																(
													-					
													The second second					
		 			<u></u> -	i i	-			<u> </u>				<u> </u>			'	1
		1	<u> </u>		<u></u>		<u> </u>	1	<u> </u>	<u> </u>	- Annual Control of the Control of t		<u> </u>		<u> </u>		<u> </u>	
			<u> </u>															
	高	酸	素	気	h	ν		=	ン	グ	が	全	身	持	久	力		
						に	及	ぼ	す	効	果			1.				
	1						- <u></u> -			<u> </u>		1			T		T	Ť
	<u> </u>			1	T .					<u> </u>	1.			<u> </u>	<u> </u> 	<u> </u>	 	_
			1				<u> </u>								<u></u>			
							Managara Para Calabara											The second secon
		所	属	学	科	目				体	力	学						
T		著		者		名	<u> </u>			杉	Ш	康	司		<u> </u>			T
1		<u>'</u>				<u> </u>		[1	<u> </u>	T	<u> </u>	<u> </u>	<u></u>		<u> </u>	<u> </u>
<u> </u>		論	文	指	導	教	員		!	青	木	純		郎		<u>. </u>		-
							and the same of th											
Manage and a design of the second		合	格	年	月	日	H	和已	(3	年	2	月,	18	目				
		=4		مين		-	B				<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u>-</u>	<u> </u>			<u> </u>
		論	文	審	査	委	員		4	/ > \	A	科	-	1				<u> </u> T
		and the state of t										74/24	ע ־	\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\				
									۷		7	D	<u>V</u>	5	2_			
									V	人	木	7.	2	7/2	ļ			Company of the Co.
												,		Ţ-		:		I
														<u> </u>	1	1	<u>:</u>	
		•																

						- 			<u></u>	,								ì
								目		次								
			.										And the second					頁
第	1	章		緒	言													1
															<u> </u>		<u> </u>	<u></u>
育	2	章		関	連	文	献	の	考	証				<u></u>		<u></u>	<u></u>	5
	第	1	節		高	酸	素	気	吸	入	ع	高	圧	環	境	暴	露	6
			(1)		運	動	٤	高	圧	環	境							7
			(2)		運	動	٤	高	酸	素	気							8
	第	2	節		高	酸	素	気	吸	入	が	生	体	に	及	ぼ	す	
1					影	響												1 0
			(1)		安	静	時	に	及	ぼ	す	影	響					1 0
					(a)	安	静	時	の	生	理	的	影	響				1 1
					(p)	疲	労	回	復	^	の	影	響					1 1
			(2)		最	大	下	運	動	に	及	ぼ	す	影				1 2
					(a)	絶	対	強	度	を	用	(1)	た	研	究		:	1 2
					(b)	相	対	強	度	を	用	\\	た	研	究			1 4
			(3)		最	大	運	動	に	及	ぼ	す	影	響				1 6
		Annual and Annual and			(a)	代	謝	応	答					,		,		1 6
					(p)	肺	換	気	応	答								1 9
		$\neg \neg$			(c)	酸	塩	基	W.	衡							!	2 1

(ii)

	第	3	節	,	高	圧	お	よ	び	高	酸	素	気	ト	レ		=	
					ン	グ												2 3
			(1)		高	圧	١	レ	-	=	ン	グ					{ 	2 3
			(2)		高	酸	素	戾	ŀ	ν	_	=	ン	グ				2 4
	第	4	節		酸	素	の	安	全	性								2 5
			(1)		酸	素	中	毒	の	2	っ	の	タ	1	プ			2 5
			(2)		高	酸	素	気	吸	入	の	安	全	性				2 7
i			(3)		生	化	学	的	に	見	た	酸	素	Ø	安	全	性	2 8
		,																
第	3	章		実	験	方	法			ļ								3 0
	第	1	節		被	験	者											3 0
and the same of th	第	2	節		実	験	手	順										3 1
			(1)		最	大	運	動	テ	ス	ト							3 1
			(2)		ト	レ	_]	Ξ	ン	グ		:						3 2
			(3)		高	酸	素	気	吸	入						;		3 3
1	第	3	節		測	定	項	目				:			1			3 4
	and the same of th		(1)		酸	素	摂	取	量	1				- Control of the Cont				3 4
			(2)		心	拍	数		:		!		: -		ļ		·	3 5
			(3)		乳	酸	閾	值						:				3 5
			(4)	and the same	lýi.	液	組	成								Ī	:	3 6

(iii) 3 7 (5) performance 3 7 第 4 節 統 計 処 理 び 3 7 第 節 実 験 期 間 場 所 5 お ょ 章 実 結 果 3 9 第 4 験 第 節 1 髙 酸 素 気 吸 入 が 最 大 運 動 に 及 3 9 ぼ U た 影 響 呼 (1) 吸 循 環 機 能 3 9 (a) 最 大 酸 素 摂 取 量 3 9 (b) 最 高 心 拍 数 3 9 (c) 最 換 気量 大 4 0 (2)performance 4 0 Vo 2 max強 (3)8 5 % 度 負 荷 0) 4 0 ンーグ 第 2 節 1 V __ 0 効 果 4 1 (1) 大 酸 素摂取量 最 4 1 (2) 4 1 最 高 拍 心 数 (3)最 大 換 気 量 4 1 (4) 乳 酸 閾 値 4 2 4 2 (5) 液 組 成 血 (6)performance 4 3

_		
(1V)
`	10	,

					•												()		
			(7)		ト	ν	_	=	ン	グ	中	の	心	拍	数			4	3
第	5	章		考	察													4	5
第	6	章		結	論													5	5
AAA		ate.		-H6	bL.										<u> </u>				
第	7	章		要	約						-							5 (5
謝			辞															5 8	8
引	用	文	献					and the second s										5 9	9
欧	文	要	約															6 9	9
表		1.	~	5.											<u> </u>	1			-
図		1.	~	7.															-
								-							· 				
										1									
																			Ī
											i								
															:				
		1					l			ļ			1		1				1

						~ ~ ~						<u> </u>						1)
					第	1	章		緒	言									
	1 9	7 0	年	,	Wу	n d	h a	m	ら	は	海	面	下	1 2	7 0	m	0)	地	下
で	働	11	て	11	る	鉱	夫	を	対	象	に	,	地	下	,	平	地	お	よ
び	高	地	(海	抜	1 7	6 3	m)	の	各	地	点	で	 	レ	ッ	ド	3
ル	で	の	最	大	運	動	負	荷	テ	ス	ト	を	行	わ	せ	た	0	そ	0)
結	果	,	地	下	で	の	最	大	酸	素	摂	取	量	(v o	2 M	a x)	が
平	地	お	ょ	び	高	地	で	の	そ	れ	ょ	Ŋ	`	そ	れ	ぞ	れ	1 1	. 3
%	お	よ	び	1 7	. 3	%	高	<	\	走	る	距	離	も	地	下	の	方	が
高	地	ょ	ij	1.	6 k	m	,	平	地	ょ	ij	0.	8 k	m	長	か	っ	た	٤
41	う	0	高	圧	環	境	下	で	は	外	気	Ø	酸	素	分	圧	が	高	<
な	る	た	め	,	特	に	持	久	性	の	ре	r f	o r	m a	n c	е	に	有	利
に	影	響	し	た	も	の	と	思	わ	れ	る	٥							
	し	か	し	,	高	圧	下	で	は	酸	素	分	圧	が	高	<	な	る	ک
11	う	利	点	に	対	し	て	,	=	酸	化	炭	素	分	圧	も	上	昇	し
ま	た	高	気	圧	そ	の	も	の	が	ре	r f	o r	m a	n c	е	に	悪	影	響
を	及	ぼ	す	٤	11	う	欠	点	も	指	摘	さ	れ	て	41	27)3 る	9) 77) °	98) 例	え
ば	,	Fa	g r	a e	1	27) は	8	名	の	被	験	者	に	対	U	,	0.	6 8	,
1 .	0 ,	1	. 4	,	2 .	0 ,	3	. 0	お	ょ	び	6.	0	気	圧	下	で	最	大
運	動	を	行	わ	せ	,	ре	r f	o r	m a	n c	e	が	1.	0	気	圧	下	に
比	ベ	,	1 .	4	気	圧	下	で	約	1 5	%	の	最	も	大	き	な	改	善善

(2)

を	認	め	た	が	`	2.	0	,	3.	0	お	よ	び	6.	0	気	圧	下	で
は	1.	4	気	圧	下	で	認	め	ら	れ	た	ほ	ど	大	き	な	改	善	は
得	ら	れ	な	か	つ	た	0	さ	ら	に	,	6.	0	気	圧	下	に	お	١٧
7	は		8	名	の	被	験	者	全	員	に	激	L	١١)	呼	吸	困	難	が
み	ら	れ	,	そ	の	内	3	名	は	眩	暈	や	視	覚	障	害	も	訴	え
7	運	動	を	中 <i>/5</i>)	止	世	ざ	る	を	得	な	か	7	た	ح	11	う	0	ま
た		Co	o k		運	動	中	に	吸	入	さ	れ	る	酸	素	分	圧	を	
定	に	し	`	圧	力	を	2	気	圧	お	ょ	び	3	気	圧	に	上	昇	3
世	た	ع	2	ろ		ре	r f	o r	ma	n c	е	に	2	気	圧	で	は	1 5	%
3	気	圧	で	は	4 0	%	以	上	の	減	少	が	あ	つ	た	ح	ح	を	認
め		同		の	酸	素	分	圧	で	あ	れ	ば	1	気'	圧	下	に	お	44
7	運	動	・を	行	つ	た	方	が	`	高	13	能	力	を	発	揮	で	き	る
٤	報	告	し	て	· ·	る	o			8	2)							The state of the s	
		方		Wi	l s	o n	ع	We	l c	1	は	9	名	の	被	験	者	を	対
象	に	1	気	圧	下	で	,	2 1	,	4 0	,	6 0	,	8 0	お	よ	び	1 0	0
%	酸	素	気	を	吸	入	さ	せ	な	が	ら	疲	労	困	憊	ま	で	٢	ν
ツ	ド	3	ル	走	を	行	わ	世	て	の	ре	r f	o r	m a	n c	е	を	比	較
し	た	0	そ	の	結	果	,	2 1	%	酸	素	気	吸	入	に	比	ベ	て	`
1 0	0	%	酸	素	気	吸	入	で	は	3 8	%	の	最	も	大	き	な	改	善善
を	認	め	\	8 0	,	6 0	お	ょ	び	4 0	%	酸	素	気	吸	入	で	も	そ

(3)

ぞ 2 9 2 2 3 18% 改 が れ れ ょ 75 \mathcal{O} 有 意 な 善 あ 9 と 報 告 た た 同 時 に 吸 気 酸 度 U 入 0) 素 濃 が سلح 髙 11 ほ IJ 大 き 故 善 ょ な performande 0) が 期 で き 待 る と 結 論 7 る 髙 素 気 11 酸 (hyper-吸 入 oxia) 10 ょ て 持 久 性 が つ の performance 空 気 normoxia) 吸 入 に 比 ベ て 向 上 す る と は 他 研 究 に て 0 1 も 匆 < 0) よ つ 認 め ら れ 1) 7) 8) 9) 18) 23) 34) 47) 48) 53) 55) 77) 78) 79) 83) 7 11 る 吸 入 Z 髙 酸 素 気 が う 0) ょ に performance 改 善 す 理 を る 由 と U て Ekblomb や Weltman は 細 ら 胞 酸 供 お ょ び酸素 \sim 0 素 紿 利 用一が 高 ŧ た اع を 挙 げ て つ 11 る が 気 U た て 1 圧 下 で 素 つ 高 酸 気 を 吸 U 7 15 n ば ょ IJ 高 強 度 時 で 長 間 の 運 動 が一可 能 に な る こ と は 明 ら か で あ ろ う と で ろ =ン るった r V グ 0) 効 果 を一得 め に 汝 は 象 者 日 常 0) 活 動 に け る 強 お 度 以 上 0) 運 動 強 度 行 で ゎ な け れ ば な ら ーパー ならい (オ K 0) 原 則) が 口 た て 競 技 者 のよう つ 体 に 力 水 進 0) 髙 11 者 は 非 常 に 高い 強 度 の_ト V 註)1気圧下での高酸素濃度の混合気を意味する。

て、例えば低酸素環境下あるいは低酸素気 hypoxaa) 吸入によるトレーニングが行れ 5)/036)62)66) ている。しかし、この方法では主観的な言 さの割にはトレーニングの質や量が十分で	として か と が
h y p o x i a) 吸 入 に よ る ト レ ー ニ ン グ が 行 オ	ち れ
S) O) 36) 61) 66)	苦しの
ている。しかし、この方法では主観的な言さの割にはトレーニングの質や量が十分でく、必ずしも平地での競技力を高めること 5)/0) 660	でな
く、必ずしも平地での競技力を高めること	
<i>\$)/0) 66)</i>	とが
したがって、より高強度のトレーニンク	ブ を
必要とする競技者にとっては、高酸素気の	及人
によるトレーニングこそより有効な手段で	では
ないかと思われる。しかし、高酸素気トレ	/ -
ニングが平地での全身持久力に及ぼす効果	見 に
ついては、これまでほとんど研究が行われ	して
いない。	
そこで、本研究は高酸素気トレーニンク	すが
全身持久力に及ぼす効果を呼吸循環機能,	乳
酸 閾 値 お よ び performance の 面 か ら 検 討 し	た
	,
	-

				14.												(5)
			第	2	章		関	連	文	献	の	考	証					
														,				
高	酸	素	戾	(h y	уре	r	x 1	a)	吸	入	が	人	間	の	作	業
力	(ре	rı	0 1	m a	no	e)	に	及	ぼ	す	効	果	に	関	す	る
究 2	 	2 (世	紀	の	初	等	に	始	め	ら	れ	た	٤	言 22	わ	れ	7
る	0	な 32)	か 33)	で	も	١ .	1	οι	gl	a s	ح	На	l d		е	9	H i	1
F	a	k	,	H i	1 1	ら	お	よ	び	Fu	r u	s a	w a	ら	の	論	文	が
ら	れ	て	13	る	٥	2	れ	ら	の	論	文	は	高	酸	素	気	吸	入
ょ	っ	て	ょ	Ŋ	多	<	の	作	業	が	可	能	に	な	Ŋ		酸	素
取	量	も	増	מל	す	る	と	報	告	U	て	٤١	る	o	さ	ら	に	
本	に	よ	る	بح	`	H i	1 1	は	地	球	を	٤	ij	ま	<	空	気	を
て	酸	素	で	置	き	換	え	る	2	٤	は	不	可	能	だ	が	<u> , </u>	例
ば	\	ト	ン	ネ	ル	の	中	の	空	気	を	酸	素	に	置	き	換	え
こ	ع	は	費	用	が	か	か	る	け	れ	ど	も	`	全	<	不	町	能
2	と	で	は	な	11	٥	2	の	ょ	う	な	<u> </u>	ン	ネ	ル	の	中	で
間	を	走	ら	世	た	な	ら	ば	\	素	晴	ら	U	Į,	記	録	を	15
ら	で	も	出	す	こ	と	が	で	き	る	だ	ろ	う	٤	述	ベ	て	11
ک	(1)	う	•															
そ	れ	以	降	,	今	日	に	至	る	ま	で	,	高	酸	素	気	吸	入
ре	r f	o r	m a	n c	е	に	及	ぼ	す	効	果	に	関	す	る	研	究	が
• -										773						1.721		
	力 究 る F ら よ 取 本 て ば こ こ 間 ら と そ	力 (は 27) 。 F l a (a l a l a l a l a l a l a l a l a	力 (p e g e g e g e g e g e g e g e g e g e	高 酸 素 気 カ (p e r f	高 酸 素 気 (力 (perform	高酸素気(h: 力(performa 究は20世紀の 究がある。なかでも 322)33) Flack, Hill られている。 よりがないないの ながらいよりが多れている。 よりがないないがらいない。 まではないたされた。 とはなりがいた。 という。	高酸素気(hyperformano 777)	高酸素気(hypercormance 究は20世紀の初等77) る。なかがでも、」 32233) Flack, Hillらおられている。これより多くの取量も増加すると、Hill て酸素で置き換え ば、トンネルの中 ことは費用がかかか ことではない。こ 間を走らせたならららでも出すことが という。	高酸素気(hyperqxiカ)(performance) 完は20世紀の初等に 777) る。なかでも、1001 32233) Flack, Hillらおよられている。これらよってより多くの作 取量も増加すると報 677 本によると、Hillは て酸素で置き換える ば、トンネルの中の ことは費用がかかる ことではない。この 間を走らせたならば らでも出すことがで という。	高酸素気(hyperoxia カ(performance) に 発は20世紀の初等に始 77) る。なかでも、pougl 32)33) Flack, Hillらおよび られている。これらの よってより多くの作業 取量も増加すると報告 67) 本によると、Hillは地 て酸素で置き換えるこ ば、トンネルの中の空 ことは費用がかかるけ ことではない。このよ 間を走らせたならば、 らでも出すことができ という。	高酸素気(hyperoxia) カ(performance) に及 完は20世紀の初等に始め プフ) る。なかでも、Douglas 32233) Flack, HillらおよびFu られている。これらの論 よってより多くの作業が 取量も増加すると報告し グフ) 本によると、Hillは地球 て酸素で置き換えること は、トンネルの中の空気 ことは費用がかかるけれ ことではない。このよう 間を走らせたならば、素 らでも出すことができる という。	高酸素気(hyperoxia) 吸力(performance)に及ぼ (performance)に及ぼ (performance)に及ぼ (performance)に及ぼ (performance)に及ぼ (performance)に及ぼ (performance)に及ぼ (performance)に及び (pe	高酸素気(hyperoxia) 吸入力 (performance) に及ぼす	高酸素気(hyperoxia) 吸入が カ (performance) に及ぼす効 完は20世紀の初等に始められた 2777 る。なかでも、 Douglasと Hald 323333) Flack, HillらおよびFurusawa られている。これらの論文は高 よってより多くの作業が可能に 取量も増加すると報告している 577 本によると、Hillは地球をとり て酸素で置き換えることは不可 ば、トンネルの中の空気を酸素 ことは費用がかかるけれども、 ことではない。このようなトン 間を走らせたならば、素晴らし らでも出すことができるだろう という。	高酸素気(hyperoxia) 吸入が人力(performance) に及ぼす効果	高酸素気(hyperoxia) 吸入が人間力(performance) に及ぼす効果に発は20世紀の初等に始められたと言2700 る。なかでも、pouglasとHaldane333333	第 2 章 関 連 文 献 の 考 証	第 2 章 関連文献の考証 高酸素気(hyperoxia)吸入が人間の作力(performance)に及ぼす効果に関す 完は20世紀の初等に始められたと言われ 222 る。なかでも、DouglasとHaldane,Hi 323337 Flack,HillらおよびFurusawaらの論文 られている。これらの論文は高酸素気吸 よってより多くの作業が可能になり、酸 取量も増加すると報告している。さらに 277 本によると、Hillは地球をとりまく空気 て酸素で置き換えることは不可能だが、 ば、トンネルの中の空気を酸素に置き換 ことは費用がかかるけれども、全く不可 ことではない。このようなトンネルの中 間を走らせたならば、素晴らしい記録を らでも出すことができるだろうと述べて という。 それ以降、今日に至るまで、高酸素気吸

(6)

			~~						0.05	633 ZF	75150							6	<u>) </u>
MSI.	4	,	-	1-4		T ,		Γ.		53) 67.	1	-	T		T	T A			NAT ?
数	多	<	集	積	さ	れ	て	13	る	•	そ	2	で	\	高	酸	素	気	吸
入	に	よ	2	7	こ	の	ょ	う	に	ре	ri	oı	ma	n c	е	が	改	善善	さ
	,,,									, P		. 0 1	, III G	,	70	~			
れ	る	な	ら	ぼ	`	2	れ	を	١	ν		=	ン	グ	に	利	用	す	る
												·	 		1	T			
こ	٤	に	よ	つ	て	よ	Ŋ	高	強	度	で	長	時	間	の	ト	レ		=
ン	グ	が	可	能	に	な	る	٠,	Φ.	l.	Z .	*	مد	لم.	7				
	_ク	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	HJ	月七	1/2	ر ا	<u>る</u>	も	の	ع	予	想	さ	れ	る	•	ча	m o	W
は	そ	の	ょ	う	な	観	点	か	ら	こ	の	 -	V	_	=	ン	グ	の	有
			·			1			<u>'</u>				<u> </u>	<u></u>	<u> </u>	\ T	<u> </u>		0)70)
効	性	を	示	唆	し	,	実	験	に	取	Ŋ	組	ん	で	11	る	٤	11	う
			ا میں ا	1. 3.			A.26		-	err)	-	1.3			Ţ				
	こ	こ	で	は	`	高	酸	素	気	吸	入	が	ре	r f	o r	m a	n c	е	に
及	ぼ	す	影	響	に	っ	ζì	て	総	括	し	な	が	ら		高	酸	素	気
			1 72 1		• •				,,,,,,	, JH			1		1	1 11-0	HX.	718	
ト	レ		=	ン	グ	の	有	効	性	に	つ	11	て	考	証	し	た	0	
															1	•		:	
															<u> </u>	1			
	第	1	節		高	酸	素	気	吸	入	بح	高	圧	環	境	暴	露		
	214		7117		11-4	HEX	>1					I IFU		-76	176	. AF	产品	,	
	高	酸	素	気	が	呼	吸	循	環	系	に	及	ぼ	す	影	響	に	関	す
	. 1					1											!		
る	先	行	研	究	で	は	`	し	ば	し	ば	加	圧	室	を	利	用	し	た
高	圧	環	境	ъ	1-	人	間	を	暴	露	-a-	る	+	法	が	Ħ	, ,		.
P	11.		元)3 9)44	()59)	69)	八	[H]	Z.	來	路	す	ବ	方	伍	<i>\\</i> '	用	11	ら	れ
7	11	る	۰	し	か	し	,	高	酸	素	気	٤	高	圧	環	境	下	は	ど
		<u>-</u>	i		i								1	-					
ち	ら	も	酸	素	分	圧	が	高	<	な	る	点	で	は		致	U	7	13
z	が		IKIG	nīZ	絍	72年	T	,_	-	ا د	7	即	SIIK).L	tiq			2-	
る		8)	呼	吸	循	環	系	に	与	え	る	影	響	は	明	6	か	1	異
な	る	0	2	の	節	で	は	高	酸	素	気	吸	入	と	高	圧	璟	境	暴
								14								, <u></u>	-1\	-26	-35
露	の	差	を	考	証	し	た	0	İ	and the same				<u>i</u>			ı		
																			
-																			-
-																			-
-																			-
-																			_]
 			6																

