

日常の身体活動の特性の違いが勤労中年男性の 体力ならびに血清脂質に及ぼす影響

久島 公夫

1. はじめに

高齢社会への急速な移行が続いている今日、中高年齢者の健康の保持増進は個人的にも社会的にも大きな問題となっている。このような時代背景のもとでは、健康に対する考え方も、単に疾病に罹患しないとか、それによって死亡しないといった消極的な健康観から、より充実した、質の高い日常生活を送ることができるかどうかといった積極的な健康観が重要になってくる。このような積極的な健康を実現するためには、少なくとも身体活動を支える予備能としての体力の保持増進と生活習慣病の予防の2点は重要な条件であると考えられる。そしてこれらの2つの条件は、各個人の生活習慣と密接な関わりを持つ⁽¹⁾。特に、持久的な身体活動の継続が呼吸循環系機能や血清脂質プロファイルの改善を介して、冠動脈性心疾患の危険度を低下させることが報告されているように⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾、省力化の進む現代社会において、身体活動は中高年齢者の健康の保持増進に積極的な効果を及ぼすことが期待される。最近、Despresら⁽⁵⁾は冠動脈性心疾患の危険度の減少が主に呼吸循環系機能の改善によるのか、血清脂質の改善によるのかは明らかでないこと、そして、身体活動が呼吸循環系機能と、血清脂質などの代謝系指標に及ぼす効果もまたお互いに無関係なメカニズムを通して生じることを指摘している。その後、Pateら⁽⁶⁾も集積された研究結果から、従来健康増進のために7 Kcal/min以上の中等度～高強度の持久的運動が推奨されていたものを改め、4～7 Kcal/minの低強度～中等度の身体活動を1日合計30分以上行うことを推奨している。これに対して、Marrugatら⁽⁷⁾は健康増進のためには7.5 Kcal/min以上の中等度～高強度の身体活動が望ましいとしている。このように、日常生活に推奨される身体活動の強度やその効果に関して、必ずしも一致した見解は得られていない。勤労社会人について実際の日常生活における身体活動場面を考えると、仕事による身体活動と余暇におけるレクリエーション的身体活動に大別することができる。仕事による身体活動は、その人の職業形態により規定され、自由にその内容を変えることができない受動的なものである。一方、レクリエーション的な運動は、運動の様式、強度、持続時間などを自由に定めることができる

能動的な行為である。そして、仕事中の身体活動は運動強度は低いが長時間にわたると1日の総消費エネルギーは多くなるという特性、余暇での身体活動は運動強度は高いが、時間的な制約もあり1日の総消費エネルギーは比較的少ないという特性を持つと思われる。勤労社会人は日常生活の中で、これらの異なった特性を持つ身体活動の影響を受けることになり、これらの身体活動の及ぼす影響の方向や程度もまた異なっていることが推測される。そこで、本研究では同一対象者集団に関して、余暇運動としての身体活動及び仕事中の歩行量からみた身体活動が体力、血清脂質に及ぼす影響について解析し、それぞれの身体活動の特性によりその及ぼす影響に違いがあるか否かに注目して検討した。このような観点から日常生活の中での身体活動の影響について分析した報告はみられず、現在未解決の問題の一つとして、今後の研究結果の蓄積が求められている⁸⁾。

II. 対象及び方法

1. 調査対象

広島県内の製造業2社に就業している者のうち、定期健康診断により特に異常が認められない30～59歳の健常な男性従業員3376人を対象とした。両社の従業員は職種に関しては事務職、計器の監視に従事している監視職及び現場作業に従事する現場職に区分される。また、勤務形態に関しては常昼勤務者、2交替勤務者、3交替勤務者に区分される。

2. 調査項目

1) 健康診断及び体力測定

従業員全員に3月～5月に定期健康診断、5月～7月に体力測定を実施した。体力の指標としては、筋力、瞬発力、敏捷性、呼吸循環系機能の4つの体力要因に関して、文部省体力診断テストの中からそれぞれ握力、垂直跳び、反復横跳び、踏み台昇降テストの4種目を用いた。測定は、文部省体力診断テスト及び壮年体力テストの実施要領に準拠して行った⁹⁾。Body Mass Index (以下BMIと略す)は、体重 (Kg) / [身長 (m)²] により求めた。体重と身長は定期健康診断の結果を用いた。

2) 血清生化学検査

35才以上の従業員及び30～34歳の希望者に対し、成人病検診において血清生化学検査を実施した。検査項目の中から、血清脂質データとしてTriglycerides (以下TGと略す)、Total cholesterol (以下TCと略す)、

High density lipoprotein cholesterol (以下HDL Cと略す)、Low density lipoprotein cholesterol (以下LDL Cと略す)、Atherogenic index (以下A Iと略す) の5項目を分析に用いた。LDL C値はFriedewaldら⁽¹⁰⁾の推定式により求めた。A Iは、 $(TC - HDL C) / HDL C$ により算出した。血液採取は、指定された日の午前中に12時間以上の絶食、禁煙後に行われ、少なくとも24時間以内に分析された。TG及びTCは酵素法、HDL Cはヘパリンマグネシウム法により定量した。

3) 生活習慣に関する調査

体力測定実施期間中に、従業員全員に質問票による生活習慣に関する調査を実施した。質問票は職種、勤務形態、運動部所属の有無、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣などを含む73項目の生活状況に関する質問により構成された。日常の身体活動に関する調査内容のうち余暇でのレクリエーション的な運動については、会社内外の同好会所属の有無と週当たり練習日数、1日当たりの練習時間、及び余暇における運動実施の頻度と1日当たりの運動時間、運動の種類などであった。工作中的の身体活動については、工場全体がオートメーション化されており、作業内容がほとんど保守、点検といった歩行であったため、1日当たりの工作中的の歩行時間を調査した。回収した質問票のうち、記入不備と思われるものについては本人に返送し、再記入させた。

