

共同研究

空気圧式免荷トレッドミルのトレーニング効果に関する研究

下半身陽圧負荷を利用した体重免荷かトレッドミル  
ル走行時の酸素消費量に及ぼす影響

同志社大学スポーツ健康科学部

石井 好二郎

# 目的

近年、下半身陽圧(Lower Body Positive Pressure: 以下LBPP)を利用した体重免荷トレッドミルによるトレーニングが注目されている。体重免荷により、故障中においても走行が可能であったり、また、通常では持続不可能な速度での走行を体験させるなど、競技力向上を期待した使用も試みられている。

しかしながら、「免荷中の走行は、通常であれば、どのような速度に相当するのか？」等、免荷と走行速度の組み合わせの効果は明らかではない。

そこで本研究は、LBPP体重免荷トレッドミル走行時の酸素消費量を測定・分析し、競技力向上の生理学的背景を検討した。

## 対象者の身体特性

### 対象者

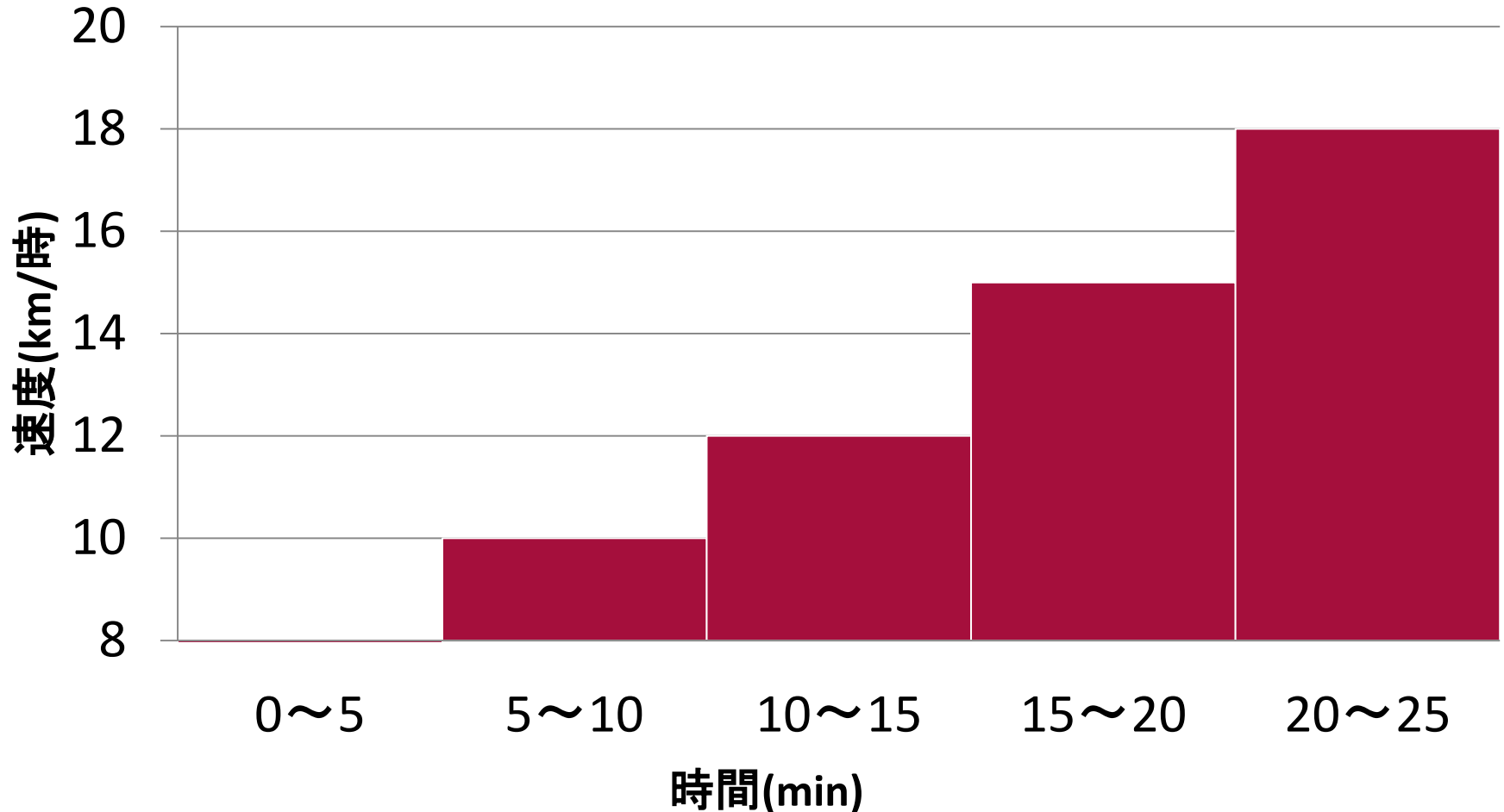
同志社大学体育会陸上競技部男子長距離選手5名

被験者	年齢(yrs)	身長(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )
A	21	176.7	56.6	18.1
B	21	169.4	57.2	19.9
C	21	170.8	57.4	19.7
D	19	173.1	55.9	18.7
E	21	165.7	51.2	18.6
平均±標準偏差	20.6±0.8	171.1±3.7	55.7±2.3	19.0±0.7

