

生活習慣病予防における日常歩行数の意義

川村武¹⁾、北村美香¹⁾、三浦優子¹⁾、倉林沙江¹⁾、小野恵理子¹⁾、藤村茂¹⁾

キーワード：日常歩行数、努力歩行数、インスリン抵抗性 (HOMA-IR)、過酸化脂質、女子学生

要 旨

某大学の女子学生を対象として、万歩計による1日の平均歩行数を計測し、努力歩行によりどのような改善が認められるのかについてインスリン抵抗性、過酸化脂質を指標とした検討を行った。その結果女子学生の1日平均歩数は8474±4712歩/日だったが、歩行を意識した努力歩行では10947±4562歩/日となり有意の増加が認められ、1日平均1万歩が確保された。また努力歩行による歩行数の増加に伴いインスリン抵抗性と血中過酸化脂質の有意の改善が認められたことから努力歩行による歩行数の確保が生活習慣病の予防において意義あるものと考えられた。また日常生活を維持しながらの努力歩行は歩行の増加の為の特別な歩行でなくても「エレベーターやエスカレーターを使わずに階段を使った」や「買い物に自転車を使わなかった」など日常のちょっとした配慮が歩数を有意に増加させたことから、健康を維持する上において歩行を意識することの必要性と重要性が示唆された。

Effectiveness of daily walking exercise for the prevention of life style-related diseases

Kawamura T¹⁾, Kitamura M¹⁾, Miura Y¹⁾, Kurabayashi S¹⁾, Ono E¹⁾ and Fujimura S¹⁾

Key words : usual number of steps per day, number of effort steps per day, HOMA-IR, lipid peroxide, coed

Abstract

We studied the usual number of steps taken by coeds and their effort walking for a one-week period. Effort walking is defined as a deliberate increase in the number of steps taken during walking exercise. The mean value of usual steps was 8474±4712 per day, but the use of effort steps improved this to 10947±4562 per day. Effort walking exercise is thought to contain sufficient physical activity to promote good health. Effort walking for one week also decreased risk factors, homeostatic model assessment-insulin resistance (HOMA-IR), and serum level of lipid peroxide significantly compared with usual walking for one week. These findings showed the effectiveness of effort walking exercise for the prevention of life style-related diseases and the maintenance of health.

1) 宮城大学看護学部

Miyagi University School of Nursing

I はじめに

我々は科学の発展を背景として便利な生活を享受するようになったが、反面運動不足や飽食に陥り易い状態になり、所謂生活習慣病の予備軍になるリスクを背負うようになった。したがって健康を維持する為にはある程度の努力が必要な時代になったとも言える。米国ではヘルシーピープル計画により既に一定の成果をおさめているが、我が国においても厚生労働省により「健康日本21」の策定による健康づくり運動がはじまっている¹⁾。その中の個人目標として1日平均1万歩の確保などが挙げられているが、耐糖能異常などの生活習慣病において歩行がリスクの軽減や予防にどのような意義を示すかについては必ずしも明確ではない。そこで比較的1日の生活環境が一定していると考えられる学生を対象として歩行数を検討し、生活習慣病共通の背景因子の一つとして重視されているインスリン抵抗性が歩行数の増加によってどのような影響をうけるのかについて検討をおこなった。また運動によっては生体での脂質過酸化反応が亢進し、過剰な反応は組織障害に関与することも指摘されていることから歩行数の増加に基づく脂質過酸化反応の指標として、血清中過酸化脂質動態についても検討した。

II 方法

対象：某大学のボランティア学生12名とした。年齢は 19.9 ± 1.2 歳、身長は 158.7 ± 5.4 cm、体重は 51.7 ± 4.0 kg、BMI (body mass index) は 20.5 ± 1.98 であった。測定項目に影響を与えと考えられる運動と喫煙歴に関しては1名が運動部に所属していたが、それ以外は個々の運動量に大差のないことを確認し、運動部所属の学生に関しては検討期間中の部活動を休止してもらった。また喫煙歴のある学生はいなかった。検討実施にあたっては対象者に予め本研究の目的及び測定内容、方法について計画書を配布すると共に説明会を行い直接研究参加への承諾を得たうえで同意書を作成し実施した。

