九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

心拍数度数分布パタンによる登山時の生体負担度評価の試み

齊藤, 篤司
Kyushu University Institute of Health Science

https://doi.org/10.15017/729

出版情報：健康科学. 23, pp.85-89, 2001-03-01. 九州大学健康科学センター
バージョン：
権利関係：

健　康　科　学
Vol. 23, 2001年3月

— 研究資料 —

心拍数度数分布パタンによる登山時の生体負担度評価の試み

斉　藤　篤　司

Estimate of Exercise Intensity Based on Frequency Distribution of Heart Rate during Mountain Hiking in Middle-aged and Elderly Women

Atsushi SAITO

緒　　言

近年，登山人口に占める中高年の割合は急増し，成人登山人口の65%をしめるともいわれている。しかし，平成9年度の全国での登山での遭難者数（961人）にしめる40歳以上の中高年者の遭難者数は725人（約75%）に及ぶという現状もある。このような背景には，「健康のため」や「運動不足を感じて」登山を始める中高年者の増加がある。また，中高年から登山を始めた場合，登山に関する知識や技術の習得を敬遠したり，日常の身体トレーニングをあまり行わない場合が多いという報告もある[1]。このような傾向は登山の初中級者ほど高いことも報告されている[2]。登山では歩行が主な運動形態となるが，行動時間が長いことや，登りや下りといった平地の歩行とは異なる運動様式が要求される。したがって，一定のペースで歩行することが難しく，疲労につながり，事故が生じやすいことも考えられる。

そこで，本研究では中高年者が登山を行った際の心拍数変化やその分布パタンと尿性状との関わりから生体の負担度を評価する新たな評価法の可能性を検討することを目的とする。

方　　法

1．被検者

被検者は平成10年11月15日に福岡県勤労者山岳連盟の企画による中高年者を対象とした疲労度体験山行への参加者中，心拍数測定記録装置を装着した女性13名（身長151.1±4.5cm，体重51.9±7.4kg，年齢57.3±4.0歳）であった。被検者はすべて福岡県内の山岳会に所属しており，登山の経験を有していた。

2．測定手順

被検者は当日午前7時30分に福岡県太宰府市スポーツ公園に集合した後，心拍数測定記録装置（ポラール社製アキュレックスプラス）の装着を行った。当日の行程は，午前9時に同公園（130 m）を出発し，宝満山山頂（829.6 m）を経由，三郡山山頂（935.9 m）で昼食後，再び同ルートを下山し，同公園に帰着するおよそ6～7時間の行程であった。

被検者は記録紙を携帯し，宝満山山頂到着時，三郡山山頂到着時，昼食後の三郡山山頂出発時，スポーツ公園帰着時，および今回の山行中最もきついと感じた地点での心拍数と主観的運動強度（rate of perceived exertion ; RPE）を各自で記録した。被検者は早朝第一尿を採取して持参し，山行終了後，再びスポーツ公園において採尿を行った。

3．測定項目

被検者は運動強度の指標として，心拍数および主観的運動強度を定点で自己測定した。さらに，心拍数測定記録装置に記録された心拍数を用い，その分布から山行全体の運動強度の指標としての心拍数1拍毎の心

拍数分布パタンについて検討した。

また，採取した尿を用い，定性試験（ウロペーパーⅡ‘栄研’）を行った。生体負担度の指標として[3)4)]，ウロビリノーゲン，潜血，ブドウ糖，蛋白質を用いた。また，糖質や水分の補給の指標としてケトン体，pHを用いた。