3. 解析方法

全対象者について、定期健康診断、体力測定、生活習慣調査の全データを結合した。ここで、欠測値及び外れ値を有する者を除外した。外れ値については箱型図を参考にし⁽¹¹⁾⁽¹²⁾、外側値のうち他のデータとかけ離れた値、及び全ての極外値を外れ値とした。社内運動部所属者は一般従業員と異なる生活習慣を有すると考えられるために、また、1日の喫煙本数1～9本の者、及び飲酒者で週当たりの飲酒日数が2日以下の者は喫煙者、飲酒者としての特徴がはっきりしない集団と考えられるためにそれぞれ分析対象から除外した。非喫煙者については喫煙中止者を除外した。これにより、体力に関する分析対象者は1743人となった。このデータに、さらに血清脂質データを結合して欠測値と外れ値を除外した。また、TG値が300mg/dlと異常に高値を示した者は、前夜からの絶食中に飲食物を摂取した可能性があるために分析対象から除外した。この結果、血清脂質に関する分析対象者は708人となった。

これらの対象者を、喫煙に関しては1日の喫煙本数により、非喫煙者、

10～19本、20～29本、30本以上の4群に、飲酒に関しては、1日のアルコール摂取量により、非飲酒者、1～44.5g（日本酒2合未満相当）、44.6g以上（日本酒2合以上相当）の3群に、職種に関しては事務職、監視職、現場職の3群に、勤務形態に関しては常昼勤務者、2交替勤務者、3交替勤務者の3群に分けた。余暇におけるレクリエーション的な身体活動に関しては、頻度と時間により3群に分け、月2～3回以下で1日4分以下の群を「少ない」、同好会所属または週2～3回以上で1日30分以上の群を「多い」、その他週当たり1回程度の群を「中程度」とした。仕事時の身体活動については、1日の仕事時の歩行時間が29分以下の群を「少ない」、仕事時の歩行時間が30～59分の群を「中程度」、仕事時の歩行時間が60分以上の群を「多い」とした。身体活動を評価する場合、厳密には運動の強度と時間から身体活動量を求めなければならないが、本研究はフィールド調査であり、厳密な強度の定量化が困難であったため、時間的なもので区分される量として捉えた。余暇における身体活動群別及び仕事時の身体活動群別の分析対象者数と各群の平均年齢を表1に示す。

表1. 分析対象者数及び年齢の平均値、標準偏差

余暇での身体活動			
少ない	中程度	多い	合計
445 (44.3±6.6)	917 (43.9±6.4)	381 (41.9±6.2)	1743 (43.6±6.5)
204 (46.2±5.4)	382 (46.3±5.2)	122 (44.7±5.2)	708 (46.0±5.3)

仕事時の身体活動			
少ない	中程度	多い	合計
399 (43.2±6.3)	550 (43.4±6.8)	794 (43.9±6.4)	1743 (43.6±6.5)
158 (45.1±5.3)	223 (46.0±5.5)	327 (46.5±5.1)	708 (46.0±5.3)

各表の上段は体力、下段は血清脂質の分析対象者を示す。

各種体力値、血清脂質値を従属変数、余暇での身体活動及び仕事時の身体活動を独立変数とし、喫煙、飲酒、職種、勤務形態、年齢、BMIを共変量として共分散分析により解析した。共変量としては予備分析及び先行研究⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾で体力、血清脂質と関連の認められている項目を選択した。なお、年齢及びBMIは連続量として扱った。次に、各体力値、血清脂質値について共変量に関して調整した後の、余暇での身体活動及び仕事時の身体活動による群別の平均値を求めた。そして、各検査値に対する余暇での身体活動及び仕事時の身体活動の効果の方向性を比較検

討するために、同一グラフ上にプロットした。身体活動による各群の平均値の比較に関しては、基準となる群と他の群を比較するDunnett⁽¹⁸⁾の多重比較法を用いて検定を行った。基準となる群を身体活動の「少ない」群とした。各検査値の正規性及び等分散性はNormal quantile-quantile plotと箱型図により検討した⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。なお、分析においては、SAS統計パッケージPC版を使用した⁽¹⁹⁾。

III. 結果

各体力値及び血清脂質値の正規性と等分散性を検討した結果、TG値を除くすべての検査値において正規性と等分散性が認められた。TG値に関しては、対数変換値に正規性と等分散性が認められたため、分析には対数変換値を用いた。表2に共分散分析結果から得られた、各検査値に関する共変量による調整後の余暇での身体活動群別、及び工作中的身体活動群別の平均値と標準誤差を示す。図1は表2の中の体力値について、図2は表2の中の血清脂質値からTC値を除く4項目について、余暇での身体活動群別（実線で示す）、及び工作中的身体活動群別（破線で示す）の平均値と95%信頼区間を同一図上にプロットしたものである。

表2. 余暇及び工作中的身体活動群別の体力検査値並びに血清脂質値の調整済み平均値と標準誤差

検査項目	身体活動量		
	少ない	中程度	多い
握力 (kg)	§§ 49.5 (0.26) § 49.3 (0.29)	49.2 (0.20) 49.7 (0.26)	50.6 (0.30) * 50.3 (0.24) *
垂直跳び (cm)	§§ 47.0 (0.31) 48.4 (0.31)	47.6 (0.22) 48.7 (0.28)	50.5 (0.33) * 48.0 (0.26)
反復横跳び (score)	§§ 43.7 (0.24) 44.8 (0.24)	44.5 (0.17) 45.1 (0.22)	46.2 (0.25) * 44.5 (0.20)
踏台昇降テスト (score)	§§ 65.3 (0.49) 67.1 (0.51)	66.4 (0.35) 66.9 (0.45)	69.7 (0.53) * 67.4 (0.41)
トリグリセリド (対数值)	4.65 (0.034) § 4.66 (0.037)	4.60 (0.027) 4.60 (0.034)	4.57 (0.048) 4.55 (0.032) *
総コレステロール (mg/dl)	201.6 (2.63) 199.4 (2.88)	197.9 (2.11) 201.6 (2.68)	197.0 (3.69) 195.5 (2.51)
HDL-コレステロール (mg/dl)	57.9 (0.95) §§ 56.3 (1.05)	56.6 (0.77) 58.1 (0.97)	59.1 (1.34) 59.2 (0.91) *
LDL-コレステロール (mg/dl)	119.9 (2.45) 119.4 (2.69)	118.9 (1.97) 121.1 (2.49)	116.4 (3.44) 114.8 (2.33)
Atherogenic Index	2.67 (0.069) § 2.70 (0.076)	2.66 (0.056) 2.64 (0.071)	2.50 (0.098) 2.50 (0.066) *