検討方法：検討は2期にわたる非盲検交差比較試験により実施した。即ち対象者には予め歩行の健康維持における有用性を説明し、通常歩行（日常

の生活における歩行）と努力歩行（日常生活の範囲で乗り物やエレベーターなどを使わなくても歩行できると思われる場合には歩行を心がける）の違いを説明し、充分理解を得た後2週間の間起床から就寝まで万歩計を装着して生活してもらった。

対象者を2群にわけAグループ（6名）は前半1週間を通常歩行してもらい、1日の歩行数と1日をどのように過ごしたかについて各自記録用紙に記載してもらった。終了後採血し、後半の1週間は努力歩行、すなわち歩行を意識した生活してもらった。1日の歩行数とどのように歩行を意識したかについて各自記録用紙に前半同様に記載してもらい、終了後再び採血を実施した。Bグループ（6名）はAグループの通常歩行と努力歩行の順番を逆にして、前半に努力歩行、後半に通常歩行してもらい各週の終了後の採血と記録用紙への記載をAグループと同様にしてもらった。

検討期間はそれぞれ1週間としたが、平日と休日を合わせて1週間が日常生活リズムの最小単位ということから1週間とした。

採血は空腹時採血として6ml採取後、遠心分離し血清を測定実施まで -20°C の条件下で凍結保存した。

検討項目

空腹時血中インスリン(FIRI)：酵素免疫法により測定した。

空腹時血漿血糖 (FPG)：グルコースオキシダーゼ法により測定した。

FIRI, FPG 共に測定は東北大学医学部付属病院検査部に依頼した。

インスリン抵抗性：Matthews ら²⁾が提唱したインスリンクランプ法と相関性が高いHOMA法によるインスリン抵抗性指標 (HOMA-IR) とし簡略計算式 $\text{HOMA-IR} = \text{FIRI} (\mu\text{U/ml}) \times \text{FPG} (\text{mg/dl}) / 405$ を用いた。

過酸化脂質：八木別法³⁾によるメチレンブルー誘導体法を用いた過酸化脂質測定試薬デターミナLPO (協和メデックス) により添付マニュアルに従って測定した。

歩行数：日常生活における1日平均歩行数を通常歩行とした。更に日常生活の中で歩行を意識して歩行数の増加が期待される1日平均歩行数を努力

歩行して両者の比較検討をおこなった。またそれぞれについて平日と休日との比較をおこない、1日の生活記録から歩行数増加の要因を検索した。

得られた結果はいずれも平均値±標準偏差で示し、統計処理による有意差の検定はt-検定：等分散を仮定した2標本による検定を行い、相関は相関係数にて表示した。また有意水準はP<0.05とした。

III 結果

1. 通常歩行と努力歩行

表1は対象者毎の通常歩行と努力歩行を示すが、いずれも努力歩行により歩行数の増加が認められ、有意の増加は12名中5名であったが、全体では努力歩行が10948±4562歩/日と通常歩行に比して有意に増加したが、グループ毎においても同様の結果を認め、いずれも1万歩/日を超える増加が認められた。個々にみると平均歩行数が1万歩/日を超えた人は通常歩行で3名であったのに対して努力歩行では8名になった。一方通常歩行と努力歩行におけるグループ間に有意差は認められなかった。