(1)	1	運	動	ع	高	圧	環	境										
		連	到)		· •	(%)					<u> </u>				<u> </u>		 	
Li	n n	a r	S S	o n	ら	は	0.	6 8	,	1.	0	お	よ	び	1.	4	気	圧
環	境	下	で	`	6	名	の	ょ	<	 	ν	-	=	ン	グ	8	れ	た
子	被	験	者	に	`	自	転	車	エ	ル	ゴ	メ		タ	を	用	11	た
大	運	動	テ	ス	٢	を	行	わ	世	た	0	そ	の	結	果	,	気	圧
高	١١	ほ	ど	ре	r f	o r	m a	n c	е	の	改	善	が	大	き	か	2	た
بح	を	報	告	し	た	•							1					
F a	g r	a e	u s) は	8	名	の	被	験	者	に	対	U	,	0 .	6 8	,
0	お	ょ	び	1.	4	気	圧	の	3	条	件	に	加	え		1.	1 3	,
0	お	ょ	び	3.	0	気	圧	下	で	も	同	じ	最	大	運	動	を	行
世	た	0	そ	の	結	果	,	ре	r f	o r	m a	n c	е	は	1 .	0	気	圧
比	ベ	,	1.	4	気	圧	で	約	1 5	%	の	最	も	大	き	な	改	善
認	め	た	が	,	2.	0	お	よ	び	3.	0	気	圧	で	は	1 .	4	戾
で	認	め	ら	れ	た	ほ	ど	の	改	善善	は	認	め	ら	れ	な	か	2
0				1														
そ	の	後	,	F a	g r	ае		6) は	6.	0	気	圧	で	も	実	験	を	行
•	ре	r f	o r	m a	n c	e	は	1.	4	気	圧	を	ピ		ク	に	気	圧
高	<	な	る	ほ	سع	逆	に	低	下	す	る	傾	向	に	あ	る	こ	بح
観	察	し	た	0	מל	え	て	6	気	圧	下	に	お	٧١	て	8	名	の
験	者	全	員	に	激	し	۱ ،	呼	吸	困	難	が	み	B	れ		そ	の
	子 大 高 と F 0 0 せ 比 認 で 。 そ 、 高	子 被	子 被 験	子 被 験 者 大 運 動 テ 高 い ほ せ を 報 告 Fagraeus 0 お よ び 0 お よ び 0 お よ が 0 お た べ れ 1 . 認 認 認 め ら 。 そ の 後 、 高 く な る	子 被 験 者 に 大 運 動 テ ス 高 い ほ ど pe と を 報 告 し 24 Fagraeusら 0 お よ び 1. 0 お よ び 3. せ た 。 そ の 比 べ 、 1.4 認 め た が 、 で 認 め ら れ 。 そ の 後 、 Fa 、 performa 高 く な る ほ	子 被 験 者 に 、 大 運 動 テ ス ト 高 い ほ ど pe r f と を 報 告 し た 240 は 0 お よ び 1 . 4 0 お よ び 3 . 0 せ た 。 そ の 結 比 バ 、 1 . 4 気 認 め た が 、 2 . で 認 め ら れ た 。 そ の 後 、 Fagr 、 pe r f o r manc	子 被 験 者 に 、 自 大 運 動 テ ス ト を 高 い ほ ど pe r f o r と を 報 告 し た 。	子 被 験 者 に 、 自 転 大 運 動 テ ス ト を 行 高 い ほ ど performa と を 報 告 し た。 Fagraeusらは 8 名 の お よ び 1・4 気 圧 0 お よ び 3・0 気 圧 せ た。 そ の 結 果 、 比 べ 、 1・4 気 圧 で 認 め た が 、 2・0 お で 認 め ら れ た ほ ど 。 そ の 後 、 Fagraeus 、 performance は 高 く な る ほ ど 逆 に	子 被 験 者 に 、 自 転 車 大 運 動 テ ス ト を 行 わ 高 い ほ ど pe r f o r m a n c と を 報 告 し た 。 Fagraeusら は 8 名 の 0 お よ び 1 . 4 気 圧 の 0 お よ び 3 . 0 気 圧 下 せ た 。 そ の 結 果 、 pe 比 べ 、 1 . 4 気 圧 で 約 認 め た が 、 2 . 0 お よ で 認 め ら れ た ほ ど の 。 そ の 後 、 Fagraeusは 、 performance は 1 . 高 く な る ほ ど 逆 に 低	子被験者に、自転車工 大運動テストを行わせ 高いほどperformance とを報告した。 240 Fagraeusらは8名の被 0 および1.4気圧の3 0 および3.0気圧下で せた。その結果、perf 比べ、1.4気圧で約15 認めたが、2.0および で認められたほどの改 。 その後、Fagraeusは6. 、performanceは1.4 高くなるほど逆に低下	子被験者に、自転車エル 大運動テストを行わせた 高いほどperformanceの とを報告した。 24) Fagraeusらは8名の被験 0 および1.4気圧の3条 0 および3.0気圧下でも せた。その結果、perfor 比べ、1.4気圧の約15% 認めたが、2.0 および3. で認められたほどの改善 。 その後、Fagraeusは6.0 、performanceは1.4気 高くなるほど逆に低下す	子被験者に、自転車エルゴ 大運動テストを行わせた。 高いほどperformanceの改 とを報告した。 Fagraeusらは8名の被験者 のおよび1.4気圧の3条件 のおよび3.0気圧下でも同せた。その結果、performa 比べ、1.4気圧の約15%の 認めたが、2.0および3.0 で認められたほどの改善は 。 その後、Fagraeusは6.0 気圧	子 被 験 者 に 、 自 転 車 エ ル ゴ メ 大 運 動 テ ス ト を 行 わ せ た 。 そ 高 い ほ ど performance の 改 善 と を 報 告 し た 。 Fagraeusら は 8 名 の 被 験 者 に 0 お よ び 1・4 気 圧 の 3 条 件 に 0 お よ び 3・0 気 圧 下 で も 同 じ せ た 。 そ の 結 果 、 performanc 比 べ 、 1・4 気 圧 で 約 15% の 最 認 め た が 、 2・0 お よ び 3・0 気 で 認 め ら れ た ほ ど の 改 善 は 認 。 そ の 後 、 Fagraeusは 6・0 気 圧 、 performance は 1・4 気 圧 を 高 く な る ほ ど 逆 に 低 下 す る 傾	子被験者に、自転車エルゴメー 大運動テストを行わせた。その 高いほどperformanceの改善が とを報告した。 Fagraeusらは8名の被験者に対 のおよび1.4気圧の3条件に加 のおよび3.0気圧下でも同じ最 せた。その結果、performance 比べ、1.4気圧の約15%の最も 認めたが、2.0および3.0気圧 で認められたほどの改善は認め 。 その後、Fagraeusは6.0気圧 で、performanceは1.4気圧をピ	子 被 験 者 に 、 自 転 車 エ ル ゴ メ ー タ 大 運 動 テ ス ト を 行 わ せ た 。 そ の 結 高 い ほ ど p e r f o r m a n c e の 改 善 が 大 と を 報 告 し た 。	子 被 験 者 に 、 自 転 車 エ ル ゴ メ ー タ を 大 運 動 テ ス ト を 行 わ せ た 。 そ の 結 果 高 い ほ ど pe r f o r m a n c e の 改 善 が 大 き と を 報 告 し た。 F a g r a e u s ら は 8 名 の 被 験 者 に 対 し 、 0 お よ び 1・4 気 圧 の 3 条 件 に 加 え 、 0 お よ び 3・0 気 圧 下 で も 同 じ 最 大 運 せ た 。 そ の 結 果 、 p e r f o r m a n c e は 1・比 バ 、 1・4 気 圧 で 約 1 5 % の 最 も 大 き 認 め た が 、 2・0 お よ び 3・0 気 圧 で は で 認 め ら れ た ほ ど の 改 善 は 認 め ら れ 。 そ の 後 、 F a g r a e u s は 6・0 気 圧 で も 実 、 p e r f o r m a n c e は 1・4 気 圧 を ピ ー ク 高 く な る ほ ど 逆 に 低 下 す る 傾 向 に あ	子 被 験 者 に 、 自 転 車 エ ル ゴ メ ー タ を 用 大 運 動 テ ス ト を 行 わ せ た 。 そ の 結 果 、 高 い ほ ど p e r f o r m a n c e の 改 善 が 大 き か と を 報 告 し た 。 F a g r a e u s ら は 8 名 の 被 験 者 に 対 し 、 0 . 0 お よ び 1 . 4 気 圧 の 3 条 件 に 加 え 、 1 . 0 お よ び 3 . 0 気 圧 下 で も 同 じ 最 大 運 動 せ た 。 そ の 結 果 、 p e r f o r m a n c e は 1 . 0 比 バ 、 1 . 4 気 圧 で 約 1 5 % の 最 も 大 き な 認 め た が 、 2 . 0 お よ び 3 . 0 気 圧 で は 1 . で 認 め ら れ た ほ ど の 改 善 は 認 め ら れ な 。 そ の 後 、 F a g r a e u s は 6 . 0 気 圧 で も 実 験 、 p e r f o r m a n c e は 1 . 4 気 圧 を ピ ー ク に 高 く な る ほ ど 逆 に 低 下 す る 傾 向 に あ る	子 被 験 者 に 、 自 転 車 エ ル ゴ メ ー タ を 用 い 大 運 動 テ ス ト を 行 わ せ た 。 そ の 結 果 、 気 高 い ほ ど p e r f o r m a n c e の 改 善 が 大 き か っ と を 報 告 し た 。 F a g r a e u s ら は 8 名 の 被 験 者 に 対 し 、 0 . 6 8 0 お よ び 1 . 4 気 圧 の 3 条 件 に 加 え 、 1 . 1 3 0 お よ び 3 . 0 気 圧 下 で も 同 じ 最 大 運 動 を せ た 。 そ の 結 果 、 p e r f o r m a n c e は 1 . 0 気 比 ベ 、 1 . 4 気 圧 で 約 1 5 % の 最 も 大 き な 改 認 め た が 、 2 . 0 お よ び 3 . 0 気 圧 で は 1 . 4 で 認 め ら れ た ほ ど の 改 善 は 認 め ら れ な か。 そ の 後 、 F a g r a e u s は 6 . 0 気 圧 で も 実 験 を 、 p e r f o r m a n c e は 1 . 4 気 圧 を ピ ー ク に 気 高 く な る ほ ど 逆 に 低 下 す る 傾 向 に あ る こ

8)

																		8)_
内	3	名	が	眩	暈	や	視	覚	障	害	も	訴	え	て	運	動	を	中	止
U	た	2	と	を	記	述	し	た	•	彼	は	2	れ	ら	-	連	の	研	<i>24)以</i> 究
を	総	括	し	``	高	圧	環	境	下	で	は	酸	素	分	圧	が	高	<	な
る	と	11	う	利	点	に	対	U	て	`	気	体	の	密	度	の	上	昇	(
1	気	圧	•	1.	2 0	5 m	g /	cm³	,	6	気	圧	;	7.	2 3	0 m	g /	cm³)
=	酸	化	炭	素	分	圧	の	上	昇	(1	気	圧	;	0.	2 2	8 m	m H	g
6	気	圧	;	1.	3 6	8 m	m H	g)	あ	る	٧٧	は	高	気	圧	そ	の	も
の	が	ре	r f	o r	m a	n c	е	に	悪	影	響	を	及	ぼ	す	と	結	論	し
た	<i>27</i>) 。													<u> </u>	1				
	こ	れ	ら	の	研	究	か	ら	,	高	圧	環	境	下	で	は	約	1	. 4
気	圧	ま	で	は	人	間	の	ре	r f	o r	m a	n c	е	を	改	善善	さ	반	る
ے	思	わ	れ	る	が	,	そ	れ	以	上	の	気	圧	で	は	逆	に	悪	影
響	を	及	ぼ	す	ع	考	え	ら	れ	る									
	(2)		運	動	ا ع	高	酸	素	気										
	1.	4 0	気	圧	下	に	お	け	る	空	気	中	の	酸	素	分	圧	は	約
2 2		m H		ع	計	算	さ	れ		1	気	圧	下	で	は	約			3 2
%	酸	素	を	呼	吸	す	る	の	に	等	し、	11	•	ま	た		1		圧
下	に	お	け	る	1 0	0	%	酸	素	の	酸	素	分	圧	(0 m		
は	約	4 .	7 8	気	圧	に	お	け	る	空	気	の	酸	素	分	圧	٤	等	
ν · · ·	<i>""</i>	そ	し	て	,		1	(3)	運	動	中	に	吸	入	3	れ		酸	素
								,,,	~			<u>'- 1</u>							
																			-
																			_
																			-

(9)

	·					·······											(9)
分	圧	を	-	定	に	し	圧	カ	を	2	お	よ	び	3	気	圧	に	上	昇
さ	世	た	時	,	ре	r f	o r	m a	n c	е	に	2	気	圧	で	は	1 5	%	,
3	気	圧	で	は	4 0	%	以	上	の	減	少	が	あ	つ	た	2	٤	を	認
め	,	同	-	の	酸	素	分	圧	で	あ	ħ	ば	1	気	圧	下	に	お	15
て	運	動	を	行	な	つ	た	ほ	う	が	高	11	能	力	が	発	揮	で	き
る	ع	報	告	し	て	()	る	0	ょ	つ	て	,	高	圧	環	境	下	٤	高
酸	素	気	の	違	11	は	`	濃	度	の	異	な	る	高	酸	素	気	が	سط
の	<	ら	११	ре	r f	o r	m a	n c	е	に	影	響	す	る	か	を	調	査	U
た	実	験	で	明	ら	か	٤	な	る	0		3)							
	Ва	n n	i s	t e	r	٤	Cu	n n	i n	g h			3 3	%	(1 1	分	4 8	秒
,	6 6	%	(1 8	分	3 8	秒)	お	ょ	び	1	0 0	%	酸	素	気	呼	吸
(1 7	分	1 9	秒)	の	方	が	空	戾	呼	吸	(7	分	5 8	秒)	よ
Ŋ	も	ре	r f	o r	m a	n c	е	タ	1	ム	が	有	意	に	長	<	,	3 3	%
酸	素	呼	吸	ょ	ij	も	6 6	%	お	ょ	び	1 0	0	%	酸	素	気	呼	吸
の	方	が	さ	ら	に	長	<	な	る	٢	٤	を	報		し	た	0		
	Wi	l s	o n	٤	W e	l c	8 .	は	9	名	の	被	験	者	に	そ	れ	ぞ	れ
2 1	,	4 0	,	6 0	,	8 0	お	ょ	び	1	0 0	%	酸	素	気	を	吸	入	U
な	が	ら	疲	労	困	憊	ま	で	ト	レ	ツ	ド	3	ル	走	を	行	わ	せ
た	と	き	の	ре	r f	o r	m a	n c	e	を	比	較	し	た	o	彼	ら	は	空
	吸	入	に	比	ベ		1	0 0	%	酸	素	呼	吸	で	は	3 8	%	の	最

(10)

					·····													10	
も	大	き	な	p e	r f	o r	m a	n c	е	の	改	善	が	認	め	ら	れ	,	8 0
6 0	お	よ	び	4 0	%	酸	素	気	で	も	そ	れ	ぞ	れ	2 9	,	2 2	お	よ
び	1 8	%	の	有	意	な	p	e r	f o	r m	a n	се	の	改	善	が	あ	2	た
こ	٤	を	指	摘	U	た	0	ま	た	\	吸	入	さ	れ	る	気	体	0)	酸
素	濃	度	が	高	15	ほ	سخ	p e	r f	o r	m a	n c	е	の	改	善	が	期	待
で	き	る	だ	ろ	う	と	考	察	し	た	0								
	以	上	の	研	究	か	ら	高	酸	素	気	吸	入	٤	高	圧	環	境	暴
露	٤	で	は	生	体	に	及	ぼ	す	影	響	が	明	13	か	に	違	7	7
お	Ŋ	`	p e	r f	o r	ma	n c	е	の	改	善善	を	狙	う	場	合	は	高	酸
素	気	吸	入	の	方	が	期	待	で	き	る	と	思	わ	ħ	る			
			-					!								and an artist of the second			
	第	2	節		高	酸	素	気	吸	入	が	生	体	に	及	ぼ	す	影	響
	(1)	and the control of	安	静	時	に	及	ぼ	す	影	響			:	!				<u> </u>
	1 9	3 2	年	の	п	ス	ア	ン	ぜ	ル	ス	オ	IJ	ン	ピ	ツ	ク	で	大
3rC		,		—	*	σ	7K	泳	躍) 35 2	が	1/	_	ス	前	に	酸	素
活	躍	し	た	日	4	· · · · ·		P.J.	<i>A</i> 2	_ J	进	٧٠.						<u> </u>	
佐	入	を	た	つ	7	۱ (۱	た	i	が	歴	史	的	事	実	と		7	記	録
					7						1			実ボ	٤				録や
吸	入	を	行	つ 6	て /	11	た		が	歷	史フ	的	事ト	ボ	٤	レル	て	記	
吸さ	入しれ	をて	行りい	つ 6	て か 。	い ま	たた	事	がプ	歴口	史フ復	的 ツ の	事ト手	ボ	<u>د</u>	レル	て選	記手	や

(//)

		-																	
間	に	高	酸	素	気	を	吸	入	す	る	よ	う	に	な	2	た	•		
	(a)	安	静	時	の	生	理	的	影	響									
	E l	k b	0 1	23 n ら	は	安	静	時	に	5 (%	酸	素	気	を	吸	入	し	た
時	の	酸	素	摂	取	量	(V o	2)	,	換	気	量	,	心	拍	出	量
心	拍	数	お	よ	Cr.	平	均	ų	圧	が	空	気	呼	吸	時	٤	変	わ	6
な	か	っ	た	٤	報	告	し	て	15	る	•		West of the last o						
-	(b)	疲	労	回	復	^	の	影	響										
	S	n e	1 1		*) は	高	酸	素	気	吸	入	の	疲	労	回	復	^	の	影
響	を	明	か	に	す	る	た	め		プ	П	Ø	サ	ッ	力		選	手	1 2
名	を	対	象	に	2	重	盲	検	法	に	ょ	る	実	験	を	行	7	た	0
ト	レ	ツ	ド	3	ル	を	用	13	て	5	分	間	の	休	息	を	は	さ	ん
で	2	回	の	疲	労	困	憊	運	動	を	行	わ	世	る	際		5	分	間
の	休	息	お	ょ	S.	回	復	時	に	純	酸	素	吸	入	を	行	つ	た	場
合	٤	行	わ	な	か	つ	た	場	合	Ø	才		ル	ア	ゥ	٢	タ	1	ム
お	ょ	び	回	復	4	分	後	の	血	中	乳	酸	濃	度	を	比	較	U	た
そ	の	結	果		オ	-	ル	ア	ウ	٢	タ	1	ム	お	ょ	び	Щ	中	乳
酸	濃	度	に	差	が	認	め	ら	れ	な	か	っ	た	0	彼	ら	は	高	酸
素	気	吸	入	に	利	点	が	あ	る	٤	す	れ	ば		そ	れ	は	心	理
的	な	も	の	で	あ	ろ	う	٤	結	論	し	た	۰				:	:	
	以	上	の	研	究	か	ら	`	安	静	時	の	高	酸	素	気	吸	入	は

(/2)

			~															/2	<u>)</u>
生	理	的	10	は	効	果	が	な	<		心	理	的	な	効	果	に	依	存
す	る	も	の	٤	思	わ	れ	る	0										
	(2)		最	大	下	運	動	に	及	ぼ	す	影	響						
	高	酸	素	戾	吸	入	に	よ	つ	て	 	V		=	ン	グ	効	果	\ <u>\</u>
よ	<	似	た	生	理	機	能	の	変	化	が	生	じ	る	2) 34,				
	(a)	絶	対	強	度	を	用	١١	た	研	究								
	Ву	r n	e s	ح	Mu	1 1	i n		高	酸	素	気	吸	入	が	呼	吸	循	環
お	よ	び	代	謝	応	答	に	及	ぼ	す	影	響	を	調	査	す	る	た	め
7	名	の	男	子	被	験	者	に	空	気	お	よ	び	7 0	%	酸	素	気	を
吸	入	U	な	が	ら	8 0	%	Йо	2 M	a x	強	度	で	3 0	分	間	_o	自	転
車	エ	ル	ゴ	メ		タ	駆	動	を	行	な	わ	せ	た	時	Ø	ľ	0 2	,
Vс	O 2	,	換	気	量	(V E)	,	呼	吸	交	換	比	(R)	,	終
末	呼	気	Рс	0 2	,	心	拍	数	お	ょ	び	筋	グ	リ	コ		ゲ	ン	レ
ベ	ル	0)	変	化	を	比	較	検	討	U	た	0	そ	Ø	結	果	,	空	気
吸	入	に	比	ベ	7 0	%	酸	素	気	吸	入	で	は	心	拍	数	•	TŲT	中
乳	酸	濃	度	お	ょ	び	換	気	量	が	そ	れ		れ		拍 /	分	,	3 1
mg	/ d	e	お	ょ	び	1 5	1 /	分	低	<	`	R	ŧ	ま	た	有	意	に	低
下丨	し	た	0	さ	ら	に	終	末	呼	気	Рс	0 2	は	7 0	%	酸	素	気	吸
入	<i>o</i>	ほ	う	が	有	意	に	高	か	つ	た	0	U	か	U		筋	グ	リ
コ		ゲ	ン	の	減	少	量	お	よ	び	Vс	O 2	は	7 0	%	酸	素	気	吸

(/3)

																	(/3	<u>)</u>
入	ic	よ	2	て	減	少	す	る	傾	向	に	あ	っ	た	が	Йо	2	٤	同
様	に	差	を	示	さ	な	か	つ	た	•									
	E k	b .	lom	らら	も	空	戾	お	よ	び	5 0	%	酸	素	気	を	吸	入	l
な	が	ら	V c	2 1	ı a x	(の)	3 0	お	ょ	び	7 0	%	強	度	で	6	分	間	Ø
運	動	を	行	わ	世	た	時		5 0	%	酸	素	気	吸	入	の	方	が	空
気	吸	入	よ	Ŋ	も	3 0	%	強	度	に	お	۲,	7	TŲT.	中	乳	酸	濃	度
お	よ	び	心	拍	数	が	0.	6 m	m o	1 /	l	お	よ	び	5 拍	/ 分	低	下	U
7 0	%	強	度	に	お	11	て	換	気	量	,	心	拍	数	お	よ	び	lţiT	中
乳	酸	濃	度	が	そ	れ	ぞ	れ	1	1.	4 1	/ 分	,	1 4	拍 /	分	お	よ	び
2.	0 m	m c	1 /	· l	有	意	に	低	か	つ	た	2	٤	を	認	め	た	0	חל
え	て	`	心	拍	出	量	の	減	少	お	よ	び	動	静	脈	酸	素	較	差
の	増	加	も	指	摘	し	た	0	心	拍	出	量	お	ょ	び	動	静	脈	酸
素	較	差	の	変	化	は	A s	m u	s s	e n	と	N i	e 1	s e	<i>6)</i> n	に	よ	つ	て
も	報	告	さ	れ	て	お	ij	`	さ	ら	に	`	W e	l c	h		187) に	ょ	っ
て	作	業	筋	に	お	け	る	nur	流	量	お	ょ	び	動	静	脈	酸	素	較
差	に	同	様	の	差	が	あ	つ	た	2	ع	が	示	さ	れ	て	11	る	0
	以	上	0	結	果	は	D 38		i s	٤	Sa	r g		n t	,	L u	n d	i n	
S t	r o	m	,	H u	g h	e s		1	W	e l	c h		•		a u	t i	e r	ら	
Ко	z l	o w	s k	i	サ ら 30	,	Ву	r d	٤	Но	r v	a t			Но	w 1	е у		
よ	び	Н	e s	s e	1		よ	つ	て	も	指	摘	さ	れ	て	11	る	•	
_				2		-													~
-																			~
-																			_
																			l

(14)

																		14	
	(p)	相	体	強	度	を	用	13	た	研	究								
	Ву	r n	e s	1 <u>2</u> ら	は	空	気	を	吸	入	す	る	2	٤	よ	2	7	得	ら
ħ	た	V c	2 M	a x	の	7 5	%	に	相	当	す	る	強	度	で	2 0	分	間	0)
自	転	車	運	動	を	空	気	お	よ	O,	7 0	%	酸	素	気	を	吸	入	を
U	な	が	13	行	っ	た	と	き		7 0	%	酸	素	気	吸	入	に	よ	2
7	得	ら	れ	た	Vо	2 M	ах	の	7 5	%	に	相	当	す	る	強	度	で	2
分	間	自	転	車	運	動	を	行	つ	た	ح	き	の	3	条	件	K	お	け
る	代	謝	お	よ	び	ホ	ル	モ	ン	応	答	に	っ	11	て	調	査	U	た
絶	対	強	度	が	等	し	11	٤	き	ў о	2	,	V с	O 2	に	有	意	差	は
な	<	` .	吅	中	乳	酸	濃	度	,	換	気	量	,	ノ	ル	工	ピ	ネ	フ
リ	ン	(N E)	お	ょ	び	エ	ピ	ネ	フ	リ	ン	(Е)	は	そ	れ
ぞ	れ	1	. 2	m m	o l	/ l	,	8	. 3	l /	分,	2	6 %)	お	よ	び	3 7	%
有	意	に	低	<	,	逆	に	相	対	強	度	が	等	し	٤١	時	Vс	0 2	お
よ	び	ў о	2	は	0	. 4	9 1	/ 分	,	0.	1 9	£ /	分	有	意	に	高	۲١	ح
ح	を	指	摘	し	`	心	拍	数	,	TÚI.	中	乳	酸	濃	度	,	換	気	量
N E	お	ょ	び	Е	に	は	変	化	を	認	め	な	か	っ	た	٥			
	2	0)	よ	う	な	こ	と	か	ら	,	彼	ら	は	絶	対	強	度	が	等
し	11	な	ら	ば	高	酸	素	炱	吸	入	に	よ	つ	て	生	体	^	の	負
担	は	軽	<	な	ij	,	相	対	強	度	が	等	U	41	な	ら	ば	生	体
負	担	度	は	同	じ	に	な	る	٤	結	論	し	た	•				İ	

