

# 青年期の安静時エネルギー消費量と身体組成、血行動態、身体活動量、体力の関連性について

青地克頼\*<sup>1</sup>, 大内志織\*<sup>1</sup>, 松本和興\*<sup>2</sup>, 関澤文\*<sup>2</sup>, 今木雅英\*<sup>3</sup>  
田村隆教\*<sup>4</sup>, 川崎直人\*<sup>5</sup>, 中村武夫\*<sup>5</sup>, 北小路学\*<sup>5</sup>, 棚田成紀\*<sup>5</sup>

- \* 1: 東京栄養食糧専門学校
- \* 2: 聖徳大学大学院人間栄養学科
- \* 3: 大阪府立大学総合リハビリテーション学部
- \* 4: 高知学園短期大学
- \* 5: 近畿大学薬学部

安静時のエネルギー (REE) 消費量を簡易熱量計で測定し、精度の高いガス置換式体脂肪測定装置を用い、体組成との関連について青年期対象者 (男性 8 名、女性 21 名) で検討した。その結果、REE と除脂肪体重、身長、体重に正相関が認められた。また REE と血圧・脈波伝播速度との関連性については、収縮期血圧と正の相関が認められたが、脈波との関連性は認められなかった。REE と身体活動量、体力の関連性は、総消費エネルギー、最大酸素摂取量、無酸素性パワーに正相関がみられた。REE/体重で高値群および低値群において検討した結果、有意差が認められた身体組成項目は体脂肪量 ( $p < 0.05$ )、体脂肪率 ( $p < 0.05$ ) であり、いずれも高値群が低値を示した。REE/体重について両群間で体力測定値と検討した結果、最大酸素摂取量 ( $p < 0.01$ ) と高値群が低値群に比較し有意に高かった。除脂肪量や、筋系体力指標に差がないことより、REE/体重と 2 群間の最大酸素摂取量の有意差については、体脂肪率の差によることが認められた。

## I. 緒 言

最近では、比較的測定が簡便な簡易熱量計により、安静時の代謝量を測定し、個人々々の適切なエネルギー基準値を求めることが一般的に行われるようになった。また、安静時のエネルギー消費量は、除脂肪体重との間に正の相関関係があることが報告されている<sup>1)</sup>。安静時代謝の高いものは、除脂肪量が高いと一般に言われている。最近、青年期の学生では、身体活動量の低下、運動不足がみられ、体重の割合に体脂肪量の高い、いわゆる隠れ肥満が多くみられるようになった。そのため代謝を低下させず、適切な除脂肪体重を維持することの重要性が示されており、青年期よりウエイトトレーニングの必要性が報告されている<sup>2)</sup>。また有酸素運動が体脂肪率を減少させ、適切な身体組成、除脂肪量の維持とも報じられている<sup>3)</sup>。そこで本研究では、青年期の健常な一般学生、特別の運動習慣のない学生について、現状の安静時エネ

ギー消費量と身体組成、さらに、脈波による血行動態、加速度カウンタによる身体活動量および有酸素体力の指標である最大酸素摂取量・無酸素体力の指標である筋パワー等との関連性について検討した。

## II. 方 法

インフォームドコンセントを実施し同意の得られた、健康な青年期男女学生 29 名 (男性 8 名、女性 21 名)、平均年齢 20.6 ± 2.1 歳を対象とした。測定期間は 2005 年 10 月～12 月である。

### 1. 安静時エネルギー代謝

安静時のエネルギー消費量 (Resting Energy Expenditure: REE) は携帯式簡易熱量計 (METAVINE-N) を用いた。なお REE については、大気中の酸素濃度と呼気中の酸素濃度差に分時換気量を乗じ、酸素 1L あたりの産生熱量を 4.825kcal として計算し、1 日当たりの安静時エネ

