

女子高齢者における身体活動量と毎分心拍数の標準偏差との関係

北浦 孝¹⁾・沼 哲夫¹⁾・井浦吉彦²⁾
川井一慶²⁾・若泉文恵²⁾

“Relationship between the physical activity and SD of HR for 24h in aged women”

Takashi KITAURA, Tetsuo NUMA, Yoshihiko IURA,
Kazuyosi KAWAI, and Fumie WAKAIZUMI

ABSTRACT

Daily physical activities of 11 women aged from 64 years to 85 years were studied by the using heart rate recorders and calory counters.

The heart rates for 24hr were recorded with heart rate memories. The heart rate variables examined included: mean heart rate, SD of mean heart rate (SDHR), maximal heart rate, minimal heart rate, asleep heart rate, heart activity index.

The energy expenditure and the number of walking steps were calculated by the calory counter with the accelerometer.

The SD of mean heart rate showed a high relationship with exercise energy expenditure and heart activity index as same as young adults. But it showed a poor relation with pedometer counts.

So far, the SD of mean heart rate for 24 hr was underestimated as a physiological indicator. But it was shown that the SDHR was an useful index to assess the daily physical activity.

Key word: SDHR, HAI, daily heart-rate monitoring, calory counter

要 旨

11名の女子高齢者(64~85歳)を対象に携帯用心拍メモリー装置を利用して一人一人の一日

1) Department of Health and Physical Education, College of Liberal Arts, Kanazawa University.
2) Department of Physical Education, Faculty of Education, Kanazawa University.



の心拍数の変動を一分毎に記録し、得られた数値から24時間の平均心拍数(平均HR)・標準偏差(SDHR)・睡眠時平均心拍数(SLHR)・最大値・最小値・心臓活動指数(HAI)などの心拍情報の算出を行った。この中で従来見落とされてきたSDHRの持つ生理学的意味を検討するためカロリーカウンターを同時に使用し、総消費熱量・運動量・歩数を測定し、他の心拍情報に関するパラメーターと一緒に相互関係を詳細に検討し、運動処方としての利用の有効性を確認した。その結果このSDHRはHAIと同じく高齢者においても、極めてよく身体活動の状態を反映することが認められた。

【はじめに】

近年、急速な高齢化社会の到来にともなう高齢者の健康の維持と増進は社会的な重要な問題となっている。老化現象にともなう生理学的機能の変化は骨や筋肉のみならず多くの組織において生じるものであり、それらの機能低下防止は極めて重要な社会的課題である。健康の維持や体力増強の方法として高齢者にウォーキングやジョギングを始めとしてゲートボール・ゴルフ・体操などいろいろな身体運動の実践が推奨されている^{11),13)}。この運動の効果を確実に保証するには科学的な処方が必要となり、生理学や生化学や心理学などいろいろな研究方面からの取り組みがなされている。また運動生理学的には呼吸機能や代謝機能の面からの研究も多い。しかし、これらの報告を詳細に見ると高齢者は若者に比べると個人差が大きく、同じ年齢であっても一つの運動に対する反応が大きくなる異なる場合が多く、運動処方を作成する場合の大きな問題点となっている¹³⁾。また生理学的な事実をもとに処方を作成する場合にも高齢者の運動生理学的機能の最大値を求めることは困難なことである。たとえば成人の呼吸循環系の能力の改善の処方は最大酸素摂取量や最大心拍数を基準にすることが多いが、高齢者の場合これらの実測は極めて困難である。従って、現時点ではこれらの数値は年齢を基にした推定値が利用される場合が多く、個人における科学的根拠は乏しく、個人差を考慮できない数値である^{15),17)}。

我々はこれまで子供や成人の身体活動量を心臓活動指数(Heart activity index, HAI)という指標で毎分の心拍数から得点化するというを試み、その有効性について多数の成果を得てきた^{4,5,6,7,8)}。しかし、十分には一般化していない。その理由はプログラムソフトの生理学的理解が十分にされていない事がある。それで今回これら数多く行われている24時間の心拍数の測定結果^{1,2,3,10,12,14,16,18)}の中で見落とされてきたデータの一つに24時間にわたる毎分心拍数の標準偏差(SDHR)があり、これがHAIと同様に平均心拍数以上に極めて良く身体活動量を反映している事を確認したので、今後の活用方法を踏まえて報告する。

【測定方法】

24時間の心拍数は先行研究^{4,5,6,7,8)}と同じく、胸部双極誘導法により導出した心電信号から拍動数を抽出し、携帯用心拍メモリ装置(T.K.K. 1850a, 竹井機器)を用いて1分毎に記録し、1,440個以上のデータをインターフェイス(T.T.T 1850e, 竹井機器)を介してパソコン(NEC,