表1. 対象者における歩行数

		通常歩行 (歩/日) n=6	努力歩行 (歩/日) n=6
A グループ	1	7715 ± 3430	8499 ± 2923
	2	10668 ± 1028	12341 ± 1043 **
	3	4530 ± 2068	7636 ± 2441 *
	4	9607 ± 6160	13090 ± 3589
	5	5133 ± 961	10037 ± 5682 *
	6	9970 ± 916	11425 ± 3102
	合計	8020 ± 3748	10505 ± 3780 **
B グループ	7	7537 ± 4446	13597 ± 4028 *
	8	14920 ± 8897	15654 ± 7518
	9	7401 ± 3121	10788 ± 1580 *
	10	10544 ± 4425	13150 ± 5984
	11	6655 ± 2590	7367 ± 2783
	12	6443 ± 2990	7781 ± 1922
合計	8917 ± 5504	11390 ± 5238 *	
全体	8474 ± 4712	10947 ± 4562 **	

*P<0.05 ** P<0.01 通常歩行と努力歩行の比較

2. 平日と休日における歩行数

全体では表2に示した通り休日と平日の間では

表2. 休日と平日の通常歩行・努力歩行別歩行数

		Aグループ	Bグループ	全体
休日	通常歩行(歩/日)	6044 ± 3442 (n=17)	9414 ± 6739 (n=18)	7787 ± 5589 (n=35)
	努力歩行(歩/日)	10011 ± 3922 (n=18)	11838 ± 5282 (n=18)	10924 ± 4678 (n=36)
平日	通常歩行(歩/日)	9420 ± 3355 (n=24)	8529 ± 4480 (n=24)	8974 ± 3941 (n=48)
	努力歩行(歩/日)	10875 ± 3711 (n=24)	11053 ± 5292 (n=24)	10964 ± 4528 (n=48)

* P<0.05 ** P<0.01

通常歩行、努力歩行共に有意の変化を認めなかったが、いずれの日においても通常歩行に比して努力歩行は有意に歩行数が増加し1万歩/日を超えた。しかしグループ毎でみるとAグループの通常歩行において休日の歩行数が有意に減少しているのが認められた。しかしBグループでは有意差はないものの平均値では休日の歩行数が増加しており、このことは平日に比して休日の過ごし方においてかなり個人差の大きいことが示唆される。

3. 1日の過ごし方別歩行数

1日のうちでどのような行動が努力歩行として歩行数の増加に寄与しているかについて検討した結果、表3に示したように、アルバイトのような場合には行動パターンがほぼ一定になるものと考えられることから努力歩行による有意の歩行数増加は認められなかったが、外出時や大学での過ごし方においては歩行を意識することにより有意に歩行数を増加させることが出来ることが示された。

表3. 1日の過ごし方別平均歩行数

	通常歩行 (歩/日)	努力歩行 (歩/日)
家	4057 ± 2643 (n=9)	8513 (n=1)
大学	7531 ± 3925 (n=20)	9608 ± 3446 (n=26) *
外出	7339 ± 3172 (n=18)	10373 ± 3562 (n=25) **
バイト	12912 ± 5587 (n=11)	15003 ± 6161 (n=11)
大学+バイト	9948 ± 740 (n=2)	13319 ± 8009 (n=4)
大学+外出	9542 ± 2806 (n=16)	12672 ± 4396 (n=9) *
外出+バイト	13000 ± 12814 (n=3)	9932 ± 3772 (n=3)

* P<0.05 ** P<0.01

主な歩行の努力内容を挙げてみると、大学では

- ①構内を散歩する
- ②池の周りを散歩する
- ③エレベーターやエスカレーターを使わない
- ④駐車場を遠くに止めるなどして遠回りをする
- ⑤バスに乗らない などが、外出時においてもほぼ同様の内容であるが、外出時には
- ⑥犬の散歩
- ⑦ジムで歩いた などの外出目的に応じた努力もなされていた。ちなみに対象者のうちで努力した内容が多かったものを挙げると、「階段を使う」

が最も多く延べ38回であった。次いで「散歩」が28回、「遠回り」が18回の順となっている。なおグループ間における登下校の状況をみるとAグループではバイク通学が3名で車と自転車、バスと自転車がそれぞれ1名、Bグループではバイク通学が3名で車、徒歩、自転車とバスが各1名と両群ともほぼ同じであった。またアルバイトはAグループでは4名、Bグループでは3名であったが両群共にいずれも立ち仕事であった。