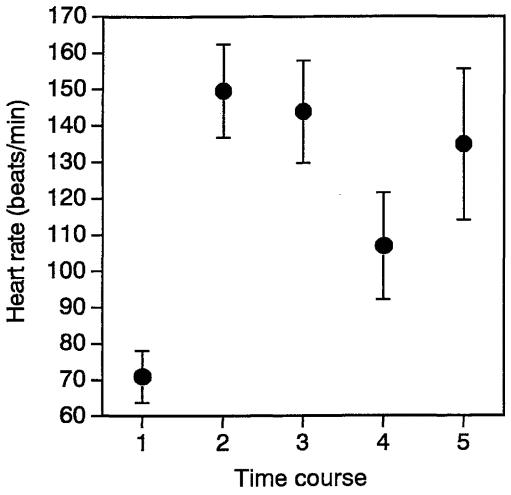

Fig.1 Heart rate before and during mountain hiking. Time course: 1: at rest before hiking, 2: reached at the top of Mt. Homan, 3: reached at the top of Mt. Sangun, 4: started from Mt. Sangun after lunch, 5: immediatly after hiking. Resulte are mean ± SD.

結　　果

1．心拍数および主観的運動強度

被検者はスポーツ公園出発時および昼食後の帰路出発時には各山岳会ごとに順次出発したが，山行中は個々のペースで行われた。山行中の平均心拍数は122.2±10.1拍／分であった。これは参加者の年齢から算出した最高心拍数（162.7±4.0）に対する割合（%HRmax）で75.1±6.9%に相当した。また，山行中の心拍数の最高値は平均158.2±11.0拍／分と97.3±7.3%HRmaxに相当した。山行中の同一地点での参加者の心拍数を平均値±標準偏差で示した（図1）。宝満山山頂到着時，三郡山山頂到着時，三郡山山頂出発時，スポーツ公園帰着時の心拍数の平均値はそれぞれ149.5±12.8，143.8±14.7，106.8±14.7，134.8±20.8拍／分であった。RPEは宝満山山頂到着時，三郡山山頂到着時，スポーツ公園帰着時に，それぞれ，14.5±1.5，13.4±1.4，12.5±2.2であった。これらの地点以外に，被検者個々が最もきついと感じた地点での心拍数は155.4±12.2拍／分で，RPEは16.5±1.3であった。

2．尿性状

1）尿pH

尿pHは，登山前5.9±0.7から登山後5.8±0.9と登山にともなう変化は認められなかった。

2）尿糖

登山前，後とも尿糖は陰性であった。

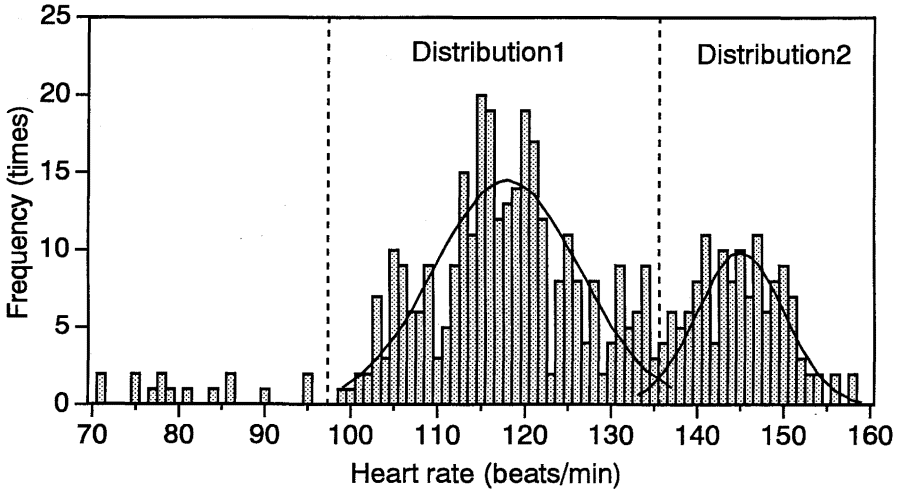

Fig.2 Typical frequency distribution of heart rate. Lines are normal distribution curves of each distribution.