								(\$)	,						,			15	<u>)</u>
		方	`	Y a	m a	j j	ら	は	空	気	,	4 0	,	6 0	,	8 0	お	よ	U
1 (0	%	酸	素	気	を	吸	入	さ	世	な	が	ら	身	体	作	業	能	力
(ΡW	С 1	7 ()	を	測	定	U	た	٤	Z	ろ		高	酸	素	気	吸	入
に	よ	つ	て	P W	/ C 1	7 0	が 3	改	善	さ	れ	た	2	ح	を	認	め	た	0
さ	ら	に	`	Н	ga	n	ら ら	は	1 7	%	,	2 1	%	,	お	よ	び	6 0	%
酸	素	気	を	6	名	の	被	験	者	に	吸	入	U		6 0	,	9 0	お	よ
び	1	0 5	W	で	各	3	分	間	運	動	U	た	の	ち	3	分	ご	٤	に
1 5	W	ず	つ	漸	増	す	る	負	荷	法	を	用	11	て	運	動	さ	世	た
そ	の	結	果	,	1 7	%	お	ょ	び	2 1	%	酸	素	気	吸	入	に	比	ベ
て	6 0	%	酸	素	気	吸	入	で	は	各	負	荷	段	階	で	ЩI	中	乳	酸
濃	度	の	有	意	な	減	少	を	認	め	``	2	m m	o l	/ 1	を	越	え	る
時	の	強	度	は	1 7	%	お	ょ	び	2 1	%	酸	素	気	吸	入	の	5 5	%
V̈ο	2 M	ах	に	対	し	6 0	%	酸	素	戾	吸	入	で	は	6 0	%	v o	2 M	a
で	あ	つ	た	٤	報	告	U	た	٥	P W	C 1	7 0	お	よ	び	無	酸	素	的
作	業	閾	値	(2	m m	o l	/ 1	٤	し	た	時)	か	ら	も	高	酸	素
気	吸	入	に	は	ト	レ		=	ン	グ	と	同	様	Ø	効	果	が	あ	る
ح	考	え	ら	れ	る	0		ļ	and the second s		,						1		
	以	上	の	2	と	か	ら	`	高	酸	素	気	を	利	用	す	る	2	ح
に	よ	つ	て	`	最	大	下	運	動	で	は	絶	対	強	度	を	同	じ	に
		ば	"	楽	,,	に	運	動	が	で	き		相	対	強	度	を	同	じ

				<u> </u>					·	·						·		16	<u>) </u>
に	す	h	ば	よ	ij	高	11	ν	ベ	ル	で	の	運	動	が	可	能	に	な
る	も	の	ح	思	わ	れ	る	•											
	(3)		最	大	運	動	に	及	ぼ	す	影	響							
	高	酸	素	氖	吸	入	が	I	e r	f c	rn	a n	се	に	及	ぼ	す	効	果
の	メ	力	=	ズ	厶	に	つ	15	て	は	最	大	運	動	と /)23)	付 31)48	随	7)81)	て (3)
そ	の	解	明	の	努	力	が	な	3	れ	て	き	て	11	る	0			
·	(a)	代	謝	応	答														
	肺	の	拡	散	は	肺	胞	内	酸	素	分	圧	٤	静	脈	lúi.	中	の	酸
素	分	圧	と	の	差	に	ょ	つ	て	行	わ	れ	`	圧	力	勾	配	が	高
11	ほ	ど	早	<	拡	散	さ	れ	る	こ	と	や	`	安	静	レ	ベ	ル	に
お	13	て	動	脈	ŲŪ.	中	の	酸	素	飽	和	度	は	9 5	%	以	上	で	あ
る	が	`	激	し	11	運	動	時	で	は 20	8 5	%	程	度	に	ま	で	低	下
す	る	こ	٤	が	知	ら	れ	て	11	:	•	す	な	わ	ち	`	高	酸	素
気	吸	入	に	よ	ij	2	の	低	下	を	防	ぐ	こ	と	が	で	き	`	作
業	筋	に	よ	ij	多	<	の	酸	素	が	供	給		き	る	ک	推	察	さ
れ	る	٥				/8)									1		: ; ,		
	C u	n r	ı i n	g h	- 1	1	ト	レ	ツ	ド	3	ル	上	で	疲	労	困	憊	ま
で	走	つ	た	٤	き	の	タ	1	ム	が	, 1	7 0	~	7 3	%	酸	素	気	吸
入	に	ょ	つ	て	1	4 1	秒	長	<	な	つ	た	が	`	酸	素	負	債	ぉ
ょ	び	回	復	期	の	TŲT	中	乳	酸	濃	度	は	有	意	に	減	少	し	た
- - 																			-
-																			_
_																			
																			ı

(17)

			~														(17)
こ	٤	を	報	告	l	て	11	る	٥	彼	は	高	酸	素	気	吸	入	で	は
空	気	呼	吸	時	に	達	成	5	れ	得	る	無	酸	素	的	代	謝	ν	べ
ル	に	達	U	な	13	う	ち	に	疲	労	困	憊	に	な	る	٤	考	え	た
ま	た	\	E	b l	O II	<u>ス</u> ら	は	被	験	者	9	名	に	空	気	お	よ	び	5
%	酸	素	気	を	吸	入	さ	世	な	が	ら	 	ν	ッ	ド	1	ル	を	用
11	た	最	大	運	動	を	行	わ	せ		両	者	0	オ		ル	ア	ウ	h
タ	1	ム	ぉ	よ	び	代	謝	応	答	を	比	較	検	討	U	た	0	高	酸
素	炱	吸	入	に	ょ	2	て	タ	1	厶	は	空	気	吸	入	の	5	. 9	分
か	ら	6	. 9	分	に	伸	び		ў о	2 M	ах	,	動	静	脈	酸	素	較	差
お	ょ	び	動	脈	IÍIL	酸	素	濃	度	に	も	そ	れ	ぞ	れ	1 2	. 5	%	,
1 1	. 0	%	お	よ	び	7	. 4	%	の	有	意	な	増	חל	を	認	め	た	•
し	か	し	`	最	高	心	拍	数	お	よ	び	心	拍	出	量	は	変	化	U
な	か	つ	た	0	そ	こ	で		彼	ら	は	高	酸	素	気	吸	入	に	ょ
つ	て	þ	e r	f o	r m	a n	се	が	改	善	さ	ħ	た	Ø	は		作	業	筋
^	の	酸	素	供	給	が	高	ま	っ	た	た	め	で	あ	る	٤	結	論	し
た	0							79											
	_	方	`	W	e 1	t m	a n		は	自	転	車	エ	ル	ゴ	メ		タ	を
用	11	て	仕	事	量	を	測	定	す	る	2	と	に	ょ	Ŋ	\	高	酸	素
気	吸	入	に	お	け	る	рe	r f	o r	m a	n c	е	の	改	善	を	明	ら	か
に	し	た	0	す	な	わ	ち	`	2 6	名	の	男	子	大	学	生	に	彼	ら

(/8)

																	(18	<u>)</u>
の	ν̈́ο	2 11	ах	の	1	1 5	%	に	相	当	す	る	負	荷	で	6	. 5	分	間
毎	分	6 0	回	転	の	~	ダ	ル	頻	度	を	で	き	る	だ	け	維	持	す
る	よ	う	に	努	力	さ	世	た	۰	そ	の	結	果		空	気	呼	吸	時
の	ペ	ダ	ル	回	転	数	Ø	減	少	率	は	1 8	. 1	%	で	あ	7	た	の
に	対	l	て		高	酸	素	気	吸	入	時	に	は	1 3	. 3	%	で	\	有
意	に	減	少	率	が	小	さ	か	7	た	•	そ	の	際	,	心	拍	数	,
v c	O 2	お	ょ	び	心	拍	出	量	に	有	意	な	差	は	認	め	ら	れ	な
か	2	た	が		۷̈́ o	2	お	よ	び	動	静	脈	酸	素	較	差	に	は	そ
れ	ぞ	れ	1 8	%	お	ょ	び	2	. 9	2 v	o 1	%	の	有	意	な	増	加	を
認	め	た	0	彼	ら	も	ま	た	髙	酸	素	気	吸	入	に	よ	つ	7	作
業	筋	に	お	け	る	酸	素	利	用	を	高	め	る	ح	٢	が	で	き	る
٤	結	論	し	た	0			42	31							:		i	
	ま	た	`	Ма	r g	a r	i a		は	1 0	名	の	被	験	者	に	5 0	秒	か
ら	約	5	分	で	疲	労	困	憊	に	至	る	٢	ν	ツ	ド	3	ル	走	を
空	気	お	ょ	び	純	酸	素	吸	入	で	実	施	U	た	٤	Z	ろ		才
	ル	ア	ウ	 	タ	1	ム	お	ょ	Ωį	Vо	2 M	ах	の	改	善善	は	2	分
以	上	の	最	大	運	動	の	時	だ	け	U	か	認	め	ら	れ	な	か	2
た	•	C h	r i	s t	e n	s e	n	ら	も	同	様	<i>0</i>)	知	見	を	得	て	۷١	る
	こ	の 31	他	に	も	, 9	i	1 1	٤	F	1 a	c k	1	F	u r	u s	a w	а	ら
	1 1	ら		D	آبر :	g s		M o			; .		お	1-	714	D			,>_

				-												·	(19)
が	高	酸	素	気	吸	入	に	よ	っ	7	有	気	的	代	謝	が	向	上	す
る	2	ع	を	示	U	て	13	る	0										
	以	上	0	2	بح	か	ら		高	酸	素	気	吸	入	に	よ	っ	て	酸
素	運	搬	お	よ	び	利	用	が	激	運	動	中	に	高	め	ら	れ	る	٤
考	え	ら	れ	る	0														
	(p)	肺	換	気	応 ※)	答													
	We	1 (¢ h	ら	は	犬	の	骨	格	筋	を	用	l i	た	実	験	に	お	15
て	高	酸	素	戾	お	よ	び	空	気	吸	入	に	ょ	る	v	O 2	に	は	ほ
٤	ん	ど	差	が	な	か	っ	た	2	٤	を	認	め		高	酸	素	気	吸
入	に	よ	2	て	作	業	筋	の	酸	素	利	用	が	髙	ま	る	か	ど	う
か	疑	問	を	も	ち	`	高	酸	素	気	吸	入	に	ょ	っ	7	換	気	量
の	減	少	が	生	じ	る	ح	報	告	さ	れ	て	٧١	る	2	٤	か	ら	`
ре	r f	ОІ	m a	n	е	を	改	善	さ	世	る	理	由	٤	l	て	換	気	量
の	減	少	が	影	響	し	7	(I)	る	も	の	٤	推	察	l	た	۰		
	Wi	l s	o r	٤	We	l c	h	は	9	名	の	被	験	者	に	5	種	類	Ø
気	体	,	す	な	わ	ち	空	気	,	4 0	,	6 0	,	8 0	お	よ	び	1	0 0
%	酸	素	気	を	吸	入	U	な	が	ら	١	ν	ツ	ド	11	ル	走	を	疲
労	困	憊	ま	で	行	わ	世	た	時	Ø	オ		ル	ア	ゥ	١	タ	1	4
٤	換	気	量	٤	の	関	係	を	検	討	し	た	0	オ		ル	ア	ウ	١
タ	1	ム	は	酸	素	濃	度	が	高	<	な	る	に	U	た	が	つ	て	長
-	in and the second of the second																		_
<u>-</u>				•															~
•																			_

(20)

																		20	<u>) </u>
<	な	Ŋ		逆	に	換	気	量	は	減	少	す	る	2	ح	を	認	め	た
彼	13	は	,,	こ	の	関	係	か	ら	高	酸	素	気	吸	入	に	ょ	っ	て
生	じ	る	р	e r	for	m a	n c	e e	の	改	善	は	呼	吸	筋	に	負	担	が
か	か	ら	な	<	な	رد ا ی	た	た	め	で	あ	る	٤	考	察	L	た	•	
	実	際		0 1	t i s		に	よ	る	٤	``	1 1	6 l	/ 分	の	換	気	量	を
必	要	ع	す	る	運	動	時	で	は	呼	吸	筋	が	消	費	す	る	酸	素 43)
は	約	1	0 () ml	/ 5	ع ٠	41	う	•	L e	v i	s c	n	٤	C h	e r	n i	ас	1.
は	呼	吸	筋	の	V	0 2	が	,	7 O l	/ 分	の	٤	き	,	全	Йо	2	の	1 0
~	1 5	, -	程(8)	度	で	あ	る	ح	報	告	U	た	0	さ	ら	に	\	玉	木
ع	石	河	は	呼	吸	筋	の	7	0 2	を	持	久	性	運	動	の	制	限	因
子	ے	し	て	み	た	٤	き	`	9 0	0 k	g m	/ 分	の	運	動	時	に	お	け
る	呼	吸	筋	の	ÿ	0 2	と	全	ν̈́ο	2	に	対	す	る	割	合	は	鍛	練
者	で	1 7	7 %	,	非	鍛	練	者	で	2 3	%	で	あ	ゔ	た	と	指	摘	し
て	11	る	0	-							<u> </u>	2)					:		
	そ	の	後	`\	Wi	l s	o n	٤	We	1 c	h	は	酸	素	を	希	釈	す	る
気	体	٤	し	て	`	窒	素	(標	準	状	態	;	1.	2 5	0 m	g /	cni)
ょ	Ŋ	も	密	度	の	薄	115	^	リ	ウ	ム	(0.	1 7	8 5	m g	/ cm	i)
を	利	用	し	て	換	気	量	٤	ре	r f	o r	m a	n c	е	٤	の	関	係	に
さ	ら	な	る	検	討	を	加	え	た	0	彼	ら	は	<u>, </u>	高	酸	素	気	吸
入	に	ょ	る	ре	r f	o r	m a	n c	е	の	改	善	を	説	明	す	る	要	因
-																			-
- ·																			-
- .																			_

(21)

				·						· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·								21	<u> </u>
の	_	っ	ح	し	て	呼	吸	筋	に	対	す	る	工	ネ	ル	ギ		消	費
量	の	減	少	を	挙	げ	て	お	Ŋ	`	単	に	細	胞	の	酸	素	利	用
だ	け	で	は	説	明	で	き	な	۷١	だ	ろ	う	٤	結	論	l	た	0	
	2	れ	ら	の	研	究	か	ら	`	高	酸	素	気	吸	入	に	よ	る	換
気	量	の	減	少	も	ま	た	р e	rf	o r	m a	n c	е	を	改	善	さ	世	る
理	由	の	ひ	ع	つ	で	あ	る	٤	思	わ	れ	る	0					
	(c)	酸	塩	基	平	衡													
	高	酸	素	気	吸	入	に	ょ	る	рe	r f	o r	m a	n c	е	0	改	善	を
説	明	す	る	٤	思	わ	れ	る	要	因	が	も	う		っ	あ	る	•	
	A c	lan	ា ន	<u>ا</u> ح	e l	c h	は	酸	素	濃	度	が	そ	れ	ぞ	れ	1 7	,	2 1
ぉ	ょ	び	6 (%	の	氖	体	を	吸	入	し	な	が	ら	運	動	を	行	2
た	時	の	p e	rf	o r	ma	n c	е	を	比	較	U	た	0	6	名	Ø	被	験
者	に	対	し	彼	ら	0)	ν̈́ο	2 M	ах	の	5 5	%	強	度	で	1 0	分	間	の
自	転	車	運	動	を	行	わ	世	た	の	ち	. `	v o	₂ M	ах	の	9 0	%	強
度	で	疲	労	困	憊	に	至	ら	し	め	た	0	彼	ら	は	\	6 0	%	酸
素	気	吸	入	時	に	運	動	中	の	īţī	中	乳	酸	濃	度	が	有	意	に
低	か	っ	た	2	اع	,	疲	労	困	憊	に	至	っ	た	٤	き	の	屼	中
の	水	素	1	オ	ン	濃	度	お	ょ	び	乳	酸	濃	度	が	3	条	件	で
ほ	ぼ		致	し	て	11	た	2	٤	か	ら	,	高	酸	素	気	吸	入	が
p e	r f	o r	m a	n ¢	e	に	及	ぼ	す	効	果	は	水	素	1	オ	ン	濃	度
																			_

(22)

													•					22)
お	ょ	び	щ	中	乳	酸	濃	度	を	調	節	す	る	2	٤	に	関	係	す
る	だ	ろ	う	ح ع	考	察	し	た	•										
	Н	gg	ı n	ら	は	A	da	a m s	ع ء	W e	e l o	h	が	用	11	た	3	種	類
の	気	体	を	用	115	て	自	転	車	エ	ル	ゴ	メ	_	タ	に	ょ	る	負
荷	漸	増	運	動	を	行	つ	た	٤	き	の	Щ	中	乳	酸	濃	度	の	変
化	を	比	較	し	```	彼	ら	も	ま	た	乳	酸	の	蓄	積	の	仕	方	が
異	な	る	酸	素	濃	度	の	気	体	を	吸	入	し	た	場	合	の	差	を
説	明	す	る	*	の	で	は	な	11	か	ح	推	察	Ü	た				
	さ	ら	に	,	H	o g	a r	と	W e	1 c	يخ h	は	6	名	の	健	康	な	男
子	ĸ	1 6	%	,	2 1	%	,	6 0	%	酸	素	戾	を	吸	入	し	な	が	5
彼	ら	の	9 5	%	Vφ	2 M	ах	で	5	分	間	の	自	転	車	工	ル	ゴ	メ
-1	タ	運	動	を	行	わ	世	ıţır	中	0	水	素	1	オ	ン	濃	度	お	よ
び	乳	酸	濃	度	を	意	図	的	に	3	段	階	に	分	け	,	4	分	後
に	空	気	吸	入	を	し	な	が	ら	9 0	%	V̈ο	2 M	ах	で	疲	労	困	憊
に	導	11	た	٤	き	の	p e	r f	o r	m a	n c	е	の	差	を	比	較	検	討
U	た	0	オ	-	ル	ア	ゥ	ト	タ	1	ム	は	高	酸	素	気	吸	入	に
よ	っ	7	乳	酸	濃	度	お	ょ	び	水	素	1	オ	ン	濃	度	が	低	下
さ	せ	ら	れ	た	٤	き	長	<	な	る	傾	向	に	あ	つ	た	2	٤	か
8	,	彼	ら	は	乳	酸	お	ょ	び	水	素	1	オ	ン	の	増	加	抑	制
が	高	酸	素	気	吸	入	に	ょ	る	p	e r	f o	rm	a n	се	の	改	善	を
-		-										- 2							-

				,													(23)
説	明	す	る	理	由	の	_	っ	で	あ	る	だ	ろ	う	٤	結	論	l	
先	行	研	究	を	支	持		た	•								-		
	以	上	の	研	究	か	ら	,	高	酸	素	気	吸	入	K	ょ	ij	2	分
以	上	の	運	動	で	あ	れ	ば	p	e r	fo	rm	a n	се	を	改	善	さ	世
る	こ	と	が	可	能	で	あ	IJ		こ	の	理	由	٤	し	て	は	作	業
筋	^	の	酸	素	供	給	お	よ	び	酸	素	利	用	が	増	加	し	た	2
٤	,	呼	吸	筋	の	負	担	が	減	少	b	た	2	と	お	よ	び	組	織
の	酸	性	化	が	遅	れ	る	2	٤	に	帰	す	る	と	思	わ	れ	る	
																- Annual Control			
	第	3	節		高	圧	ぉ	ょ	び	高	酸	素	気	١	ν		=	ン	グ
	(1)		高	圧	۱ ۱	ν	_	=	ン	グ									
	W y	n c	l h a	. m	ら	に	ょ	れ	ば	`	海	面	下	1 2	7 0	m	の	地	下
で	働	11	て	١١	る	鉱	夫	を	対	象	に	,	地	下	,	平	地	お	よ
び	高	地	(海	抜	1 7	6 3	m)	の	各	地	点	で	٢	ν	ッ	ド	///
ル	を	用	11	て	最	大	運	動	負	荷	テ	ス	ト	を	行	わ	世	た	٤
こ	ろ	`	地	下	で	の	v o	2 M	ах	が	平	地	お	よ	び	髙	地	で	の
Ϋο	2 M	ах	よ	Ŋ	そ	ぞ	れ	1 1	. 3	%	お	ょ	び	1 7	. 3	%	高	<	
走	る	距	離	も	地	下	の	ほ	う	が	高	地	ょ	ย	1.	6 k	m	,	平
地	ょ	Ŋ	0.	8 k	m	長	か	つ	た	٤	11	う	•	G	a m	o w	は	2	Ø
研	究	を	ヒ	ン	 	に	,	高	圧	環	境	下	に	お	11	て	は	髙	強
- .										.									
- -																			-
-																			-1

(24)

																		24	<u> </u>
度	で	長	時	間	の	۱	レ	-	=	ン	グ	が	可	能	に	な	IJ		極
限	に	近	15	レ	ベ	ル	で	 	ν	_	=	レン	グ	l	な	け	れ	ば	な
ら	な	13	競	技	者	に	ح	7	て	最 (o)	大	の	効	果	が	得	ら	れ	る
で	あ	ろ	う	ح	考	え	て	13	る	0	ま	た	最	近	-	研	究	者	は
も	بح	よ	Ŋ	競	技	者	の	間	で	も	全	身	持	久	力	を	向	上	さ
世	る	 	レ		Ξ	ン	グ	手	段	٤	U	て	高	圧	ト	レ	_ /6)60)	=	ン
グ	の	有	効	性	に	関	心	が	*	た	れ	て	き	て	l,	る	0	l	か
し	`	前	節	の	通	Ŋ	酸	素	分	圧	を	高	め	る	2	٤	に	ょ	2
て	I	ет	f	r	ı a r	се	の	改	善	を	図	る	٤	13	う	点	で	は	高
酸	素	気	吸	入	の	方	が	有	効	で	あ	ろ	う	ح	11	う	2	٤	が
明	ら	か	で	あ	る	0			}					:		:			
	(2)		高	酸	素	気	` 	ν		Ξ	ン	グ							:
	高	酸	素	気	ト	ν		Ξ	ン	グ	に	関	す	る	研	究 	はい	2	れ
ま	で	1	例	し	か	な	71	۰	Но	1 1	m a	n	٤	L i	e s			ょ	<
h .	レ		=	ン	グ	さ	れ	た	男	子	5	名	を	対	象	に	`	1 0	0
%	の	酸	素	を	吸	入	さ	世	な	が	ら	5	週	間	に	わ	た	つ	て
1 7	0	- 2	0 0	拍丿	分	の	強	度	で	毎	日	3 0	分	間	の	1	ν	ツ	ド
3	ル	走	を	行	わ	世	た	0	そ	の	結	果	`	1 0	0	%	酸	素	を
吸	入	し	な	が	ら	最	大	下	運	動	(1 7	0 ~	- 2	0 0	拍 /	分)	を
行	わ	世	た	٤	き	の	ľο	2	お	ょ	び	^	モ	グ	П	ピ	ン	濃	度
•				of the second second															
			10.21																

(25)

																		25	
が	}	V	-	=	ン	グ	後	に	お	15	て	有	意	に	減	少	す	る	2
ح	を	示	し	,	高	地	 	レ		=	ン	グ	٤	逆	の	現	象	が	生
じ	る	٤	報	告	U	た	•												
	し	か	U		彼	ら	の	実	験	で	は		対	照	群	が	な	<	2
れ	ら	の	変	化	が	高	酸	素	気	<u>۲</u>	レ	_	=	ン	グ	に	よ	る	\ \
の	か	بخ	う	か	わ	か	ら	な	11	ま	ま	で	あ	る	0	ま	た	,	高
酸	素	気	ト	ν			ン	グ	が	空	気	呼	吸	時	に	お	け	る	全
身	持	久	カ	に	及	ぼ	す	効	果	に	つ	11	て	全	<	実	験	が	行
わ	れ	て	11	な	15	•													
															and the same of th	A THE STREET	:		
	第	4	節		酸	素	の	安	全	性	!					- Common data in the common data			
	酸	素	は	水	ح	ح	も	に	生	体	に	٤	っ	7	必	要	不	可	欠
な	も	の	で	あ	る	が		高	酸	素	気	吸	入	あ	る	15	は	高	圧
環	境	下	で	あ	る	期	間	以	上	与	え	る	ح	逆	に	生	体	に	有
害	な	影	響	を	及	ぼ	す	こ	٤	が	古	<	か	ら	知	ら	ħ	て	11
る	42) <u>5</u> 2	67)	73) 86)	,									!				;	1
	(1)		酸	素	中	毒	の	2	っ	の	タ	1	プ			· 	- Interest of the second		
-		-4	ま	で	`	酸	素	の	毒	性	は	2	っ	の	タ	1	プ	に	分
	現	在												1					;
け	現て	仕考	え	ら	れ	て	11	る	•	第	1	は	Г	Рa	u l	В	e r	t	効