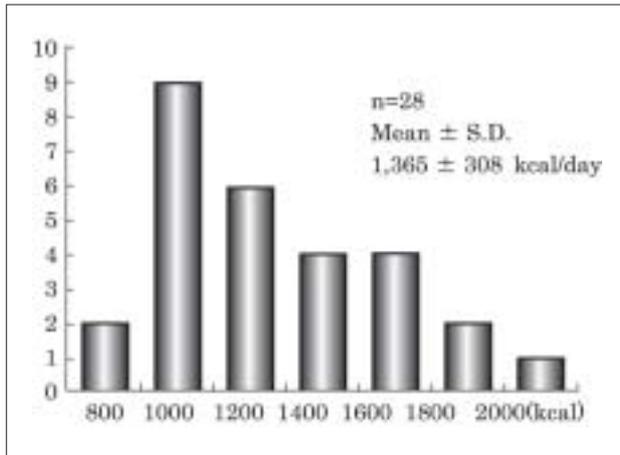


図 1. 安静時エネルギー代謝量

ルギー消費量を算出した。姿勢は、椅座位により、測定前に 15 分の安静時間を確保した。測定時間は 1 回 3 分、マスクを手で押さえ、最低 2 回の測定を繰り返せし、基本的には 2 回目の値を採用し、測定値の安定しない者については、再度測定をさせた。測定温度は約 23 度を保ち、測定時間は 9:00 ~ 10:30 の間に行った。本研究では、同簡易型熱量計を利用した、既実験より分時換気量が 2.6L/min 以上、呼気中の酸素濃度が 18.2% 以下の場合を有効とした<sup>1)</sup>。

## 2. 身体組成

身体組成については島津式体脂肪測定装置 (BSF-200) 本装置、非分散赤外線方式のガス分析計を用い、測定チャンパー内の試料ガス濃度が被験者の体積により変動することを利用し、体積を求め、体重と得られた体積から体密度を算出し、プロゼックの式により体脂肪率を推計した。

## 3. 血圧・脈波

血行動態はコーリンメディカル製、血圧脈波検査装置 (BP-203RFE II) により収縮期血圧、拡張期血圧、baPWV 上腕から足関節動脈間の距離を脈波伝播時間で除し、脈波伝播速度 (Pulse Wave Velocity) とした動脈硬化度の指標および ABI (Ankle Brachial Index) 足関節収縮期血圧を上腕収縮期血圧で除したもので、アテローム性動脈硬化による下肢動脈の狭窄・閉塞を評価した。

## 4. 身体活動量

身体活動量はスズケン式、生活習慣記録機 (ライフコーダ) を 2 週間装着し、運動量はライフコーダより活動強度

表 1. 身体計測・身体組成

		n=29	
		平均値	標準偏差
身長	(cm)	162.0 ±	8.7
体重	(kg)	54.9 ±	7.8
BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	21.1 ±	2.3
体積	(L)	54.4 ±	7.2
体脂肪率	(%)	31.1 ±	8.7
体脂肪量	(kg)	17.0 ±	5.4
除脂肪量	(kg)	37.7 ±	7.8
体水分量	(kg)	27.6 ±	5.7

表 2. 血圧・脈波

		n=29	
		平均値	標準偏差
最高血圧	(mmHg)	107.9 ±	9.4
最低血圧	(mmHg)	58.0 ±	6.4
baPWV*1	(cm/sec)	1014.1 ±	117.8
ABI*2		1.05 ±	0.08

\*1 : brachial-ankle Pulse Wave Velocity

\*2 : Ankle Brachial Index

4 以上からの運動時間であり、歩数および加速度センサによる運動量により、総エネルギー消費量を 1 日ごとに測定し、平均値を用いた。

## 5. 有酸素体力指標

有酸素指標である最大酸素摂取量については、ミナト医科学製呼気ガス分析装置 (AE300S) を用い、漸増負荷法により、男子 20W / min、女子 15W / min に設定し、オールアウトまで測定した。判定の基準としては、自覚的限界、RQ、心拍数を指標とした。

## 6. 筋力系体力指標

筋力指標についてはコンビ社製、脚伸展パワー (Anaero Press3500) ・無酸素パワー (AnaeroDash2500) により測定した。測定回数は各々 5, 1 回であった。レッグプレス、シーティッドプレスについては最大筋力となる負荷量 (kg) をもって評価値とした。

## 7. 統計解析

SPSS for Windows (Ver14.0) により、2 変量の相関については Pearson の相関分析、平均値の差の検定については、独立したサンプルの t 検定を用いて検定した。有意水準は  $p < 0.05$  とした。

表 3. 身体活動量・体力

		n=29	
		平均値	標準偏差
運動量	(kcal)	275 ±	100
総消費エネルギー	(kcal)	1,937 ±	257
歩数		10,328 ±	3,023
活動時間	(min)	105 ±	29
最大酸素摂取量	(ml/kg/min)	34.1 ±	7.1
レックプレス	(kg)	98.9 ±	31.5
シーテッドプレス	(kg)	20.6 ±	9.9
アネロプレス	(W)	1,135 ±	507
アネロダッシュ	(W)	709 ±	276