3）尿蛋白

登山前の尿蛋白は全員が陰性であったが，登山後は3名が±を示した。

4）尿潜血

登山前の尿潜血は2名が±，1名が＋，1名が2＋を示した。登山後は，登山前に陰性を示した者のうち，2名が±に，1名が＋を示した。登山前に±を示した者は登山後，陰性となり，2＋を示した女性は＋となった。登山前＋を示した女性は登山後も＋のままであった。

5）ウロビリノーゲン

登山前の尿ウロビリノーゲンは全員が正常であった。登山後は3名が＋を示した。

6）ケトン体

登山前は全員が陰性であった。登山後は6名が＋を示した。

3．心拍数の分布と尿性状との関わり

山行中の心拍数は図2に示される通り，平地の歩行などの比較的低強度の運動時や休息時と思われる分布1と登りや下りといった比較的高い強度での運動時を示す分布2の2峰性の分布を示した。2つの分布に占める分布1と分布2の割合はそれぞれ平均65.8±8.0%と34.2±8.0%であった。

しかし，この分布の割合は被検者により異なり，大きく2つに分けられた。それぞれの典型的な心拍数の変化と度数分布を示した被検者の結果を図3に示した。図3の被検者Aは，分布1と2の割合がそれぞれ79.5%，20.5%と比較的分布1の割合が多い者であった。これに対し，もう一方の被検者は，図3のBに示されるような分布1と2の割合がそれぞれ54.7%，45.3%と分布2の割合が多い被検者であった。

生体負担度の指標としての登山後の尿ウロビリノーゲン，潜血，ブドウ糖，蛋白質定性試験において，いずれかの項目に何らかの異常を認めた被検者は13名中8名であった。この被検者の心拍数の度数分布は分布1，分布2がそれぞれ平均61.7±10.0%，38.3±6.7%であった。これに対し，上記尿定性試験に異常