(26)

																		70	
中	枢	神	経	系	を	犯	U	`	癲	癇	様	の	痙	孿	発	作	を	生	ず
る	タ	1	プ	で	あ	<i>73</i> る	,	2	の	タ	イ	プ	の	兆	候	٤	b	て	は
吐	き	気	,	局	所	的	筋	攣	縮	,	痙	攣	,	め	ま 2)86)	11	,	視	カ
障	害	,	過	敏	性	お	ょ	び	痺	ħ	感	が	あ	る		U	か	U	
S m	i t	. h	は	2	れ	ら	の	症	状	が	発	生	す	る	吸	気	Ø	酸	素
分	圧	٤	暴	露	時	間	٤	の	関	係	に	っ	١١	て	過	去	の	研	究
デ		タ	を	ま	ح	め	,	1	気	圧	下	で	純	酸	素	呼	吸	を	行
つ	て	も	中	枢	神	経	系	^	の	害	は	全	<	な	11	2	٤	を	明
ら	か	に	し	た	•										ļ				
	第	2	の	タ	イ	プ	は	Γ	L o	r r	a i	n	S m	i t	h	効	果	J	ま
た	は	慢 <i>23</i>	性	型	ع	١١	わ	れ	る	も	の	で		肺	胞	の	浸	潤	を
起	こ	す	0	こ	の	タ	1	プ	の	兆	候 8	にの	は	``	胸 3)	骨	後	部	Ø
疼	痛	,	咳	お	ょ	び	胸	痛	が	あ	る	0	渡	辺	は	高	酸	素	気
吸	入	で	は	第	2	0	タ	1	プ	の	危	険	が	あ	る	2	٤	を	示
唆	U	て	61	る	0	E de la companya de l													
	し	た	が	つ	て	,	高	酸	素	気	吸	入	を	行	わ	世	る	時	`
第	2	の	タ	1	プ	を	考	慮	し	て	`	酸	素	の	吸	入	濃	度	お
ょ	び	時	間	に	つ	15	て	の	配	慮	が	必	要	で	あ	る	ح	思	わ
れ	る	0		17.	-														:
														: : 			: 		
_																			
.																			
-																			<u>-</u>
			·											/ hard		堂 大			

(27) (2)酸 気 吸 入 高 素 0) 安 全 性 12名 Dolezal は 0) 健 康 な 被 験 者 に 最 短 4 2 時 間 か ら 7 4 時 間 純 酸 呼 吸 連 最 長 ま で 素 を 続 的 に 行 な 世 た と ろ 8 14時 間 ま で は 全 < 症 ゎ が 状 現 れ な か つ た と 報 告 た V a n Dе Watler し ら も 健 康 な 成 人 男 子 9 名 に 12時 間 お ょ び 3 名 に 6 時 間 0) 純 酸 素 吸 入 を た と き 名 う U 9 0) ち 4 が ぞ 7.5 名 そ れ れ 6 6 お ょ び 11時 間 後 に 自 覚 症 状 を 訴 え た が 12時 間 ま で 肺 機 能 に 常 異 認 報 告 を め な か つ た と U た 50) Michel ら は 6 名 0) 被 験 者 に 酸 素 分 圧 が 4 1 8 Hg (5 5 当) % に す 気 mm 相 る の 体 に 1 6 8 時 間 (7 H 間) 暴 露 さ せ な が ら 作 業 を 行 わ 世 た と こ ろ 3 6 時 間 約 で く 生 常 ま 全 体 に 異 を 認 め ず 自 覚 症 状 も 2 な か つ た 0) 研 究 は 純 酸 素 ょ IJ も は か に 長 15 時 間の 吸 入 が一可 で る 能 を あ る と 明 て 証 U る 15 65) Smith ح Shields は 酸 素 中 毒 に 関 す る 先 行 か 研 究 ら 酸 素 中 毒 0) 症 状: 発 現 ま で 0 時間 を Time 示 た tolerance curve" & pressure

(28)

			~															28	
作	成	し	た	0	2	れ	に	よ	る	٤		6 0	%	酸	素	気	に	相	当
す	る	酸	素	分	圧	で	は	3 (時	間	ま	で	+	分	に	連	続	吸	入
が	可	能	で	あ	Ŋ	4 () %	酸	素	気	以	下	で	は	無	害	で	あ	る
こ	ع	が	分	か	る	٥									And the state of t				
	以	上	の	2	٤	か	ら	,	1	気	圧	下	に	お	11	て	6 0	%	以
下	の	酸	素	気	で	は	長	時	間	の	吸	入	が	可	能	で	あ	Ŋ	
例	え	ば	前	節	ま	で	に	紹	介	し	て	き	た	研	究	に	用	11	ら
れ	て	13	る	1	時	間	に	も	満	た	な	11	髙	酸	素	気	吸	入	は
安	全	で	あ	る	٤	思	わ	れ	る	•				Same of the same o					
	(3)		生	化	学	的	に	見	た	酸	素	Ø	安	全	性				
	最	近		生	体	に	取	ij	込	ま	れ	た	酸	素	の	う	ち	エ	ネ
ル	ギ		代	謝	に	用	11	ら	れ	な	٧١	酸	素	が	非	常	に	活	性
化	の	髙	11	フ	リ		ラ	ジ	力	ル	(活	性	酸	素)	٤	な	つ
て	生	体	を	脅	か	す	٤	11	う	2	と	が	言	わ	ħ	て	<i>د</i> ر در	る	(4) <u>86)</u>
通	常	,	2	の	活	性	酸	素	は	ス		パ		オ	キ	シ	ド	ジ	ス
ム	タ	-	ゼ	(S	0	D)	,	パ	<u> </u>	オ	+	シ	ダ		ぜ	,	力
タ	ラ	-	ゼ	お	ょ	O.	グ	ル	タ	チ	才	ン	パ		オ	キ	シ	ダ	_
ゼ	と	11	2	た	酵	素	お	ょ	び	F	コ	フ	エ	П	_	ル	(ビ	タ
"	ン	E)	な	اسع	の	働	き	に	よ	つ	て	消	去	さ	れ	る		`
2	の	恒	常	性	が	働	か	な	<	な	っ	た	٤	き	`	細	胞	膜	の
-																			

(29)

			1	1			<u> </u>	I	1									29	
脂	質	を	酸	化	し	て	過	酸	化	脂	質	を () 45)	形	成	し	細	胞	Ø	崩
喪	に	導	<	ع	考	え	ら	れ	て	41	る	0							
	激	し	W	運	動	を	行	つ	た	ح	き	で	さ	え	も	2	の	活	
酸	素	の	影	響	が	問	わ	れ	て	13	る	今	<i>17</i>) 45) <u>/</u>	高	酸	素	気	奶
		し		が	ら	運	動	を		· う		<u> </u>		<u> </u>	1	1		<u> </u>	- <u>-</u> -
入	を		なー	<u> </u>					行		場	合	に	も	同	じ	よ	う	に
こ	の	方	面	か	ら	の	安	全	性	を	確	か	に	す	る	2	٤	が	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \
望	ま	し	41	と	思	わ	れ	る	0					1					
																	1		
																	1		
												 		!					-
					i								 :						
																			:
															:	1			<u>. </u>
						!			-								·		
											ļ								
									!										ĺ
							1												· -
										i	<u>i</u>				-				-
					1	,	- (1			:		!						
								1	:										

										·								30)
					第	3	章		実	験	方	法							
	第	1	節		被	験	者												
	高	酸	素	気	ト	ν	_	=	ン	グ	が	全	身	持	久	力	に	及	ぼ
す	効	果	を	検	討	す	る	た	め	に		日	常	規	則	的	な	ト	レ
	Ξ	ン	グ	を	行	つ	て	11	な	11	本	学	の	男	子	学	生	1 4	名
. (年	齢	;	2 2	2 ± 2	歳	,	身	長	;	1 7	1.	1 ±	4.	8	cm	,	お	よ
び	体	重	•	6 5	5.3	3 ± 7	. 1	kg)	に	本	実	験	の	意	図	,	方	法
お	よ	び	安	全	性	に	つ	15	て	説	明	し	\	被	験	者	٤	U	て
本	実	験	に	参	加	す	る	こ	と	を	依	頼	U	た	•	そ	の	結	果
全	員	す	す	ん	で	被	験	者	を	志	願	し		承	諾	書	に	署	名
し	た	0																	
	ト	レ	_	=	ン	グ	実	験	の	前	に	空	気	呼	吸	に	よ	る	最
大	運	動	テ	ス	ト	を	実	施	し	`	持	久	性	の	体	カ	ν	ベ	ル
に	差	が	生	じ	な	٧١	ょ	う	に	最	大	酸	素	摂	取	量	を	基	準
٤	し	て	`	被	験	者	1 4	名	を	7	名	ず	っ	髙	酸	素	気	 	ν
-	=	ン	グ	群	お	ょ	び	空	気	呼	吸	に	ょ	る	Œ	常	気	 -	ν
-	=	ン	グ	群	の	2	群	に	分	け	た	٥	各	群	の	被	験	者	の
身	体	特	性	を	表	1.	に	示	し	た	•	な	お	`	実	験	期	間	中
正	常	気	 	レ		=	ン	グ	群	の	被	験	者	1	名	(M	0)

(31)

			-	-													(. 31	
に	大	腸	炎	の	疑	11	が	生	じ	て	2	週	間	入	院	し	た	た	Ø,
被	験	者	か	6	抜	か	ざ	る	を	得	な	か	2	た	0	そ	の	た	Ø,
正	常	気	 	ν		=	ン	グ	群	は	6	名	<u>ک</u>	な	7	た	0		
	第	2	節		実	験	手	順											
	(1)		最	大	運	動	テ	ス	h										
	各	被	験	者	に	対	U	,	F	ν	-	=	ン	グ	の	負	荷	決	定
お	ょ	V.	効	果	判	定	の	た	め	に	ト	ν		=	ン	グ	期	の	前
に	2	回	お	よ	V,	後	に	1	回	の	最	大	運	動	テ	ス	}	を	実
施	し	た	0	前	者	の	2	回	の	テ	ス	ト	は	疲	労	お	よ	S.	
ν	_	=	ン	グ	の	影	響	を	最	小	限	に	す	る	た	め	少	な	<
と	も	1	週	間	離	し		1	回	が	空	気	も	う	1	回	が	高	酸
素	気	吸	入	に	よ	つ	て	行	わ	れ	,	テ	ス	h	の	試	行	順	序
は	無	作	為	と	し	た	o							-			THE REAL PROPERTY AND ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON AND ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS OF THE PERSON ADDRESS		
	۲	レ	_	=	ン	グ	後	の	最	大	運	動	テ	ス	 	は	\	各	被
験	者	の	۲	ν		=	ン	グ	最	終	日	の	翌	日	か	15	1	週	間
以	内	に	空	気	吸	入	で	行	わ	れ	た	0	な	お	\	3	回	の	テ
ス	ト	ع	も	被	験	者	に	は	高	酸	素	気	吸	入	が	行	わ	れ	て
11	る	ے	ع	を	伝	え	た	0	さ	ら	に	\	空	気	あ	る	11	は	高
酸	素	気	の	ど	5	ら	を	呼	吸	U	て	ξÝ	る	の	か	俉	ら	れ	な

(32)

																				7
41	ょ	う	10	西己	慮	l	た	(図	1.)	0								
	テ	ス	 	当	日	,	被	験	者	は	室	温	2 1	C	お	よ	び	相	対	
湿	度	6 () %	に	保	た	れ	た	実	験	室	に	出	頭	L	,	呼	吸	マ	
ス	ク	を	装	着	し	て	2 0	分	間	の	椅	座	位	安	静	を	保	2	た	
2	れ	は	,	テ	ス	}	に	高	酸	素	気	を	用	11	る	時	に	,	代	-
謝	測	定	上	吸	気	お	ょ	び	呼	気	に	含	ま	れ	る	窒	素%)	の	量	
を	平	衡	に	す	る	た	め	の	+	分	な	時	間	で	あ	る	0	2 0	分	
間	の	安	静	の	後	,	直	ち	に	自	転	車	エ	ル	ゴ	×		タ	(
Мо	n a	rk	社	製)	を	用	11	て	テ	ス	ト	を	実	施	l	た	0	負	
荷	は	ペ	ダ	ル	口	転	数	が	6	0 r	p m	に	な	る	よ	う	に	調	節	
さ	れ	た	リ	ズ	ム	ボ	ツ	ク	ス	(竹	井	機	器	社	製)	の	テ	
ン	ポ	に	合	わ	世	`	被	験	者	が	疲	労	困	憊	す	る(4)(3)	ま	で	0	
k p	か	ら	2	分	毎	に	o	. 5	k p	ず	つ	漸	増	し	た	(図	2.)	
	(2)		١	ν		=	ン	グ												
	高	酸	素	気	١	ν		=	ン	グ	群	の	٢	ν		=	ン	グ	強	
度	は	`	高	酸	素	気	吸	入	を	し	な	が	ら	行	わ	れ	た	最	大	
運	動	テ	ス	ト	か	ら	得	た	各	被	験	者	の	V	0 2	_	負	荷	関	
係	を	直	線	回	帰	し	,	そ	れ	ぞ	ħ	Vо	2 M	ах	の	8 5	%	に	相	
当	す	る	負	荷	を	内	挿	し	て	求	め	た	٥	ま	た	`	彼	ら	の	
 	レ		=	ン	グ	時	間	は	1 0	分	間	٤	し	,	運	動	中	に	高	

(2)

(33)

																		33	<u> </u>
酸	素	気	吸	入	を		た	0											
-	ح	れ	に	対	U	,	正	常	気	ト	レ		=	ン	グ	群	0)	١	V
	Ξ	ン	グ	強	度	は	,	空	気	吸	入	を	し	な	が	ら	行	っ	た
最	大	運	動	テ	ス	ト	か	ら	得	た	各	被	験	者	の	V	0 2		負
荷	関	係	よ	Ŋ	高	酸	素	気	 - -	ν		=	ン	グ	群	٤	同	様	に
v q	2 M	ах	の	8 5	%	に	相	当	す	る	負	荷	を	求	め	た	0	そ	L
て	,	運	動	時	間	は	彼	ら	が	高	酸	素	気	吸	入	に	よ	つ	て
得	た	v o	2 1	ах	の	8 5	%	強	度	で	1 0	分	間	運	動	し	た	ح	き
٤	同	じ	仕	事	量	に	な	る	よ	う	に	求	め	た	0	そ	の	結	果
最	短	1. 0	分	2 2	秒	か	ら	最	長	1 1	分	3 0	秒	の	範	囲	٤	な	2
た	o	彼	ら	の	運	動	中	に	は	空	気	吸	入	を	U	た	0		
	h	レ		=	ン	グ	の	頻	度	お	よ	び	期	間	は	両	群	٤	も
週	3	回	お	ょ	び	4	週	間	ح	し	た	٥							
	(3)		高	酸	素	気	吸	入											
	本	実	験	で	は	,	酸	素	濃	度	が		9.	7 9	+	1.	6 1	%	(
シ	크	ラ	ン	ダ		微	量	ガ	ス	分	析	器	に	ょ	る)	の	窒	素
٤	の	混	合	気	を	高	酸	素	気	٤	し		٢	ν	_	=	ン	グ	期
の	前	に	行	つ	た	2	口	の	最	大	運	動	テ	ス	٢	の	ど	ち	ら
か		方	お	ょ	び	高	酸	素	気	ト	ν	_	=	ン	グ	群	の	٨	ν
	=	ン	グ	時	に	吸	入	し	た	0	2	の	吸	入	戾	は	圧	縮	ボ
-				-															

(34)

																		34	
ン	ベ	か	ら	蒸	留	水	の	入	っ	た	水	槽	を	通	L	て	加	湿	U
た	後	\	容	量	が]	5 (e e	の	ダ	グ	ラ	ス	バ	ッ	グ	内	に	貯
め	`	採	気	マ	ス	ク	を	用	15	て	被	験	者	に	吸	入	さ	世	た
(図	1.	参	照)	0													
	第	3	節		測	定	項	目					-						
	(1)		酸	素	摂	取	量							1					
	最	大	運	動	テ	ス	ト	お	よ	び	 -	レ	_	=	ン	グ	期	の	第
1	日	目	の	安 88)89)	静	時	お	ょ	び	運	動	中	の	呼	気	を		熱	線
式	流	量	計	(RM	I – 3	0 0	;	3	ナ	 -	医	科	学)	を	用	61	て
計	量	し	た		ま	た	同	時	に	``	そ	の		部	を	あ	13	か	U
め	シー	Э	ラ	ン	ダ		微	量	ガ	ス	分	析	器	(ュ	フ	精	器)
で	化	学	的	に	分	析	し	た	既	知	濃	度	の	ガ	ス	に	よ	, ၁	7
較	正	さ	れ	た	赤	外	線	方	式	お	ょ	び \$6)	ジ	ル	コ	=	ア	素	子
方	式	に	よ	る	医	用	ガ	ス	分	析	器	(M G	- 3	6 0	;	₹	ナ	<u> </u>
医	科	学)	を	用	13	て	¢	0 2	お	ょ	び	0 2	濃	度	に	っ	11	て
分	析	し	た		計	量	5	れ	た	呼	気	量	お	ょ	び	分	析	値	か
6	以	下	に	示	し	た	Н	a l	d a	n e	0	変	形	方	程	式	を	用	۱ ن
て	酸	素	摂	取	量	(V o	2)	を	算	出	U	た	0	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•		
	<u> </u>	0 2	=	V E	((F	_E N	2 /	/ F	ı N	2)	F I	0 2		F E	0_2)		
-						•													-
- · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·																			-
- -																			-

									<u> </u>		· .	· <u>-</u>					(35)
た	だ	し	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	V E	;	呼	気	量	,	F _E	N 2	;	呼	気	N 2	分	画	濃	度
F 1	N 2	;	吸	炱	N 2	分	画	濃	度	,	F 1	0 2	;	吸	気	0 2	分	画	濃
度	お	ょ	び	F _E	0 ₂	;	呼	気	0 2	分	画	濃	度	を	示	す	٥		
	(2)		心	拍	数														
	最	大	運	動	テ	ス	1	お	よ	び	 	ν	-	=	ン	グ	期	の	初
日	(初	期)	,	第	2	週	目	の	3	回	目	(中	期)	お	よ
び	最	終	日	(後	期)	の	安	静	お	ょ	び	運	動	中	の	心	電
図	を	胸	部	双	極	誘	 導	に	よ	Ŋ	患	者	監	視	装	置	(Ŋ -	ŀ
モリ	2	E 2	6	;	三	栄	測	器)	で	連	続	的	に	モ	=	タ	_	\
な	が	ら	記	録	器	(R J	G -	4 1	2 4	•	日	本	光	電)	に	記	録
し	,	後	に	1	分	毎	に	R	棘	の	数	を	数	え	7	心	拍	数	を
求	め	た	٥				-				-								
	(3)		乳	酸	閾	値									a de la companya de l				
	安	静	時	の	1 5	分	お	ょ	び	各	負	荷	段	階	の	最	後	の	3
秒	間	に	耳	朶	ょ	Ŋ	3 0	μ l	用	サ	ン	プ	リ	ン	グ	チ	ュ		ブ
(工	ル	マ	社	製)	を	用	15	て	採	щ	U	,	直	ち	に	氷	冷
さ	れ	た	1 5	0 д	l	の	除	蛋	白	液	(0.	6	N	過	塩	素	酸	溶
液)	٤	混	和	し	た	٥	そ	の	後	`	3 0	0 0	r p	m	で	1 0	分	間 40)
の	遠	心	分	離	を	行	11	,	そ	の	上	澄	液	か	ら	酵	素	法	(
ラク	テー	トオ	スト	1 /	ビネ	- ¥	зγ	;	ベ	_	リ	ン	ガ		•	7	ン	ハ	1
-4																			

(36)

							·										(36	<u>)</u>
ム	社)	を	用	11	て	血	中	乳	酸	濃	度	の	分	析	を	行	2	た
	時	間	軸	に	対	し	て	加	中	乳	酸	濃	度	を	目	盛	Ŋ		ų
中	乳	酸	濃	度	が	安	静	水	準	か	ら	上	昇	す	る	お	よ	び	さ
ら	に	よ	Ŋ	急	激	な	上	昇	が	観	察	さ	れ	る	そ	れ	ぞ	れ	直
前	の	点	を	乳	酸	閾	値	1	(L T	1)	お	よ	び	乳	酸	閾	値
2	(LI	2)	ع	し		11	d.	れ	も	酸	素	摂	取	量	で	表	わ
し	た	(図	3.)	0										-			
	(4)		Щ	液	組	成													
	 	レ		=	ン	グ	の	初	日	お	ょ	び	最	終	H	の	運	動	前
に	肘	前	静	脈	ょ	IJ	約	2	ml	の	Щ	液	を	採	取	し	た	٥	採
取	し	た	Щ	液	は	щ	液	希	釈	装	置	(A D	- 2	4 0	;	東	亜	医
用	電	子)	を	用	11	て	赤	Щ	球	数	お	よ	び	^	マ	h	ク	リ
ツ	ト	值	の	測	定	で	は	5	0 0	0 0	倍	に	,	^	モ	グ	П	ビ	ン
濃	度	の	測	定	で	は	5	0 0	倍	に	希	釈	し	た	後	`	赤	Ú	球
数	,	^	マ	ト	ク	リ	ツ	ト	值	お	ょ	び	^	モ	グ	П	ビ	ン	濃
度	を	,	そ	れ	ぞ	れ	電	気	抵	抗	検	出	方	式	,	Щ	球	パ	ル
ス	波	高	值	検	出	方	式	お	ょ	び	シ	ア	ン	メ	ト	^	モ	グ	П
ビ	ン	法	に	よ	る	自	動	Щ	球	計	数	装	置	(C C	- 1	5 0	;	東
亜	医	用	電	子)	で	検	出	し	た	0				-				
				4			-							100					

