

歩行動作が酸素摂取量に与える影響

川上 雅之¹・李 淵²・文 都 蘇²・崔 景 維³・包呼格吉樂圖⁴
 荒木 直彦¹・猪木原孝二¹・岡本 将資⁵・岩崎 英人⁶・松原 孝¹

¹倉敷芸術科学大学国際教養学部

²倉敷芸術科学大学大学院人間文化研究科

³岡山Canan研究開発室

⁴倉敷芸術科学大学大学院人間文化研究科研究員

⁵日本整体師教育協会

⁶山陽学園大学

(2002年9月30日 受理)

I 序論

アメリカのクーパー博士 (K.Cooper) が1960年代に提唱したエアロビクスエクササイズ (Aerobics-exercise)¹⁴⁾ は、ジョギング、スイミング、バイシクル、ウォーキング等、健康運動としていろいろな方法で世界的に注目され半世紀が経過した。クーパー博士が提唱したエアロビクスエクササイズは、健康の維持及び増進、体力の増強、また呼吸器及び循環器系疾患の対処療法として今日まで各種の効果が確認されている^{1) 3) -6) 10) -12) 17) 24)}。しかし計画的な運動は、やはり意識的な運動行動であり、繁多な現代社会において現代人が自由な時間を捻出し、運動を継続するには各種の生活環境条件と個々の意識付けが非常に重要なウエイトを占める。とくに運動の機会が少なくなった今日、生体に必要な運動量及び運動強度の確保は運動行動を意識的に自覚し存在させ、計画的に継続させなければ非常に困難といえる^{3) 4) 8) 21) 22)}。

我々人間は、自立歩行が始まる1才児年令以降、身体を移動する手段として生命が終焉するまで歩行を日常生活に活用している⁹⁾。歩行運動は、我々人間が体内に酸素を取り入れ、細胞を活性化するための最適な日常生活運動といえる^{2) 3) 6) 10) 11) 17) 18) 20)}。しかし日常の歩行運動においても、個々人で運動量及び運動強度は異なる^{2) 3) 4) 6) 8) 15)}。歩行動作は、個々の生活習慣の中において長い年月をかけて習慣的に構築されるものであり、個々人によって歩行動作は異なるものである^{4) 6) 10) 15) 22)}。また、歩行時間及び速度も個々の生活環境、居住地域等によっても当然異なるといえる^{6) 17) 22)}。歩行動作及び速度の相違は、個々人に対する運動強度の相違であり、生体への影響度も異なる^{16) 23)}。

本研究は、以上のような観点から日常の歩行に着目し、歩行を健康運動及び生活運動として活用し、効率的に酸素を体内に取り入れるための歩行動作について検索する目的で実験したものである。

II 実験方法

1. 被験者

被験者は、健康な男女21名を対象にした。年齢は、男子が 24.2 ± 5.9 才の15名、女子が 22.0 ± 2.8 才の6名である。

被験者の身体的特性は、男子がTable1, 女子がTable2に示すとおりである。

Table 1 The physical characteristics of male

N=15

	Age	H(cm)	W(kg)	Non Fat(kg)	%Fat(%)	Am.Wat.(kg)
M.	24.20	170.20	70.61	57.25	18.80	41.89
S.D.	5.86	5.83	5.65	4.67	4.93	3.55

Table 2 The physical characteristics of female

N=6

	Age	H(cm)	W(kg)	Non Fat(kg)	%Fat(%)	Am.Wat.(kg)
M.	22.00	164.50	55.23	42.58	22.93	31.17
S.D.	2.83	4.74	3.61	3.01	1.56	2.21

身体的特性については、タニタ社の体内脂肪計 (Body Fat Analyzer TBF-202) で測定した。

2. 実験方法

実験は、安静位及び歩行運動時における酸素摂取量 (以下 VO_2 と称す) 等のガス代謝について測定した。

VO_2 , 二酸化炭素排出量 (以下 VCO_2 と称す) 及び呼吸数等の各種呼気ガス代謝は、英国モーガン社のベンチマークシステム (Morgan. benchmark exercise test) により測定した。

