

疫学からみた身体活動のとらえ方とその成果

—都市勤労者集団の調査結果より—

内藤義彦¹⁾

1) 大阪府立成人病センター集団検診第一部

1. はじめに

現代を生きる大多数の人々が日常生活で消費するエネルギー量（身体活動量）は、様々な身体的作業が機械化・自動化されたことから、すこし前の人々と比べると明らかに少なくなっていると考えられる。作業環境の変化に止まらず、移動手段として自動車(automobile)や電車に頼りがちな日常生活、テレビ視聴やテレビゲームなどにより余暇時間を屋内で過ごしがちな生活、残業や接待などの多い生活、野外活動を行う時間及び場所の減少など、様々な要因が身体活動の不足に拍車をかけている。近年、私どもが経年的な疫学調査を実施している多くの集団において肥満者の増加傾向を認めているが、この背景要因として（栄養調査では摂取エネルギー量の増加を認めないことから）、身体活動量の低下が強く関与していると考

えられる。本稿では、疫学からみた身体活動のとらえ方について簡単に触れたあと、都市勤労者集団の調査結果の一部について紹介する。なお、私が所属する部署は循環器検診を主業務としており、今回は主に身体活動と循環器疾患およびそのリスクファクターとの関連について論じた。

2. 疫学からみた身体活動のとらえ方

2-1. 身体活動に関する基本用語

不健康なライフスタイルの一部として運動不足という用語を用いる場合には、単にスポーツに限らず、労働も含め日常生活全般の身体活動が少ないことを意味すると考えられる。しかしながら、一般に「運動」というと、保健、体育、スポーツなどのために身体を動かすという印象が強く、労

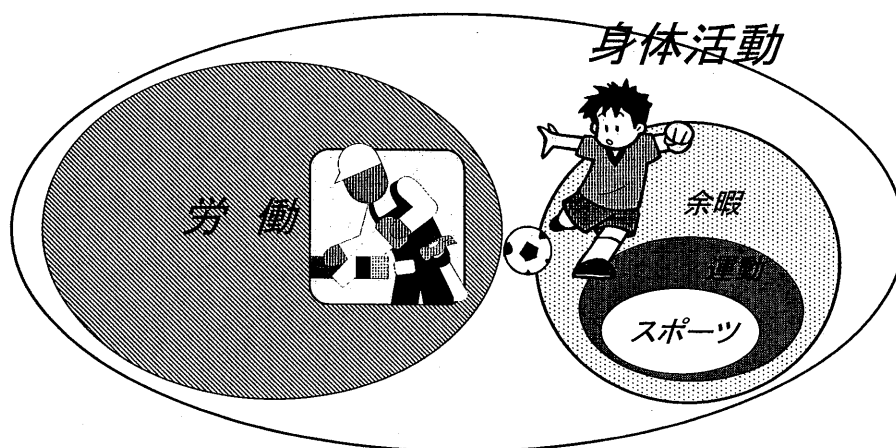


図1. スポーツ、運動、余暇、労働、身体活動の関係

1) 〒537-8511 大阪市東成区中道 1-3-3

働として身体を動かすことは含めないイメージが強い。本稿では、労働や日常生活における活動も含める意味で、より広義の「身体活動」という用語を用いた。

身体活動によって消費するエネルギー量のことを身体活動量(physical activity)と呼ぶ。身体活動量は、さらに、労働関連の身体活動量(work-related physical activity)と余暇時間の身体活動量(leisure-time physical activity)に分けられ、多くの疫学研究で区別して議論される。この余暇時間の身体活動量は、主として運動による消費エネルギー量から構成される(図1)。欧米の身体活動に関する疫学研究では、労働関連の身体活動量(work-related physical activity)の個人差が近年、縮小傾向にあるということから、余暇時間の身体活動量(leisure-time physical activity)を中心に循環器疾患の危険因子との関連を検討しているものが多い。