																(37	<u> </u>
(5)		ре	r f	o r	m a	n c	е											
ре	r f	o r	m a	n c	е	は	時	間	お	ょ	び	総	仕	事	量	で	表	U
0	最	大	運	動	テ	ス	1	の	開	始	か	ら	終	了	ま	で	Ø	時
を	オ		ル	ア	ゥ	١	タ	1	厶	٤	し	,	デ	ジ	タ	ル	ス	
プ	ウ	オ	ツ	チ	(S 0	2 2	- 5	0 0	Т ;	S	ΕI	K O)	で	測	定	1
o	ま	た	,	フ	オ	\	ト	ラ	ン	ジ	ス	タ	を	用	15	て	ペ	ダ
	回	転	毎	の	信	号	を	記	録	器	(R J	G -	4 1	2 4	;	日	本
電)	に	記	録	し	`	~	ダ	ル	回	転	数	を	求	め		各	負
で	の	仕	事	率	お	ょ	び	疲	労	困	憊	に	至	る	ま	で	の	総
事	量	を	算	出	し	た	o											
											3 2 2							
第	4	節		統	計	処	理											
 	ν	_	=	ン	グ	前	後	に	お	け	る	各	測	定	項	目	の	平
值	の	差	を	対	応	の	あ	る	S	t u	d e	n t	の	t	テ	ス	١	に
つ	て	検	定	し	た	•	有	意	水	準	は	危	険	率	5	%	以	下
し	`	р	<	0.	0 5	,	0.	0 1	お	ょ	び	0.	0 0	1	に	分	け	て
示	し	た	0											!				
第	5	節		実	験	期	間	お	ょ	び	場	所				1 m		
全	て	の	実	験	は	,	1 9	8 7	年	1 0	月	1 7	日	か	ら	1 2	月	5
																		_
	p e e e e e e e e e e e e e e e e e e e	perf 。 をプ。 っ をプ。 事 4 ルのて、 5 第	perfor 。 な よ つ ま 回 の 量 が 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 か 0 0	performa 。 最大 要 力 力 力 か 未 毎 に の 量 か 上 を 力 の 量 か 上 を 定 か 上 を 定 か 上 を 定 か 方 節 5 節	performand 。 最 大 運 動 た 力 力 力 子 力 ま 一 力 子 力 ま 回 に 日 の 母 第 4 節 二 を 力 第 4 節 二 を 力 方 力 た 0 た の 第 5 節 実	performance a 大 運 動 テ を オ 一 ル ア ウ さ カ カ カ カ カ カ こ 日 た 毎 日 し カ カ カ 白 カ	performance は 。 最 大 運 動 テ ス を オ ー ル ア ウ ト プ ウ オ ッ チ (SO 。 ま た 、 フ オ ト ー 回 転 毎 の 信 号 で の 母 録 し 、 事 量 を 算 出 し た 第 4 節	performance は時 。最大運動テスト をオールアウトタ プウオッチ (S0 2 2 。また、フォトト 一回転毎の信号を 部 毎の信号を での仕事率および 事量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後 値の差を対応のあった。有 つた。有 した。有 のた。有 のた。無別	performance は時間 。最大運動テストの をオールアウトタイ プウォッチ (S022-5 。また、フォトトラ ー回転毎の信号を記 電) に記録し、ペダ での仕事率および疲 事量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後に 値の差を対応のある って検定した。有意 し、りくの.05,0.01 ボりた。 第5節 実験期間お	performance は時間お a 最大運動テストの開発 をオールアウトタイム プウォッチ (S 0 2 2 - 5 0 0 a また、フォトトラン 一回転毎の信号を記録 面 の 住事率および疲労 事量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後におのある S つて検定した。有意水 し、アく0.05,0.01お 赤した。 第5節 実験期間およ	performance は時間およ 。 最大運動テストの開始 をオールアウトタイムと プウオッチ(S022-500T; 。また、フォトトランジ 一回転毎の信号を記録器 電)に記録し、ペダル回 での仕事率および疲労困 事量を算出した。 が施計処理 トレーニング前後におけ 6の差を対応のあるStu か応の差を対応のあるStu かた。有意水準 し、アくの.の5,0.01およ 示した。 第5節実験期間および	performance は時間および 。最大運動テストの開始か をオールアウトタイムとし プウオッチ (S022-500T; S 。また、フオトトランジス 一回転毎の信号を記録器(電)に記録し、ペダル回転 の仕事率および疲労困憊 事量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後における 60の差を対応のある Stude な方れ準は し、の差を対応のあるよび な方ま水準は した。有意水準は した。 のたのある な方ま水 かたのあるよび なおける のたのあるよび などした。有意水準は した。 のた。 かたのあるよび	performance は時間および総 。最大運動テストの開始から をオールアウトタイムとし、 プウオッチ(S022-500T;SEI 。また、フォトトランジスター回転毎の信号を記録器(RJ 一回転毎の信号を記録器(RJ 電)に記録し、ペダル回転数 での仕事率および疲労困憊に 第量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後における各値の差を対応のある Student の差を対応のある Student のたったったったったった。 し、カーニング前後における各種 し、カーニング前後における各種 し、カーニング前後における各種 し、カーニング前後における格 し、カーニング前後における格 し、カーニング前後における格 し、カースのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりのよりの	performance は 時 間 お よ び 総 仕 a 最 大 運 動 テ ス ト の 開 始 か ら 終 を オ ー ル ア ウ ト タ イ ム と し 、 デ プ ウ オ ッ チ (S 0 2 2 - 5 0 0 T ; S E I K 0 a ま た 、 フ オ ト ト ラ ン ジ ス タ を 一 回 転 毎 の 信 号 を 記 録 器 (R J G - 電) に 記 録 し 、 ベ ダ ル 回 転 数 を で の 仕 事 率 お よ び 疲 労 困 憊 に 至 事 量 を 算 出 し た 。 第 4 節 統 計 処 理 ト レ ー ニ ン グ 前 後 に お け る 各 測 値 の 差 を 対 応 の あ る S t u d e n t の つ て 検 定 し た 。 有 意 水 準 は 危 険 し 、 p < 0.05, 0.01 お よ び 0.00 示 し た 。	performance は時間および総件事 。最大運動テストの開始から終了 をオールアウトタイムとし、デジプウォッチ(SQ22-500T;SEIKO)) また、フォトトランジスタを用ー回転毎の信号を記録器(RJG-41 電)に記録し、ペダル回転数を求 での仕事率および疲労困憊に至る事量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後における各測定値の差を対応のあるStudentのt な対応のあるStudentの なが応のあるStudentの なが応のあるな ながんのあるが、準は危険率 し、の後定した。有意水準は危険率 し、カーミ水準は危険率 し、なり、0.01および場所	performance は時間および総件事量 a 最大運動テストの開始から終了まをオールアウトタイムとし、デジタブウォッチ(S022-500T,SEIKO)で。また、フォトトランジスタを用いー回転毎の信号を記録器(RJG-4124電)に記録し、ベダル回転数を求めでの仕事率および疲労困憊に至るま事量を算出した。 第4節 統計処理 トレーニング前後における各測定項の差を対応のあるStudentのtテって検定した。有意水準は危険率5 での後定した。有意水準は危険率5 し、の11 および場所	(5)	performance は 時間 および 総 仕 事 量 で 表 a 最 大 運 動 テ スト の 開 始 か ら 終 了 ま で の を オー ル ア ウト タ イ ム と し 、 デ ジ タ ル ス ブ ウ オ ツ チ (S 0 2 2 - 5 0 0 T; S B I K 0) で 測 定 a ま た 、 フ オ ト ト ラ ン ジ ス タ を 用 い て べ 一 回 転 毎 の 信 号 を 記 録 器 (R J G - 4 1 2 4; 日 電) に 記 録 し 、 ベ ダ ル 回 転 数 を 求 め 、 各 で の 仕 事 率 お よ び 疲 労 困 憊 に 至 る ま で の 事 量 を 算 出 し た 。 ト レ ー ニ ン グ 前 後 に お け る 各 測 定 項 目 の 値 の 差 を 対 応 の あ る S t u d e n t の t テ スト っ て 検 定 し た 。 有 意 水 準 は 危 険 率 5 % 以 し 、 p < 0 . 0 \$. 0 . 0 1 お よ び 場 所

		<u> </u>																38	<u>)</u>
日	ま	で	Ø	期	間	に	順	天	堂	大	学	運	動	生	理	学	研	究	室
内	の	実	験	室	に	て	行	わ	れ	た	0								
																			
]	1	1	<u> </u>]	<u> </u>	l I		<u> </u>
																		<u> </u>	
					<u>-</u>							1		<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>		<u> </u>	
											1		1	1	<u> </u>	<u> </u>		<u> </u>	
													1			1			
				<u> </u>								1	<u> </u>		<u> </u>	1	<u> </u>	1	<u> </u>
				.															
													A Company						
				!	<u>_</u>	1	!					! 			<u> </u>		<u> </u>	1	<u></u>
						-												<u> </u>	
													! !			! : :		<u> </u>	
															T 19 10 10 10 10 10 10 10				
								<u>j</u>	!										
												!							
										!				i					
																			-
																			-
																			-

										· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		-			***************************************		(39	<u> </u>
					第	4	章		実	験	結	果							
	第	1	節		高	酸	素	気	吸	入	が	最	大	運	動	K	及	ぼ	l
	The state of the s				た	影	響												
	(1)		呼	吸	循	環	機	能											
	高	酸	素	(6 0	%	0 2)	気	吸	入	に	よ	る	最	大	運	動	テ
ス	ト	に	よ	つ	て	得	ら	れ	た	最	大	酸	素	摂	取	量	,	最	启
心	拍	数	お	ょ	び	最	大	換	気	量	を		空	気	呼	吸	に	よ	8
も	の	と		緒	に	表	2.	に	示	U	た	0							
	(a)	最	大	酸	素	摂	取	量											
	高	酸	素	戾	吸	入	に	ょ	っ	て	得	ら	れ	た	最	大	酸	素	摂
取	量	(5 3	. 3	8 ±	7.	0 1	11	ne /	kg	• 分)	は	空	気	呼	吸	時	(
4 6	. 0	9 ±	5.	1 2	η	il /	kg	• 5)	よ	Ŋ	も	1 6	. 3	± 7	. 2	%	有	意
(р	0 .	0 0	1)	に	増	加	U	た	0								
	(b)	最	高	心	拍	数									!				
	空	気	お	ょ	び	高	酸	素	気	吸	入	に	よ	つ	て	得	ら	れ	た
最	高	心	拍	数	は	そ	れ	ぞ	れ	1 8	3 ±	- 1	2 拍	/ 分	お	よ	び	1 8	4
±	1 3	拍 /	分	で	両	群	間	に	有	意	な	差	は	認	め	ら	れ	な	か
つ	た																		
residente Large avenue gracura																			

(順天堂大学用箋)

(40)

	(c)	最	大	換	気	量													<u></u>
	高	酸	素	気	吸	入	に	よ	つ	て	最	大	換	気	量	は	1 1	4.	5
±	1 5	. 5	l /	分	か	ら	1 0	7.	6 =	= 1	9.	9 1	/ 分	に	有	意	な	減	少
(р	0.	0 5)	を	得	た	٥											
	(2)		p e	r f	o r	m a	n c	е		-									
	高	酸	素	気	吸	入	時	の	オ		ル	ア	ウ	٢	タ	1	ム	は	空
気	呼	吸	時	の	1 7	分	4 8	秒	±	1	分	2 7	秒	か	ら	1 8	分	2 7	秒
±	1	分	5 0	秒	ま	で	長	<	な	IJ	`	総	仕	事	量	も	1 2	, 5	3 1
+	2 ,	2 6	8 k	p m	か	6	1 3	, 6	8 5	<u>+</u>	2 ,	7 4	6 k	p m	に	改	善	さ	れ
た	0	2	ね	ら	は	11	कु	れ	も	統	計	的	に	有	意	(p <	0.	0 1
で	あ	つ	た	(図	4.)	•											
	(3)		8 5	%	v o	2 M	ах	強	度	の	負	荷							
AND LANGUAGE CO.	空	気	お	よ	び	高	酸	素	気	吸	入	時	に	得	6	れ	た	Vо	2 -
負	荷	関	係	式	か	ら	,	そ	れ	ぞ	れ	推	定	さ	れ	た	 	ν	_
=	ン	グ	負	荷	(8 5	%	V o	2 M	ах)	は	`	1 9	6 ±	2 4	w a	t t	S
お	よ	び	2 1	6 ±	2 5	wa	t t	s	で	あ	っ	た	(表	3.)	0	ま	た
最	大	酸	素	摂	取	量	お	ょ	び	рe	r f	o r	m a	n c	е	٤	同	様	`
6 0	%	酸	素	気	吸	入	の	方	が	有	意	に	高	15	(p <	0.	0 0	1
h	レ		=	ン	グ	負	荷	を	示	し	た						· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
.																			

(順天堂大学用箋)

								·									(41)
	第	2	節		١	レ		=	ン	グ	Ø	効	果						
	 -	ν	_	=	ン	グ	前	後	の	最	大	酸	素	摂	取	量	,	最	高
心	拍	数	お	よ	び	最	大	換	気	量	の	変	化	を	表	4.	お	よ	び
乳	酸	閾	値	を	表	5.	に	示	U	た	•						-		
	(1)		最	大	酸	素	摂	取	量										
	髙	酸	素	気	٢	ν		=	ン	グ	群	で	は	4	5.	7 9	± 4	. 3	6
mQ	/ l	g ·	分	か	ら	5 0	. 0	9 ±	4.	6 1	ml	/.k	g ·	分	٤	有	意	な	増
加	(p <	0.	0 1	.)	を	示	し	た	0	正	常	気	 -	ν	_	=	ン	グ
群	で	は	4 7	7.0	2 ±	7.	6 7	ml	/ k	g ·	分	か	ら	4	7.	3 9	± 5	. 5	4
mQ	/ k	g	分	の	増	加	す	る	傾	向	に	あ	つ	た	が	,	統	計	的
に	有	意	で	は	な	か	つ	た	0	_				i 					
	(2)		最	高	心	拍	数												
	 	レ		=	ン	前	後	の	最	高	心	拍	数	は	高	酸	素	気	1
レ	_	=	ン	グ	群	が	1 8	1 ±	1 0	拍/	分	お	よ	び	1 8	5 ±	8 拍	/ 分	,
正	常	気	ト	レ		=	ン	グ	群	が	1 8	4 ±	1 5	拍 /	分.	お	ょ	び	1
6 ±	1 1	拍/	分	で	,	両	群	٤	も	有	意	な	変	化	を	示	め	な	か
つ	た	0																	
	(3)		最	大	換	気	量							and the second second					
	ト	ν		=	ン	グ	前	後	の	最	大	換	気	量	は	髙	酸	素	気
ト	ν		=	ン	グ	群	で	は	1 1	8.	0 ±	1 3	. 0	l /	分	か	ら	1 3	3.
-				-														,	

																	(42)
0 ±	1 8	. (l /	分	の	有	意	な	増	加	(p <	0.	0 5)	を	示	b	た
が	•	Œ	常	気	ト	レ	_	=	レン	グ	群	で	は	有	意	な	増	巾巾	を
示	さ	な	か	つ	た	0			!										
	(4)		乳	酸	閾	値													
	v) 2	で	表	わ	さ	れ	た	I	Т 1	は	高	酸	素	気	 	V	-	=
ン	グ	群	で	1 9) . 7	' ± 2	. 7	ml	/ k	g ·	分为	b i	2	4.	3 ±	4 .	0 m	e /	kg
· 分	,	正	常	気	ト	レ	_	Ξ	ン	グ	群	で	1 9	. 6	± 4	. 3	ml	/ k	g ·
分术)\	b 2	3.	0	4.	5 π	il /	kg	• 9	ま	で	増	חל	U	た	o	2	れ	ら
は	11	<i>₫</i> "	れ	も	有	意	な	増	加	(p <	0.	0 5	,	p <	0.	0 0	1)
で	あ	つ	た	0	し	か	し	`	LI	2	に	関	U	て	は	高	酸	素	気
ト	ν		=	ン	グ	群	お	よ	び	Œ.	常	炱		ν	_	=	ン	グ	群
٤	も	有	意	な	改	善	を	示	さ	な	か	つ	た	o					
	(5)		皿	液	組	成													-
	ト	レ	-	=	ン	グ	前	後	の	赤	Щ	球	数	,	^	マ	١	ク	リ
ツ	ト	(Нс	t)	值	お	ょ	び	^	モ	グ	п	ビ	ン	(-	НЬ)	濃
度	の	差	を	図	5.	に	示	し	た	o									
	高	酸	素	気	 	ν	_	=	ン	グ	群	で	は	•	赤	ųī	球	数	,
Нф	t	値	お	ょ	び	Н в	濃	度	が	そ	れ	ぞ	れ	4 3	± 2	5 万	個 /	mm³	(
p {	0.	0 1	.)	,	2 .	4 ‡	1.	8	%	(p <	0.	0 5)	お	ょ	び	0	. 6
6 ±	0.	3	g	dl	(р <	0.	0 5)	の	有	意	な	減	少	を	示	し	た
			····																

(順天堂大学用箋)

(43)

																		43	<u> </u>
し	か	し	`	正	常	氖	1	レ		=	ン	グ	群	で	は	Z	れ	ら	0
減	少	は	認	め	ら	れ	な	か	っ	た	0								
	ま	た		高	酸	素	戾	ト	レ		=	ン	グ	群	の	赤	īţīī	球	数
お	よ	び	I	I c t	値	の	減	少	量	は	Œ.	常	気	 	V		,=	ン	グ
群	の	そ	れ	に	比	ベ	て	`	統	計	的	に	有	意	で	あ	っ	た	(
р	0.	0 1	•	р	0.	0 5	5)	۰											
	(6)		p e	erf	0 1	· m a	no	е						1					
	高	酸	素	気	ト	レ	_	=	ン	グ	群	は	オ	_	ル	ア	ウ	h	タ
1	ム	が	1 8	分	7	秒	<u>+</u>	1	分	2 3	秒	か	ら	1 9	分	5 8	秒	<u>±</u>	1
分	5 2	秒	に	,	総	仕	事	量	が	1 2	, 9	7 8	<u>±</u>	2 ,	0 7	5 k	p m	か	ら
1 6	, 0	2 0	±	3,	0 8	8 8 k	p m	に	有	意	な	改	善		(p	< 0	. 0	0 1	,
р	0.	0 1)	を	示	し	た	0	ま	た	`	正	常	気	h	ν	_	=	ン
グ	群	に	つ	11	て	も	,	オ		ル	ア	ウ	٢	タ	1	ム	(1 7	分
1 8	秒	±	1	分	3 7	秒	か	ら	1 9	分	7	秒	±	1	分	5 3	秒)	お
ょ	び	総	仕	事	量	(1 1	, 7	9 2	± 2	, 4	3 2	k p	m t) L	1	4,	8 5	3 ±
3,	1 7	6 k	p m)	に	有	意	な	改	善	(p <	0.	0 1)	が	認	め	ら
れ	た	(図	6.)	0	1			.		1 100							
	(7)		ト	レ	_	=	ン	グ	中	の	心	拍	数	-	Of Assess Co. 1				
	١	ν		=	ン	グ	の	初	日	,	6	日	目	お	ょ	び	最	終	日
(1 2	日	目)	に	得	ら	れ	た	被	験	者	の	٢	ν		=	ン	グ
	-													<u></u> _					

(44)

に あ っ た が 、 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ 群 の 初 日 の値 1 7 6 ± 1 4 拍 / 分 と 最 終 日 の 1 6 7 ± 1 8 拍 / 分 と の 間 には 統 計 的 に 有 意 な 差 は 認 め ら れ な か っ た 。 しか し 、 高 酸 素 気 ト レ ー ニ ン グ 群 で は 6 日 目 の値 1 7 5 ± 1 6 拍 / 分 が す で に 初 日 に 対 し て 有 意 に 減 少 (p < 0 . 0 3) し て お り 、 さ ら に 、 最 終 日 の 値	-						·												44	<u>)</u>
に あ っ た が 、 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ 群 の 初 日 の値 176±14拍/ か と 最 終 日 の 167±18拍/ か と の 間 には 統 計 的 に 有 意 な 差 は 認 め ら れ な か っ た 。 しか し 、 高 酸 素 気 ト レ ー ニ ン グ 群 で は 6 日 目 の値 175±16拍/ か が す で に 初 日 に 対 し て 有 意 に 減少 (p < 0 . 0 \$) し て お り 、 さ ら に 、 最 終 日 の 値 と の 間 に も 有 意 な 差 (p < 0 . 0 1) が 認 め ら れ た	中	の	心	拍	数	を	図	7.	に	示		た	•	両	群	と	も	1	ν	
値 176±14拍/分 と 最 終 日 の 167±18拍/分 と の 間 には 統 計 的 に 有 意 な 差 は 認 め ら れ な か っ た 。 しか し 、 高 酸 素 気 ト レ ー ニ ン グ 群 で は 6 日 目 の値 175±16拍/分 が す で に 初 日 に 対 し て 有 意 に 減少 (p < 0 . 0 3) し て お り 、 さ ら に 、 最 終 日 の 値と の 間 に も 有 意 な 差 (p < 0 . 0 1) が 認 め ら れ た	Ξ	ン	グ	の	進	行	に	伴	っ	て	心	拍	数	が	減	少	す	る	傾	向
は 統 計 的 に 有 意 な 差 は 認 め ら れ な か っ た 。 しか し 、 高 酸 素 気 ト レ ー ニ ン グ 群 で は 6 日 目 の値 1 7 5 ± 1 6 拍 / 分 が す で に 初 日 に 対 し て 有 意 に 減少 (p < 0 . 0 \$) し て お り 、 さ ら に 、 最 終 日 の 値 と の 間 に も 有 意 な 差 (p < 0 . 0 1) が 認 め ら れ た	に	あ	っ	た	が	,	E	常	気	ト	レ		=	ン	グ	群	の	初	日	0
か し 、 高 酸 素 気 ト レ ー ニ ン グ 群 で は 6 日 目 の値 1 7 5 ± 1 6 拍 / 分 が す で に 初 日 に 対 し て 有 意 に 減少 (p < 0 . 0 5) し て お り 、 さ ら に 、 最 終 日 の 値 と の 間 に も 有 意 な 差 (p < 0 . 0 1) が 認 め ら れ た	値	1 7	6 ±	1 4	拍 /	′ 分	٤	最	終	日	の	1 6	7 ±	1 8	拍/	分	٤	の	間	に
値 1 7 5 ± 1 6 拍 / 分 が す で に 初 日 に 対 し て 有 意 に 減 少 (p < 0 . 0 \$) し て お り 、 さ ら に 、 最 終 日 の 値 と の 間 に も 有 意 な 差 (p < 0 . 0 1) が 認 め ら れ た	は	統	計	的	に	有	意	な	差	は	認	め	ら	れ	な	か	っ	た	0	L
少 (p < 0 . 0 \$) しており、さらに、最終日の値 との間にも有意な差(p < 0 . 0 1) が認められた	か	し		高	酸	素	気	ト	ν		1	ン	グ	群	で	は	6	日	目	の
との間にも有意な差(p<0.01)が認められた	値	1 7	5 ±	1 6	拍/	′分	が	す	で	に	初	日	に	対	し	て	有	意	に	減
	少	(р	0.	0 5	()	し	て	お	ij	`	さ	ら	に	``	最	終	日	の	値
	と	の	間	に	も	有	意	な	差	(p <	0.	0 1)	が	認	め	ら	れ	た
																		-		
				.																
								- Commander of the Comm					:							
														!		·				
											41 1100		1		1					
										and the same	-		i i	10				- -		
																				-, -
																				-

												· ·						45)
						第	5	章		考	察								
	Εk	b .	Гол	<u>2</u> 3	は	9	名	の	被	験	者	に	5 0	%	酸	素	気	を	吸
入	し	な	が	ら		h	レ	ッ	ド	3	ル	を	用	V)	た	最	大	運	動
を	行	わ	世	た	0	そ	の	結	果	\	空	気	呼	吸	(c	比	ベ	5 0	%
酸	素	気	吸	入	で	は	最	大	酸	素	摂	取	量	(V o	2 M	a x)	が
1 2	. 5	%	有	意	に	増	加	し	,	オ		ル	ア	ウ	1	タ	1	4	も
5.	9	分	か	ら	9.	9	分	に	伸	び	た	٤	報	告	l	7	11	る	0
ま	た		純	酸	素	を 29	高	酸	素	気	と	し	て	被	験	者	に	吸	入
し	た	We	l t	m a	. n	ら	も	ў о	2 M	a x	が	1 8	%	有	意	に	増	加	U
ре	r f	o r	m a	n c	е	も	改	善	さ	れ	た	こ	と	を	認	め	て	15	る
彼	ら	以	外	に	も	数	多	<	の	研	究	者	に	よ	2	7	髙	酸	素
戾	吸	入	は	全	身	持	久	力 48)55	を	改	善	さ	世	る	٤	15	う	知	見
が	得	ら	れ	て	11	る	°	T0755	70-78										
	本	研	究	で	も	١	レ	_	Ξ	ン	グ	前	に	2	回	Ø	最	大	運
動	テ	ス	ト	(方	は	空	気	`	も	う		方	は	高	酸	素	気
吸	入	を	行	2	た)	を	実	施	し	た	結	果	`	高	酸	素	気	吸
入	に	ょ	ij	V o	₂ M	ах	が	平	均	1 6	. 3	%	有	意	に	増	加	U	た
ま	た	`	図	4.	に	示	し	た	よ	う	に	オ	-	ル	ア	ゥ	F	タ	1
ム	お	ょ	び	総	仕	事	量	で	表	わ	U	た	ре	r f	o r	m a	n c	е	も

(46)