PC9801)に取り込み、統計処理を行った。心拍情報として得たものは通常の24時間にわたる平均心拍数(平均HR;拍/分)とその標準偏差(SDHR;拍/分)・最大値(MAX.;拍/分)・最小値(MIN.;拍/分)・睡眠時平均心拍数(SLHR;拍/分)・心臓活動指数(HAI)の6項目である。計算処理の仕方は北浦と沼の方法に従った。また身体活動量は、PZTタイプの加速度センサーを備え、年齢と身長および体重から基礎代謝熱量(kcal)を算出するカロリーカウンター(タイプ α , スズケン)によって測定した⁹⁾。またこの装置は、歩数(歩)の測定が可能なタイプである。

本研究に参加した被験者は一般心電図検査において異常の無い11名の女子高齢者(64~85歳)である。

【結果と考察】

測定に参加した被験者の年齢と身体的特徴を(表1)に示した。年齢は身長や体重との間に特に顕著な関係を示さなかったが、身長と体重の間には他の年齢の場合と同じく弱い相関関係が見られた($r=0.618$, $P<0.05$)。この関係はカロリーカウンターの構造的な理由から基本的に総消費量(kcal)や運動量(kcal)に影響を及ぼすことが予測される。

表1 被験者の身体的特徴

氏名	年齢(yr)	身長(cm)	体重(kg)
Y.K.	64.3	151.0	60.0
M.K.	65.3	147.0	45.0
S.O.	67.4	150.0	42.5
S.M.	68.6	148.0	55.0
T.I.	70.3	154.0	46.0
S.Ni.	70.6	156.0	62.0
S.Na.	72.6	150.0	55.0
T.N.	74.0	138.5	40.0
T.M.	75.0	149.0	51.0
M.N.	75.2	152.0	48.0
H.N.	85.3	145.0	43.0
平均	71.7	149.1	49.8
±SD	5.6	4.5	7.0
N	11	11	11

次に、各人の心拍数に関する情報とこれら身体活動量との情報を(表2)に示した。被験者S.Na.は平均HRが最高値(85.1拍/分)を示したが、歩数(1,655歩)や運動量(66kcal)はかなり低値を示した。これは、先行研究^{7,9)}と同じく睡眠時平均心拍数(76.0拍/分)が高くなっているため、心臓の活動特性が交感神経支配優位になっているためと予測され、個人差を引き出す大きな誘因になっていることが推察された。歩数はS.O.が10,751歩と最高値を示したが10,235歩のS.Ni.の方が運動量が1.68倍高値を示した。これも前述したように身長と体重のど

表2 被験者の心拍情報と身体活動情報

氏名	平均HR	SDHR	MIN.	MAX.	SLHR	HAI	歩数	総消費量	運動量
Y.K.	76.0	10.99	58	132	65.1	1.18	3898	1833	184
M.K.	75.2	8.68	60	121	68.4	0.51	4497	1417	104
S.O.	74.2	11.00	58	122	64.6	0.99	10751	1592	258
S.M.	78.4	11.29	59	121	67.0	1.35	4655	1712	202
T.I.	73.1	12.90	54	114	60.8	1.90	8054	1607	218
S.Ni.	83.1	16.67	57	128	64.6	6.22	10235	2004	433
S.Na.	85.1	9.96	67	125	76.0	0.73	1655	1507	66
T.N.	63.8	10.50	47	107	54.0	1.02	6450	1349	122
T.M.	70.5	17.07	49	142	55.1	5.62	4501	1700	231
M.N.	70.6	11.86	49	113	56.6	1.50	5892	1584	164
H.N.	57.1	7.19	47	84	51.3	0.02	317	1242	23
平均	73.4	11.65	55	119	62.1	1.91	5537	1595	182
±SD	7.63	2.861	6.1	14.3	7.02	1.952	3082.0	207.5	105.2
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11

ちらも後者が前者より大きいことが大きな一因として考えられる^{8,9)}。85歳のH.N.は、317歩の歩行しか無かったが、これはいづれの測定項目を見ても最低値を示しているところから考えて、実際の活動が極めて少ない活動量であった事を意味していると考えられる。

表3 各変数間の相関係数

	SDHR	MIN.	MAX.	SLHR	HAI	歩数	総消費量	運動量
平均HR	0.360	0.862**	0.702*	0.887**	0.304	0.276	0.669*	0.472
SDHR	1.000	-0.108	0.676*	-0.083	0.953**	0.527	0.761**	0.820**
MIN.		1.000	0.453	0.993**	-0.132	0.004	0.307	0.080
MAX.			1.000	0.477	0.585	0.293	0.729*	0.545
SLHR				1.000	-0.118	0.025	0.317	0.090
HAI					1.000	0.426	0.709*	0.792**
歩数						1.000	0.494	0.812**
総消費量							1.000	0.858**

* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

測定した変数間の相関関係を検証するため相互の相関係数を求め(表3)に示した。個々の関係を見ると心拍数に関しては平均HRが最小心拍数(MIN.; $r=0.862$)や睡眠時の平均心拍数(SLHR; $r=0.887$)との間に高い相関関係($p < 0.01$)があり、HAIとの間には相関関係($r=0.304$)がほとんど見られなかった。これは大学生や一般成人^{5,7,8)}と同じく高齢者においても、一日の心臓の活動量が多い場合には睡眠時においても心臓の活動量が多いことと日中の身体活動量の多いことの両面を反映している可能性を示していると考えられた。しかし、MIN.がSLHRと非常に高い($r=0.993$)相関があるにも拘らず、SLHRはHAI($r=-0.118$)やSDHR($r=-0.083$)と全く相関関係が無かった。また、最大心拍数(MAX)は平均HR($r=0.702$)やSDHR($r=0.676$)と弱い相関関係($p < 0.05$)を示した。これらのことから判断すると、睡眠時の心拍数の多さは一日の平均心拍数、同じ意味の総心拍数に影響を及ぼすものの、身体活動量は睡眠時の心拍数とは独立したものであると考えられる。従って、総心拍数はこの睡眠時

と身体活動時の二つの心臓の活動状態を反映したものとして考えるのが適当と思われる。SDHRは先のHAIと非常に高い相関関係 ($r=0.953$, $P<0.01$) を持っていて、更に、総消費量 ($r=0.761$) や運動量 ($r=0.820$) と高い相関関係があることから考えると、このSDHRは心臓の活動状態を極めてよく反映していると考えられる

(表3)において相関関係が重要な意味をもつもののいくつかを(図1~3)で示した。(図1)はSDHRと運動量の関係、(図2)にSDHRと歩数の関係、(図3)にSDHRとHAIの関係を示している。(表3)で示した関係のうち(図1)では $Y=30.143X-168.78$ ($r=0.820$)、(図2)から $Y=0.56717 * X-1068.6$ ($r=0.527$)、(図3)から $Y=0.64991 * X-5.6564$ ($r=0.953$)の回帰直線が得られた。

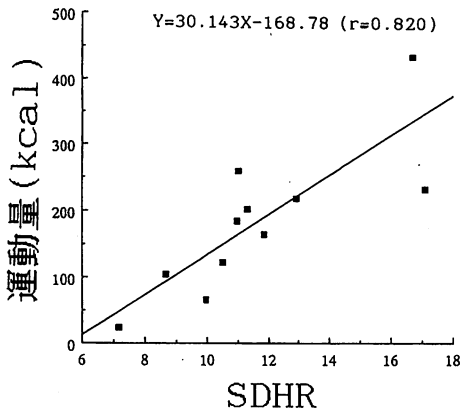


図1 SDHRと運動量の関係

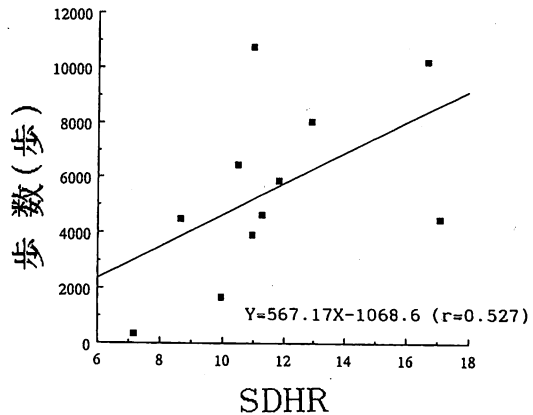


図2 SDHRと歩数の関係

(図2)にSDHRの結果と一日の歩数の関係 ($N=11$)を示したが、先行研究と同じく、相関関係は見いだされなかった。高齢者の場合、大学生や一般成人のように時間調査をしても自転車乗りのようなカロリーカウンターの結果に影響を及ぼす活動がほとんど無いところから、この装置による資料は極めて信頼性が高いものと予測される。しかし高齢者には加齢が進むほど活動記録が困難になる確率が高まる危険性が存在するところから、このような装置の利用の方が正しく活動性を検出できるのではないかとと思われる。

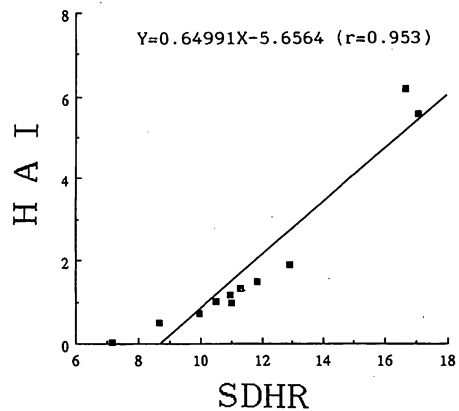


図3 SDHRとHAIの関係

(図3)にはSDHRと従来利用されているHAIとの関係を示した。先行研究の結果^{7,8)}から



年齢に関係なく、予測された通り、極めて高い相関関係が得られ、SDHRが身体活動を示す数値として十分利用可能である事が示された。

心拍数と酸素消費量の関係から一日の総エネルギー消費量を算出するという試みがなされているが¹⁸⁾、この測定は被験者に生理学的な最大努力を要求するところから高齢者に実施する場合は極めて困難がきたす事が容易に予測できる。従って、高齢者を対象にした測定はより簡便で、しかも科学的根拠が高い測定の実践が必要と思われる。SDHRはそのようなものの一つとして利用可能である。