# 酸素消費量実験プロトコール

## 実験方法

LBPP体重免荷トレッドミル, DREAM HUNTER(昭和電機株式会社製)を用いた. 体重免荷トレッドミル上で5分の立位安静状態測定の後, 速度漸増式運動負荷試験を行った. 速度は, 10km/時, 12km/時, 15km/時, 18km/時(6分/km, 5分/km, 4分/km, 3分20秒/km)とし, 各5分間の走行試験を実施した. 各速度間での休息は挟まず, 各被験者が行う6つの免荷(0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%)は, 順番に偏りのないよう無作為に決定した.



# 方法

## 実験方法

呼気ガス分析器 (AE-310S, ミナト医科学株式会社製) を使用し, breath by breath 法で測定を実施した.

データ解析ソフト (AT for windows, ミナト医科学株式会社製) を用いて, 測定した呼吸代謝データの解析, 評価を行った. なお, 呼気ガス分析器は, すべての測定前に校正を行い, 実験室内の環境は室温  $24.2 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ , 湿度  $68.8 \pm 10.6\%$  であった.

## 測定項目

1. 身体測定 (身長, 体重)
2. 酸素摂取量 (ml/kg/min)
3. トレッドミルの使用感に関するアンケート調査 (実験終了後)

# 方法

## アンケート内容

1. 免荷トレッドミルでの走行中に、通常の陸上での走行時に比べて、不自由を感じた身体の部位はどこか？
2. 1で回答された違和感は具体的にどのような感じであるのか？
3. 免荷トレッドミルでの走行中に、通常の陸上での走行時に比べて、楽に感じた身体の部位はどこか？
4. 3で回答された楽に感じた点は具体的にどのような感じであるのか？