各検査項目の上段は余暇での身体活動、下段は工作中的身体活動に関する分析結果を示す。

§§は1%未満、§は5%未満の危険率でそれぞれの身体活動が有意な効果を有することを示す。

*は5%未満の危険率で身体活動が「少ない」群との間に有意差が認められることを示す。

1. 余暇及び仕事における身体活動と体力の関連

握力に関しては、余暇における身体活動が1%未満、仕事における身体活動が5%未満の危険率でそれぞれ有意な効果を示した。それぞれの身体活動について群間を比較すると、双方とも身体活動の「多い」群は「少ない」群に比べて有意に高い値を示した ($p < 0.05$ 、図1-a)。垂直跳び、反復横跳び及び踏み台昇降テストに関しては、余暇における身体活動のみが有意な効果を示し、身体活動が多くなるにつれて高い値を示した ($p < 0.01$ 、図1-b~図1-d)。余暇における身体活動の「多い」群は「少ない」群に比べて有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。これらの3項目に関しては、仕事における身体活動には有意な効果が認められなかった。

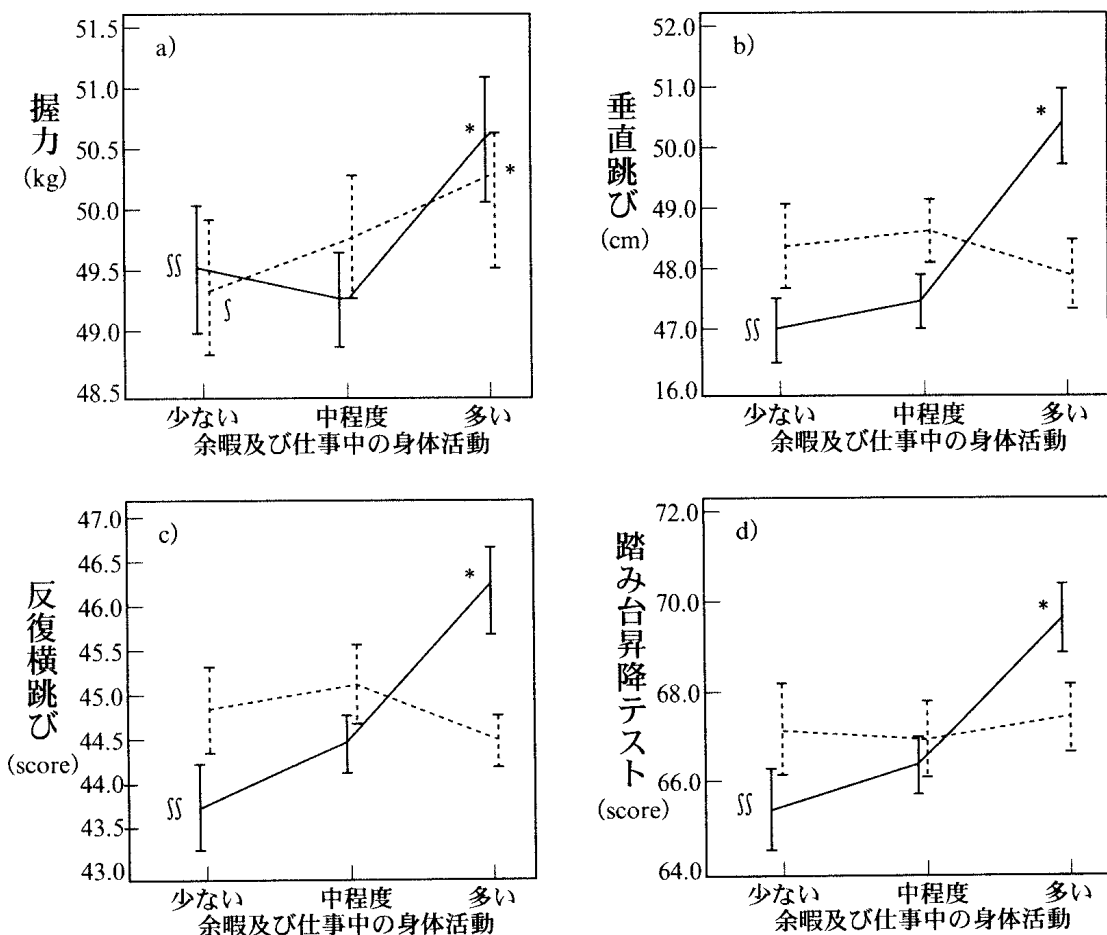


図1 余暇及び仕事における身体活動量による群別の、各体力値の平均値と95%信頼区間
(共変量に関して調整済み。実線は余暇での身体活動、破線は仕事での身体活動を示す。
SSは1%未満、Sは5%未満の危険率でそれぞれの身体活動が有意な効果を有することを示す。
*は5%未満の危険率で身体活動が「少ない」群との間に有意差が認められることを示す。)

2. 余暇及び仕事における身体活動と血清脂質の関連

TGに関しては、仕事における身体活動のみが有意な効果を示し、身体活動が多くなるにつれてTG値は低くなる傾向を示した ($p < 0.05$ 、図2-)

a)。工作中的身体活動が「多い」群は「少ない」群に比べて有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。TCに関しては、余暇における身体活動及び工作中的身体活動の双方ともに有意な効果は認められなかった (図は省略)。HDL Cに関しては、工作中的身体活動のみが有意な効果を示し、身体活動が多くなるにつれてHDL C値は高くなる傾向を示した ($p < 0.05$ 、図 2-b)。工作中的身体活動が「多い」群は「少ない」群に比べて有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。LDL Cに関しては、余暇における身体活動及び工作中的身体活動の双方ともに身体活動量の「多い」群の値が低くなる傾向を示したが、有意性は認められなかった (図 2-c)。