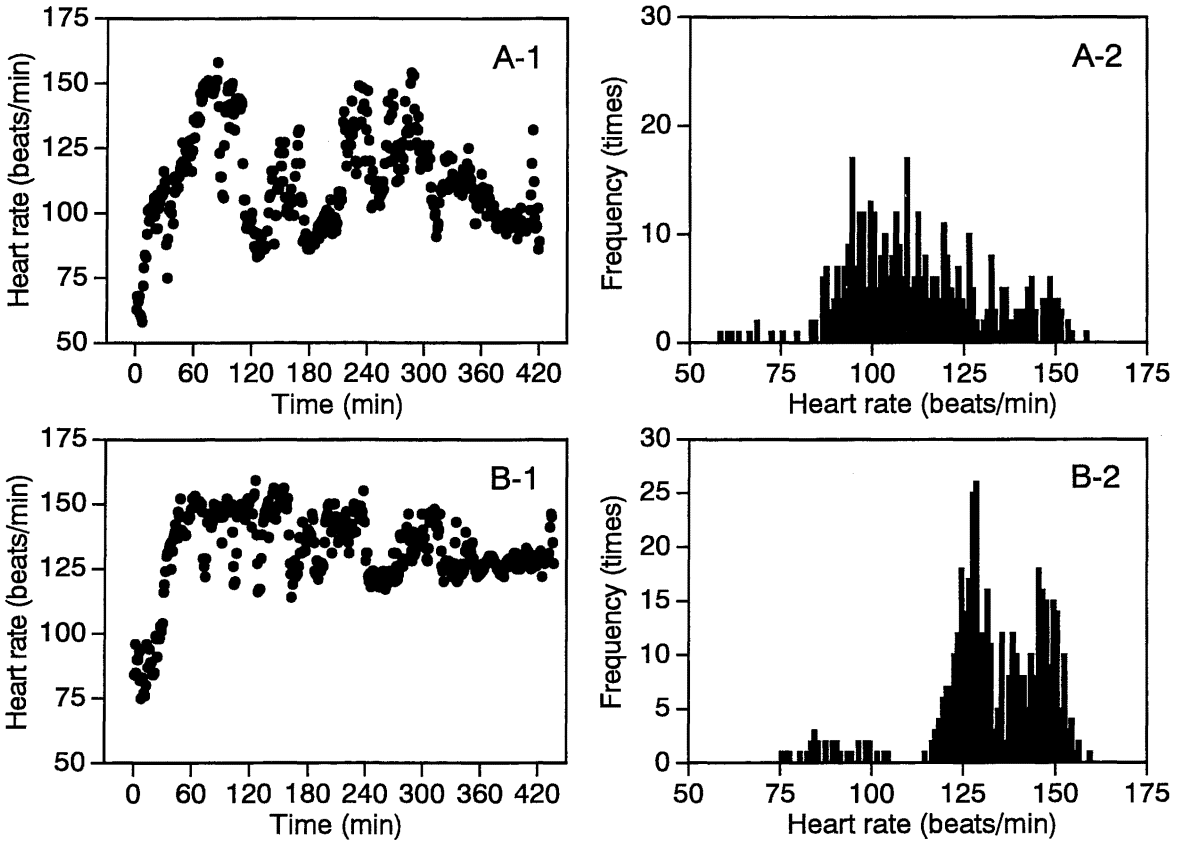

Fig. 3 Heart rate (A-1, B-1) and frequency distribution of heart rate (A-2, B-2) during mountain hiking of two typical subjects. Subject A shows large proportions of distribution 1 and subject B shows large proportions of distribution 2.

を認めなかった被検者5名の分布は，分布1，分布2がそれぞれ72.3±5.1%，27.7±5.1%と分布1の割合が多い傾向を示した。

考　察

山行中の運動強度を正確に把握することは難しいが，近年，簡便に身体活動中の心拍数を測定する装置の普及とともに，心拍数を用いた運動強度の評価が行われている。本研究での山行全体の平均心拍数は122.2±10.5拍/分と被検者の年齢から算出した最高心拍数の75.1±6.9%に相当した。一般に健康づくりのための運動処方では最大酸素摂取量の50～60%，最高心拍数の60～79%といった中等度の強度が推奨されている[5)6)]。登山においても80%HRmaxを上限とすることにより，安全に登山ができるという報告もある[7)]。しかし，平均心拍数からみると一般の運動処方レベルの運動強度に相当するが，山行中の平均心拍数には途中の休憩なども含まれるため，行動中の心拍数はもっと高くなる。

本研究における山行は2つの山のピークを縦走するものであった。その2つのピークを定点として，被検者に心拍数を記録させたところ，平均でそれぞれ149.5拍/分と143.8拍/分であった。これは被検者の年齢から算出した最高心拍数の91.9%と88.4%HRmaxに相当した。さらに，山行中，被検者個々人が最もきついと感じた地点での心拍数は平均158.2拍/分と97.3%HRmaxに相当した。これらは中高年者を被検者として同一行程の山行において報告された[8)]心拍数とほぼ同様であったことから，体力レベル等に関係なく最高心拍数近くまで達してしまうことが明らかとなった。登山の場合，一般の歩行と異なり，装備を背負っての歩行となることや登る，下るといった動作が必要となる。このような動作時には歩行速度も遅くなりアイソメトリックな筋活動の割合が多くなることが予想される。アイソメトリックな筋活動では下肢の筋の高い緊張を伴い，静脈環流が阻害されることから心拍出量が減少し，一過性に心拍数が高くなることも考えられる。また，長時間にわたる山行では体温の上昇も考えられる。一定の速度で歩いたとしても体温の上昇による発汗，脱水により循環血液量が低下し，心拍出量が減少にともなって心拍数が上昇[9)10)]することも考えられる。特に登山の場合，他のスポーツと異なり，補給する水分を携帯しなければならないため，補給される水分量に制限がある。したがって，一般の歩行のように運動強度の上限を%HRmaxで設定することは難しくなる。