## 統計処理

各免荷率，走速度の組み合わせにおける酸素消費量の差の検定は，対応のある一元配置分散分析を用い，その後，Tukey法による多重比較検定を行った。

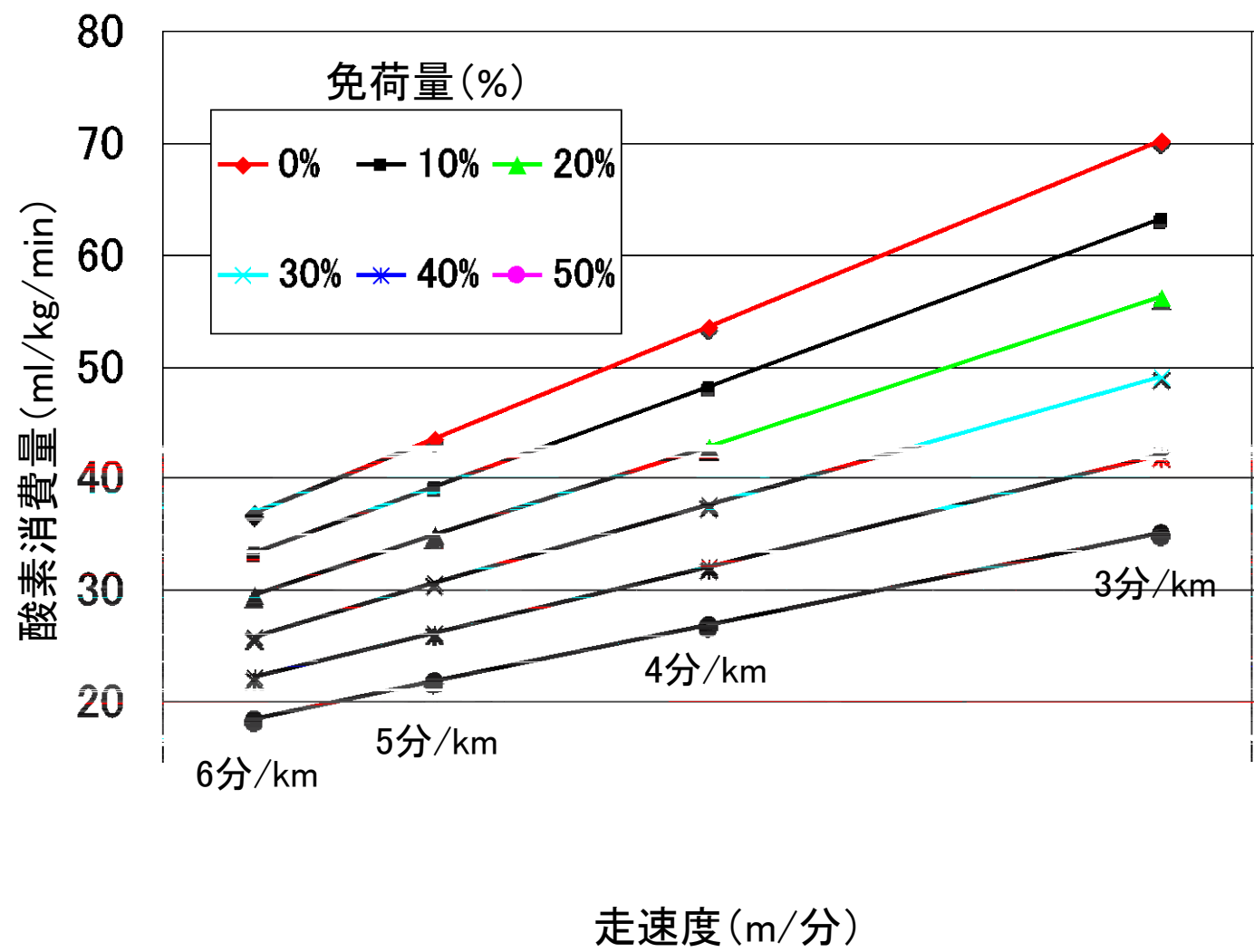
結果は，すべて平均値±標準偏差で表記し，統計学的有意水準は5%未満とした。

# アメリカスポーツ医学会 (ACSM) ランニング方程式\*による推定図

\*ランニング方程式

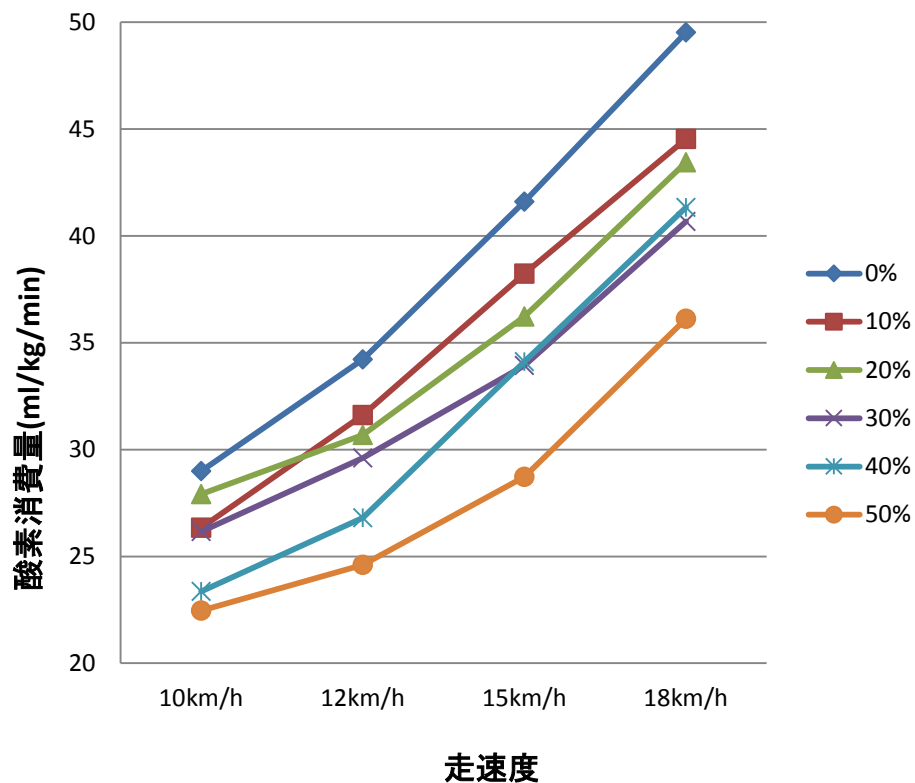
酸素消費量 (ml/kg/min)

$$= [\text{速度 (m/min)} \times 0.2 \text{ ml/kg/min}] + [\text{速度 (m/min)} \times \text{勾配 (\%)} \times 0.9 \text{ ml/kg/min}] + 3.5$$



例えば、30%免荷時の4分/kmペースでの走行は、通常(免荷0%)の6分/kmペースの走行に、ほぼ匹敵する酸素消費量を示すことになる。

# 各免荷率, 走速度における酸素消費量



	10km/h	12km/h	15km/h	18km/h
0%	29.0 ± 2.8	34.2 ± 3.8	41.6 ± 4.3	49.5 ± 4.5
10%	26.3 ± 3.1	31.6 ± 3.4	38.2 ± 3.7	44.5 ± 4.1
20%	27.9 ± 3.1	30.7 ± 2.5	36.2 ± 2.7	43.4 ± 3.9
30%	26.2 ± 4.3	29.6 ± 4.0	33.9 ± 4.8	40.7 ± 4.1
40%	23.4 ± 1.7	26.8 ± 0.5	34.1 ± 1.4	41.3 ± 2.8
50%	22.5 ± 2.3	24.6 ± 3.0	28.7 ± 3.4	36.1 ± 4.0

平均値 ± 標準偏差



# 同一免荷率における走速度別の酸素消費量の差について

0%	10km/時	12km/時	15km/時	18km/時
10km/時			**	**
12km/時			**	**
15km/時				**
18km/時				

10%	10km/時	12km/時	15km/時	18km/時
10km/時			**	**
12km/時			**	**
15km/時				**
18km/時				

20%	10km/時	12km/時	15km/時	18km/時
10km/時			**	**
12km/時				**
15km/時				**
18km/時				

30%	10km/時	12km/時	15km/時	18km/時
10km/時			**	**
12km/時			**	**
15km/時				**
18km/時				