表 4. REE と身体計測・身体組成の関連性

		n=29	
		相 関 係 数	
身長		0.594	**
体重		0.526	**
BMI		0.230	
体積		0.478	*
体脂肪量		- 0.143	
体脂肪率		- 0.361	
除脂肪量		0.630	**
体水分量		0.630	**

\*\* p < 0.01 \* p < 0.05

### III. 結 果

図 1 に被験者の安静時のエネルギー代謝量の度数分布を示した。平均 1,362kcal/day 標準偏差 313kcal / day であった。表 1 に身体組成値、表 2 に血圧・脈波の測定値を示した。脈波伝播速度 (baPWV)、足関節収縮期血圧を上腕収縮期血圧で除したもの (ABI) とも標準的な値であった。

表 3 に身体活動量・体力を示した。最大酸素摂取量は低値傾向を示した。

表 4 に REE と身体計測、身体組成との関連性を示した。相関が認められた項目は、身長 (r=0.594, p<0.01)、体重 (r=0.526, p<0.01)、除脂肪量 (r=0.630, p<0.01)、体水分量 (r=0.630, p<0.01)、体積 (r=0.478, p<0.05) について有意な正の相関関係が認められた。

表 5 に REE と血圧、脈波の関連性を示した。相関が認められた項目は、最高血圧 (r=0.549, p<0.01)、最低血圧 (r=0.408, p<0.05) について有意な正の相関関係が認められた。

表 6 に REE と身体活動量・体力の関連性を示した。

表 5. REE と血圧・脈波の関連性

		n=29	
		相 関 係 数	
最高血圧		0.549	**
最低血圧		0.408	*
baPWV		0.334	
ABI		0.142	

\*\* p < 0.01 \* p < 0.05

表 6. REE と身体活動量・体力の関連性

		n=29	
		相 関 係 数	
運動量		0.164	
総消費エネルギー		0.531	**
歩数		- 0.047	
活動時間		- 0.056	
最大酸素摂取量		0.575	**
レックプレス		0.512	*
シーテッドプレス		0.629	**
アネロプレス		0.725	**
アネロダッシュ		0.692	**

\*\* p < 0.01 \* p < 0.05

表 7. 対象者の安静時代謝量

		n=28	
		平均値	標準偏差
安静時代謝実測値	(kcal)	1365 ±	308
REE/ 体重	(kcal/kg)	24.4 ±	4.3
REE/LBM	(kcal/kg)	35.8 ±	6.6

REE と相関が認められた項目は、ライフコーダによる 1 日の推計総消費エネルギー (r=0.531, p<0.01) 最大酸素摂取量 (r=0.575, p<0.01)、筋系体力指標である、アネロプレス (r=0.725, p<0.01)、アネロダッシュ (r=0.692, p<0.01)、シーテッドプレス (r=0.629, p<0.01)、レックプレス (r=0.512, p<0.05) について有意な正の相関関係が認められた。

表 7 に対象集団の安静時代謝量をした。REE は体格との関連が高く、比較する場合、一般に対体重、対除脂肪量で表すことが多い。今回の体重当たりの REE の平均は 24.4kcal を示した。これは、中高年女性を対象とした報告の 19.5kcal<sup>1)</sup> よりやや高く、被験者の性別、年齢が影響しているものと思われる。

表 8 は REE/体重と身体組成を REE/体重の平均値を中心に標準偏差 ± 0.5 σ を除いた者、低値群 (男性 2 名、女性 9 名、計 11 名)、高値群 (男性 2 名、女性 5 名、計 7 名) で検討した。有意な差が認められたのは、体脂肪量お

よび体脂肪率であり、いずれも REE/ 体重高値群が、低値を示した。

表 9 は同様に身体活動量と体力の関連性を比較したものである。有意差が認められたものは最大酸素摂取量で、REE/ 体重高値群が、全身持久力の指標である最大酸素摂取量が有意に高かった。