4. 歩行数とHOMA-IR

表4は通常歩行と努力歩行におけるFIRIとFPGおよびHOMA-IRを示した。全体ではHOMA-IRは努力歩行において通常歩行に比して有意に減少し、努力歩行によるインスリン抵抗性の改善が認められた。グループ毎においてもBグループでは努力歩行においてHOMA-IRの有意の低下を認め、Bグループでは平日の努力歩行も有意に増加していたことから両者の関連が示唆される。FIRIではBグループにおいて努力歩行により有意に低下したが、Aグループおよび全体においても同様の傾向を示した。またFPG

表4. 歩行数とHOMA-IR

		FIRI (μ U/ml)	FPG (mg/dl)	HOMA-IR
Aグループ (n=6)	通常歩行	9 ± 2.8	94 ± 5.3	2.1 ± 0.8
	努力歩行	8.9 ± 1.9	93.7 ± 6.7	2 ± 0.4
Bグループ (n=6)	通常歩行	10.3 ± 2	92.3 ± 5.7	2.3 ± 0.5
	努力歩行	7.2 ± 3.1	89.7 ± 6.3	1.6 ± 0.6
全体 (n=12)	通常歩行	9.6 ± 2.4	93.2 ± 5.3	2.2 ± 0.6
	努力歩行	8.0 ± 2.6	91.7 ± 6.5	1.8 ± 0.6

*P<0.05

FIRI：空腹時血中インスリン、FPG：空腹時血漿血糖値、

HOMA-IR：インスリン抵抗性指数

では各グループ及び全体において努力歩行時の低下傾向を示したが有意ではなかった。

各因子間の相関をみると歩行数とHOMA-IRの間では $r = -0.26929$ と負の相関を示したが高い相関ではなかった。またFIRIとFPGの間に於いてもほぼ同様の結果を示した。一方HOMA-IRとFIRIの間の相関係数は $r = 0.97274$ と高い相関性を示し、健常者におけるHOMA-IRがFIRIを反映した結果であることを示している(表5)。

5. 歩行数と血中過酸化脂質

通常歩行における血中過酸化脂質は全体では 14.24 ± 2.0 n mol/mlであったが、グループ間に

表5. 全体の各因子間の相関行列

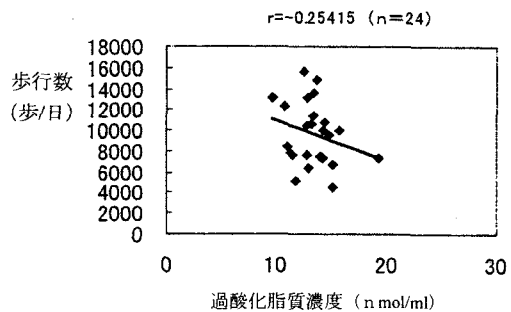
	FIRI	FPG	HOMA-IR	歩行数
FIRI	1			
FPG	0.026653	1		
HOMA-IR	0.972741	0.252645	1	
歩行数	-0.22776	-0.18323	-0.26929	1

FIRI：空腹時血中インスリン、FPG：空腹時血漿血糖値、

HOMA-IR：インスリン抵抗性指数

おける有意差は認めなかった。一方努力歩行の過酸化脂質では 12.4 ± 1.58 n mol/mlと通常歩行に比して有意の低下を認めた。更に歩行数と過酸化脂質との相関係数をみると $r = -0.25415$ となり、歩行数とHOMA-IRの結果とほぼ同様の相関を示した(図1)。