心電図及び心拍数の記録は、米国マルケット社のケース15 (Marquette.Case15) で安静位及び歩行時等のデータを連続収録した。

歩行動作は、歩行運動1 (以下WT1と称す), 歩行運動2 (以下WT2と称す) 及び歩行運動3 (以下WT3と称す) の三種類とした。WT1は、歩行時に腕を真下に伸ばし腕振りをしない歩行にした。WT2は、歩行時に腕を真下に伸ばし約45度の腕振り動作とした。WT3は、歩行時に腕を直角に曲げ約90度の腕振り動作とした。歩行運動は、いずれも毎分60mの速度に設定したトレッドミル上を歩行させた。WT1, WT2及びWT3は、ともに3分間の歩行運動とした。

尚、歩行運動時と停止時の生体代謝を比較するために、安静位データとして座位姿勢 (以下座位と称す) 及び立位姿勢 (以下立位と称す) についても各々3分間のデータを測定した。また運動終了後、座位による回復期 (Recovery) についても3分間のデータを収録した。

III 実験結果

実験の結果は、男子がTable3, 女子がTable4に示すとおりである。

実験資料は、安静位及び歩行時、また回復期における呼気ガス中の酸素, 二酸化炭素及び心

Table 3 The date of male's walk-test

N=15

	HR	VO2	VCO2	fR	VE	VT	PaCO2	VD/VT	fC	Vs	Qt	SaO2	PaO2
Sit.P.	71.5	314.56	298.42	16.91	9.88	610.02	41.91	0.29	68.06	81.54	5.61	95.15	87.5
Stand.P.	75.5	387.85	360.87	18.89	11.64	638.88	40.43	0.31	69.25	85.12	6.37	95.68	89.33
W1	91.3	834.77	708.41	23.96	22.03	886.82	40.14	0.24	81.93	123.01	10.43	95.39	91.31
W2	91.8	949.12	882.81	25.93	25.43	981.65	40.43	0.21	86.77	129.66	11.12	95.52	91.45
W3	98.7	1058.1	1013.15	26.82	28.94	1048.6	40.05	0.18	90.81	131.13	11.95	95.72	92.1
Recov.	78.4	595.1	584.47	20.13	17.1	843.74	40.46	0.21	76.74	112.14	8.25	95.58	91.8

HR:beats,VO2:ml/min.,VCO2:ml/min.fR:/min.VE:L/min.VT:ml,PaCO2:mmHg,VD/VT:Ratio,fC:/min.,Vs:ml,Qt:L/min.,SaO2:%,PaO2:mmHg

Table 4 The date of female's walk-test

N=6

	HR	VO2	VCO2	fR	VE	VT	PaCO2	VD/VT	fC	Vs	Qt	SaO2	PaO2
Sit.P.	65.5	327.05	238.69	16.42	9.99	607.66	40.13	0.34	67.60	78.22	5.50	91.00	73.13
Stand.P.	71.0	367.04	282.09	17.04	11.44	616.90	43.34	0.35	68.48	82.80	5.98	92.29	75.40
W1	94.5	730.6	524.73	21.99	19.16	891.72	37.64	0.29	79.25	116.28	11.96	92.78	96.74
W2	94.3	834.56	637.71	25.67	23.04	902.79	36.64	0.25	83.37	124.47	10.36	93.75	79.91
W3	104.8	867.11	668.27	26.44	24.67	947.54	36.47	0.25	84.89	124.72	10.56	94.05	80.3
Recov.	69.5	494.17	384.13	17.23	13.4	796.31	38.43	0.29	72.44	105.98	7.7	94.59	82.11

HR:beats,VO2:ml/min.,VCO2:ml/min.fR:/min.VE:L/min.VT:ml,PaCO2:mmHg,VD/VT:Ratio,fC:/min.,Vs:ml,Qt:L/min.,SaO2:%,PaO2:mmHg