#### IV. 考 察

対象集団の REE1,362kcal は「第六次改定日本人の栄養所要量－食事摂取基準－」<sup>4)</sup>による基礎代謝基準値より、1.2 倍を REE とした場合の 1,565kcal より低かった。基礎代謝基準値の基準体位体重より荷重平均により、対象集団の体重と比較したところ、差は認められなかった。今回は朝食の時間、欠食について考慮していないが、女子学生の REE は食事経過時間 14 時間と 4 時間において酸素摂取量を測定した結果より、差がないとの報告もある<sup>5)</sup>。同型の簡易熱量計を用い、女子学生の REE 値を測定した実験で 1,188 kcal とかなり低値を示した報告も見られる<sup>2)</sup>。REE と体重、BMI、除脂肪量 (LBM) が  $p < 0.0001$  で有意な正相関が見られたとの報告がある<sup>1)</sup>。本研究では、REE と体重、LBM が  $p < 0.01$  と正の有意な相関が認められたが、BMI に相関関係が認められず、身長に正の統計的に有意な相関 ( $p < 0.01$ ) が認められたことは、対象者が青年期の男女であることによるものと推測される。REE と LBM の正相関については、一般的に指示されており、本研究でも同様の結果が得られた。REE と血圧については、最高血圧、最低血圧の双方で正相関 ( $p < 0.005$ ) が認められたと更年期女性で報告されている<sup>1)</sup>。今回の研究では、対象者が青年であり、すべてが正常範囲の血圧であり、最高血圧 ( $p < 0.01$ )、最低血圧 ( $p < 0.05$ ) の結果となったと思われる。血圧は、心拍出量と末梢血管の抵抗性に関わる数値であり、今回の結果では、ABI 末梢の血管の詰まり具合を表す指標、また脈波速度も年齢性別標準値であり、病的な因子は考えにくく、血圧は心拍出量に起因するところが大きいと推察され、

表 8. REE/ 体重と身体組成

		低値群		高値群	
		n=11		n=7	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
身長	(cm)	161.0	± 3.1	160.4	± 9.7
体重	(kg)	57.2	± 6.0	52.2	± 9.2
BMI	(kg/m <sup>2</sup> )	22.1	± 2.5	20.1	± 1.6
体積	(L)	60.0	± 5.8	51.7	± 8.0
体脂肪量	(kg)	20.5	± 14.3	14.3	± 4.7 *
体脂肪率	(%)	35.9	± 5.5	28.1	± 9.4 *
除脂肪量	(kg)	36.4	± 3.9	38.0	± 10.6
体水分量	(kg)	26.6	± 2.9	27.8	± 7.7

\*  $p < 0.05$

表 9. REE/ 体重と身体活動量・体力

		低値群		高値群	
		n=11		n=7	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
運動量	(kcal)	300	± 128	243	± 78
総消費エネルギー	(kcal)	1,939	± 216	1,864	± 303
歩数		10,794	± 3,987	9,764	± 2,617
活動時間	(min)	109	± 38	100	± 27
最大酸素摂取量	(ml/kg/min)	29.3	± 4.4	38.9	± 7.9 **
レックプレス	(kg)	93.3	± 29.2	93.3	± 32.7
シーテッドプレス	(kg)	16.1	± 5.5	23.3	± 12.1
アネロプレス	(W)	931	± 381	1,365	± 614
アネロダッシュ	(W)	616	± 170	785	± 360

\*\*  $p < 0.01$

最低血圧との関連性が低くなったと思われる。

REE と身体活動量であるが、ライフコードによる 1 日の推計総消費エネルギー ( $p < 0.01$ ) と正相関が認められたが、計算式に基礎代謝基準値を採用しているためであると推測される。しかし、対象集団では、歩数、加速度センサのレベルが日常動作以上と判断される運動量およびその時間である活動時間に相関が認められなかった。持久性運動の実施は基礎代謝量 (BMR) を増大させると報告<sup>6,7)</sup> と、BMR に影響しないとの報告<sup>8-10)</sup> もあり一致した結論は得られていない。日本人中年女性を対象として、長期の運動週間が BMR に及ぼす影響を検討した報告によれば、運動群がコントロール群に比べて BMR はやや高値を示したが、両群間に有意な差はみられなかった<sup>1)</sup>。運動介入での実験によって BMR に差がみとめられないこともしばしば認められ、今回のような日常生活の中の軽度の身体活動を反映する、運動量、歩数などにおいて REE と正相関がみられなかったのではないかとと思われる。REE と体力については、最大酸素摂取量に正