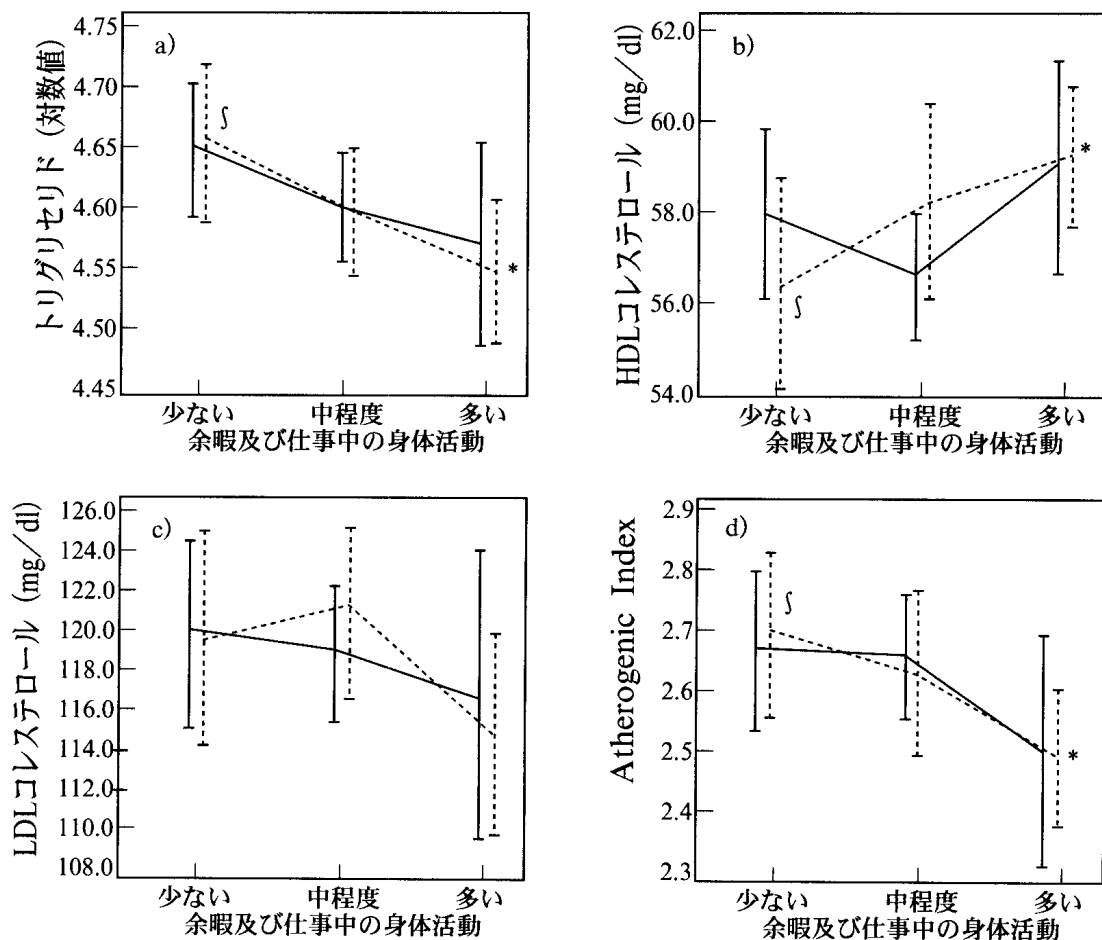


図 2 余暇及び工作中的の身体活動量による群別の、各体力値の平均値と95%信頼区間 (共変量に関して調整済み。実線は余暇での身体活動、破線は工作中的の身体活動を示す。
 §§は1%未満、§は5%未満の危険率でそれぞれの身体活動が有意な効果を有することを示す。
 *は5%未満の危険率で身体活動が「少ない」群との間に有意差が認められることを示す。)

A I に関しては、工作中的身体活動のみが有意な効果を示し、身体活動が多くなるにつれてA Iは低くなる傾向を示した ($p < 0.05$ 、図 2-d)。工作中的身体活動の「多い」群は「少ない」群に比べて有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。全項目について、余暇における身体活動は工作中的の

身体活動とほぼ類似の傾向を示したが、有意な効果は認められなかった。

IV. 考察

1. 余暇及び仕事における身体活動と体力の関連

中高年齢者においても、適度な負荷強度によるトレーニングによって筋力が増加することが報告されているが⁽²⁰⁾⁽²¹⁾、日常の運動と筋力の関連についての文献は少ない。小野⁽²²⁾は、握力には日常の運動、実施状況の違いによる差は認められないことを報告している。職種と筋力の関係については、ブルーカラー群がホワイトカラー群より高い成績を示すことが報告されているが⁽²²⁾⁽²³⁾⁽²⁴⁾、三浦⁽²⁴⁾は、最近の技術革新により労働者の間の体格、体力の差ははっきりしなくなりつつあると述べている。本研究においては、握力に関して余暇での身体活動、工作中的身体活動共にに有意な効果が認められた。余暇での運動には球技系のスポーツが多いことや、スポーツを行うための補強的な運動が握力の強化に影響していると思われる。また、物を握るという動作は日常の生活動作としてよくみられる運動様式なので、工作中的身体活動の多い者は職種を問わず、座業的な作業に従事している者よりは握力を保持向上させるような労作をする機会が多いことが推察される。