拍出量等を中心に分析したものである。

安静位については、座位と立位の姿勢変化を比較するために両位姿勢のデータを測定した。座位におけるVO₂は、男子が314.56±58.81ml/kg/min., 女子が372.05±102.03ml/kg/min.であった。座位におけるVO₂は、男女間で摂取量に相違のあることが認められた。とくに女子においては、被験者間で数値に個体差のあることが認められた。立位は、男子が378.85±75.5ml/kg/min., 女子が367.04±113.87ml/kg/min.であった。女子では座位及び立位の姿勢変化による数値の相違は認められなかったが、男子では座位より立位姿勢に高い値を示すことが確認された (p<0.05)。VCO₂は、座位が男子で298.42±59.28ml/kg/min., 女子が238.69±47.72ml/kg/min.であった。また立位においては、男子が360.87±65.51ml/kg/min., 女子が282.09±51.64ml/kg/min.であった。VCO₂は、男女ともに立位の方が座位に比較して高い値を示すことが確認された (p<0.05)。1回当たりの換気量 (以下VTと称す) は、座位が男子で610.02±151.98ml, 女子が607.66±174.37mlであった。また立位においては、男子で638.33±140.86ml, 女子が618.90±214.54mlであった。VTは、男女とも座位及び立位の姿勢変化による数値の差は大きなものではなかった。また、男女とも個体差が非常に大きく認められた。1分間当たりの心拍出量 (以下Qtと称す) は、座位が男子で5.61±0.67l/min., 女子が5.50±1.32l/min.であった。また立位においては、男子が6.37±0.76l/min., 女子が5.98±1.28l/min.であった。Qtは、男女とも立位の方が座位に比較

して高い値を示すことが確認された ($p < 0.05$)。

WT1における VO_2 は、男子が $834.77 \pm 117.73 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $730.60 \pm 114.84 \text{ml/kg/min.}$ だった。男女とも被験者間に個体差はあるもの、安静位に比較して摂取量が大きく上昇することが確認された ($p < 0.05$)。 VCO_2 は、男子が $708.41 \pm 214.72 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $524.73 \pm 72.72 \text{ml/kg/min.}$ であった。ここでも VO_2 と同様、男女とも安静位に比較して VCO_2 に大きな増加が認められた ($p < 0.05$)。VTは、男子が $886.82 \pm 261.40 \text{ml}$ 、女子が $891.72 \pm 195.23 \text{ml}$ であった。被験者間に個体差はあるが、男子に比較して女子の方が大きな値を示した ($p < 0.05$)。また同様に安静位に比較して、男女とも大きな増加のあることが確認された ($p < 0.05$)。Qtは、男子が $10.43 \pm 0.88 \text{l/min.}$ 、女子が $11.96 \pm 4.97 \text{l/min.}$ であった。Qtも安静位に比較して、男女とも大きな上昇を示す傾向が確認された ($p < 0.05$)。

WT2における VO_2 は、男子が $949.12 \pm 101.96 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $834.56 \pm 136.02 \text{ml/kg/min.}$ と被験者間でバラツキはあるが、WT1に比較して男女とも VO_2 に約 100ml/kg/min. 程度の増加が確認された ($p < 0.05$)。 VCO_2 は、男子が $882.81 \pm 105.52 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $637.71 \pm 70.67 \text{ml/kg/min.}$ であった。ここでも VO_2 と同様に、WT1に比較して男女とも VCO_2 に約 100ml/kg/min. 程度の増加が確認された ($p < 0.05$)。VTは、男子が $981.65 \pm 321.34 \text{ml}$ 、女子が $902.72 \pm 122.50 \text{ml}$ であった。男子においては、WT1に比較して約 100ml/kg/min. 程度の増加が確認されたが ($p < 0.05$)、女子における摂取量の増加は大きなものではなかった。Qtは、男子が $11.12 \pm 0.76 \text{l/min.}$ 、女子が $10.36 \pm 0.99 \text{l/min.}$ であった。ここではWT1に比較して男子が約 1l/min. 程度の増加が認められるが、女子ではWT1と同程度の状態を示した。