相関 ( $p<0.01$ ) が認められた。本実験は横断的なものであり、REE がなぜ最大酸素摂取量と正相関になるのかは直接的に示すことはできない。しかし本実験の最大酸素摂取量が高校時代までの運動週間・高い身体活動量の積み重ねの結果であるとするならば、有酸素運動を行うことで、最大酸素摂取量の増加が見込まれ、その過程で、体脂肪量を減らす効果が期待でき、結局除脂肪量の維持と関わることが推測される。そのために REE との最大酸素摂取量の正相関がみられた可能性も否定できない。REE と筋系体力指標である、アネロプレス ( $p<0.01$ )、アネロダッシュ ( $p<0.01$ )、シーティッドプレス ( $p<0.01$ )、レッグプレス ( $p<0.05$ ) についてそれぞれ有意な正相関が認められた。REE は LBM と正相関の関連が深く、LBM はある程度の筋量を反映するので、筋量との関係が高いことが仮定できる。つまり REE がパワー系要素をもつ、アネロプレス、アネロダッシュと正相関を認めることは、筋量そのものが反映された結果として捉え、無酸素的運動能力、骨格筋の生理的な特徴である筋繊維の種類等とも関連が予想できるが、直接的な筋量の測定は出来ておらず、今後の課題としたい。REE は体重当たり、あるいは、LBM 当たりで評価することが一般的であるので、体重当たりの REE の平均を求めた結果 24.4kcal であった。体重当たりの REE 値は基礎代謝基準値の 1.03 倍であった。REE/ 体重で平均  $\pm 0.5 \Sigma$  を除いた者について REE/ 体重低値群、REE/ 体重高値群とし検討した。身体組成について、有意な差がみられたものは、体脂肪量および体脂肪率であり、いずれも REE/ 体重高値群が、REE/ 体重低値群に比べ低値を示した。REE/ 体重の低値群は高値群に比較し体脂肪率が高く、LBM は差がみられなかった。LBM に差がみられなかった理由は対象群の規模より、標準偏差が大きかったためではないかと思われる。さらに減量経験がある者の REE が低いとの報告がなされている<sup>11)</sup>。減量のリバウンドによる体脂肪の増加等も REE を低下させる可能性をもっていると思われる。同様に身体活動量と体力の比較を行ったところ、最大酸素摂取量が有意に REE/ 体重高値群が、REE/ 体重低値群に比べ高値を示した。有酸素性の体力指標である最大酸素摂取量は比較的安易にトレーニング効果が期待でき、一般に体脂肪率を減少させる効果も伴っている。運動が除脂肪組織における代謝活性を高め、REE/ 体重を高めることは否定できない。しかし運動介入期間、強度により最大酸素摂取量の増加が認められるが、体脂肪率の顕著な減少を伴わないような場合、除脂肪組織における代謝活性を高める効果はあまり期待できないとされている。

ハードなトレーニングを行うアスリートを対象に含んだ、実験では長期的な運動週間により BMR への影響が認められたとの報告がある<sup>12)</sup>が、中高年の男女の標準化した BMR を比較検討した結果、活性組織あたりの BMR に差が認められなかった、スポーツ活動は中高年女性の LBM あたりの BMR に影響を及ぼさなかった<sup>13)</sup>本研究は横断的であり、さらに、対象者は現在特別な運動週間を有していないことよりも、REE と群間の最大酸素摂取量の有意差については、除脂肪量や、筋系体力指標に差がないことより、体脂肪率の違いの段階で説明することが妥当と思われる。

## 引用文献

- 1) 秋吉美保子、大輪陽子、杉山みち子、尾林聡、麻生武志：更年期女性の安静時エネルギー消費量の検討。日本更年期医学学会誌，6(2)，197-202 (1998)
- 2) 細田泰子、高野里美、新村洋未、水野智子、濱木洋子：若年女性の安静時エネルギー消費量と身体計測値との関係。日本看護研究学会誌，24 (3)，280 (2001)
- 3) 松枝秀二、小野章史、松本義信、平川文江、平田圭、守田哲朗、長尾憲樹、長尾光城：8週間の低強度有酸素運動が運動習慣のない若年女性の体組成と基礎代謝量に与える影響。栄養学雑誌，59(5)，233-239 (2001)
- 4) 健康・栄養情報研究会編。第六次改定日本人の栄養所要量—食事基準値—。第一出版，(1999)
- 5) 高橋亜矢子、宮川豊美：女子大生の安静時代代謝と体組成、生活活動について。和洋女子大学紀要 (家政系編)，45，37-46 (2005)
- 6) Goran, M.L & Poehlman, E.T. Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons, *Am. J. Physiol.*, 263, 950-957 (1992)
- 7) Ballor, D.L. & Poehlman, E.T. Resting metabolic rate and coronary-heart-disease risk factors in aerobically and resistance-trained women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 56, 968-974 (1992)
- 8) Westerterp, K.R., Meijer, G.A.L., Janssen, E.M. E., Saris, V.V.H, NL & TenHoor, F. Long-term effect of physical activity on energy balance and body composition. *Br. J. Nutr.*, 68, 21-30. (1992)
- 9) Meijer, E.P., Westerterp, K.R., & Vessels, F.T. J. Effect of exercise training on total daily physical activity in elderly humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 80, 16-21 (1999)