垂直跳びは瞬発力の測定を目的としている。瞬発力は筋力と筋収縮のスピードの積で表される。小野は⁽²²⁾、伸脚力に関して日常の運動習慣による差を認めており、余暇での運動が垂直跳びに効果を持つことを示唆している。余暇での運動においては、軽い運動といっても、走る、止まる、屈伸する、ジャンプするなどの様々な動作が体重負荷のもとで行われるので、生体に対して日常の歩行では得られない高い負荷荷重と速い筋収縮のスピードが要求される。これにより、余暇での身体活動の「多い」群が瞬発力において高い値を示すという本研究の結果が得られたものとする。

反復横跳びは敏捷性の測定を目的としているが、一般の中高年齢者にとっては、素早く移動するための筋収縮の速さだけでなく、片側から反対側へ移動する際の動作の切り替え時に要求される脚筋力の強弱や、全力で20秒間運動を続けるための筋持久性の優劣などの総合された測定項目として捉えられる。反復横跳びに対して、余暇での身体活動は有意な効果を示し、また、活動量が多くなるにつれて高い値が認められた。このことは、余暇での運動が垂直跳びのような瞬発的な筋収縮による無酸素性運動だけでなく、最大努力で筋収縮を繰り返すという無酸素性運動

の持続能力に対しても大きな正の影響を持つことを示している。

一方、工作中的身体活動と垂直跳び及び反復横跳びの間に関連は認められず、歩行よる負荷強度の不足が推測された。

中高年齢者の呼吸循環系機能に対して、高強度運動負荷によるトレーニングのみならず、歩行やテニスなどを用いた比較的強度のトレーニングによっても効果があることが認められている⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾。一方、余暇での運動として行われているようなスポーツ活動を用いたトレーニングについては、負荷強度が小さいことや持続時間が少ないため呼吸循環系機能の向上に効果が認められないとする報告も見られる⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾。日常の運動習慣との関連について、McDonoughら⁽³¹⁾やHaskellら⁽³²⁾は日常の運動量の多い群が呼吸循環系機能に優れていることを報告している。本研究においては、運動後回復期の心拍数から算出される踏み台昇降テスト成績を指標として分析した。運動後回復期の心拍数が低いほど踏み台昇降テスト成績は高い値となり、呼吸循環系機能が優れていることを示す。Gordonら⁽³³⁾は、最大下運動時の心拍数や運動後回復期の心拍数を測定し、日常の運動量の多い群が運動テスト中の心拍数の上昇が少ないこと、運動後の心拍数の回復が急速であることを報告している。今回の分析結果は、前記のMcDonoughら⁽³¹⁾、Haskellら⁽³²⁾、Gordonら⁽³³⁾の結果とほぼ一致するものであり、呼吸循環系機能に対する余暇運動の好影響が認められた。また、日常生活において身体的に活動的なことと同様に、呼吸循環系機能の高いことが冠動脈性心疾患の危険度を減少することも多数報告されている⁽³³⁾⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾。一方、工作中的身体活動は垂直跳び、反復横跳びと同じく踏み台昇降テストに関しても効果を示さなかった。仕事による歩行といった運動では、筋収縮の速さや強さはさほど要求されず、呼吸循環系機能に影響を与えるほどの運動負荷にも達していないことが推測される。

以上のように、余暇における身体活動は体力の保持増進に好影響を及ぼすことが認められた。しかし、この結果は必ずしも余暇での運動によってこれらの体力値が増加したためであるとは言いきれない。この集団は特別な運動トレーニングを行っているわけではなく、余暇時間に歩行、ジョギング、テニス、ゴルフ、バレーボール、キャッチボール、水泳などの様々な種目をレクリエーション的に行っている。従って、Pateら⁽⁶⁾の示す4-7 Kcal/min程度の中等度の身体運動であろうと推測される。星川ら⁽²⁹⁾が、大部分のレクリエーションスポーツは全身持久性改善への刺激負荷としては過小であるようだと報告しているように、中年男性にとってレクリエーション的運動で各種体力値を増加させていくことは難し

いと考えられる。今回の結果に関しては、加齢に伴う体力の低下速度が余暇での身体活動の多い群で抑えられた結果でもあると解釈される。

いずれにしても、この結果は余暇での運動習慣の多い者が、日常の労働やスポーツ、レクリエーション活動に余裕を持って対応できる、即ち身体活動に対する予備能力が高く保たれていることを意味している。従って、余暇における身体活動は、冠動脈性心疾患の予防と共に体力の保持増進という面から、中高年齢者の積極的健康の獲得に大きな意義を持つものと思われる。

2. 余暇及び仕事における身体活動と血清脂質の関連

トレーニングや身体活動と血清脂質の関連については、先行研究によりエネルギー消費量が週あたり1000Kcal以上であり、中等度以上の強度(HR Maxの60~85%)の持久的運動によって血清脂質に変化が起こることが報告されている⁽¹⁷⁾⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾。このようなレベルでのトレーニングや身体活動と血清脂質の関連に関する文献は多数みられる⁽⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。しかし最近、より低強度の運動(HR Maxの50~70%)を継続することにより血清脂質に変化が生じること⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾、血清脂質の変化に重要な要因は運動強度ではなくて、エネルギー消費を多くして代謝過程を改善することであるという説が報告されている⁽⁵⁾。本研究における身体活動の運動強度とエネルギー消費量についてみると、余暇での身体活動に関しては、部分的には無酸素性運動を含む高強度の運動が含まれるものの、全体を通してみると中等度の運動であると考えられ、また、週あたりのエネルギー消費量に関しては、調査票に回答された運動種目、RMR、1日の運動時間から概算しておおむね身体活動が「少ない」群が50Kcal以下、「中程度」群が200~300Kcal、「多い」群が500~700Kcal位であると思われる。仕事中の身体活動に関しては、普通よりやや速いスピードによる歩行であることから、低強度~中等度の運動であり、余暇での運動よりは強度が低いといえる。しかし、勤務による強制運動なので時間的には長く、また、休日を除く毎日実行されるので、週あたりのエネルギー消費量は「少ない」群が200~400Kcal、「中程度」群が500~700Kcal、「多い」群が1000~2000Kcal程度と推定される。従って、仕事中の身体活動は運動強度は低い運動による総エネルギー消費量は多いという特徴を持つと思われる。