WT3における VO_2 は、男子が $1058.13 \pm 104.42 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $867.11 \pm 148.44 \text{ml/kg/min.}$ であった。男女とも被験者間に個体差があるが、WT2に比較して摂取量に大きな増加のあることが確認された ($p < 0.05$)。 VCO_2 は、男子が $1013.15 \pm 110.67 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $668.27 \pm 52.04 \text{ml/kg/min.}$ であった。男子ではWT2に比較して摂取量に大きな増加が確認されるが ($p < 0.05$)、女子においては大きな増加はなかった。VTは、男子が $1048.6 \pm 322.83 \text{ml}$ 、女子が $947.54 \pm 219.31 \text{ml}$ であった。ここではWT2に比較して男女とも、さらに大きな増加が確認された ($p < 0.05$)。Qtは、男子が $11.95 \pm 0.72 \text{l/min.}$ 、女子が $10.56 \pm 1.06 \text{l/min.}$ であった。ここではWT2に比較して、男女とも同程度の数値で推移していることが確認された。

尚、歩行時の運動強度は、各被験者とも歩行動作の相違はあっても歩行速度は一定である。

回復期における VO_2 は、男子が $595.1 \pm 113.69 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $494.17 \pm 152.5 \text{ml/kg/min.}$ であった。男女とも被験者間に数値のバラツキはあるが、急激な下降傾向を示している ($p < 0.05$)。 VCO_2 は、男子が $584.47 \pm 144.11 \text{ml/kg/min.}$ 、女子が $384.13 \pm 62.64 \text{ml/kg/min.}$ であり、 VO_2 と同様に大きな低下が確認された ($p < 0.05$)。VTは、男子が $834.74 \pm 139.16 \text{ml}$ 、女子が $796.31 \pm 272.03 \text{ml}$ であった。VTは、 VO_2 及び VCO_2 のような大きな低下は認められなかった。Qtは、男子が $8.25 \pm 0.99 \text{l/min.}$ 、女子が $7.7 \pm 1.45 \text{l/min.}$ であった。ここでは男女ともに数値に大きな低下が確認された ($p < 0.05$)。

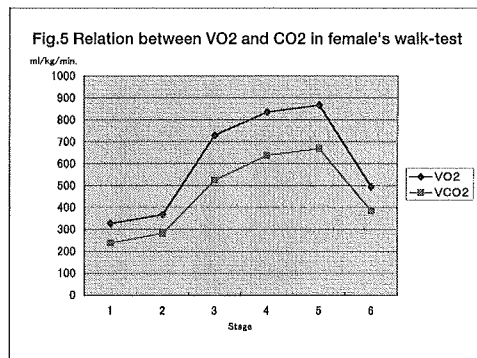
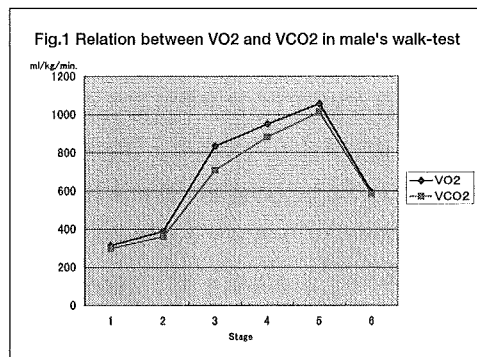
IV 考察

1960年代以降、Cooper博士により提唱されたエアロビクスエクササイズは、ジョギングに始まり、スイミング、自転車、ダンス及びウォーキング等、数多くの方法が健康運動として取り上げられ各種の効果が証明されてきた^{1) 3) 4) 5) 6) 9) 11) 16) 18) 19)}。しかし機械文明の発達及び繁多な現代社会において老若男女が、日常生活の中で健康を維持するために必要な運動量及び運動の強度を確保することは非常に厳しい時代になっている^{6) 11) 22)}。