																	(46	<u> </u>
有	意	に	改	善善	さ	れ	た	•	2	れ	は	\	高	酸	素	炱	吸	入	に
よ	2	7	全	身	持	久	力	が	改	善	さ	れ	る	٤	結	論	L	て	11
る	先	行	研	究	بح	_	致	す	る	も	の	で	あ	ij		よ	Ŋ	高	強
度	の	 	ν		<u>. </u>	ン	グ	が	町	能	に	な	る	2	٤	を	示	し	て
13	る	0	実	際	•	高	酸	素	気	吸	入	の	V c	2		負	荷	関	係
の	直	線	回	帰	式	か	ら	求	め	た	8 5	%	V c	2 11	ах	強	度	の	負
荷	は	,	空	気	呼	吸	の	そ	れ	に	比	ベ	て	1 0	. 8	± 4	. 1	%	有
意	に	高	W	負	荷	で	あ	る	2	٤	が	分	か	っ	た	0			
·	本	研	究	で	計	算	さ	れ	た	各	被	験	者	の	8 5	%	v o	2 M	ах
強	度	は	,	そ	れ	ぞ	れ	の	ト	ν	_	=	ン	グ	第	1	日	目	に
実	測	す	る	こ	と	に	よ	つ.	て	確	か	め	た	0	そ	の	結	果	
実	測	ੇਂ	れ	た	強	度	は	高	酸	素	気	١	ν	_	=	ン	グ	群	が
8 6	. 2	± 2	. 6	%	Ÿ	0 2	m a	. х	お	ょ	び	Œ	常	気	ト	ν	_	Ξ	ン
グ	群	が	8 5	. 0	± 2	. 8	%	v o	2 M	ах	で	あ	つ	た	o	つ	ま	ij	`\
各	被	験	者	の	ト	ν	_	=	ン	グ	強	度	が	正	確	に	計	算	さ
れ	た	2	٤	を	示	し	て	15	る	0	ま	た	,	群	間	に	は	有	意
な	差	が	な	<	,	両	群	の	ト	ν		= !	ン	グ	時	の	生	体	負
担	度	は	等	し	か	つ	た	٤	考	え	ら	れ	る	0			1		
		方	,	 	レ		=	ン	グ	前	後	の	体	重	は	両	群	بح	も
有	意	な	変	動	を	認	め	な	か	っ	た	(± 0	. 5	%	以	内)	•
_	· .																		-
_																			_

		:															(47)
す	な	わ	ち			レ		=	レ	グ	前	後	の	各	測	定	項	目	に
お	け	る	差	は	体	重	の	増	減	に	よ	る	影	響	を	受	け	な	か
ာ	た	ح	٤	を	示	U	て	13	る	•									
	そ	2	で		持	久	カ	の	あ	る	人	ほ	ど	高	15	強	度	ま	で
щ	中	乳	酸	濃	度	の	急	増	な	し	で	運	動	す	る	2	٤	が	可
能	で	あ	る	2	٤	が	分	か	っ	て	15	る	の	で		乳	酸	閾	値
か	ら	h	ν	_	=	ン	グ	の	効	果	を	評	価	U	て	み	た	0	そ
の	結	果		V d	2	で	表	わ	さ	れ	た	LT	1	が	高	酸	素	気	h
レ		=	ン	グ	群	で	1 9	. 7	<u>±</u>	2.	7 π	e /	kg	• 分	か	5	2 4	. 3	1±
4.	0 1	nl ,	kg	. 4	ん	,	正	常	気	ト	ν	_	=	ン	グ	群	が	1 9	. 6
土	4.	3 1	nl /	kg	. 5	か	ら	2 3	. 0	<u>+</u>	4.	5 m	Q /	kg	• 分	ま	で	そ	n
ぞ	れ	,	有	意	に	増	加	し	た	۰	ま	た	\	L T	2	で	は	正	常
気	ト	レ		=	ン	グ	群	お	よ	び	高	酸	素	気	٢	レ		=	ン
グ	群	と	も	有	意	な	増	加	を	示	Ś	な	か	つ	た	が		両	群
で	高	ま	る	傾	向	に	あ	ာ	た	(表	5.	参	照)	•	Z	れ	5
の	結	果	は	,	١	レ	1	=	ン	グ	に	ょ	2	て	両	群	٢	も	耐
乳	酸	性	に	対	す	る	能	カ	が	改	善善	さ	れ	た	も	の	٤	考	え
6	れ	る	0				- T		1									_	
	さ	ら	に	`	ト	レ		=	ン	グ	に	ょ	っ	7	才	_	ル	ア	ゥ
ト	タ	イ	ム	が	,	高	酸	素	気	ト	レ	_ i	=	ン	グ	群	で	1 8	分
-					112														_
																			-

(48)

																		48	
0 7	7 秒	<u> </u>	1	分	2 3	3 秒	か	B	1 8	分	5 8	秒	<u> </u> ±	1	分	5 2	秒	に	,
正	常	気	1	レ	_	=	ン	グ	群	で	1 7	分	1 8	秒	<u> </u> <u>+</u>	1	分	3 7	秒
か	ら	1	9 分	0 7	7 秒	<u>+</u>	1	分	5 3	3 秒	に	両	群	٤	も	有	意	な	増
加	を	示	し	\	同	じ	<	総	仕	事	量	も	ま	た		 -	レ		=
ン	グ	に	よ	つ	て	有	意	に	増	加	し	た	0	す	な	わ	ち	\	
ре	rf	f o	r m a	ı n o	е	か	ら	み	て	も	\	本	研	究	で	行	わ	れ	た
ト	ν		=	ン	グ	に	ょ	っ	て	高	酸	素	気	١	V		Ξ	ン	グ
群	お	よ	び	正	常	気	١	V	_	=	ン	グ	群	と	も	に	全	身	持
久	力	を	高	め	る	こ	٤	が	で	き	た	٤	思	わ	れ	る	o	以	上
ま	で	の	知	見	は	,	両	群	に	お	13	て	有	酸	素	的	能	力	が
٤	も	に	改	善	さ	れ	た	2	と	を	意	味	し	て	11	る	ょ	う	に
思	わ	れ	る	0															,
	ع	2	ろ	が	\	持	久	力	の	指	標	بح	な	る	v o	2 M	a x	に	対
す	る	ト	レ	_	=	ン	グ	に	ょ	る	改	善	は	`	高	酸	素	気	ト
ν	-	Ξ	ン	グ	群	で			4 5	. 7	9 =			6 m		kg		か	ら
5 0	. 0	9 =	<u>+</u> 4	. 6	1 π	il /	kg	· 3	の	有	意	な	増	加	を	示	U	た	が
正	常	気	ト	ν	_	=	ン	グ	群	で	は	有	意	な	増	加	を	示	さ
な	か	つ	た	(表	4.	参	照)	•	ま	た	,	Vо	2 M	ах	Ø	増	加
量	で	両	群	を	比	較	し	て	も	,	高	酸	素	気	 	ν		Ξ	ン
グ	群	の	4.	3 7	± 2	. 4	7 π	il /	kg	· 分	に	対	し	7	т.	常	気	ト	ν
-															_				-
-																			-
-																			-

		·													· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		(49)
	=	レ	グ	群	で	は	2.	0 :	± 1	. 8	8 п	ne /	kg	. 4	で	U	か	な	7
か	っ	た	0	2	れ	は		正	常	気	ト	V	_	=	レン	グ	群	に	比
ベ	て	運	動	時	間	が	短	<		絶	対	強	度	が	高	15	高	酸	素
気	ト	レ	_	=	ン	グ	群	の	方	が	持	久	カ	の	改	善	を	行	う
<u>ا</u>	ν	_	=	ン	グ	ع	U	て	よ	ŋ	有	効	で	あ	る	2	٤	を	示
し	て	15	る	0	乳	酸	閾	値	や	ре	r f	o r	m a	n c	е	で	2	の	よ
う	な	両	群	の	違	11	を	認	め	る	こ	٢	が	で	き	な	か	2	た
の	は		ト	レ	_	=	ン	グ	期	間	が	4	週	間	٤	短	か	っ	た
た	め	で	は	な	٧١	か	ے	思	わ	れ	る	0							
	さ	ら	に	\	v ¢) 2 1	ах	ح	同	様	`	そ	の	他	の	測	定	項	目
で	高	酸	素	気	ト	レ		Ξ	ン	グ	の	有	効	性	が	示	さ	ħ	た
	最	大	換	戾	量	は	全	身	持	久	カ	に	す 87	\ <u>'</u>	れ	τ	11	る	人
ほ	سخ	大	き	11	2	٤	が	知	ら	れ	て	11	る	•	高	酸	素	気	١
レ		=	ン	グ	群	で	は	`	۲	ν	_	=	ン	グ	前	後	で	最	大
換	気	量	が	1 1	8.	0 ±	± 1	3.	0 1	/ 分	か	ら	1 3	3.	0 =	<u> </u>	8.	0 1	/ 分
に	有	意	に	増	加	し	て	11	る	が	,	Œ	常	気	١	レ		=	ン
グ	群	に	お	11	て	2	の	ょ	う	な	差	は	得	ら	れ	な	か	っ	た
高	酸	素	気	 	ν		=	ン	グ	の	有	効	性	を	支	持	す	る	理
由	ا ع	し	て	,	正	常	氖	 	レ		=	ン	グ	以	上	に	最	大	換
戾	量	の	増	大	に	導	<	2	٤	が	で	き	る	ے	と	が	挙	げ	ら
												-				_			-
-																			_

							<u> </u>									-		\$0	
れ	る	0										Transcription of the Control of the			-				
	ま	た	,		レ		=	ン	グ	初	日		2	週	目	0	最	後	の
日	(6	回	目)	,	お	ょ	び	最	終	日	(1 2	2 回	目)	に	得
ら	れ	た	被	験	者	の	心	拍	応	答	で	は	高	酸	素	気	 	レ	_
1	ン	グ	群	が	1 8	3 2	<u>+</u> 1	2 #	1 / 5	か	ら	1 7	5 =	<u>+</u> 1	3 #	4 / 5	に	,	最
終	日	に	は	1 6	3 9 :	+ 1	L 5 #	1 / 5	ま	で	有	意	に	減	少	し	た	٥	し
か	し	` '	正	常	気	1	ν		=	ン	グ	群	で	は	ト	V		=	ン
グ	初	日	の	1	7 6	<u>+</u> 1	4 #	1 / 5	か	ら	1 7	6 =	<u> </u>	6 #	/ 5	に	\	ま	た
最	終	日	に	は	1 6	7 #	1 / 9	に	減	少	す	る	傾	向	に	あ	2	た	が
有	意	な	減	少	を	示	す	ま	で	に	は	至	ら	な	か	2	た	0	2
れ	は	`	高	酸	素	気	ト	レ		Ξ	ン	グ	群	の		レ		_	ン
グ	開	始	時	の	強	度	(8 5	%	V o	2 M	a x)	が		す	で	に	2
週	目	の	終	了	時	に	は	8 5	%	ν̈́ο	2 M	a x	強	度	の	負	荷	を	生
体	に	与	え	て	11	な	15	も	Ø	と	考	え	ら	れ	る	0	よ	つ	て
ト	レ		=	ン	グ	の	原	則	の		つ	で	あ	る	漸	進	性	の	原
則	に	従	つ	て	,	も	し	`	4	レ	_	=	ン	グ	2	週	目	に	彼
ら	の	h	ν	_	=	ン	グ	強	度	を	修	正	U	て	15	れ	ば	`	4
週	目	に	お	V)	て	さ	ら	に	Йo	2 M	a x	,	乳	酸	閾	値	お	よ	び
p	e r	f o	r m	a n	Се	は	大	き	<	改	善	さ	れ	`	Œ	常	戾	<u>١</u>	ν
-	=	ン	グ	群	に	対	し	て	も	明	ら	か	な	違	٧١	を	示	し	た
_	-																		-
_			* 15																_

(5/)

			-														(51	
か	も	L	れ	な	\\	0	2	れ	も	ま	た	高	酸	素	気	ト	ν	-	=
ン	グ	の	有	効	性	を	示	唆	し	て	11	る	٥						
	ع	2	ろ	で		赤	血	球	数	,	^	マ	F	ク	ij	ッ	 -	値	(
Н	t)	お	よ	び	^	モ	グ	п	ピ	ン	(Н)	濃	度	は	高	酸
素	気	h	レ		=	ン	グ	群	で	4 3	<u>±</u>	2 5	万值	/ 1	nm ,	2	2 . 4	土	8
%	お	ょ	び	0.	6 6	士	0.	3	g /	dl	の	有	意	な	減	少	を	認	め
た	0	特	に	,	赤	TŲT.	球	数	の	減	少	量	お	よ	V,	^	7	 	ク
リ	ツ	 	値	の	低	下	は	正	常	気	٢	ν	_	=	ン	グ	群	に	対
し	て	も	有	意	な	も	の	で	あ	っ	た	•							
	2	の	理	由	ح	し	て	2	っ	の	2	٤	が	考	え	ら	ħ	る	0
	つ	は	両	群	の	ト	ν	_	=	ン	グ	強	度	で	あ	る		本	研
究	で	は	両	群	の	ト	レ	_	Ξ	ン	グ	強	度	を	8 5	%	v o	2 M	ах
ع	し		呼	吸	循	環	系	に	与	え	る	生	体	負	担	度	を	同	U
に	U	た	٥	U	か	し	,	高	酸	素	気	, ト	ν		=	ン	グ	群	の
方	が	正	常	炱	<u></u> ト	ν		Ξ	ン	グ	群	ょ	ij	も	絶	対	強	度	で
は	約	1 0	%	高	か	っ	た	ے	٤	か	ら		骨	格	筋	な	بخ	に	与
え	た	ス	ト	レ	ス	は	高	酸	素	氖	<u></u> ト	ν	_	=	ン	グ	群	の	方
が	大	き	か	つ	た	の	か	も	U	れ	な	15	0	本	研	究	で	は	<u>}</u>
ν	_	=	ン	グ	期	間	中	の	被	験	者	の	栄	養	摂	取	状	況	を
調	査	し	て	1.5	な	11	の	で	明	ら	か	で	は	な	٧١.	が		も	L
-																			-
-																			-

(52)

						,												52	<u>) </u>
ト	レ	_	=	ン	グ	前	ま	で	の	状	況	ح	同	U	で	あ	れ	ば	2
の	理	由	は	+	分	考	え	ら	れ	る									
	も	う		っ	の	理	由	ح	し	て	は	\	高	酸	素	気	 -	ν	
=	ン	グ	に	よ	つ	て	高	地	馴	化	٤	は	逆	の	影	響	が	生	U
た	の	で	は	な 36)	11	か	と	15	う	2	ح	で	あ	る	0	Нс	1 1	m a	n
٤	L	e s	s e 1		ょ	<	٢	ν		=	ン	グ	さ	れ	た	被	験	者	に
純	酸	素	吸	入	を	し	な	が	ら	5	週	間	に	わ	た	2	て	\	脈
拍	が	1 7	7 0	- 2 (0 \$	4 / 5	の	強	度	で	3 0	分	間	の	運	動	を	毎	日
行	わ	せ	た	ع	こ	ろ	`	^	モ	グ	口	ピ	レ	(НЬ)	濃	度	が
有	意	に	減	少	し	た	こ	ع	を	報	告	し	た	0	彼	ら	は	,	高
酸	素	気	ト	レ		=	ン	グ	に	高	地	 	レ	_	=	ン	グ	٤	全
<	反	対	の	影	響	が	あ	る	だ	ろ	う	と	推	察	し	て	()	る	0
ま	た	\	高	圧	環	境	下	に	反	復	暴	露	さ 2	れ 3)	た	人	は	赤	101
球	数	が	減	少	す	る	٤	٧١	わ	れ	て	٧١	る	0					
	本	研	究	も	こ	れ	ら	の	結	果	ع		致	し	て	11	る		し
た	が	つ	て	`	赤	ш	球	数	お	ょ	Q,	ΗЪ	濃	度	を	増	加	さ	世
酸	素	輸	送	能	カ	を	高	め	る	目	的	で	行	う	高	地	<u>۲</u>	ν	
=	ン	グ	ع	は	反	対	の	結	果	で	あ	Ŋ	<u> </u>	高	酸	素	気	ト	ν
	=	ン	グ	の	マ	1	ナ	ス	の	効	果	٤	し	て	示	し	て	۱ ن	る
よ	う	に	思	わ	れ	る	•	し	か	し	`	高	地	ト	レ		=	ン	グ
-		4																	-

(53)

																		53	
に	よ	っ	て	平	地	帰	還	後	の	持	久	力	が	逆	に	低	下	す	る
ع	į,	う	理	由	の	_	つ	٤	し	て	,	Нс	t	値	の	増	מל		す
な	わ	ち	TŲT.	液	の	水	分	量	の	減	少	が	生	じ		lŲT.	液	の	粘
性	が	高	め	ら	れ	て	し	ま	う	2	٤	が	指	摘	さ	れ	て	11	る
本	研	究	で	は	`	Н	e t	値	も	ま	た	有	意	に	減	少	し	た	0
. つ	ま	Ŋ	\	高	酸	素	気	٨	レ		=	ン	グ	に	ょ	っ	て	生	じ
た	赤	吅	球	数	お	よ	び		H b	濃	度	の	減	少	は	lų l	液	の	水
分	量	が	増	加	し	た	た	め	か	も	U	れ	な	15	٥	2	の	よ	う
な	観	点	か	ら	見	れ	ば	`	高	酸	素	気	ト	ν	_	=	ン	グ	の
有	効	性	を	反	映	し	て	11	る	٤	も	考	え	ら	れ	る	0		
	し	か	し	,	本	研	究	で	得	ら	れ	た	TŲT	液	組	成	の	変	化
が	高	酸	素	気	١	ν			ン	グ	に	よ	る	も	の	で	あ	つ	た
か	سخ	う	か		あ	る	11	は	そ	う	で	あ	つ	た	ع	U	て	も	ح
れ	が	全	身	持	久	カ	の	改	善	に	ど	の	程	度	寄	与	し	て	15
る	の	か	は	明	ら	か	で	は	な	11	0	ے	の	点	に	っ	71	て	は
さ	ら	に	研	究	が	必	要	で	あ	ろ	う	0		:	<u> </u>				
	本	研	究	は	`	高	酸	素	気	ト	ν		=	ン	グ	の	有	効	性
を	明	ら	か	す	る	目	的	で	行	わ	れ	た	0	そ	の	結	果	`	乳
酸	閾	值	(LT	1)	ま	}	; d	ў р	e r	f o	r m	a n	се	に	は	E	常	気
١,	レ		=	ン	グ	٤	等	し	115	改	善	が	得	ら	れ		<u> </u>	ν	
																			_

(54)

																		54	
=	ン	グ	期	間	が	短	か	つ	た	に	も	か	か	わ	ら	ず		最	大
酸	素	摂	取	量	お	ょ	び	最	大	換	気	量	の	増	加	な	ら	び	に
ト	レ	_	=	ン	グ	中	の	心	拍	数	の	減	少	と	11	う	点	で	は
高	酸	素	気	ト	レ	_	=	ン	グ	の	方	に	有	意	に	高	٧٧	効	果
が	得	ら	れ	た	0	し	た	が	つ	て	`	髙	酸	素	気	١	レ		=
ン	グ	は	全	身	持	久	カ	の	向	上	の	た	め	の	۲	ν		=	ン
グ	اع	し	て		正	常	気	1	ν		=	ン	グ	以	上	に	有	効	で
あ	る	ح	結	論	さ	れ	る	0											
					and the second		and the second												
		. }		. !															
		and the second						-											
								1											
						1							<u>.</u>						
			· ·											-	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		<u> </u>		
																-			
																		:	
										<u> </u>									
<u>-</u>																			-
•																			-
•																			-
						···	******		·					/ W云	天 堂			/#(* \	

(55)

		 																55	
						第	6	章		結	論								
	正	常	気	h	レ		=	ン	グ	群	ぉ	よ	び	高	酸	素	戾		レ
-	=	ン	グ	群	の	両	群	に	ぉ	۱ ب	て	乳	酸	閾	値	(L T	1)
才	_	ル	ア	ウ	 	タ	1	ム	お	ょ	び	総	仕	事	量	で	13	ず	れ
も	有	意	な	改	善善	が	得	ら	れ	た	٥	l	か	し		最	大	酸	素
摂	取	量	お	よ	び	最	大	換	炱	量	の	増	加	な	ら	び	に	 -	レ
_	=	ン	グ	中	の	心	拍	数	の	減	少	に	関	U	て	は		高	酸
素	気	 	レ		=	ン	グ	群	の	み	有	意	な	効	果	が	認	め	ら
れ	た	0	し	た	が	つ	て		高	酸	素	気	 	ν	_		レン	グ	は
正	常	気	ト	レ	_	=	ン	グ	に	比	~"		全	身	持	久	力	の	
レ	_	=	ン	グ	٤	し	7	よ	ij	効	果	的	で	あ	る	٤	結	論	さ
れ	る	0								1000									
																-			-
												_							Table 10 To a management
				***************************************							The state of the s		-						
												,							
										ĺ							The second of		
																			,
																-			
										-							:		
												-							
																			-
•																			-
				:									÷				学月		

(56)

																		5.6	<u>) </u>
						第	7	章		要	約								
	1)本	研	究	の	目	的	は	高	酸	素	戾	 	ν		=	レ	グ	が
. 全	身	持	久	力	に	及	ぼ	す	効	果	を	明	ら	か	に	す	る	2	ح
で	あ	် ၁	た	o															
	2)日	常	規	則	的	な	持	久	性	の	 	V	_	=	ン	グ	を	行
つ	て	11	な	11	1 4	4 名	の	健	康	な	男	子	被	験	者	を	最	大	酸
素	摂	取	量	を	基	準	に	`	高	酸	素	気	1	レ		=	ン	グ	群
('n	7)	お	よ	び	正	常	気	١	ν		=	レ	グ	群	(n =	7
に	2	分	し	た	0														
	3)	高	酸	素	氖	ト	レ		=	ン	グ	群	の	 	レ	-	=	ン	グ
強	度	は	,	6 0) %	酸	素	気	吸	入	で	行	わ	れ	た	最	大	運	動
テ	ス	ト	か	ら	得	ら	れ	た	最	大	酸	素	摂	取	量	の	8 5	%	
正	常	気	ト	レ	-	=	ン	グ	群	の	強	度	は	`	空	気	呼	吸	で
行	わ	れ	た	最	大	運	動	テ	ス	 	か	ら	得	ら	れ	た	最	大	酸
素	摂	取	量	の	8 5	5 %	ح	し	た	•	4	レ	-	=	ン	グ	時	間	は
高	酸	素	気	 	ν		=	ン	グ	群	を	1 0	分	ح	し	\	両	群	の
仕	事	量	を	等	し	<	す	る	た	め	に	,	正	常	気	٢	レ		=
ン	グ	群	は	1 0	分	2 2	秒	か	ら	1 1	分	3 0	秒	ح	U	た	0	ま	た
١ ٦	ν		=	ン	グ	0)	頻	度	お	ょ	び	期	間	は	両	群	٤	も	週
3	回	お	ょ	び	4	週	間	で	あ	つ	た	•							
								·											

(57)