【結論】

本研究の結果から従来、心拍数の資料として広く算出されている各自の心拍数の標準偏差(SDHR)は心臓活動指数(HAI)や総消費量や運動量と極めて高い相関関係を示している、SDHRを利用すれば、特別な計算処理を必要とせず身体活動量を算出する事が可能である事が確認された。

報告を終わるにあたり、本研究ではデータ解析のために金沢大学情報処理センターのLANシステムを利用させていただいたし、また本研究に用いられた測定器具および消耗品の一部は平成4年度渋谷学術文化スポーツ振興財団助成金と平成4年度小野スポーツ体力研究財団研究助成金の補助によりまかなわれたものであり、これらの運営にあたり終始御尽力戴いた関係諸機関の皆様に対し、ここに記して謝意を表する。

【参考文献】

- 1) Gretebeck, Randall J., and Montoye, Henry J. : Variability of some objective measures of physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24(10) ; 1167-1172, (1992).
- 2) 橋本勲 : 運動量の測定と評価. *臨床スポーツ医学*, 1 (6), 650-655 (1984).
- 3) 加賀谷淳子, 石川芳子 : 主婦の生活構造と身体活動水準. *体育の科学*, 23, 796-803 (1973).
- 4) 北浦孝, 沼哲夫 : 心拍数メモリによる心臓活動指数の試作. *Ann. Sci. Kanazawa Univ.*, 25 ; 31-35 (1988)
- 5) 北浦孝, 沼哲夫 : 心臓活動指数による大学生の一日の身体活動量の研究. *Ann. Sci. Kanazawa Univ.*, 26 ; 33-38 (1989).
- 6) 北浦孝, 沼哲夫 : 心臓活動指数による子供の発育に伴う身体活動に対する欲求の変化に関する研究. *デサントスポーツ科学*, 12 ; 191-200 (1991)
- 7) 北浦孝, 沼哲夫 : 一日総心拍数の得点化(心臓活動指数)による運動量の評価. *デサントスポーツ科学*, 11 ; 254-261 (1990).
- 8) 北浦孝, 沼哲夫 : 一日の身体活動水準の評価のための心臓活動指数とエネルギー消費量の比較研究. *北陸体育学会紀要*, 28 ; 69-77 (1992).
- 9) 北浦孝, 盛大衛, 吉野安之, 沼哲夫, 藤原勝夫, 井寛敬, 外山寛, 高松昌宏 : カロリーカウンターによる大学生の日常活動量と体育実技についての研究. *Ann. Sci. Kanazawa Univ.* 29 ; 35-47 (1992).
- 10) 三村寛一, 上林久雄 : 幼児の日常生活における至適運動量に関する基礎的研究——24時間の心拍数の変動について——. *体力科学*, 34, 201-210 (1985).

- 11) 大塚貴子, 波多野義郎: 高齢者のウォーキング. 臨床スポーツ医学, 9, 137-141(1992).
- 12) 定本明子: 日常生活の運動強度をどうとらえるか. 体育の科学, 37 (10), 755-759 (1987).
- 13) 竹島伸生, 渡辺丈真, 小林章雄, 田中喜代次, 加藤孝之: 乳酸性閾値に基づく高齢者のトレーニング強度. 臨床スポーツ医学, 9(4); 429-433(1992).
- 14) 鳥越成代, 横沢喜久子: 心拍数変動からみた女子大学生の日常生活における身体活動. 東京体育学研究, 6, 121-129 (1979).
- 15) Whaley, Mitchell H., Kaminsky, Leonard A., Dwyer, Gregory B., Getchell, Leroy H., & Norton, James A. : Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. Med. Sci. Sports Exerc., 24(10) : 1173-1179(1992).
- 16) 山本高司, 加藤好信, 坪内伸司, 藤松博: 24時間心拍数から1日の消費エネルギーを推定する方法の開発. 体力科学, 30, 351-352(1981).
- 17) 山地啓司: 運動処方のための心拍数の科学. 大修館, (1981).
- 18) 芳田哲也, 中井誠一, 森田恭光, 伊藤孝: 心拍数からみた1日の消費熱量. 体力科学, 33(6), 280(1984).