本研究は、歩行動作の相違による運動中の VO_2 について比較、分析する目的で実験したものである。つまり、歩行時に歩行速度を一定にし、歩行動作を変化させた場合に生じる VO_2 等のガス代謝を中心にした生体変化を観察、考察したものである。これは、日常の歩行運動を健康運動として活用し、効率的に酸素を体内に取り込むための方法^{4) 9) 10) 12) 13) 19) 20)}を検索するための一考察である。

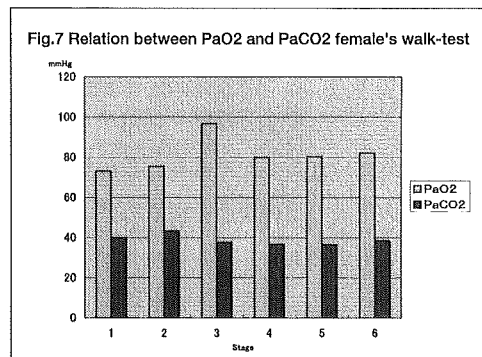
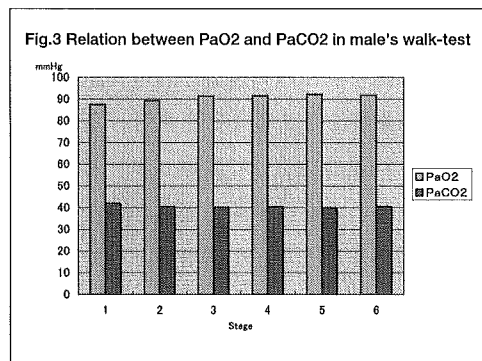
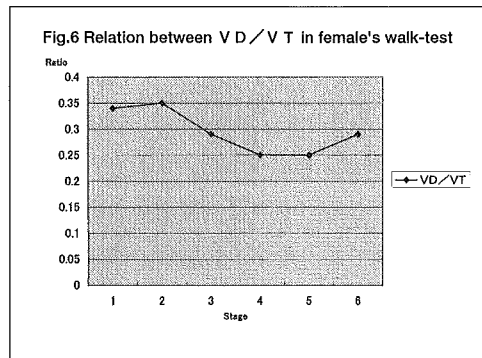
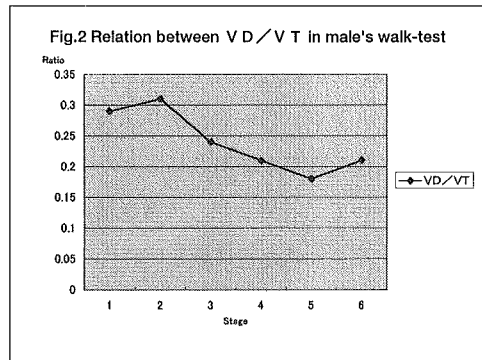
安静位、歩行時及び回復期における VO_2 及び VCO_2 の推移は、Fig1及びFig5に見られるとおりである。このグラフは、酸素の摂取量及び二酸化炭素の産出量が歩行動作の相違によって変化することを確認するものである。安静位である座位から歩行時のWT3における VO_2 及び VCO_2 の推移は、男女とも2.5倍から3.0倍の増加を認めることができる。これは歩行時における腕振り動作の相違が、ガス代謝及び生体反応に影響を与えることを裏付けるものである。歩行運動において腕振り歩行という動作が、下肢のみならず腕を振るということにより、胸筋及び広背筋を活用筋として胸郭及び呼吸筋に影響を与え、全身運動として呼吸作用を高めていると考えるものである^{4) 5) 6) 8) 24)}。また腕を伸ばした歩行と曲げた歩行によるガス代謝の相違は、活用される筋肉範囲の相違を示しているものである^{3) 13) 16)}。したがって、より多くの酸素を体内に取り入れエアロビクスエクササイズとして歩行運動を活用するためには、大きな動作を歩行時に併用する方がより効果的であるといえる。しかしWT3における VO_2 及び VCO_2 は、山地等が既報で発表するところの健康の維持増進を図るエアロビクスエクササイズとしての運動強度^{2) 3) 7) 12) 17) 18) 19)}としては低いものであり、さらに生体刺激として高いものにするためには分速60メートルという歩行速度を速める必要があるといえる。