																		- 7	
4	}	高	酸	素	気	ŀ	ν		=	ン	グ	群	は	,	最	大	酸	素	摂
量		,	乳	酸	闏	値	(LI	1)	,	オ	_	ル	ア	ウ	1	タ	1
,		総	仕	事	量	,	お	ょ	び	最	大	換	気	量	が	4 5	. 7	9 ±	4.
ml	/	kg	分	か	ら	5 () . (9 ±	4.	6 1	nl /	kg ·	分,	1 9	. 7	± 2	. 7	nl /	kg •
か		ら	2 4	. 3	± 4	. 0) ml /	kg ·	分,	1 8	分 7	秒士	1 分	2 3	Ð	か	ら	1 9	分 5
±	1	} 5	2 🏚	, 1	2,	9 7	8 ±	2,	0 7	5 k	p m	か	ら	1 6	, 0	2 0	± 3	, 0	8 8
m		お	ょ	び	1 1	8.	0 ±	1 3	. 0	l /	分	か	ら	1 3	3.	0 ±	1 8	. 0	l /
ま		で	,	そ	れ	ぞ	れ	有	意	に	増	加	し	た	0	ま	た	`	
_	<u> </u>	=	ン	グ	中	の	心	拍	数	が	有	意	に	減	少	し	た	0	
5)]	E	常	気	 	レ		=	ン	グ	群	は	•	乳	酸	閾	値	(LT
)	,		オ		ル	ア	ゥ	١	タ	1	ム	お	ょ	び	総	仕	事	量	が
• !	6 =	4	. 3	ml /	kg	分末)	5 2	3.	0 ±	4 .	5 nd	/ kg	• 分	,	1 7	分 1	8 %	± 1
7	()	か	ら	1 9	分 7	秒士	1分	5 3	秒步	6	: 7	۴ 1	1 ,	7 9	2 ±	2,	4 3	2 k	p m
ら	1	4	, 8	5 3	± 3	, 1	7 6	k p	m	ま	で	`	そ	れ			有	意	に
加			た	0	し	か	し	\	最	大	酸	素	摂	取	量	,	最	大	换
量	č	b	よ	Q,	1	レ	_		ン	グ	中	の	心	拍	数	に	は	有	意
変	1	٤	は	認	め	5	れ	な	か	っ	た	0	:	-					
6	Ţ	以	上	の	結	果	か	ら	\	高	酸	素	気	ト	ν	_	=	ン	グ
`	ī	E	常	気	4	ν		=	ン	グ	ょ	ŋ	も	全	身	持	久	カ	を
善		3	世	る	の	に	効	果	的	で	あ	る	٤	結	論	3	れ	た	•
																			-
																			_
																			_
	量, 11 か ± m ま - 5) . 7 ら 加 量 変 6 、	量 , m か ± 1 m ま - 5) 6 7 ら 加 量 変 イ 6 、 1	量 , 総 な か か か か か か か か か か か か か か か か か か	量 , 乳 (量 , 乳 酸 , 総 仕 事	量 , 乳酸 闘 , 総 仕 事 量 か ら か ら 2 4 . 3 ± 4 ± 1 か 5 2 秒 , 1 2 , m お で 、 そ が 1 1 ま で 、 ア が 気 ト か ら 1 9 分 7 ら 1 4 , 8 5 3 ± 3 か ら 1	量 , 乳 酸 閾 値 , 総 仕 事 量 , ル/ kg か か ら 5 の か ら 2 4 . 3 ± 4 . 0 ± 1 か 5 2 秒 , 1 2 , 9 7 m お よ び 1 1 8 8 . ま で 、 そ れ ぞ ー ニ ン グ 中 の 5) 正 常 気 ト レ う 1 4 , 8 5 3 ± 3 , 1 加 と た 。 し か 量 お よ び ト レ 変 化 は 認 め ら 6) 以 上 の 結 果	量 、 乳 酸 閾 値 (, 総 仕 事 量 、 お	量 , 乳酸關値(LT , 総 仕 事 量 , お よ nd/kg か から50.09 = から24.3±4.0 nd/kg・ ±1か52秒、12、978±2、 m および118.0±13 まで、それぞれ有 - ニング中の心拍 5)正常気トレーニ) , オールアウト . 6±4.3 nd/kg かから2 7秒から19分7秒±1分53 ら14、853±3、176kp 加した。しかし、 量およびトレーニ 変化は認められな 6)以上の結果から 、正常気トレーニ 善変化なるのに効果	量 , 乳酸 閾値 (LT1 , 総 仕 事 量 , お よ び 11 / kg か から 5 0 . 0 9 ± 4 . から 2 4 . 3 ± 4 . 0 ml / kg か, ± 1 か 5 2 秒 , 1 2 , 9 7 8 ± 2 , 0 7 m および 1 1 8 . 0 ± 1 3 . 0 まで、それぞれ有意 - ニング中の心 拍数 5)正常気トレーニン) , オールアウトタ . 6 ± 4 . 3 ml / kg 分から 2 3 . 7 秒から 1 9 分 7 秒 ± 1 分 5 3 秒 数 ら 1 4 , 8 5 3 ± 3 , 1 7 6 kpm 加 した。 しかし、最 量 およびトレーニン 変化は認められなか 6 以上の結果から、 正常気トレーニン 善きさせるのに効果的	量 , 乳酸 閾値 (LT1) , 総 仕事量 , および最	量 、 乳酸 闕 値 (LT1 1) 、 、 総 仕 事 量 、 お よ び 最 大	量 、 乳酸 閾値 (LT1) 、 オ 、 総 仕 事 量 、 お よ び 最 大 換 m l / k か ら 5 0 . 0 9 ± 4 . 6 1 m l / kg · か ら 2 4 . 3 ± 4 . 0 m l / k か , 1 8 分 7 秒 ± ± 1 か 5 2 秒 , 2 , 9 7 8 ± 2 , 0 7 5 k p m か m お よ び 1 ± 8 . 0 ± 1 3 . 0 k / か か ま で 、 そ れ ぞ れ 有 意 に 増 加 ー ニ ン グ 中 の 心 拍 数 が 有 意 5) 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ 群 は) 、 オ ー ル ア ウ ト タ イ ム お . 6 ± 4 . 3 m l / kg · 分 か ら 2 3 . 0 ± 4 . 5 m 7 秒 か ら 1 9 分 7 秒 ± 1 分 5 3 秒 お よ び 1 ら 1 4 、 8 5 3 ± 3 、 1 7 6 k p m ま で 、 加 し た 。 し か し 、 最 大 酸 素 量 お よ び ト レ ー ニ ン グ 中 の 変 化 は 認 め ら れ な か っ た 。 6 〉 以 上 の 結 果 か ら 、 高 酸 素 、 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ よ り 善 さ せ る の に 効 果 的 で あ る	量 , 乳酸 閾 値 (LT1)) , オー , 総 仕 事 量 , お よ び 最 大 換 気 *** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** *	量 , 乳 酸 閾 値 (LT1) , オール , 総 仕 事 量 , および 最 大 換 気 量 ml/ky か から 5 0 . 0 9 ‡ 4 . 6 1 ml/ky 分 , 1 9 から 2 4 . 3 ± 4 . 0 ml/ky 分 , 1 8 か 7 岁 ± 1 分 2 3 ± 1 か 5 2 秒 . 2 . 9 7 8 ± 2 . 0 7 5 k p m か ら 1 6 m および 1 1 8 . 0 ± 1 3 . 0 l / 分 か ら 1 3 まで、それぞれ有意に増加した ーニング中の心拍数が有意に減 5) 正常気トレーニング群は、乳) , オールアウトタイムおよび . 6 ± 4 . 3 ml/ky 分から 2 3 . 0 ± 4 . 5 ml/ky 分 7 秒から 1 9 分 7 秒 ± 1 分 5 3 秒および 1 1 , 7 9 ら 1 4 , 8 5 3 ± 3 , 1 7 6 k p m まで、それ 加した。しかし、最大酸素摂取 量およびトレーニング中の心拍 変化は認められなかった。 6) 以上の結果から、高酸素気ト 、正常気トレーニングよりも全 善させるのに効果的であると結	最 , 乳酸 閾値 (L 1 1) , オ ー ル ア , 総 仕 事 量 , お よ び 最 大 換 気 量 が は / ほ 舟 か ら 5 0 . 0 9 ± 4 . 6 1 は / ほ 分 , 1 9 . 7 か ら 2 4 . 3 ± 4 . 0 は / ほ 分 , 1 8 分 7 秒 ± 1 分 2 3 秒 ± 1 分 5 2 秒 , 2 , 9 7 8 ± 2 , 0 7 5 k p m か ら 1 6 , 0 m お よ び 1 1 8 . 0 ± 1 3 . 0 £ / 分 か ら 1 3 3 . ま で 、 そ れ ぞ れ 有 意 に 増 加 し た 。 ー ニ ン グ 中 の 心 拍 数 が 有 意 に 減 少 5 〉 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ 群 は 、 乳 酸 . 6 ± 4 . 3 は / ㎏ 分か ら 2 3 . 0 ± 4 . 5 は / ㎏ ・分 , 7 秒 か ら 1 9 分 7 秒 ± 1 分 5 3 秒 お よ び 1 1 , 7 9 2 ± ら 1 4 , 8 5 3 ± 3 , 1 7 6 k p m ま で 、 そ れ ぞ 加 し た 。 し か し 、 最 大 酸 素 摂 取 量 量 お よ び ト レ ー ニ ン グ 中 の 心 拍 数 変 化 は 認 め ら れ な か っ た 。 6 〉 以 上 の 結 果 か ら 、 高 酸 素 気 ト レ 、 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ よ り も 全 身 善さ せ る の に 効 果 的 で あ る と 結 論	量 、 乳酸 閾値 (LT1) 、 オール アウ . 総 仕事量 、 および 最 大 換 気量 が 45 si / si 分 から 5 0 . 0 9 t 4 . 6 1 si / si 分 . 1 9 . 7 t 2 から 2 4 . 3 t 4 . 0 si / si 分 . 1 8 h 7 b t 1 h 2 3 b か t 1 か 5 2 b . 1 2 . 9 7 8 t 2 . 0 7 5 k p m から 1 6 , 0 2 0 m および 1 1 8 . 0 t 1 3 . 0 s / h から 1 3 3 . 0 t まで、それぞれ有意に増加した。ま ーニング中の心拍数が有意に減少し 5) 正常気トレーニング群は、乳酸陽) 、オールアウトタイムおよび総仕 . 6 t 4 . 3 si / si 分から 2 3 . 0 t 4 . 5 si / si 分 , 17 7 # から 1 9 h 7 b t 1 h 5 3 b および 1 1 , 7 9 2 t 2 , ら 1 4 , 8 5 3 t 3 , 1 7 6 k p m まで、それぞれ 加した。しかし、最大酸素摂取量、 量およびトレーニング中の心拍数に 変化は認められなかった。 6) 以上の結果から、高酸素気トレー 、正常気トレーニングよりも全身持 善させるのに効果的であると結論さ	4 高 酸 素 気 ト レ ー ニ ン グ 群 は 、 最 大 酸 量 、 乳 酸 関 値 (LT 1) 、 オ ー ル ア ウト , 総 仕 事 量 、 お よ び 最 大 換 気 量 が 4 5 . 7 は k 分 から 5 0 . 0 9 ± 4 . 6 1 は / k . 分 . 1 9 . 7 ± 2 . 7 か ら 2 4 . 3 ± 4 . 0 は / k . 分 . 1 8 分 7 き ± 1 分 2 3 き か ら ± 1 分 3 2 き . 2 . 9 7 8 ± 2 . 0 7 5 k p m か ら 1 6 . 0 2 0 ± 3 m お よ び 1 1 8 . 0 ± 1 3 . 0 ± 1 分 . か ら 1 3 3 . 0 ± 1 8 ま で 、 そ れ ぞ れ 有 意 に 増 加 し た 。 ま た 一 ニ ン グ 中 の 心 拍 数 が 有 意 に 波 少 し た 5) 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ 群 は 、 乳 酸 関 値) , オ ー ル ア ウ ト タ イ ム お よ び 総 仕 事 . 6 ± 4 . 3 は / k . 分 か ら 2 3 . 0 ± 4 . 5 は / k . 分 , 1 7 9 2 ± 2 . 4 3 ら 1 4 . 8 5 3 ± 3 . 1 7 6 k p m ま で 、 そ れ ぞ れ 有 加 し た 。 し か し 、 最 大 酸 素 摂 取 量 、 最 量 お よ び ト レ ー ニ ン グ 中 の 心 拍 数 に は 変 化 は 認 め ら れ な か っ た 。 6) 以 上 の 結 果 か ら 、 高 酸 素 気 ト レ ー ニ 、 正 常 気 ト レ ー ニ ン グ よ り も 全 身 持 久 善 さ せ る の に 効 果 的 で あ る と 結 論 さ れ	量 、 乳酸 關 値 (LT 1) 、 オールアウトタ 、総 仕事量、および最大換気量が 45.79± は/k かから50.09±4.61以k・分、19.7±2.7以から24.3±4.0以/k 分、18分7±11分23歩から19 ± 1 分 \$ 2 \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$

(58)

			-															58	
							謝		辞										
	擱	筆	に	当	り	\ <u>.</u>	数	々	の	御	配	慮	お	よ	び	御	助	言	下
8	11	ま	し	た	運	動	生	理	学	研	究	室	の	形	本	静	夫	,	高
岡	郁	夫	な	ら	び	に	堀	田	昇	先	生	に	深	<	感	謝	の	意	を
表	し	ま	す	0.															
	ま	た	, ;	被	験	者	ع	し	て	心	よ	<	御	協	力	U	て	下	さ
11	ま	し	た	皆	3	ん	に	対	し	厚	<	御	礼	申	し	上	げ	ま	す
									THE STATE OF LABOR AND ADDRESS OF THE STATE										
								-										,	
									-										
			.										-						
						THE RESERVE OF THE PARTY OF THE													
					·						and the second s								
				***************************************			and the second						10 mg	and an analysis of the state of					
		-		444					Composite in Compo		and the second	## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ##		1					
									_					* "					-
																			-
																			_
												······································		(順					

引用文献

- 1) Adams, R. P. and H. G. Welch: Oxygen uptake, acid-base status, and performance with varied oxygen fractions. <u>J. Appl. Physiol. 49</u>: 863-868(1980)
- 2) Adams, R. P., P. A. Cashman and J. C. Young: Effect of hyperoxia on substrate utilization during intense submaximal exercise.

 J. Appl. Physiol. 61:523-529(1986)
- 3) 青木純一郎:環境とスポーツ. <u>J. J. Sports Sci</u>. <u>6</u>:2(1987)
- 4) 浅田 浩二:活性酸素の生物に対する作用、代謝 15:1277-1285(1978)
- 5) 朝比奈一男,阿久津邦男,青木純一郎,猪飼 道夫,池上 晴夫,小川 新吉,勝田 茂,喜多 弘,杉本 良一,高瀬 厳, 塚越 克巳,中西 光雄,中川 功哉,春山 国広,馬場先惠美子,三宅 章介,横掘 栄:低酸素気トレーニングの研究報告.スポーツ科学研究委員会、研究報告集,pp.1-15(1964)
- 6) Asmussen, E. and M. Nielsen: The cardiac output in rest and work at low and high oxygen pressures. Acta Physiol. Scand. 35:72-83(1955)
- 7) Banister, E. W., J. E. Tawnton, T. Patrick, P. Oforsagd and W. R. Duncan: Effect of oxygen at high pressure at rest and during severe exercise. Respiration Physiol. 10:74-84(1970)
- 8) Bannister, R. G. and D. J. C. Cunningham: The effects on the respiration and performance during exercise of adding oxygen to the inspired air. J. Physiol. 125:118-137(1954)
- 9) Briggs, H.: Physical exercise, fitness and breathing.

 J. Physiol. 54:292-318(1920)
- 10) Busukirk, E. K., J. Kollias, R. F. Akers, E. K. Prokop and E. P. Reategui: Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. <u>J. Appl. Physiol.</u> <u>23</u>: 256-266(1967)

- 11) Byrnes, W. C. and J. P. Mullin: Metabolic effects of breathing hyperoxic gas mixtures during heavy exercise. <u>Int. J. Sports</u>
 Med. 2:236-239(1981)
- 12) Byrnes, W. C., P. M. Mihevic, P. S. Freedson and S. M. Horvath:

 Submaximal exercise quantified as percent of normoxic and hyperoxic maximum oxygen uptakes. Med. Sci. Sports Exerc. 16: 572-577 (1984)
- 13) Byrd, R. J. and S. M. Horvath: Cardiovascular and ventilatory responses to exercise breathing 100 per cent oxygen.

 Int. Z. angew. Physiol. 28:263-268(1970)
- 14) Christensen, E. H., A. Krogh and J. Lindhard: Investigations on heavy muscular work. Q. Bull. Hlth. Org. Leeague Nat. 3:388-417 (1934)
- 15) Cook, J. C.: Work capacity in hyperbaric environments without hyperoxia. Aerospace Med. 41:1133-1135(1970)
- 16) Cooper, B.: Take the low road? Triathlete Sept.: 20-21(1986)
- 17) Corbucci, G. G., G. Montanari, M. B. Cooper, D. A. Jones and R. H. T. Edwards: The effect of exertion on mitochondorial oxidative capacity and on some antioxidant mechanisms in muscle from marathon runners. Int. J. Sports Med. 5:135-134 (1984)
- 18) Cunningham, D. A.: Effects of breathing high concentrations of oxygen on treadmill performance. Res. Quart. 37:491-494 (1966)
- 19) Davies, C. T. M. and A. J. Sargeant: Physiological responses to one-and two-leg exercise breathing air and 45% oxygen.

 J. Appl. Physiol. 36:142-148(1974)

- 20) Dempsey, J. A., P. E. Hansen, C. Pegelow and A. Claremont:Limitations to exercise capacity and endurance:pulmonary system.

 Can. J. Appl. Sports Sci. 7:4-13(1982)
- 21) Dolezal, V.: The effect of longlasting oxygen inhalation upon respiratory parameters in man. Physiol.Bohemoslov.11: 149-158(1962)
- 22) Douglas, C. G. and J. S. Haldane: The effects of previous forced breathing and oxygen inhalation on the distress caused by muscular work. <u>J. Physiol.</u> <u>39</u>:i-iv(1909-1910)
- 23) Ekblom, B., R. Huot, E. M. Stein and A. T. Thorstensson: Effect of changes in arterial oxygen content on circulation and physical performance. J. Appl. Physiol. 39:71-75(1975)
- 24) Fagraeus, L., J. Karlsson, D. Linnarsson and B. Saltin:Oxygen uptake during maximal work at lowered and raised ambient air pressures. Acta Physiol. Scand. 87:411-421(1973)
- 25) Fagraeus, L., C. M. Hesser and D. Linnarsson: Cardiorespiratory responses to graded exercise at increased ambient air pressure. Acta Physiol. Scand. 91:259-274(1974)
- 26) Fagraeus, L.: Maximal work performance at raised air and helium-oxygen pressures. <u>Acta Physiol. Scand. 91</u>: 545-556 (1974)
- 27) Fagraeus, L.: Cardiorespiratory and metabolic functions during exercise in the hyperbaric environment. Acta physiol.

 Scand. 83: Suppl. 414:1-40(1974)
- 28) Furusawa, K.: Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen. Part X. The oxygen intake during exercise with breathing mixtures rich in oxygen. Proc. R. Soc. Lond. (Biol.) 98:287-289(1925)

- 29) Gautier, H., D. Maillard, J. Vincent and D. Zaoui: Gas exchange during exercise in normoxia. <u>Respiration Physiol.</u> <u>33</u>:199-211 (1978)
- 30) Hesse, B., I.-L. Kanstrup, N. J. Christensen, T. Ingemann-Hansen, J. F. Hansen, J. Halkjær-Kristensen and F. B. Petersen: Reduced norepinephrine response to dynamic exercise in human subjets during O₂ breathing. <u>J. Appl. Physiol.</u> <u>51</u>:176-178 (1981)
- 31) Hill, A. V., C. N. H. Long and H. Lupton: Muscular Exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. Part VII. Muscular exercise and oxygen intake. Proc. R. Soc. Lond.
 (Biol.) 97:155-167(1924)
- 32) Hill, L. and M. Flack: The influence of oxygen on athletes.

 J. Physiol. 38:xxviii-xxxvi(1909)
- 33) Hill, L. and M. Flack: The influence of oxygen inhalations on muscular work. J. Physiol. 40:347-372 (1910)
- 34) Hogan, M. C., R. H. Cox and H. G. Welch: Lactate accumulation during incremental exercise with varied inspired oxygen fractions. J. Appl. Physiol. 55:1134-1140(1983)
- 35) Hogan, M. C. and H. G. Welch: Effect of varied lactate levels on bicycle ergometer performance. <u>J. Appl. Physiol. 57</u>:507-513 (1984)
- 36) Hollmann, W. and H. Liesen: The influence of hypoxia and hyperoxia training in a laboratory on the cardiopulmonal capacity., Limiting factor in physical performance. In J. Keul, ed., Georg Thieme Verlag: Stuttgart, pp. 213-218(1973)

63

- 37) Howley, E. T., R. H. Cox, H. G. Welch and R. P. Adams: Effect of hyperoxia on metabolic and catecholamine responses to prolonged exercise. <u>J. Appl. Physiol.</u> <u>54</u>:59-63(1983)
- 38) Hughes, R. L., M. Clode, R. H. T. Edwards, T. J. Goodwin and N. L. Jones: Effect of inspired O₂ on cardiopulmonary and metabolic responses to exercise in man. <u>J. Appl. Physiol.</u> <u>24</u>: 336-347(1968)
- 39) Kaijser, L.:Limiting factors for aerobic muscle performance. <u>Acta Physiol. Scand.</u> 79 Suppl. 346:1-96(1970)
- 40) 北上 茂樹, 鈴木 チヨ:乳酸の酵素的測定法。 臨床検査 10:631-634(1966)
- 41) Kozlowski, S., B. Rasmussen and W. G. Wilkof: The effect of high oxygen tensions on ventilation during severe exercise. Acta physiol. scand. 81:385-395(1971)
- 42) 黒島 晨汎:環境生理学,第1版,理工学社:東京,PP.86-121(1981)
- 43) Levison, H. and R. M. Cherniack: Ventiratory cost of exercise in chronic obstructive pulmonary disease. <u>J. Appl. Physiol. 25</u>: 21-27(1968)
- 44) Linnarsson, D., J. Karlsson, L. Farraeus and B. Saltin: Muscle metabolites and oxygen deficit with exercise in hypoxia and hyperoxia. J. Appl. Physiol. 36:399-402(1974)
- 45) Lovin, R., W. Cottle, I. Pyke, M. Kavanagh and A. V. Belcastro: Are indices of free radical damage related to exercise intensity. Eur. J. Appl. Physiol. <u>56</u>:313-316(1987)
- 46) Ludin, G. and G. Ström: The concentration of blood lactic acid in man during muscular work in relation to the partial pressure of oxygen of the inspired air. Acta Physiol. Scand. 13:253-266(1974)

- 47) Margaria, R., P. Cerretelli, S. Marchi and L. Rossi: Maximum exercise in oxygen. Int. Z. angew. Physiol. <u>18</u>:465-467(1961)
- 48) Margaria, R., E. Camporesi, P. Aghemo and G. Sassi: The effect of O₂ breathing on maximal aerobic power. <u>Pflügers Arch.</u> <u>336</u>: 225-235(1972)
- 49) McArdle, W. D., F. I. Katch and G. S. Pechar: Comparison of continuous and discontinuous treadmill and bicycle tests for max Vo₂. Med. Sci. Sports <u>5</u>:156-160(1973)
- 50) Michel, E. L., R. W. Langevin and C. F. Gell: Effect of continuous human exposure to oxygen tension of 418 mmHg for 168 hours.

 Aerospace Med. 31:128-144(1960)
- 51) Miller, A. T., H. L. Perdue, E. L. Teague and J. S. Ferebee: Influence of oxygen administration on cardiovascular function during exercise and recovery. J. Appl. Physiol. 5:165-168(1952)
- 52) 三浦 豊彦:新労働衛生ハンドブック,第1版,労働科学研究所:東京, p. 352(1974)
- 53) Morris, A. F.: Oxygen.: Ergogenic aids in sports. In Williams, M. H., ed., Human Kinetics Publishers: Illinois, pp. 187-201(1983)
- 54) Murphy, P.: Pure oxygen doesn't help athletes recover.

 Phys. Sportsmed. 14:31(1986) 以明用
- 55) Nielsen, M. and O. Hansen: Maximal Körperliche Arbeit bei Atmung O₂-reicher Luft. <u>Skand. Arch. Physiol.</u> 76:37-59(1937)
- Noguchi, H, Y. Ogushi, I. Yoshiya, N. Itakura and H. Yamabayashi:

 Breath-by-breath Vco₂ and Vo₂ require compensation for

 transport delay and dynamic response. <u>J. Appl. Physiol.</u> <u>52</u>:

 79-84(1982)
- 57) 小川 新吉,勝田 茂,坪井 実,田中 保子:低酸素環境下における酸素吸入の効果に関する研究。 東京教育大学体育学 部スポーツ研究所報 5:17-29(1967)

- 58) Otis, A. B., W. O. Fenn and H. Rahn: Mechanics of breathing in man. J. Appl. Physiol. 2:592-607(1950)
- 59) Pirnay, F., R. Marechal, R. Dujardin, M. Lamy, R. Deroanne, and J. M. Petit: Exercise during hyperoxia and hyperbaric oxygenation. <u>Int. Z. angew. Physiol.</u> <u>31</u>:259-268(1973)
- 60) Prehn, T.: The lowdown on altitude training: Can training below sea level elevate your performance? <u>Bicycling</u> Aug.: 42-48(1986) 以引用
- 61) Scholander, P. F.: Analyzer for accurate estimation of respiratory gases in one-half cubic centimater samples.

 J. Biol. Chem. 167:235-250(1947)
- 62) 島岡 清:トレーニング法の開発, Iハイポキシックトレーニング: 体力トレーニング, 運動生理学的基礎と応用, 宮村実晴・ 矢部京之助, 編集, 第1版, 真興交易出版部: 東京, pp. 386-404(1986)
- 63) Simon, J., B. Gutin, J. L. Young and D. L. Blood:Lactate accumulation during constant-load work just below and just above the anaerobic and respiratory compensation thresholds.