中等度以上の運動を規則的に行っている者⁽¹⁶⁾、低強度~中等度の運動を規則的に行っている者⁽⁵⁾⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾の双方とも低いTG値を示すことが報告さ

れている。本研究においては、工作中的身体活動とTG値に有意な関連が認められ、身体活動が多くなるにしたがってTG値は低くなることが認められた。持久的運動の継続によりインシュリン感受性が上昇し⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾、lipoprotein lipase（以下LPLと略す）活性もまた上昇する⁽⁴³⁾⁽⁴⁶⁾ことが報告されている。これらの働きによりTG-richリポ蛋白の水解やTGの脂肪組織への転化が促進されるために血清TG値が低下すると考えられる。

習慣的な身体運動とHDL Cの関連についてみると、これまで持久的運動トレーニングや仕事による運動、持久的運動競技者などについて分析され、中等度以上の強度の身体運動を行うことにより、HDL Cが上昇することが報告されているが⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾、その後の研究では比較的低強度の身体運動の継続によってもHDL Cの上昇が認められている⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾。本研究においては工作中的身体活動が有意な効果を示し、活動量の増加とともに高い値を示した。持久的運動によるインシュリン感受性及びLPL活性の上昇が、TG-richリポ蛋白の水解に伴うアポ蛋白由来のHDL Lの生成を増加させること、lecithin-cholesterol acyltransferase活性の上昇⁽⁴⁷⁾が遊離コレステロールのエステル化とHDL 粒子の芯への取り込みを促進することなどの機序によりHDL Cが増加することが考えられる。

LDL Cと身体活動の関連に関しては、持久的な身体運動がLDL Cを減少させる効果を持つとする報告⁽³⁸⁾⁽⁴¹⁾と効果なしとする報告⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾が見られ、一致した結果は得られていない。最近、Lakkaら⁽⁴¹⁾は、LDL Cが余暇時間における歩行、ジョギング、自転車、水泳などの達成距離と負に関連していること、また、木村ら⁽³⁸⁾もほぼ同様の結果を報告しており、低強度～中等度の強度の身体運動でもLDL Cの減少効果があることを認めている。しかし、本研究においては、余暇及び工作中的身体活動の双方とも活動量の多い群でLDL Cは低くなる傾向を示したが、有意な低下は認められなかった。

木村ら⁽³⁸⁾はTC/HDL C ratioに関して、余暇時間に軽中等度の運動を実施している者と中等度以上の持久的な運動を実施している者が、特別な運動習慣のない者に比べて有意に低いことを報告し、また、Tuckerら⁽⁵⁰⁾も類似の結果を報告している。本研究ではAIの算出方法に関して、TC/HDL CではTCを構成する分画としてのHDL CがTC中に含まれることになるので、抗動脈硬化作用があるとされるHDL Cとそれ以外のコレステロールの比をみるほうが合理的であると考え、 $(TC - HDL C) / HDL C$ を用いた。その結果、工作中的身体活動

に有意な効果が認められ、身体活動の増加とともに低い値を示し、算出式は異なるが、木村ら⁽³⁸⁾やTuckerら⁽⁵⁰⁾の報告と類似した傾向が認められた。この結果はHDL Cの有意な増加と、有意ではないがLDL Cの減少の双方の影響によるものと推察され、仕事による運動が運動強度は低く、休息をはさみながらの運動であるが長時間、長期間の継続により動脈硬化性疾患の予防に効果を持つことを示している。

血清脂質プロフィールと余暇での身体活動の関連をみると、全ての項目にわたって一貫して好ましい影響が示唆されたが、統計的有意性は認められなかった。これに関しては、消費エネルギーの不足が推測されるので、ウォーミングアップ時のジョギングや準備運動などを含めて運動時間をできるだけ多くすることにより効果が期待できると思われる。

以上の結果、余暇での身体活動は体力の保持増進に大きな効果を示したが、血清脂質に関しては効果はやや少なかった。一方、仕事での身体活動は体力の保持増進に関しては効果が少なかったが、血清脂質の改善には大きな効果を示した。このように、双方の身体活動の間に対照的な結果が得られたのは、運動強度が高いか低いか、エネルギー消費が多いか少ないかというそれぞれの身体活動の特性によるものと推察される。冠動脈性心疾患をはじめとする動脈硬化性疾患の予防には呼吸循環系機能と代謝過程の改善が重要な因子であるとし、これら両者に対する運動の効果はそれぞれ無関係に独立して現れること、血清脂質などの代謝過程の改善は、呼吸循環系機能の向上を伴わない低強度の運動においても認められることが報告されている⁽⁵⁾⁽⁵¹⁾。また、Pateら⁽⁶⁾は運動の種類は問わず、中等度の運動を1日30分以上行えば健康増進に効果があり、その運動は必ずしも連続して行う必要がないことを強調している。疫学データから得られた本研究の結果はこれらの報告を支持するものであった。従って、健康づくりを体力増進と生活習慣病予防の両面から考えるとき、推奨される日常の身体活動としては、十分な消費エネルギーを確保しながら好みのスポーツ・レクリエーションを行うことが、効果のバランス、楽しさや継続性という観点からより望ましいと考える。しかし、高齢になるにつれてスポーツ・レクリエーションによって必要なエネルギー消費を達成することが困難になると思われるので、日常的に行う歩行、家事や趣味としての庭仕事や畑仕事などの、継続性のある生活の中でのパターン化された活動が、血清脂質などの代謝系指標の改善という観点から健康の保持増進にとって重要になってくるであろう。

V. 要約

本研究の目的は、中年勤労男性を対象として余暇における身体活動及び仕事中の歩行からみた身体活動が、体力並びに血清脂質に及ぼす影響について解析し、それぞれの身体活動の特性によりその及ぼす影響に違いがあるか否かについて検討することであった。