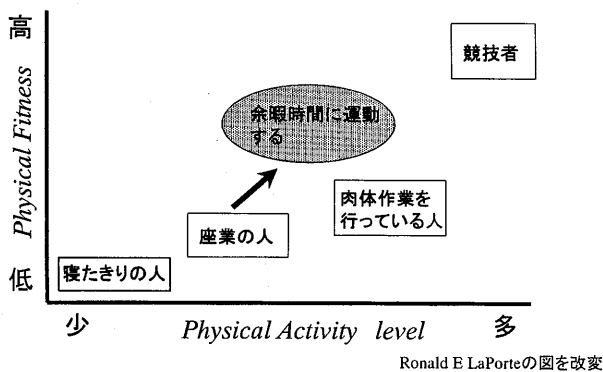


図2. Physical Activity と Physical Fitness の関連
Ronald E LaPorteの図を改変

身体活動量(physical activity)と並んで重要な用語に、physical fitnessがある。

physical fitnessは、日本語に適切な語彙がなく、通常、そのままの「フィットネス」が使われる。physical fitnessの定義はさまざまだが、「physical activityを遂行するための能力(CJ Casperson¹⁾)」などの定義がある。疫学研究では、循環器疾患と関連するphysical fitnessとして最大酸素摂取量がよく用いられる。physical activityとphysical fitnessとの関連は図2のように考えられている。

2-2. 身体活動量の評価

身体活動量を定量的に把握するためには表1のような方法が考えられている²⁾が、疫学調査、健診および生活指導などの現場で導入が比較的容易と考えられるのは、①行動記録法、②簡易身体活動質問票、③歩数計などである。

① 行動記録法

行動記録法は、身体活動量を評価するのに必要な日数の間、参加者に行動を記録してもらう方法である。3日程度記録するのが理想的だが、1日だけ記録し、ふだんの日と比較して多寡を自己判断してもらう方法が現実的である。思い出し法もあるが、印象に残った行動だけを申告しがちになる欠点がある。

② 簡易身体活動質問票

簡易な質問項目により普段の身体活動量を評価する方法で、様々なものが提案されており、leisure-time physical activityのみを尋ねているもの、work-related physical activityも含めたものが

表1. 身体活動量の評価方法

1. Calorimetry(消費エネルギー測定法)
2. Job Classification(職業分類による方法)
3. Survey Procedures(調査票形式の推定法)
 - ① Diary(日記方式の自己活動記録法)
 - ② Recall Method(思い出し法)
 - ③ Quantitative History(1年間を定量的に評価する方法)
 - ④ General Survey(簡易質問法)
4. Physiological Markers(生理学的マーカーを用いる方法)
5. Behavioral Observation(行動観察法)
6. Mechanical and Electronic Monitors(歩数計などを用いる方法)
7. Dietary Measures(摂取カロリーより推定する方法)

(Ronald E.LaPorte の分類を改変)

ある。また、季節変動を考慮して1年の身体活動を細かく尋ねるものもある。各集団にはそれぞれ特有なライフスタイルがあり、そのため、どの集団にも適用できる質問票をつくることは元来困難と考えられ、各集団の実情に応じた質問票の開発が必要になる。

③ 歩数計

市販の歩数計も日常活動レベルを簡単に評価するのに役立つ。

2-3. 身体活動と循環器疾患の関連に関する疫学研究

身体活動量と循環器疾患の関連について、欧米諸国の疫学研究では、身体活動量の不足が虚血性心疾患の発症に関与することがほぼ確定的に報告されている³⁾。一方、わが国では、むしろ過重な肉体的労働による身体活動量の過剰が脳卒中の発症要因として指摘されてきた経緯がある⁴⁾。私どもは、欧米の身体活動量に関する検討の結果を、労働の内容や強度、生活習慣や文化が異なる日本人にそのまま適用することには慎重であるべきと考えている。そこで、日本人を対象とした疫学研究が必要となる。しかし、残念ながら、身体活動が生体に及ぼす影響について、その医学的意義を多くの住民や勤務者を対象に検討した成績はわが国においてはまだまだ少ない。そこで、私どもは、1980年頃から生活環境の異なる地域・職域において、身体活動を中心とした疫学調査を開始した。

この調査を行うためには、まず身体活動量を評価するための標準的な方法の確立が必要である。

そこで、私どもは、厚生省循環器病委託研究飯田班⁵⁾ (62公-3・動脈硬化性心臓病の予防に関する栄養学的研究)において、疫学的に身体活動量を把握するための方法を検討し、各集団の身体活動状況(physical activity と physical fitness)を疫学的に把握するために必要な調査方法の統一・標準化を図った(表2)。