つぎに、体内における酸素の活用効率を観察するためにVD/VTの比率を分析した。VD/VTの



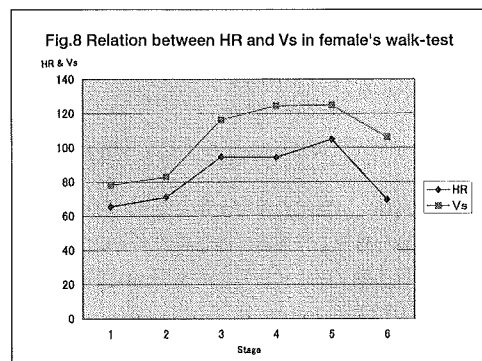
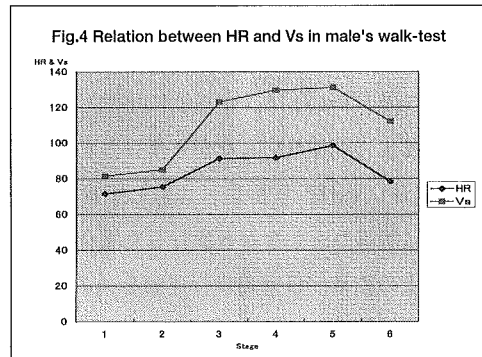
比率は、Fig2及びFig6に見られるとおりである。これは、生体代謝に活用されない空気が体内に存在する量と換気量の比率を確認するためのものである。つまり生体における酸素の活用率を代謝効率という観点から考察する資料といえる。安静位における座位及び立位では、VD/VTの比率が30%前後を示しているが、歩行運動の開始とともに25%から20%と低下する傾向を認めることができる。これは、生体作用に直接的に関与しない空気が運動とともに体外に排出されていることを示しているものであり、腕を振らない、あるいは腕を伸ばして振るよりも、さらに腕を曲げた状態での腕振り歩行がVD/VTの比率を低下させるということを確認するものである。この現象は、生体内における空気の流通を高め生体に新陳代謝を効率的に向上させていることを伺う資料である^{4) 5) 17)}。つまり腕を曲げた腕振り歩行が、より多くの酸素を体内に取り込み、生体代謝に効率的に作用していると考えられることができる。ここにおいても既報^{3) 4) 6) 7) 11) 12) 13) 14) 16) 20) 22) 25)}が示すところの健康運動としての生体刺激という観点から考えるならば、さらに歩行速度を速め生体刺激を高めるという問題が残るものである。

酸素分圧（以下PaO₂称す）と二酸化炭素分圧（以下PaCO₂称す）の変化については、Fig3及びFig7に見られるとおりである。PaO₂及びPaCO₂の変化においても、安静位から運動時において増加する傾向が確認できる。PaO₂及びPaCO₂が増加するということは、体内での酸素の要求が高まるとともに、二酸化炭素の産出量が増加して生体の代謝効率が高まっていることを示すものであり、歩行動作の相違が各々のガス分圧をより高いものにしていくと



いうものである^{4) 17) 21)}。つまり動作の相違による歩行運動が運動代謝をより大きなものにして生体刺激を高めると考えるものである。

Fig4及びFig8は、心拍数（以下HR称す）と1回当たりの心拍出量（以下Vs称す）の関係について示したものである。ここでも歩行運動の開始直後における反応と腕を曲げた歩行運動時において各々の生体反応に相違が認められる。これは、歩行運動によりHRが増加すると同時に、心拍出量も増加しているものである。つまり、運動強度の増加にともない体内により多くの酸素を供給するためにHR及びVsともに増加しているもので、腕を振らない、あるいは腕を伸ばして振るよりも腕を曲げた腕振り歩行がより生体代謝を高めているといえることができる。ここでも山地等が示すところの効果的な運動刺激としてのHRに比較して低いもの^{4) 5) 9) 11) 13) 14) 18) 21) 23) ~25)}であり、歩行速度を高めるといふ課題、生体刺激を効果的に与えるという問題が残るものである。