結果は以下のように要約される。

1. 余暇における身体活動は、握力、垂直跳び、反復横跳び及び踏み台昇降テスト成績に好影響を及ぼしており、身体活動の多い者に高い成績が認められた。しかし、血清脂質との間には有意な関連は認められなかった。

2. 仕事中の身体活動は、握力及びTG、HDL C、A Iに好影響を及ぼしており、身体活動の多い者に握力及びHDL Cでは高い値、TG及びA Iでは低い値が認められた。しかし、握力以外の体力値との間には関連は認められなかった。

このように、余暇における身体活動は主に体力の保持増進を通して、仕事中の身体活動は主に血清脂質の改善を通して、それぞれ健康的な生活の獲得に貢献していることが示唆された。それぞれの身体活動の及ぼす影響の違いは、運動強度と総エネルギー消費量の違いを反映していると考えられ、歩行といった低強度～中等度の運動でも、運動時間を長くすることにより健康の保持増進に有効であることが認められた。

文献

- (1) Breslow,L. and Enstrom,J.(1980) Persistense of health habits and their relationships to mortality. *Prev.Med.* 9: 469-463.
- (2) Paffenbarger,R.S.Jr.and Hyde,R.T.(1984) Exercise in the prevention of coronary heart disease. *Prev.Med.* 13: 3-22.
- (3) Paffenbarger,R.S.Jr., Hyde,R.T.,Wing,A.L. and Steinmetz,C.H. (1984) A Natural history of athreticism and cardiovascular health. *JAMA.* 252: 491-495.
- (4) Kohl,H.W., Powell,K.E., Gordon,N.F., Blair,S.N. and Paffenbarger,R.S.Jr. (1992) Physical activity, physical fitness, and sudden cardiac death. *Am.J.Epidemiol.* 14: 37-58.
- (5) Despres,J.-P. and Lamarche,B. (1994) Low-intensity endurance exercise training, plasma lipoproteins and the risk of coronary heart disease. *J.Intern.Med.* 236: 7-22.
- (6) Pate,R.R., Pratt,M., Blair,S.N., Haskell,W.L., Macera,C.A., Bouchard,C., Bchner,D., Ettinger,W., Heath,G.W., King,A.C., Kriska,A., Leon,A.S., Marcus,B.H., Morris,J., Paffenbarger,R.S.Jr., Patrick,K., Pollock,M.L., Rippe,J.M., Sallis,J., Wilmore,J.H.(1995) Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and the American College of Sports Medicine. *JAMA.*

273:402-407.

- (7) Marrugat,J., Elosua,R., Covas,M-I., Molina,L., Rubies-Prat,J., and the MARATHOM investigators. (1996) Amount and intensity of physical activity,physical fitness,and serum lipids in men. *Am.J.Epidemiol.* 143: 562-569.
- (8) 内藤義彦 (2002) 「疫学調査における身体活動量調査の意義」『体力科学』51(1):71.
- (9) 文部省体育局(監修) (1975) 『体育・スポーツ指導実務必携』ぎょうせい：東京.
- (10) Friedewald,W.T., Levey,R.I. and Fredrickson,D.S. (1972) Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin.Chem.* 18: 499-502.
- (11) Tukey,J.W. (1977) *Exploratory data analysis*. Mosttler,F.(ed.), Addison Wesley, Reeding MA.
- (12) 渡辺 洋・鈴木規夫・山田文康・大塚雄作 (1985) 『探索的データ解析入門——データの構造を探る——』朝倉書店：東京.
- (13) 久島公夫・和泉堯己・坂井 学・佐藤広徳・高本 登 (1996) 「勤労中年男性の体力及び血圧と喫煙習慣の関連」『体育学研究』40(5): 305-315.
- (14) 久島公夫 (1992) 「中年男性の喫煙・飲酒習慣が体力、血圧、血清脂質におよぼす影響に関する研究」『広島大学医学雑誌』39(1):61-84.
- (15) 久島公夫・高本 登・佐藤広徳 (1998) 「勤労中年男性の肥満度、血圧、血清脂質に及ぼす禁煙の影響」『日本公衛誌』45(10): 1000-1010.
- (16) Dufaix,B., Assmann,G. and Hollmann,W. (1982) Plasma lipoprotein and physical activity: A Review. *Int.J.Sports Med.* 3: 123-136.
- (17) Haskell,W.L. (1984) Exercise-induced changes in plasma lipids and lipoproteins. *Prev.Med.* 13: 23-36.
- (18) Dunnett,C.W. (1964) New table for multiple comparisons with a control. *Biometrics* 20: 482-491.
- (19) 竹内 啓 他 (1989) 『S A Sによる実験データの解析』東京大学出版会：東京.
- (20) Muller,E.A. (1959) Training muscle strength. *Ergonomics.* 2: 216-222.
- (21) 勝木新次 (1972) 「中高年者における体育運動の効果めぐって」『体力研究』23: 1-11.
- (22) 小野三嗣 (1972) 「中高年者における体育運動とその効果. 第3報 筋力および体前屈について」『体力科学』23: 35-43.
- (23) 勝木新次・芝山秀太郎・江橋 博 (1974) 「中高年事務労働者の体力分析」『体力研究』27: 42-59.
- (24) 三浦豊彦 (1989) 『はたらく人の健康学』大修館書店：東京. pp.68.
- (25) 伊藤稔・伊藤一生・武部吉秀・八木 保・里見仁志・前田喜代子 (1976) 「テニスを利用してのトレーニングによる中高年者の全身持久性の向上について」『体育科学』4:99-104.
- (26) 伊藤 稔 他 (1974) 「歩行トレーニングによる中・高年者の全身持久性の向上について (第2報)」『体育科学』2: 179-189.
- (27) Rippe,J.M., Ward,A., Porcari,J.P. and Freedson,P.S. (1988) Walking for health and fitness. *JAMA.* 259: 2720-2724.
- (28) 石井喜八・大桑哲男・入川松博・新宅幸憲(1976) 「全身持久性のトレーニング

効果——軟式野球による投捕球運動の場合」『体育科学』4: 99-104.