3. 都市勤労者集団の調査結果より

3-1. 都市勤労者の身体活動量の把握

私どもは、2つの観点から身体活動量の把握方法を開発した⁶⁾。第一に、生活環境を異にする各集団から抽出された少人数の対象者を調査することを前提として、身体活動量を、より正確に、より定量的に測定できることを目標に、24時間行動記録票を開発した。これは、1日を15分単位の時間枠で分割した行動記録票を用い、被調査者が15分毎の行動内容を自己記入し、各行動の作業強度(文献より引用した Relative Metabolic Rate 値)から身体活動量を算出する方法である。

第二に、より多くの人の身体活動量を把握することを前提として、簡便かつ妥当性の高い質問票の開発を行った。その際、各集団にはそれぞれ特有なライフスタイルがあり、そのため、どの集団にも適用できる質問票をつくることは困難であり、各集団の実情に応じた質問票が必要と考えた(前述)。私どもは、これまで経年的に疫学調査を行

表2. 疫学研究における身体活動の評価方法(例)

-
1. 集団間(地域・職種別)の身体活動状況の比較
 - ① 行動記録票を用いた1日消費エネルギー量の検討
 - ② エルゴメーター運動負荷試験を用いた最大酸素摂取量の検討
 - ③ 共通の質問を設定した身体活動に関する質問票の導入
(仕事時間、睡眠時間、定期的運動の有無等)
 - ④ 歩数計による歩行数の検討
 - ⑤ その他(栄養調査、検査所見等)
 2. 集団内の個人レベルの身体活動状況の評価
 - ① 多数の人を対象とした身体活動に関する質問票の導入
(これにより、個人の身体活動状況を量的、質的に評価する)
 - ② 1で用いた方法の適用範囲の拡大
 - ③ その他
-

っている各フィールドに応じて複数の身体活動に関する質問票の開発に取り組み、その一環として、男性の都市勤労者を対象とした質問票を考案した。質問票の内容は、1)定期的な運動習慣（ここにおける定期的な運動とは、最近1年間で、3ヶ月以上にわたって、1回につき15分以上の運動を週1回以上行うことを指す）の有無およびその内容、2)過去の職業として重労働（ここにおける重労働とは10kg以上の重いものを持ち上げたり、運んだり、あるいはそれと同じ程度の強さの力仕事を指す）に従事していたかどうか、3)3階ぐらいの高さを昇る際に歩行とエスカレーターのどちらを選択するか、4)平均睡眠時間、5)通勤に要する歩行時間、6)自転車の利用時間、7)1週間当たりの勤務日数、8)1日当たりの勤務時間、9)勤務時間中の立位と座位の割合、10)立位勤務時間に占める立ち止まった状態の割合、11)現在の重労働の勤務時間、の11種類の質問項目からなる。

一部の対象者には、24時間行動記録票および身体活動質問票の両方の調査を行い、24時間行動記録票により推定される身体活動量を gold standard とし、質問票の項目から推定される身体活動量との関連性から妥当性を検討した（例えば、24時間行動記録法による身体活動量と、重回帰分析(変数減少法)により選択された3つの質問項

目(「勤務時間中の立位と座位の割合」、「三階ぐらいの高さを昇る際に歩行とエスカレーターのどちらを選択するか」、「現在の重労働の勤務時間」)から算出された身体活動量との重相関係数は0.64(P<0.001)だった)。

なお、私どもは、基礎代謝が体重に比べ体表面積により強く関連していることから、身体活動量の指標として、体表面積あたり1日消費エネルギー量を多くの検討で採用した(他の指標も検討したが...)。また、質問票から身体活動量を推定する際も様々な方法を試みた。全質問項目を利用した数量化理論第I類による算出法、できるだけ少数の質問項目にするために重回帰分析(変数減少法)による算出法、推計的手法を用いず質問票の各行動についてあらかじめ設定した身体活動強度に行動時間を乗じて各行動の身体活動量を算出しそれらを加算する方法などである⁷⁾。ところで、これらの身体活動量については、定期的運動による身体活動量(運動消費エネルギー量)と、定期的運動を除いた日常生活による身体活動量(身体活動量スコア)に分けて計算しておいた。