以上のことから、日常の歩行運動をエアロビクスエクササイズとして活用するためには、より大きな動作を併用、腕を曲げて大きく前後に振り出して歩行することが体内に酸素を取り込むためには効率的な方法である。また健康運動として歩行運動を活用するためには、大きな動作を併用して歩くことが重要といえる^{15) 16) 22)}。

しかし、今回は歩行速度を日常生活の分速60メートルという比較的遅い速度に限定したものであり、今後の研究課題は歩行速度を高めた場合に生じる生体反応、また各種歩行速度を変化させた場合に生じる生体代謝の相違について、比較検討をする必要があると考えている。さらには生体内に酸素を効率的に取り入れ、健康運動として活用するための適当な歩行速度について追求する必要があると考えている。

V 要約

本研究は、歩行時における腕振り動作の相違が酸素摂取量に与える影響について分析したものである。

本実験は、日常の歩行速度である毎分60メートルに限定した実験結果である。

実験結果は、以下に示すとおりである。

1. VO_2 及び VCO_2 は、安静位に比較して歩行時の方が、また歩行時においても腕を曲げて大き

く前後に腕振りをしながら歩行した場合は、より多くのガス代謝があることが確認された ($p < 0.05$)。

2. VD/VTの比率は、安静位に比較して歩行時の方が、また歩行時においても腕を曲げて大きく前後に腕振りをしながら歩行した場合は、より低下することが確認された ($p < 0.05$)。
3. PaO₂及びPaCO₂は、安静位に比較して歩行時の方が、また歩行時においても腕を曲げて大きく前後に腕振りをしながら歩行した場合は、より高まることが確認された ($p < 0.05$)。
4. HR及びV_sは、安静位に比較して歩行時の方が、また歩行時においても腕を曲げて大きく前後に腕振りをしながら歩行した場合は、より高くなることが確認された ($p < 0.05$)。
5. 以上の結果、日常の歩行運動をエアロビクスエクササイズとして活用する場合、腕を直角に曲げて前後に大きく腕振りをしながら歩行することが、より効率的に酸素を体内に摂取することができる。つまり日常生活の中における歩行を健康運動として活用する場合は、できるだけ大きな動作を併用して歩行することが生体刺激及び生体代謝を高めるために重要なことといえる。

参考文献

- 1) 青木高他：21世紀の健康・体力作り，71-73，130-150，大修館，1990
- 2) 朝比奈一男他：作業強度の生理的水準について，体力科学20，190-197，1971
- 3) 足立博子他：中年女性のエネルギー代謝に及ぼすウォーキングスピードの影響，体力科学，51-4，385-391，2002
- 4) Astrand P-O et al.: Textbook of Work Physiology, McGraw-hill, 295-518, 1970
- 5) 石河利寛：スポーツとからだ，100-140，岩波書店，1991
- 6) 川上雅之他：歩行と生体反応に関する研究，倉敷芸術科学大学紀要，No.2，87-98，1997
- 7) 川上雅之他：走行速度と運動強度に関する研究，倉敷芸術科学大学紀要，No.1，153-165，1996
- 8) 川上雅之他：ヘルスサイエンス，25-68，不昧堂出版，1994
- 9) 川上雅之他：トレーニングサイエンス，90-100，不昧堂出版，1996
- 10) 川上雅之他：ヒューマンサイエンス，50-89，不昧堂出版，1998
- 11) 川久保清他：生活習慣病に対するウォーキングの効果，スポーツ医学，19-4，361-365，2002
- 12) Karvone M., et. al. : The effects of training on heart rate, Ann. Med Exper Fenn., 35, 307-315, 1957
- 13) Guntin B., et. al. : Oxygen consumption in the first strenuous works a function of prior exercise, J. Sports Med., 16, 60-65, 1976
- 14) Cooper K.H.: The new aerobics, M. Evans and Company, 25-180, 1970
- 15) 佐藤祐造他：運動不足解消に必要な1日歩行量，スポーツ医学，19-4，375-381，2002
- 16) 田井中幸司他：高齢女性の歩行速度の低下と体力，体力科学，51-2，245-252，2002
- 17) 田口貞善他：運動生理学，10-40，120-195，杏林書院，1992
- 18) 高松薫他：持久性における心拍数と酸素摂取水準との関係に及ぼす運動経過時間の影響，体育科学研究，28-2，153-161，1983
- 19) Davies C.T.M.: Limitation to the predication of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements, J. App. Physiology, 24, 700-706, 1968
- 20) 平野清孝他：下肢筋力からみたウォーキングの適応，スポーツ医学，19-4，367-373，2002
- 21) Michale P. et al., : Physiology of respiration, Oxford. Univ., 9-112, 1996
- 22) 水野真由美：運動習慣動機づけとしてのウォーキングの応用，スポーツ医学，19-4，383-389，2002