 Med. Sci. Sports Exerc. 12:126(1980)
- 64) Smith, G.: Oxygen toxicity., General anaesthesia, In T. C. Gray, J. F. Nunn and J. E. Utting, 4th ed., vol. 1, sect. 28, Butterworths: London, pp. 551-571(1980)
- 65) Smith, G. and T. G. Shields: Oxygen toxicity. Pharmac.Therap.B.
 <a href="https://doi.org/10.1001/j.j.gov/10.1001/j.gov
- 66) Smith, M. H. and B. J. Sharkey: Altitude training: Who benefits?

 Phys. Sportsmed. 12:48-62(1984)
- 67) 杉本 良一:スポーツと酸素., 医学の動向, 第26集, スポーツ医学, 金原出版:東京, pp. 165-191 (1959)
- 68) 玉木 伸和,石河 利寬:鍛練者および非鍛練者の運動中の呼吸筋の酸素消費量。 <u>体力科学</u> <u>25</u>:78-84(1976)

- 69) Tounton, J. E., E. W. Banister, T. R. Patrick, P. Oforsagd and W. R. Duncan: Physical workcapacity in hyperbaric environments and conditions of hyperoxia. J. Appl. Physiol. 28:421-427(1970)
- 70) Taylor, D.: Training low is the way to go. <u>Colo. Engineer</u>
 Summer: 3(1986) 以引用
- 71) Van De Water, J. M., K. S. Kagey, I. T. Miller, D. A. Parker,
 N. E. O'Connor, J. -M. Sheh, J. D. MacAathur, R. M. Zollinger and
 F. D. Moor: Response of the lung to six to 12 hours of 100 per
 cent oxygen inhalation in normal man. New Eng. J. Med. 283:
 621-626(1970)
- 72) Viinkka, L., Jvuori and O. Ylikorkala: lipid peroxides, prostacyclin, and thromboxane A₂ in runners during acute exercise. Med. Sci. Sports Exerc. <u>16</u>:275-277(1984)
- 73) 渡辺 厳一: 気圧環境.,基礎環境衛生学,増補版、朝倉書店:東京,pp. 53-67(1986) より引用
- 74) Welch, H. G., J. P. Mullin, G. D. Wilson, and J. Lewis: Effects of breathing O₂-enriched gas mixtures on metabolic rate during exercise. Med. Sci. Sports 6:26-32(1974)
- 75) Welch, H. G., F. Bonde-petersen, T. Graham, K. Klausen and
 N. Secher: Effects of hyperoxia on leg blood flow and
 metabolism during exrecise. J. Appl. Physiol. 42:385-390(1977)
- 76) Welch, H. G. and P. K. Pedersen: Measurement of metabolic rate in hyperoxia. J. Appl. Physiol. 51:725-731(1981)
- 77) Welch, H. G.: Hyperoxia and human performance: a brief review Med. Sci. Sports Exerc. 14:253-262(1982)

- 78) Welch, H. G.: Effects of hypoxia and hyperoxia on human performance., Exercise and sport sciences reviews, vol. 15, In Pandolf, K. B., ed., Macmillan Publishing Company: New York, pp. 191-221 (1987)
- 79) Weltman, A., V. Katch and S. Sady: Effects of increasing oxygen availabilty on bicycle ergometer endurance performance.

 <u>Ergonomics</u> 21:427-438(1978)
- 80) Williams, J. H., S. K. Powers and M. K. Stuart: Hemoglobin desaturation in highly trained athletes during heavy exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 18:168-173(1986)
- 81) Wilson, B. A., H. G. Welch and J. N. Liles: Effects of hyperoxic gas mixtures on energy metabolism during prolonged work.

 J. Appl. Physiol. 39:267-271 (1975)
- 82) Wilson, G. D. and H. G. Welch: Effects of hyperoxic gas mixtures on exercise tolerance in man. Med. Sci. Sports 7: 48-52(1975)
- 83) Wilson, G. and H. G. Welch: Effects of varying concentrations of N₂/O₂ and He/O₂ on exercise tolerance in man. Med. Sci.

 Sports Exerc. 12:380-384(1980)
- 84) Wyndham, C. H., N. B. Strydom, A. J. Van Rensburg and G. G. Rogers: Effects on maximal oxygen intake of acute changes in altitude in a deep mine. J. Appl. Physiol. 29:552-555(1970)
- 85) Yamaji, K., Y. Nishida, K. Kitamura and K. Arisawa: Effects of breathing high concentrations of oxygen on PWC₁₇₀. <u>J. Sports Med.</u> <u>25</u>:1-4(1985)
- 86) 山村 秀夫,海藤 薫:酸素中毒。代謝 <u>17</u>:1741-1751(1980)

- 87) 安田 好文,宮村 実晴:全身持久力のトレーニング,現代体育スポーツ大系 第8巻 トレーニングの科学,浅見 俊雄,宮下 充正,渡辺 融,編,講談社:東京,pp.76-108(1984)
- 88) Yoshiya, I., T. Nakajima, I. Nagai and S. Jitsukawa: A bidirectional respiratory flowmeter using the hot-wire principle.

 J. Appl. Physiol. 38:360-365(1975)
- 89) Yoshiya, I., Y. Simada and K. Tanaka: Evaluation of a hot-wire respiratory flowmeter for clinical applicability. <u>J. Appl.</u>

 <u>Physiol.</u> <u>47</u>:1131-1135(1979)

69

The effect of hyperoxic training on endurance capacity and performance

Koji SUGIYAMA

Summary

- 1) The purpose of the present study was to evidence if hyperoxic training would be more effective on endurance capacity and performance more than normoxic training.
- 2) Participated fourteen male students as subjects who had not been performing any regular endurance training. They were divided into two groups on the basis of their Vo₂max; one engaged in a hyperoxic training and another a normoxic.
- 3) Training intensity of the hyperoxic training group was 85% of Vo₂max obtained at maximal exercise test performed breathing gas mixture of 60%O₂ in N₂. That of the normoxic was 85% of Vo₂max obtained breathing room air. Duration of daily training of the former was 10min, and that of the latter was 10min 22sec to 11min 30sec; thus both work was equal. Frequency and period were 3days/week and 4weeks, respectively.
- 4) \dot{V}_{02} max, Lactate threshold(LT1), all-out time, total work and \dot{V}_{E} max in the hyperoxic training group were significantly improved from 45.79±4.36 m/g·min to 50.09±4.61 m/g·min, 19.7±2.7 m/g·min to 24.3±4.0 m/g·min, 18 min7sec±1 min23sec to 19 min58 sec±1 min52 sec, 12,978±2,075 kpm to 16,020±3,088 kpm and 118.0±13.0 m/min to 133.0±18.0 m/min, respectively. In addition, heart rate during training was significantly decreased.
- 5) Lactate threshold(LT1), all-out time and total work in the normoxic were significantly improved from 19.6 \pm 4.3 $\frac{1}{2}$ /k·min to 23.0 \pm 4.5 $\frac{1}{2}$ /k·min, 17min18sec \pm 1min37sec to 19min7sec \pm 1min53sec and 11,792 \pm 2,432kpm to 14,853 \pm 3,176kpm, respectively. But, \mathring{V}_{02} max and \mathring{V}_{E} max and heart rate during training were not significantly improved.
- 6) From those results, it was concluded that hyperoxic training would be more useful to improve the endurance capacity and performance than normoxic training.

Table 1. Physical characteristics of the subjects.

		Age	Stature	Weight	
Subject		y r	cm	kg	
Norma	xic trai	ining group			
N	Α	19	173.4	71.8	
M	I	23	182.7	77.3	
T	N	23	163.1	62.3	
N	S	21	165.8	54.7	
K	S	19	167.1	69.0	
M	0	19	169.7	63.7	
Н	W	21	166.8	54.1	
Mean		21	169.8	64.7	
S	D	2	6.1	8.0	
Hyper	oxic tra	ining group	p		
K	Ka	24	173.4	59.8	
Н	K	24	170.4	62.6	
K	Кi	21	169.2	66.2	
Н	M	23	166.7	65.2	
Y	0	20	173.0	63.0	
K	Si	21	175.0	79.7	
Н	T	23	163.1	65.2	
Me	an	22	170.1	66.0	
S	D	1	3.9	6.0	

Table 2. Maximal oxygen uptake($\dot{V}o_2max$), heart rate(HRmax) and ventilation (\dot{V}_Emax)obtained while breathing room air or $60\%0_2$ gas mixture.

Subject		Vo₂max		HRmax		V _∈ max	
		ml/kg·	mın	beats/min		l/min	
		room air	60%02	room air	60%0 ₂	room air	60%02
N A	A	36.20	35.51	153	153	87.3	59.7
M I	I	39.70	46.10	188	192	107.9	98.9
T I	N	48.19	52.40	182	200	121.3	129.4
N S	S	51.96	59.00	196	194	122.0	106.5
K S	S	49.54	56.80	191	184	139.5	124.7
M (0	52.65	62.90	186	188	107.6	94.2
H V	W	46.52	56.24	194	191	90.6	88.1
K F	Ka	46.11	62.72	180	186	115.2	116.5
H F	X	38.77	48.65	175	164	92.8	88.9
K K	Κi	46.58	51.80	162	165	120.0	125.4
H M	ľ	54.65	60.54	184	186	140.2	139.6
Y ()	45.18	51.60	183	186	118.6	108.7
K S	Si	43.74	51.91	196	200	122.9	114.0
Н Т	[45.47	51.15	189	188	116.8	111.4
Mean	1	46.09	53.38***	183	184	114.5	107.5*
SD	·	5.12	7.01	12	13	15.5	_19.9

* :p<0.05

*** :p<0.001

Table 4. v_{02} max, HRmax and v_{E} max obtained through performed the maximal exercise tests before and after training while breathing room air.

Subject		∛o₂max ml/kg·min		HRmax beats/min		V _∈ max 1/min	
Normo	xic tr	aining gr	oup				
N	A	36.20	37.99	153	162	87.3	85.1
M	I	39.70	42.40	188	191	107.9	119.4
T	N ,	48.19	51.25	182	188	121.3	122.0
S	N	51.96	50.43	196	196	122.0	124.0
K	S	49.54	54.17	191	186	139.5	146.0
Н	W	46.52	48.07	194	191	90.6	95.3
Me	an	47.02	47.39	184	186	111.0	115.0
S	D	7.67	5.54	15	11	18.0	20.0
lyper	oxic t	raining g	roup				
K	Ka	46.11	49.17	180	178	115.2	126.3
Н	K	38.77	43.95	175	180	92.8	102.8
K	Ki	46.58	54.79	162	173	120.0	155.0
Н	M	54.65	57.10	184	189	140.2	142.7
Y	0	45.18	52.20	183	186	118.6	158.6
K	Si	43.74	44.30	196	200	122.9	126.2
Н	T	45.45	49.19	189	189	116.8	125.2
Me	an	45.79	50.09**	181	185	118.0	133.0
S	D	4.36	4.61	10	8	13.0	18.0

*:p<0.05

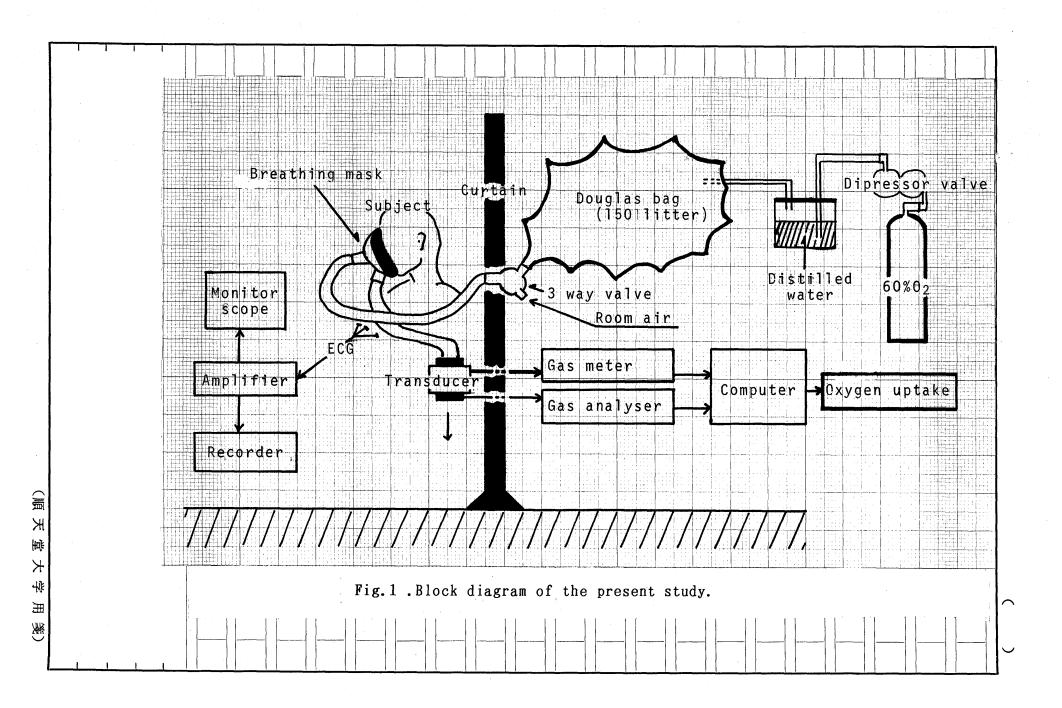
**:p<0.01

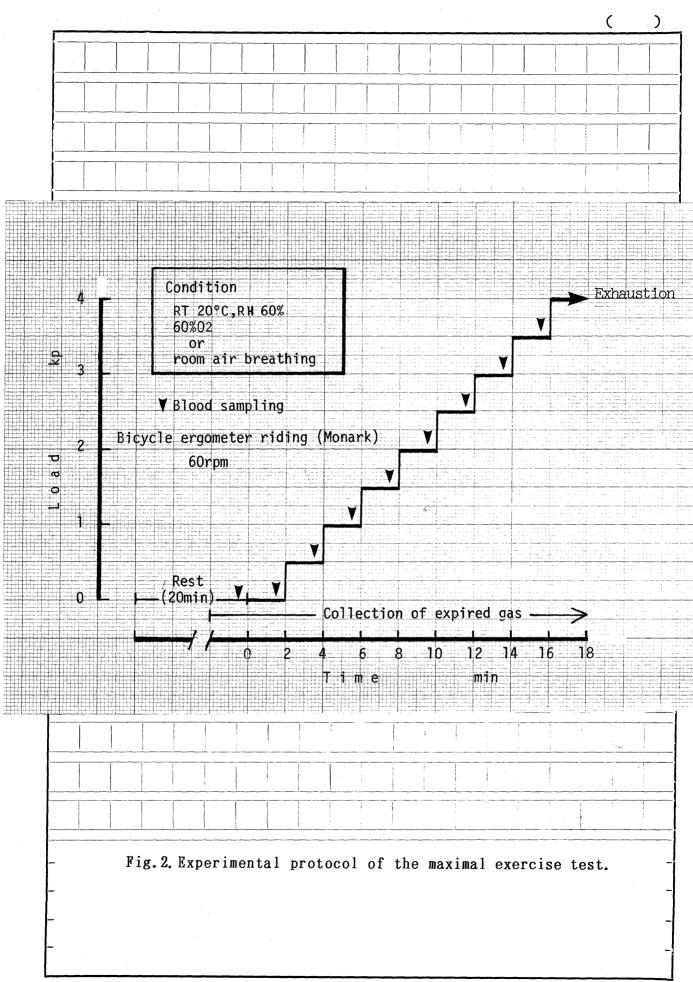
Table 5. Lactate threshold (LT1 and LT2) before and after training.

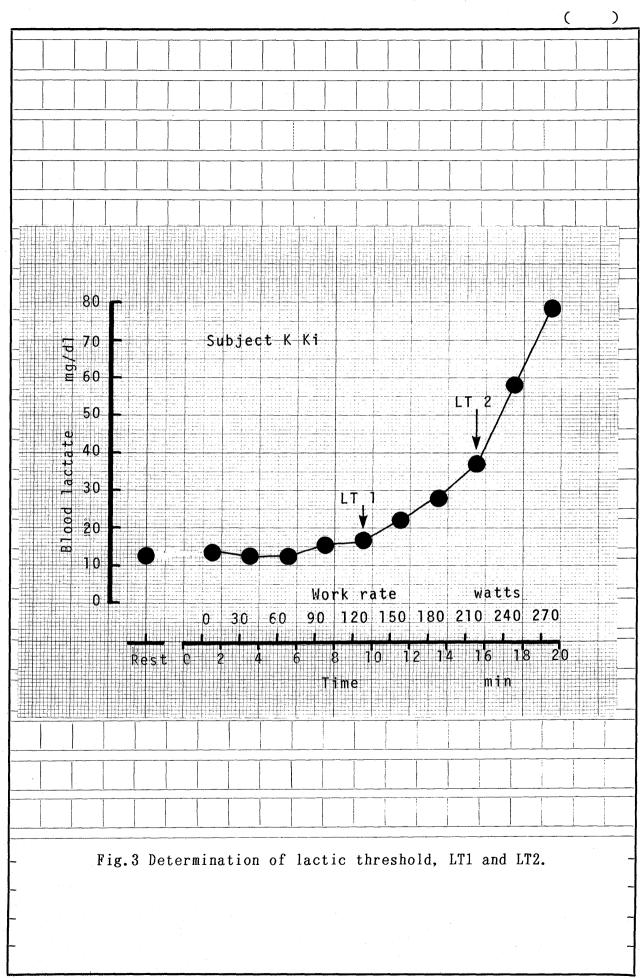
	<u>LT1</u>		<u>LT2</u>					
	Йo	2	Vo₂ ml/kg·min					
Subject	ml/kg	·min_						
	Before	After	Before	After				
Normoxic training group								
N A	14.5	17.5	17.5	24.2				
MI	17.5	19.5	26.2	28.0				
T N	20.5	25.0	41.0	36.5				
N S	20.0	22.9	33.0	41.3				
K S	28.0	31.5	37.5	44.0				
H W	17.0	21.5	36.0	37.0				
Mean	19.6	23.0***	31.9	35.2*				
SD	4.3	4.5	7.9	7.0				
Hyperoxic	Hyperoxic training group							
K Ka	15.0	18.7	30.8	29.7				
H K	16.7	26.2	26.2	40.0				
K Ki	23.0	24.5	33.8	34.5				
\mathbf{H}	20.0	32.0	36.6	46.5				
Y 0	20.5	20.0	30.0	38.0				
K Si	20.3	24.3	36.5	32.5				
H T	22.8	24.3	34.5	37.5				
Mean	19.7	24.3*	32.5	36.9				
SD	2.7	4.0	3.4	5.1				

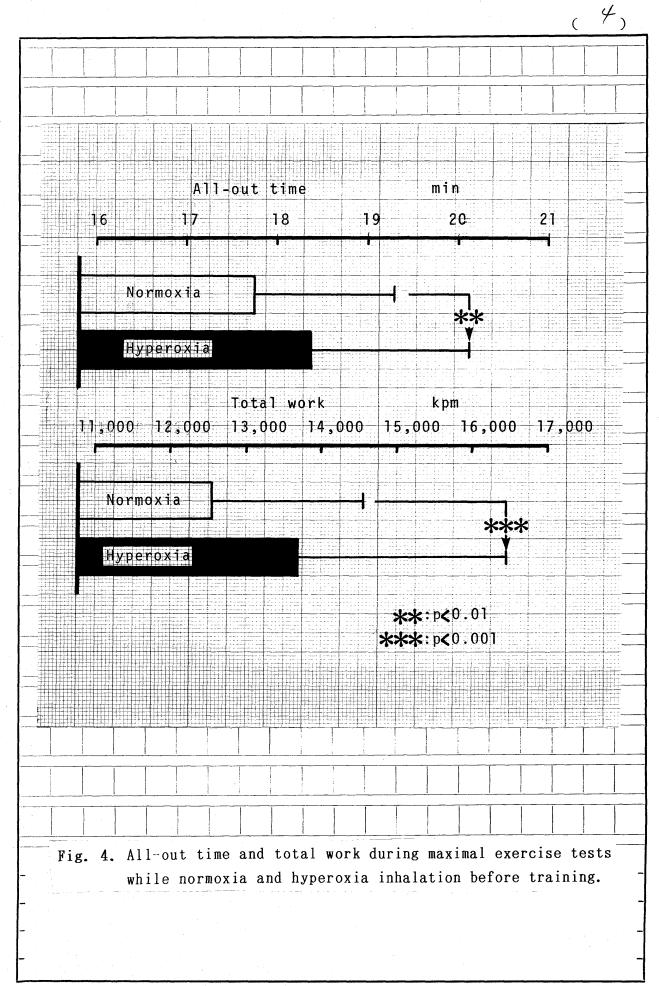
*:p<0.05

***:p<0.001









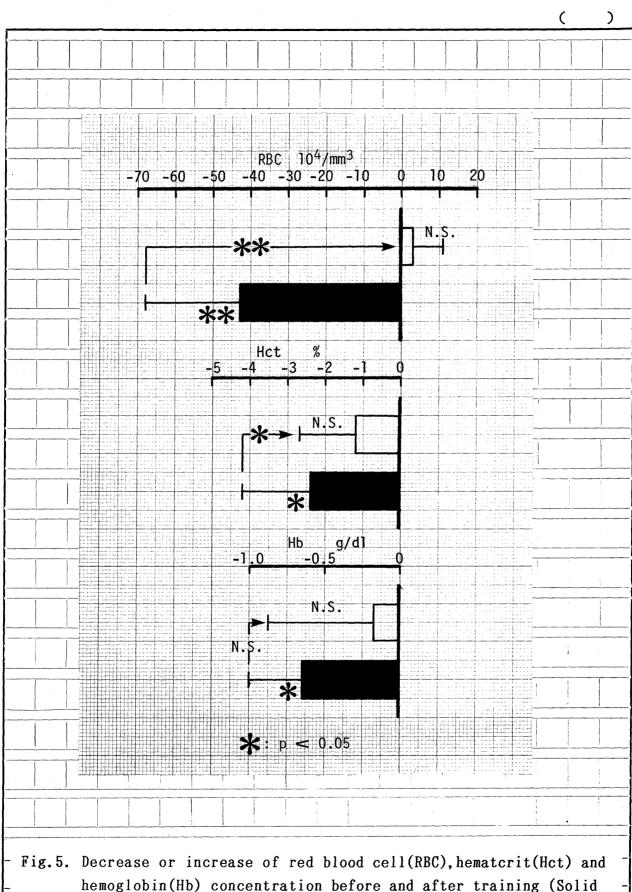


Fig. 5. Decrease or increase of red blood cell(RBC), hematcrit(Hct) and hemoglobin(Hb) concentration before and after training (Solid columns: hyperoxic training group, and open: normoxic training group).

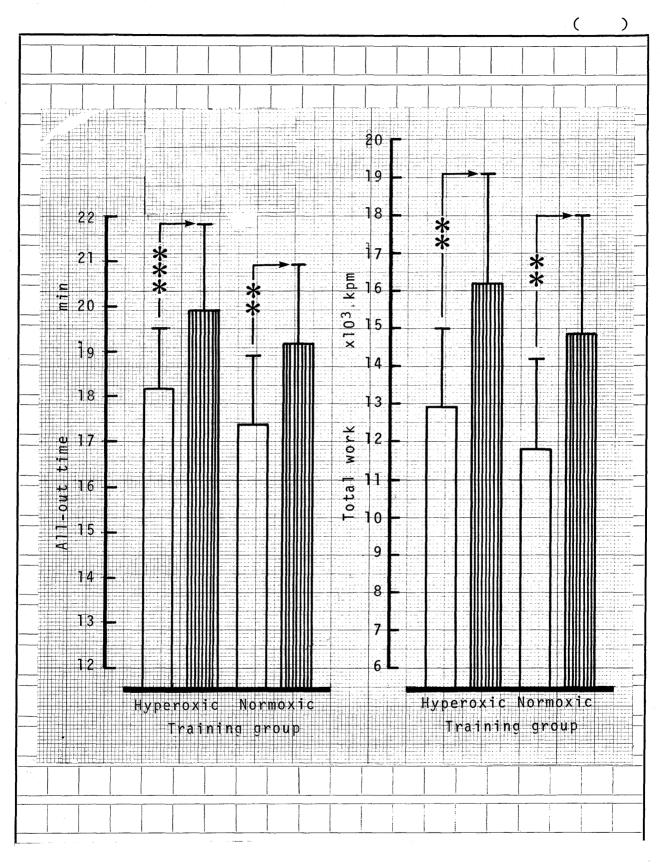


Fig. 6. All-out time and total work obtained at the maximal exercise tests before and after training (Open columns: before training, and striped: after).