3-2. 断面成績による身体活動量と検診所見との関連

経年的な循環器検診を実施している大阪の11

表3. 日常身体活動量スコア a 区分別に見た検診成績の平均値

項目	日常身体活動量スコア (kcal/日/m ²)					分散分析 F値	傾向性の検定 F値
	~1399 (n=255)	1400~ (n=473)	1500~ (n=437)	1600~ (n=378)	1700~ (n=276)		
BMI (kg/m ²)	22.7	22.8	22.6	22.0	22.1	7.68 ***	17.64 ***
皮脂厚 (mm)	23.0	22.4	21.1	19.9	19.5	14.17 ***	50.07 ***
最大血圧 (mmHg)	125.2	123.4	123.3	121.4	122.7	2.32	5.71 *
最小血圧 (mmHg)	76.6	75.7	75.9	73.8	74.7	2.73 *	6.46 *
安静時心拍数 (拍/分)	73.7	72.9	72.4	70.7	69.4	6.56 ***	23.74 ***
血清総コレステロール (mg/dl)	199.8	201.0	197.2	193.6	192.3	4.46 **	12.70 ***
HDL-コレステロール (mg/dl)	55.4	58.1	59.1	61.5	61.0	7.92 ***	27.11 ***
log(TG) (mg/dl)	4.92	4.85	4.78	4.68	4.65	14.02 ***	51.57 ***
log(GPT) (IU/l)	3.36	3.35	3.29	3.26	3.28	2.49 *	6.92 **
ヘモグロビン (g/dl)	15.28	15.20	15.02	14.83	14.66	19.69 ***	71.12 ***
尿酸 (mg/dl)	5.84	5.71	5.70	5.48	5.36	7.62 ***	27.41 ***

a: 身体活動質問票によって推定した体表面積あたり1日消費エネルギー量
ただし、定期的スポーツによる消費エネルギー量は除く。

* : <0.05 ** : <0.01 *** : <0.001

集団（大阪府内Y市M地区，現業系企業4社，事務系企業6社）の受診者に対して，1988年から1990年にかけて，検診実施時に身体活動質問票によるアンケート調査（約8,000名）を行った。このうち，40歳代の男性には約200名に対して24時間行動記録票を用いた調査も実施した。そこで，24時間行動記録法により推定された体表面積当たり1日消費エネルギー量を目的変数にして，項目数が最も少ない3つの質問項目の回帰係数をもとに日常生活活動量スコアを算出した（前述）。現業系事業所在籍の40歳代の男性において，この身体活動量スコアと循環器検診所見との関連を検討した成績を表3に示す。身体活動量スコアの高い区分で肥満度，皮脂厚，最小血圧，心拍数，血清総コレステロール値，LOG(TG)，LOG(GPT)，ヘモグロビン濃度，尿酸が低い傾向を認めた。一方，身体活動量スコアの低い区分でHDL-コレステロール値が高い傾向を認めた。なお，これらの関連は，年齢，BMI，飲酒量，喫煙本数などの変数を調整しても同様だった（図表略）。

3-3. 身体活動量とその後の循環器疾患発症および全死亡との関連に関するコホート研究

身体活動質問票の全ての項目に回答のあった35～59歳の男性5,342名のうち，循環器検診時点で脳卒中および虚血性心疾患の既往のない質問票調査実施者5,326名をコホートとし，最長で1996年5月31日まで追跡した（平均観察期間は70ヶ月）⁸⁾。各個人の身体活動量について，この検討では前記の40歳代以外の者も含めているので，

重回帰式による推定法は採用しなかった。代わりに，質問票の各行動内容について，予め設定した身体活動強度に行動時間を乗じて各行動の消費エネルギー量を算出し，それらを加算して体表面積当たり1日消費エネルギー量を算出した。なお，40歳代の男性206名について質問票を用いて推定した消費エネルギー量と，24時間行動記録票により推定した消費エネルギー量との相関係数が0.52(P<0.05)であったことから，この方法による身体活動量の妥当性は比較的高いと考えられた。身体活動量と循環器疾患発症および総死亡との関連は，Coxの比例ハザードモデルを用いて解析した。