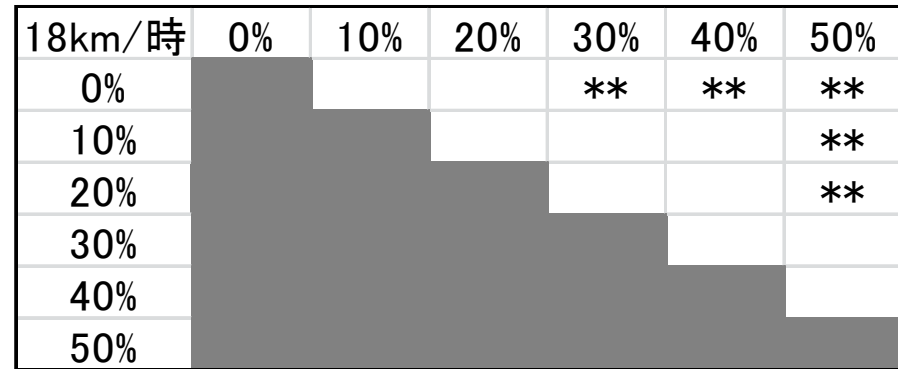
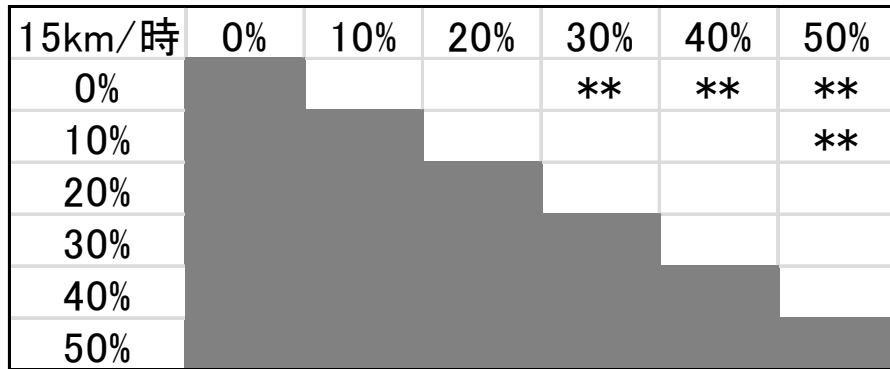
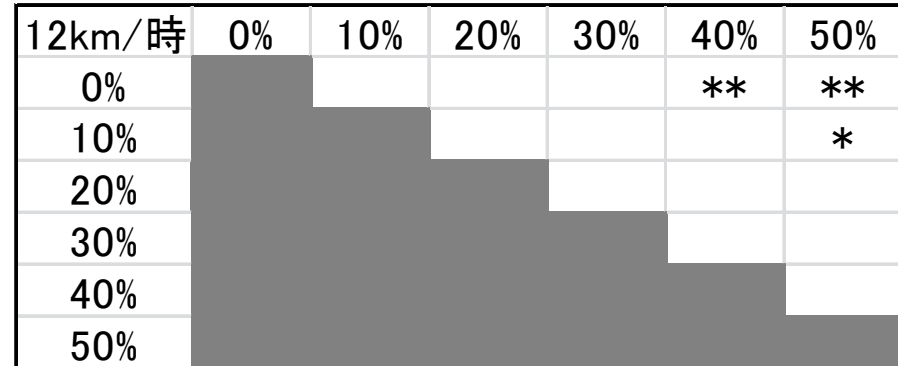
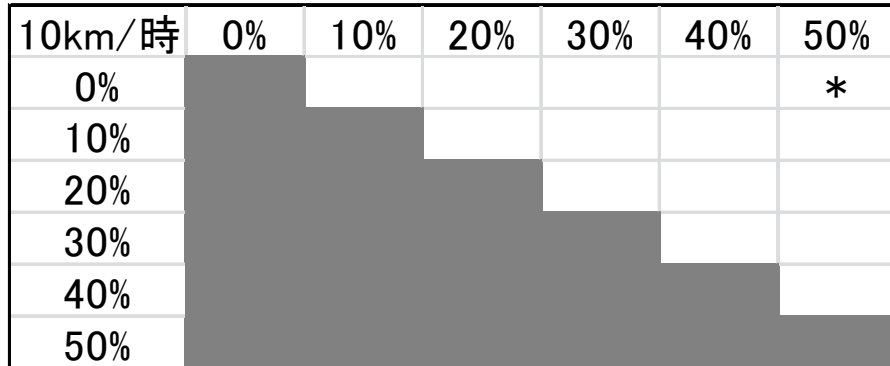
40%	10km/時	12km/時	15km/時	18km/時
10km/時			**	**
12km/時			**	**
15km/時				**
18km/時				

