も当てはまりますか？

とてもきつい : 速い脈拍につながる持続した高強度で活動中に呼吸が苦しくなる

きつい : 頻脈や呼吸苦になるほどの強さ

ちょうどよい：適度に汗をかき、適度なパワーが必要

軽め：軽いパワーで間欠的

最小：余分な力は必要ない

第2問：第1問で答えた活動に参加する際、運動の持続時間はどれくらいですか？

35分以上

25-34分

15-24分

5-14分

5分未満

第3問：第1問で答えた活動はどのくらいの頻度で行いますか？

毎日

1週間に3-6回

1週間に1-2回

1か月に1-3回

1か月1回未満

PAIスコア：強度×持続時間×頻度(第1問×第2問×第3問)

別表 C

応用研究プロジェクト終了同意

プロジェクト名：Training Mask E7PROTO65

プロジェクト管理者：novaNAIT

プロジェクト会社：Karen Eastland, Research/Project officer

主研究者/協力研究者：Randy Dreger, Scott Paradis

プロジェクト終了日：2013年3月7日

プロジェクト概要：

消防活動における肉体的需要は科学論文、文献においてよく記録され続けている。仕事を遂行する消防隊員の欠かせない防御装備は運動能力を激しく低下させる。装備に伴う重さや熱のストレスが主要なファクターである。それに加えて、自給式呼吸器(SCBA)はパフォーマンスにはっきりとした制限をかけるものとして知られている。

SCBAの悪影響を軽減するために、デザイン改良や酸素濃縮、そして身体トレーニングプログラムの改正など様々な対策が練られている。SCBAのマイナス効果に逆らう費用対効果の最も高いものはSCBAを装着しながらの高強度インターバルトレーニングである。エ

ッセンスとなるのは運動時における制限のかかった状態での呼吸法である。しかしながら、r、空気ボンベを満たすことに伴う SCBA のコストは小さな消防部では高すぎて話にならない。

静かに座った状態で典型的に使用されるたくさんの呼吸抵抗機器が市場に出回っているが、それらは消火活動で求められるものとは全く異なっている。最近、運動時でも使用できるよう改良された製品の発達により、商業的には利用可能になった「Elevation Training Mask(ETM)」がある。ETM は第一に呼気時の抵抗をセットすることにより吸気中の抵抗を調節できるという機能がある。

プロジェクト結果(研究結果の全体が分かる簡潔な文章にすること)

ETM には効果があるという現在の調査にはパフォーマンスの指標がある。高強度インターバルトレーニング(HIIT)のトレーニング研究が ETM 装着下で行われた。被験者(男性 8 名、女性 6 名)は運動前と運動後にそれぞれ心肺機能の測定が行われた。トレーニングは 5 週間にわたって週に 2 回、サイクルエルゴメトリーで行われた。強度は最大酸素消費量($VO_2 \max$)の割合に等しくなるように決められ、ピリオダイゼーションモデル(時宜に応じたトレーニング計画)で調整された。

ETM 装着中の HIIT トレーニングに対する反応は Rudolph valve maximal test condition において、パワー・アウトプットや $VO_2 \max$ といったものを最初に改善した。男性は $VO_2 \max$ において 8.3%の、パワー・アウトプットにおいて 9.8%の有意な改善を示した一方で、女性ではそれぞれ 4.6%と 8.3%といった結果になり有意ではなかった。これらの知見は SCBA 装着下の HIIT トレーニングの過去の推察(Dreger and Paradis, 2011; Paradis and Dreger, 2011)に似ていた。

$VO_2 \max$ やパワー・アウトプットの改善の生理メカニズムに内在することは男性、女性両方の換気能力の上昇と関連があった(分時換気量は両群でおよそ 9%増加した [$p < 0.05$])。加えて、 O_2 パルス(心拍出量の代用)で表される心機能は男性、女性でそれぞれ 10%、6.8%と上昇していた。

トレーニングセッション中、心拍数の反応はそれぞれの運動終了時と休息時に測定された。運動終了時の心拍数は、最初と比べ、最後の方が大幅に少なくなった。男性で 180 回から 176 回に、女性で 180 回から 173 回に減少した。すべてのトレーニングセッションを通しての平均をみたとき、はじめから最後のセッションにかけて総心拍数が優位に減少するという結果が得られた。最大のテストを行ったとき、さらに根拠となる心肺機能変化が記録された。

この研究の結果は Elevation Training Mask を装着して行った HIIT は有意に男性と女

性で選ばれた変数において改善を示すということを実証した。男性は女性よりも大きな変数の変化を生じる傾向にあった。これらの知見は同じトレーニングプロトコルを使用した過去の研究と似ているが、しかしその研究では SCBA を装着していた。したがって、Elevation Training Mask には HITT 中 SCBA と同様の効果があると暗に意味している。なぜ女性では、男性ほど変数に変化が見られなかったか明らかにするための、女性被験者のさらなる研究が必要とされる。

達成された画期的出来事(ワークプラン毎)

フェーズ： Training Mask のプロトタイプとレジスタンス・テクノロジーのセットアップ
基準

タスク： このフェーズには被験者がマスクを利用している際の、呼気を集めるための特注の「コーン」が取り付けられたマスクの装着。加えて、マスクには圧センサーがはじめから終わりまで、マスク圧の監視を目的として取り付けられた。それからそのマスクはどの抵抗が最も SCBA のパラメータにマッチするかを、そして実験の際のキャリブレーションをそれぞれ設定するために調べられた。

得られた結果： コーンは SCBA や Training Mask にフィットするようにデザインされ作られた。圧力テストは遂行され、SCBA において、コーン装着前と装着後で全く変化がない状態であった。しかしながら ETM の圧力テストでは、システムが耐えられない圧力が生じた。したがって、適正な評価をすることが不可能であった。そこでテストやトレーニングでは最小の抵抗にした状態で ETM を使用すると決定した。

フェーズ： 被験者の募集、テスト前評価、トレーニングとテスト、テスト後評価

タスク： このフェーズは本研究調査に参加する被験者の募集。テスト前のバッテリーの実行、トレーニングプログラムの監督、テスト後評価。

得られた結果： 8 人の男性と 6 人の女性がすべてのテスト前後のテストやトレーニングを遂行した。

フェーズ： 解析と報告

タスク： データセットの解析とテクニカル・コンサルタント・レポート(TCR)の記入。

得られた結果： 全体のプロジェクトをこなした被験者のデータは解析され、TCR は作成された。