身体活動量と検診成績および循環器疾患の発症，総死亡との関連を分析するために，総消費エネルギー量の値によって対象を4等分した。追跡期間中の循環器疾患発症者数は，脳卒中が23人（脳出血2人，脳梗塞17人，クモ膜下出血1人，その他3人），虚血性心疾患が32人（心筋梗塞17人，労作性狭心症11人，急性死4人）だった。また，総死亡数（死亡原因は企業勤務者の場合には把握できない者が多く，総死亡としてまとめた）は34人だった。図3は総消費エネルギー量が最も少ない区分を基準として，総消費エネルギー量区別に循環器疾患発症および総死亡の年齢調整ハザード比を示したものである。いずれの場合も，概ね総消費エネルギー量が多いほどハザード比は小さくなっているが，脳卒中発症および総死亡は，総消費エネルギー量が最も多い区分ではハザード比がやや上昇に向かった。なお，総死亡の場合は，

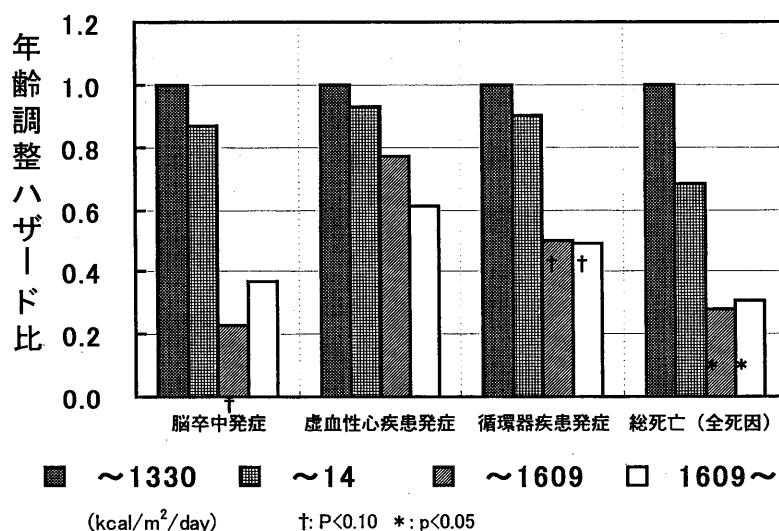


図3. 総消費エネルギー量区別にみた循環器疾患発症および総死亡のリスク

表4. 総死亡と日常生活および運動による消費エネルギーとの関連

(コックスの比例ハザードモデルによる回帰分析)		
説明変数	回帰係数	検定
年齢(歳)	0.094	**
日常消費エネルギー量 (kcal/m ² /日)	-0.002	*
運動消費エネルギー量 (kcal/m ² /日)	-0.013	ns
Body Mass Index (kg/m ²)	0.001	ns
最小血圧(mmHg)	-0.015	ns
血清総コレステロール(mg/dl)	-0.002	ns
喫煙本数(本/日)	0.029	**
飲酒量(合/日)	-0.182	ns

ns:有意差なし *:P<0.05 **:P<0.01

総消費エネルギー量が多い上位の2区分において、有意(P<0.05)に年齢調整ハザード比が小さい結果を認めた。表4は、主な検診項目を説明要因として加え、総消費エネルギー量を日常生活および運動による身体活動量に分けて総死亡との関連をCoxの比例ハザードモデルを用いて多変量回帰分析を行った結果である。日常生活の消費エネルギー量(または総消費エネルギー量)は総死亡に対して独立した有意の負の予後因子であることを認めた。なお、運動による消費エネルギー量も有意ではないが負の関連が示唆された。

本研究の結果によれば、わが国の現在の都市勤労者においては、身体活動量が多いことが虚血性心疾患・脳卒中の発症、および総死亡のリスクを低くする可能性が示された。統計学的に有意な関連が検出された身体活動量は、総消費エネルギー量および日常生活の消費エネルギー量(とくに労働に関連したもの)であり、運動による消費エネルギー量は有意な関連を検出できなかった。このことは、運動によるリスク低減効果がないというより、この対象集団内で定期的に運動している人の頻度が低いこと、運動による消費エネルギー量が少ないことが原因で、集団全体への影響力が小さくなったものと考えられる。