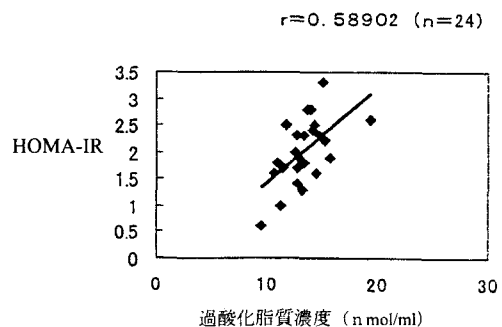
図1. 全体の日常歩数・努力歩数と血中過酸化脂質濃度との相関



6. HOMA-IRと血中過酸化脂質

通常歩行と努力歩行におけるHOMA-IRと血中過酸化脂質の動態がほぼ同様の結果を示したことから両者の相関を検討してみると $r = 0.58902$ と良好な相関を認めた(図2)。

図2. 全体の血中過酸化脂質濃度とインスリン抵抗性との相関



IV 考 察

今回測定した女子学生の通常生活における平均歩行数は平成10年度の国民栄養調査結果から、15 - 19歳女性の平均歩行数8880±3964歩/日に比較すると若干少ないものの大差はみられなかった。しかし努力歩行では一日平均1万歩以上を認めたことから、日常生活を基本的に変えなくても歩行の増加を意識することにより比較的容易に1万歩/日を維持できることが示された。生活習慣病の予防を目的とした運動では1日200-300Kcalの消費が望ましいとされているが、それは歩行数でみると1万歩/日に相当している。また歩行と慢性心疾患の罹患率との関連について検討したPaffenbargerらの研究⁴⁾においても1週間の歩行などによる運動量の結果から2,000Kcal/週の消費が一番慢性心疾患の罹患率が低くなることを認めており、それらの結果もほぼ1万歩/日に相当していることから、今回の努力歩行はそれらの条件を満たしており、生活習慣病の予防という視点からみて望ましい結果であったと言える。

今回実施してもらった努力歩行は基本的な日常生活を変えることなく通常の歩行を心がけることによりどの程度歩行数が増加されるかという点にあった。結果は有意に歩行数を増加できることを示しただけではなく、歩行を増加させる為だけの歩行を敢えてしなくても日常生活の中でちょっとした心がけにより一日平均1万歩を維持できることが確認された。このことは生活習慣病の予防を目的として歩行を考える場合においてもいい結果ではないかと思われる。努力歩行の具体的な内容をみるとエスカレーターやエレベーターを使わない、近距離は歩く、散歩をするなどであったが、これらの努力内容を良く考えてみると我々が日常生活のなかでいかに必要以上に歩行しなくてもいいような生活になってしまっているかということを感じさせる。その意味では歩行を増やすというよりもむしろ通常の歩行生活に戻すと言う考え方もいいのかもしれない。

歩行ということだけを考えれば、平日の歩行数は生活リズムが一定していることを反映して個人毎の歩行の傾向がほぼ一定していたが、休日の歩行に関しては歩行数が平日よりも増加したり逆に

減少したりしており多様であった。このことは休日の過ごし方は個人個人によって、あるいはその時々によって違うということを考えれば当然の結果であると思われるが、休日をどのように過ごすかによって健康維持に違いのてくることを示唆している。もし健康維持の為に積極的に歩行運動が必要とされるような場合には休日の過ごし方が重要な要点になるのかもしれない。