50%	10km/時	12km/時	15km/時	18km/時
10km/時				**
12km/時				**
15km/時				**
18km/時				

\*\* : p<0.01

いずれの免荷率でも走速度が10km/時と12km/時を比較した場合、有意差は見られなかった。しかし、走速度が上昇するにつれて有意差が多く確認された。同一速度における免荷率別の酸素消費量の有意差についても同様に、走速度が上昇するにつれて体重免荷が酸素消費量に及ぼす影響は大きくなった。

# 同一速度における免荷率別の酸素消費量の差について



\*:  $p < 0.05$   
 \*\*:  $p < 0.01$

# 各免荷率と走速度の組み合わせにおける酸素消費量の差について

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
A:0%+10km/h			** **	** **			** **	** **			*	**				**				** *				*	
B:0%+12km/h			** ** **	** **			**					** **	** **		*	** ** **			*	** ** **					
C:0%+15km/h			** ** **	** ** **			** **	** **				** ** **	** ** **	** ** **		** ** **	** ** **	** ** **		** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	
D:0%+18km/h			** ** **	** ** **	** ** **		** ** **	** ** **	** ** **			** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **
E:10%+10km/h							** **	** **			** **	** **			** **	** **			** **	** **				**	
F:10%+12km/h							*	**				**			**	**			**	**	*				
G:10%+15km/h									** **	** **			** **	** **		** **	** **		** **	** **		** **	** **	** **	
H:10%+18km/h									** **	** **	** **		** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **	** **
I:20%+10km/h										** **	** **				** **				** **	** **				**	
J:20%+12km/h											** **				** **	** **			** **	** **					
K:20%+15km/h											*	** ** *			** ** **	** ** **			** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	
L:20%+18km/h												** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **
M:30%+10km/h														** **	** **				** **	** **				**	
N:30%+12km/h														** **					** **	*				*	
O:30%+15km/h														*	** ** *	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	
P:30%+18km/h															** ** **	** ** **	*		** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	
Q:40%+10km/h																			** **	** **				**	
R:40%+12km/h																			** **	** **				**	
S:40%+15km/h																			*	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	
T:40%+18km/h																				** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	** ** **	
U:50%+10km/h																								**	
V:50%+12km/h																								**	
W:50%+15km/h																								**	
X:50%+18km/h																								**	

免荷の差を拡大すれば、速い走速度でも同様の酸素消費量を示す組み合わせが複数確認された。

\*: p<0.05

\*\* : p<0.01

## アンケート結果(内省報告)

	不自由を感じた点	違和感はどのような感じであるか	楽に感じた点	楽に感じたのはどのような感じであるか
0%	大腿部, 腰部	動きが制限されている感じ	なし	なし
10%	足, 下腿, 大腿部	関節の動きが制限される うまく蹴れない	前腕, 上腕, 上半身全体	上半身が軽く感じた 腕振りの位置が固定されて楽
20%	膝関節, 大腿部, 上腕, 全身	身体が固定されるのでブレを感じる 腕を高く上げて走るのが辛い	足, 膝関節, 呼吸	足に疲労を感じない, 軽くスムーズに 動く, 呼吸が楽に感じた
30%	大腿部	動きが制限されている感じ	足, 膝関節, 前腕, 上腕, 呼吸	負担が少なく接地が楽, 腕振りに力が いらぬ, 最後まで鼻呼吸で走れた
40%	足, 下腿, 大腿部	蹴れない, リズムが速くなる, 空回りしている感じがする	足, 大腿部, 腰部, 呼吸	衝撃を感じない, 後半も腰が落ちない, 呼吸はかなり楽, 腕振りが楽
50%	なし	なし	足, 下腿, 大腿部, 呼吸	ストライドが伸びている気がした, 足が高く上がっている感じがした