過剰な身体活動量の影響に関して、図3の脳卒中および総死亡のハザード比は、総消費エネルギー量が最も多い区分より1ランク下の区分(中等度の身体活動量と考えられる)が最も小さい結果を認めた。2つの区分の間に有意な差は認めないが、過剰な身体活動量の危険性を示唆するものとも考えられる。ただし、今回の対象には過剰といえるほど身体活動量の多い人はいなかった点に留

意する必要がある。大阪の現業系の勤務者の身体活動量は、東北農村住民と比べると、現在でもかなり少ない⁶⁾。従って、過剰な労働が問題とされた時代の東北農村住民の知見と本研究の結果を同列には論じられないが、中等度(moderate)の身体活動量を確保することで生体への好影響が期待でき、健康のためには過剰な身体活動は必ずしも必要としないように思われた。

ところで、本研究も含め、多くの身体活動に関する疫学研究結果を解釈する上で留意すべき事柄がいくつかある。まず、激しい身体活動を行う人には元来健康な者が多く、逆に身体活動をあまりしない人の中には元々疾病を持った者が多いという偏り(バイアス)が混入する可能性がある。また、身体活動は、他の生活習慣や生活環境(社会階層、経済状態、教育水準など)と密接に関連しており、疾病に対する身体活動の直接的影響を必ずしも的確に評価していないおそれがある。たとえば、身体活動量は職種と関連しているが、各職種には独特のライフスタイルがあり、心理的ストレスの質・量もおそらく異なり、これらの影響を分析の中で除外するのは困難である。さらに、運動は労働から解放された余暇時間の活動であり、労働による身体活動とは異なった好影響があるかもしれない。追跡研究の場合には、対象者の行動が変化することも考慮する必要がある。

4. 今後の課題

コホート研究では、総死亡については身体活動量と有意な関連を認めたが、脳心事故については有意な関連を認めなかった。イベント数が少数なので追跡期間をさらに延長してするとともに、現在の検討では追跡終了としている退職後のフォローアップにも努力して検出力を高めてゆきたい。

また、身体活動量の把握のため24時間行動記録票と質問票を開発し身体活動量を算出したが、正確性や妥当性をさらに高めるために計算ロジックを改良するとともに、保健指導のためのツールとして、身体活動評価指導システム(仮称)を開発してゆきたい。さらに、都市勤労者だけでなく多種多様な人々(農村住民、高齢者、女性など)について身体活動量と健康との関連を検討してゆく必要があると考える。

文 献

- 1) Casperson CJ, et al.: Physical activity, exercise, and fitness: Definitions and distinctions for health-related research. Public Health Reports, 100: 126-131, 1985.
- 2) LaPorte RE, et al: Assessment of physical activity in epidemiologic research: Problems and prospects. Public Health Reports, 100: 131-146, 1985.
- 3) U.S. Department of Health and Human Services: A Report of the Surgeon General Executive Summary - Physical Activity and Health. Atlanta: Center for Disease Control, 1996.
- 4) 福田安平: 循環器管理ハンドブック(福田安平, 編). 発症の危険因子-活動量, その他, 107-115, 医歯薬出版株式会社, 1983.
- 5) 飯田 稔: 「62 公-3 動脈硬化性心臓病の予防に関する栄養学的研究」. 昭和 63 年度厚生省循環器病研究委託費による研究報告集, 321-335, 1989.
- 6) 内藤義彦: わが国における男性勤労者の身体活動量と循環器検診成績の関連—身体活動量の把握方法の開発とその応用. 日本公衛誌, 41: 706-719, 1994.
- 7) 内藤義彦, 他: 身体活動量の把握ならびに健診への導入に関する研究. 協栄生命助成論文集IX, 73-89, 1993.
- 8) 内藤義彦, 他: 身体活動が検診成績および循環器疾患の発症, 総死亡に及ぼす影響に関する追跡研究. 厚生指標, 44: 3-9, 1997.