- (29) 星川 保・村瀬 豊・水谷四郎・松井秀治 (1978) 「呼吸循環機能改善刺激としてのレクリエーションスポーツの役割——中高年者における水泳、野球、テニス、バドミントン、卓球、ゴルフ実施時の心拍数、酸素摂取量、酸素負債量、酸素需要量、RMR——」『体育科学』6: 77-89.
- (30) Wilmore, J.H., Davis, J.A., Obrien, R.S., Vodak, P.A., Walder, G.R. and Amsterdam, E.A. (1980) Physiologic alterations consequent to 20-week conditioning programs of bicycling, tennis, and jogging. *Med.Sci.Sports Exerc.* 12: 1-8.
- (31) McDonough, J.R., Kusumi, F. and Bruce, R.A. (1970) Variation in maximal oxygen intake with physical activity in middle-aged men. *Circulation* 41: 743-751.
- (32) Haskell, W.L., Taylor, H.L., Wood, P.D., Schrott, H. and Heiss, G. (1980) Strenuous physical activity, treadmill exercise test performance and plasma high-density lipoprotein cholesterol. The lipid research clinics program prevalence study. *Circulation* 62: 53-61.
- (33) Gordon, T., Leon, A.S., Ekelund, L-G., Sopko, G., Probstfield, J.L., Rubenstein, C. and Sheffield, L.T. (1987) Smoking, physical activity, and other predictors of endurance and heart rate response to exercise in asymptomatic hypercholesterolemic men. *Am.J.Epidemiol.* 125: 587-601.
- (34) Ekelund, L.G., Haskell, W.L., Johnson, J.L., Whaley, F.S., Criqui, M.H. and Sheps, D.S. (1988) Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality: in asymptomatic North American men: the Lipid Research Clinic Mortality Follow-up Study. *N.Eng.J.Med.* 319: 1379-1384.
- (35) Berlin, J.A. and Colditz, G.A. (1990) A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am.J. Epidemiol.* 132: 612-628.
- (36) Lehtonen, A. and Viikari, J. (1978) Serum triglycerides and serum high-density lipoprotein cholesterol in highly physical active men. *Acta.Med.Scand.* 204: 111-114.
- (37) Wood, P.D., Haskell, W.L., Blair, S.N., Williams, P.T., Krauss, R.M., Lindgren, F.T., Albers, J.J., Ho, P.H. and Farquhar, J.W. (1983) Increased exercise level and plasma lipoprotein concentrations: A one-year, randomized, controlled study in sedentary, middle-aged men. *Metabolism* 32: 31-39.
- (38) 木村みさか・永田久紀 (1986) 「習慣的な身体運動が中高年男子の血清脂質に及ぼす影響について」『日本公衛誌』1: 29-37.
- (39) Cook, T.C., Laporte, R.E., Washburn, R.A., Traven, N.D., Slemenda, C.W. and Metz, K.F. (1986) Chronic low level physical activity as a determinant of high density lipoprotein cholesterol and subfractions. *Med.Sci.Sports exerc.* 18: 653-657.
- (40) Caspersen, C.J., Bloemberg, B.P.M., Saris, W.H.M., Merritt, R.K. and Kromhout, D. (1991) The prevalence of selected physical activities and their relation with coronary heart disease risk factors in elderly men: The Zutphen study, 1985. *Am.J.Epidemiol.* 133: 1078-1089.
- (41) Lakka, T.A. and Salonen, J.T. (1992) Physical activity and serum lipids: A cross-sectional population study in Eastern Finnish men. *Am.J.Epidemiol.* 136: 806-818.
- (42) Zimmet, P.Z., Collins, V.R., Dowse, G.K., Alberti, G.M.M., Tuomilehto, J., Gareeboo, H. and Chisson, P. for the Mauritius noncommunicable disease study

- group. (1991) The relation of physical activity to cardiovascular disease risk factors in Mauritians. *Am.J.Epidemiol.* 134: 862-875.
- (43) Despres, J.P., Poulot, M.C., Moorjani, S., Nadeau, A., Tremblay, A., Lupien, P.J. (1991) Loss of abdominal fat and metabolic to exercise training in obese women. *Am.J.Physiol.* 261: E159-167.
- (44) Oshida, Y., Yamanouchi, K., Hayamizu, S. and Sato, Y. (1989) Longterm mild jogging increases insulin action despite no influence on body mass index or VO₂max. *J.Appl.Physiol.* 66: 2206-2210.
- (45) 佐藤祐造 (1993) 「運動時における内分泌代謝変動」 体育科学センター編 『成人病の治療と予防の基礎と実際』 杏林書院：東京. pp.98-102.
- (46) Patsch, J.R., Prasad, S., Gotto, A.M.Jr. and Patsch, W. (1987) High density lipoprotein, relationship of the plasma levels of this lipoprotein species to its composition, to the magnitude of postprandial lipemia, and to the activities of lipoprotein lipase and hepatic lipase. *J.Clin.Invest.* 80: 341-347.
- (47) Marniemi, J., Dahlstrom, S., Kvist, M., Seppanen, A. and Heitanen, E. (1982) Dependence of serum lipid and lecithin:cholesterol acyltransferase levels on physical training in young men. *Eur.J. Appl.Physiol.* 49:25.
- (48) Seal, D.R., Hagberg, J.M., Hurley, B.F., Ehsani, A.A. and Holloszy, J.O. (1984) Effects of endurance training on glucose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *JAMA.* 252: 645-659.
- (49) Gaesser, G.A. and Rich, R.G. (1984) Effects of high- and low-intensity exercise training on aerobic capacity and blood lipids. *Med.Sci.Sports Exerc.* 16: 269-274.
- (50) Tucker, L.A. and Friedman, G.M. (1990) Walking and serum cholesterol in adults. *AJPH.* 80: 1111-1113.
- (51) Haskell, W.L. (1985) Physical activity and health: need to define the required stimulus. *Am.J.Cardiol.* 55: 4D-9D.