- 23) 山地啓司：心拍数の科学，12-50，大修館，1981
- 24) 山地啓司：心臓とスポーツ，45-185，共立出版，1982
- 25) 山地啓司：持久性トレーニングの最大酸素摂取量への影響，体育科学研究，32-3，167-175，1987

Influence which Walk Operation has on the Amount of Oxygen Ingestion

Masayuki KAWAKAMI, Yuan Li*, Naohiko ARAKI, Koji INOKIHARA,
WENDUSU*, Hujiltu BAO*, Jingwei CUI**, Masashi OKAMOTO***,

Takashi MATSUBARA and Hideto IWASAKI****

College of Liberal Arts and Science for International Studies,

Kurashiki University of Science and the Arts

**Graduate School of Sciences and the Humanities,*

Kurashiki University of Science and the Arts

2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki-shi, Okayama 712-8505, Japan

***Research Institution of Canam*

2-3 Minami Chuo-cho Okayama-shi, Okayama 712-8505, Japan

****Nippon Seitai Association*

3-17 Minamimatsunaga, Fukuyama 729-0105, Japan

*****Sanyo Gakuen University*

1-14-1 Hirai, Okayama 703-8501, Japan

(Received September 30, 2002)

Operation at the time of a walk experiments in this research for the purpose of analyzing about the influence, which it has on the amount of oxygen ingestion. A subject's age is 19 to 38 years old of 21st healthy man and woman. The experiment measured the amount of oxygen ingestion and carbon dioxide quantity of output of quiet grade, three kinds of walk movements, and convalescence. Quiet grade classified a seating position and a standing position posture, and walk movement into the walk which bends the walk a which walks without shaking an arm, the walk 2 which walks along an arm with for the first time in 45 degrees forward and backward, and an arm at 90 degrees, and walks with a way greatly forward and backward at the walk 3. Moreover, it measured also about the convalescence of a movement end. Measurement time is for 3 minutes respectively. This experiment set walk speed to 60m per minute.

The following results obtained:

1. As compared with quiet grade, as for VO_2 and VCO_2 , the direction at the time of a walk showed the high value. Moreover, the value with the walk higher than the state where the arm was lengthened at the time of walk which bends an arm and is shaken out forward and back ward greatly was shown. ($p < 0.05$)
2. As compared with quiet grade, as for the ratio of VD/VT , the direction at the time of a walk showed the low value. Moreover, the value with lower walking, bending an arm and shaking out forward and backward greatly from the state where the arm was lengthened at the time of a walk, was shown. ($p < 0.05$)

3. As for PaO₂ and PaCO₂, it was checked that the direction at the time of a walk increases as compared with quiet grade. Moreover, the value with higher walking, bending an arm and shaking out forward and backward greatly from the state where the arm was lengthened at the time of a walk, was shown. (p<0.05)
4. As for HR and Vs, it was checked that the direction at the time of a walk increases more as compared with quiet grade. Moreover, the value with higher walking, bending an arm and shaking out forward and backward greatly from the state where the arm was lengthened at the time of a walk, was shown. (p<0.05)
5. It can be said that it is more effective to take in walk operation greatly as for the amount of ingestion of the oxygen at the time of a walk the above result.