努力歩行が生活習慣病予防として効果があるとする報告には、肥満や2型糖尿病患者等を対象として食事療法のみと食事療法に歩行運動を組み合わせた群との比較をインスリン抵抗性により検討した結果があり、歩行運動を組み合わせた群においてのみ体重の減少とインスリン抵抗性の有意の改善が認められたとしている⁵⁾。また耐糖能異常者における歩行数とインスリン抵抗性との関連を検討した長期にわたる報告では1万歩以上の歩行実施群においてのみ有意のインスリン抵抗性の改善が認められたとする報告もある⁶⁾。いずれも耐糖能異常者を対象とした長期にわたる研究であるが本研究のように健常者を対象として1週間という短期間の努力歩行によりインスリン抵抗性が改善するかについては明らかではなかった。結果は通常歩行に比して努力歩行により有意のインスリン抵抗性改善を示したことから、健常者においても一日1万歩以上の歩行を維持することは生活習慣病を予防するという意味において意義のあるものと考えられる。また歩行運動は運動の強さから言えば非常に軽い運動であり、エネルギー消費量では0.0464Kcal/kg/分程度とされているが、剣道のような激しい運動ではエネルギー消費量は0.2125Kcal/kg/分程度となり、剣道の練習終了後においては生体での脂質過酸化反応が亢進することを認めている⁷⁾。そこで通常歩行と努力歩行終了後における血清過酸化脂質を測定し比較検討したところ、努力歩行終了後において有意に血中過酸化脂質の低下を認めた。先の剣道における検討に於いても剣道の練習開始前の血清過酸化脂質は健常対照者に比較すると逆に有意の過酸化脂質の低値を認めていることから、練習終了後においては脂質過酸化反応が一過性に亢進するものの剣道を修練している人では抗酸化機構の強化がされ

ているものと解釈された。今回の結果においても努力歩行により生体の抗酸化機構の強化が惹起されて血中過酸化脂質の有意の低下が起こったものと考えられた。これらの結果から努力歩行はインスリン抵抗性の改善のみならず生体の脂質過酸化反応という視点からみても健康維持や生活習慣病の予防にとっていい結果を齎すものと思われる。実際に過酸化脂質とインスリン抵抗性との関連についても相関係数が $r = 0.58075$ と良好な相関を示したが、両者の関連については既に下村が健診受診者集積値において過酸化脂質と有意関係にある項目を検索した結果から HOMA-IR が有意の相関性を示すことを認めているが⁶⁾、今回の結果はそのことを健常者において示したことになる。

V 結語

1. 某女子学生の通常歩行は 8474 ± 4712 歩/日であったが、努力歩行は 10947 ± 4562 歩/日となり、平均 1 万歩/日となった。
2. 平日と休日における通常歩行と努力歩行は有意の変化を認めなかったが休日の歩行数に変動が大きかった
3. 努力歩行は日常生活を維持しながら歩行数増加を心がけることにより容易に 1 日平均 1 万歩を確保できた
4. 一週間の努力歩行により HOMA-IR の有意の改善が認められた
5. 一週間の努力歩行により血中過酸化脂質の有意の改善が認められ、HOMA-IR と良好な相関性を認めた

本研究は平成14年度の卒業研究課題等を原著として纏めたものであるが、研究に協力していただいた学生および、測定等に協力いただいた東北大学付属病院検査部に感謝いたします

文献

1. 健康日本21 企画検討会、健康日本21 計画策定検討会報告書：健康21（21世紀における国民健康づくり運動について）、財団法人 健康体力づくり事業団、2000、pp91-100
2. Matthews DR, et al: Homeostasis model

- assessment: Insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man. *Diabetologia* 28: 412-419, 1985
3. Ohishi N, et al: A new assay method for lipid peroxides using a methyleneblue derivative. *Biochem Int* 10: 205-208, 1985
4. Paffenbarger R S, et al : Physical activity, other life-style patterns, cardiovascular disease and longevity. *Acta Med. Scand Supple* 711: 85-91, 1986
5. Yamanouchi K, et al : Daily walking combined with diet therapy is a useful means for obese NIDDM patients not only to reduce body weight but also to improve insulin sensitivity. *Diabetes Care* 18 : 775-778, 1995
6. Sato Y, et al : Biochemical determination of training effects using insulin clamp and microdialysis techniques. *Med Sports Sci* 37; 193-200, 1992
7. 佐々木裕子、他：生体における運動と脂質過酸化反応、日本臨床化学会東北支部会誌 11(1): 5-9, 2002
8. 下村弘治：健診受診者集積値でみた過酸化脂質（LPO）レベルと有意関係にあった項目の検索 日本臨床検査自動化学会会誌 26(4) : 348, 2001