これに対し，図3に示されるように山行中の心拍数の最大値が同様であっても山行全体の心拍数が異なる分布パタンを示すことが認められた。そして，この分布のパタンの違いと尿性状に示される生体負担度の違いが関連する可能性が示唆された。典型的な2つの心拍数の度数分布パタンを示した被検者A及びBは同一行程の山行をほぼ同一時間で遂行した。しかし，被検者Aでは山行後の尿性状がすべて陰性若しくは正常であったのに対し，被検者Bでは蛋白，潜血，ウロビリノーゲンにおいて陽性を示した。このような尿性状の異常の出現による生体負担度の違いは図3のB-2に示される分布2の割合が30%を越えるような心拍数の分布を示した被検者において顕著となる傾向を示した。さらに，行動中の水分や糖質摂取を反映する尿pHや尿中ケトン体の陽性率にも違いが認められた。生体負担度を示す尿性状に変化が認められた被検者と変化が認められなかった被検者では，尿pHがそれぞれ平均5.4±0.5，6.8±0.8と前者の方が低い傾向が認められた。また，尿中ケトン体も前者では8名中5名が陽性を示したのに比べ，後者では5名中1名であった。したがって，心拍数の分布が分布2の割合が多く，生体負担度が大きかった被検者では，十分な休息がとれておらず，これに伴い水分補給や，昼食や行動食からの糖質補給が十分ではなかった可能性が推察された。

以上の結果から，行動中の心拍数も山行の運動強度を知る上で重要な指標であるが，山行全体を通しての行動や休息を含む山行のペースを示す心拍数の分布パタンが生体の負担度を知る上で有効な指標となる可能性が示唆された。

ま と め

中高年者を被検者とした登山に参加した女性13名（57.3±4.0歳）の山行中の心拍数とその分布及び登山前後の尿性状の変化から登山時の生体負担度について検討した。

その結果，山行中の心拍数は平均122.2±10.1拍/分であったが，最高値は158.2±11.0拍/分と被検者の年齢から算出した最高心拍数の97.3±7.3%に達した。山行中の心拍数1拍毎の度数分布をみたところ2峰性の分布を示した。登山にともない生体負担度を示す尿性状（糖，蛋白，潜血，ウロビリノーゲン）が何らかの異常を示した者と異常を示さなかった者では心

拍数の２つの分布の割合が異なる可能性が示唆された。

参考文献

1）鶴山博之，畑攻，宮崎豊，柳澤昭夫，鈴木漠（1995）：登山の目的とそのパターン分類に関する研究．登山研修,10：100–109.

2）鶴山博之，畑攻，浦井孝夫，柳澤昭夫，宮崎豊（1994）：登山愛好者の特性と実態．登山研修,9：83–91.

3）鈴木政登（1990）：ジョギング愛好者のフルマラソン後の血液・尿成分の変化，臨床スポーツ医学，7(7)：813–820.

4）鈴木政登，塩田正俊，中島孝之（1981)：運動の腎機能に及ぼす影響．デサントスポーツ科学，1：29–37.

5）Fletcher GF, Balady CG, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S, Sivarajan Froelicher ES, Froelicher VF, Pina IL, Pollock ML (1996)：Statement on exercise: Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the committee on exercise and cardiac rehabilitation of the coucil on clinical cardiology, American Heart association. Circulation, 94(4)：857–862.

6）Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskel WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC (1995)：Physical activity and public health. A recommendation from the centers for disease control and prevention and the American College of Sports Medicine. JAMA, 273(5)：402–407.

7）小林太刀夫（1991）：高齢者登山について．登山医学,11：1–8.

8）斉藤篤司（1999)：中高年者の登山にともなう心拍数と尿性状の変化．健康科学，第21巻：63–67.

9）Hamilton MT, Gonzalez-Alonso J, Montain SJ, Coyle EF (1991)：Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. J Appl Physiol, 71(3)：871–877.

10）Montain SJ, Coyle EF (1992)：Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J Appl Physiol, 73(4)：1340–1350.