- 10) Westerterp, K.R, Alterations in energy balance with exercise, *Am.J.Clin.Nutr.*, 68(suppl) 970S-974S. (1998)
- 11) 細原正子、橋田由吏、内海知子：減量経験が若年女性の安静時エネルギー消費量におよぼす影響。日本看護研究学会誌, 27 (3), 161 (2004)
- 12) 彰 雪英、齊藤慎一、引原有輝、海老根直之、吉武 裕：長期の運動習慣を有する中年女性におけるエネルギー消費量、体組成および最大酸素摂取量。体力医学, 54, 237-248 (2005)
- 13) 薄井澄誉子、金子香織、岡 純、田畑 泉、樋口 満：中高年男女スポーツ愛好者の身体組成と基礎代謝量。栄養学雑誌, 63(1), 21-25 (2005)

## Resting energy expenditure and its relation to physical composition, blood pressure, physical activity level, and physical strength on youth.

Katsuyori Aochi<sup>\*1</sup>, Shiori Ouchi<sup>\*1</sup>, Kazuoki Matsumoto<sup>\*2</sup>, Aya Sekizawa<sup>\*2</sup>, Masahide Imaki<sup>\*3</sup>, Takamichi Tamura<sup>\*4</sup>, Naohito Kawasaki<sup>\*5</sup>, Takeo Nakamura<sup>\*5</sup>, Manabu Kitakoji<sup>\*5</sup>, Seiki Tanada<sup>\*5</sup>

This study examined a general student body with a sedentary lifestyle.

Specifically, this study measured resting energy expenditure, physical composition, blood pressure dynamics (using a pulse wave), the level of physical activity (using an acceleration counter), the maximum oxygen uptake (defined as an aerobic index), and leg muscle power (defined as an anaerobic index).

It was aimed at 29 healthy young students with an average age of 20.6 years ( $\pm 2.1$  years) who participated with informed consent.

The frequency distribution of resting energy expenditure was shown to be 1,362 kcal/day on average with a standard deviation 313 kcal/day.

The relation to physical composition was in REE determination. Items known to correlation with REE are height ( $r=0.594$ ,  $p<0.01$ ), weight ( $r=0.526$ ,  $p<0.01$ ), lean body mass ( $r=0.630$ ,  $p<0.01$ ), total body water ( $r=0.630$ ,  $p<0.01$ ), and volume ( $r=0.478$ ,  $p<0.05$ ). The relationship between blood pressure and pulse wave was in REE determination. The correlation of REE for systolic blood pressure ( $r=0.549$ ,  $p<0.01$ ) and the diastolic blood pressure ( $r=0.408$ ,  $p<0.05$ ) was determined. The effect of physical activities and physical strength was shown. The total daily expended energy calculated using "life coda" was  $r=0.531$ ,  $p<0.01$ , while maximum oxygen uptake measurement were  $r=0.575$ ,  $p<0.01$ . Anaeropress, a physical muscular power indexing system, reported ( $r=0.725$ ,  $p<0.01$ ). Results from Anaerodash ( $r=0.692$ ,  $p<0.01$ ), shoulder press ( $r=0.692$ ,  $p<0.01$ ), and leg press ( $r=0.512$ ,  $p<0.05$ ) were also trend correlation analysis. The only significant differences between the high and low REE/weight groups were in the body fat and in the body fat ratio. That two items with the highest REE/weight ratio showed the low values in compared with the lowest group these. Of the statistics analyzed only maximum oxygen uptake had a significant variance between the high and low REE/weight groups. The result with the highest REE/weight group showed the high values in compared with the lowest group these.

\*1: Tokyo Dietitian Academy

\*2: Dept. Life Culture, Faculty of Humanities, Seitoku University

\*3: Dept. Clinical Nutrition, Faculty of Comprehensive Rehabilitation

\*4: Kochi Gakuen College

\*5: School of Pharmaceutical Sciences, Kinki University