

心拍数を100、120、140及び160拍/分に規定した 1時間ランニング時の血圧変動

片岡幸雄¹ 佐野裕司² 生山 匡³

¹千葉大学 ²東京大学 ³健康・体力づくり事業財団

Changes in blood pressure during one hour running regulated at 100, 120,
140 and 160 beats of heart rate levels.

Yukio Kataoka¹, Sano Yuji² and Tadashi Ikuyama³

¹ Chiba University, ² The University of Tokyo, ³ Health promotion fundation

Abstract

The present study was carried out to examine the changes in blood pressure during one hour running regulated at 100, 120, 140 and 160 beats / min. of heart rate for three young men, while two middle aged women only run with their own pace through one hour. All running test were performed through late December to early January. Blood pressure was measured every five minutes during one hour running.

The results obtained are summarized as follows,

- 1) In young men, systolic pressure (sBP) during running increased in the earlier stage of running, and then decreased gradually. The level of sBP was the highest during running at 160 beats / min. of heart rate. Diastolic pressure (dBP) declined greatly during running at 140 and 160 beats / min. of heart rate compared with those of 100 and 120 beats / min. of heart rate. In middle aged women with hypertension and normotension, heart rate during running were recorded approximately 150-160 beats / min.. Systolic and diastolic blood pressure during running of a woman with hypertension was higher than those of a normotensive woman.
- 2) In comparing of blood pressure between during running at 160 beats / min. of heart rate in young men and those of two middle aged women, systolic and diastolic blood pressure a woman with hypertension were the highest value among them, while those of the young men in diastolic blood pressure demonstrated the largest declines among them.

緒 言

近年、運動が高血圧症の改善に有効であるとの研究報告がなされてきた(5,6,7,8)。これらの報告をみると、その運動様式はランニングや自転車エルゴメーターなどを用いた有酸素的運動が有効であるとされている。運動強度の視点からみると中等度からそれ以下の強度が高血圧者の血圧低下に有効であり、運動時間は15分以上で、かつトレーニング頻度を週2-3回以上とすることがポイントであるとの報告もある(8)。

しかしながら同一個人でこれまで運動強度を変えた際の血圧変化に関する報告はあまり見あたらない。基本的には高血圧者を対象とした研究が必要であるが、実験に伴うリスクが大きい。

そこで本研究は健康な青年を対象に種々の運動強度を変えた1時間にわたる長時間運動時の血圧の反応を調べることを目的とした。

方 法

1) 被験者

被験者は積極的に本実験に協力してくれた健康な青年男子3名(平均年齢22歳)である。また対照として週1回程度継続的にトレーニングを実施している女子中年者2名(46歳と49歳)を用いた。中年者の内1名は、収縮期血圧が140~160mmHg、拡張期血圧が95~100mmHgの軽症高血圧者であった。いずれの対象者にたいしても実験の内容を十分に説明した後、

測定の同意が得られた。

2) 実験方法

青年男子では心拍数が100拍/分、120拍/分、140拍/分及び160拍/分に規定した4種類の1時間ランニングをそれぞれ日を変えて実施した。中年者は本人が自覚的運動強度(RPE)で「楽である」と感じられるスピードの1時間ランニングのみを実施した。

測定は1周約100mの体育館内のコースを用いて実施された。検者は被検者のランニング中に心拍数をテレメーターで監視しその値を被検者に常にフィードバックしながら、被検者のランニングスピードを調整させた。各運動前にウォーミングアップは行わなかった。

3) 血圧と心拍数の測定方法

安静時の血圧と心拍数はそれぞれランニング前に5分以上の安静をとらせて測定した。ランニング中の血圧はランニングを開始してから5分毎にランニングを一時中断して測定した。すべての血圧測定は中断後30秒以内に行われた。ランニング後の血圧は、直後から5分間までは1分毎に、その後は5分毎に30分後まで測定した。血圧測定は全て座位にて行った。

ランニング中の心拍数は、血圧測定の直前のランニング中の心拍数のデジタル値をテレメーターから直読した。運動後の心拍数は、血圧測定と同様な間隔で測定した。

心拍数の測定は三栄測器製のカルデオスーパー2E31Aを用いて胸部誘導法によって実施した。血圧の測定はリバロッツ型血圧計を用いて聴診法で行った。収縮期血圧はコロトコフ音の第1点とし、拡張期血圧は第5点とした。測定時期は12月下旬から翌年1月上旬にかけて行われた。

実験中の室温は7～14℃の範囲であった。

結 果

1) 心拍数を規定した4種類の1時間ランニング時の心拍数及び血圧の変化(図1、2)

心拍数を100拍/分、120拍/分、140拍/分、及び160拍/分に規定した4種類のランニング中の心拍数は、図1に示したように、ほぼ、運動の初期から終了時まで規定心拍数で運動が実施されていたことが示されている。

4種類のランニング中の血圧変化(図2)では、収縮期血圧は心拍数160拍/分時が最も高く、100拍/分時で最も低く、120、140拍/分時にはその中間の値で変化し、かつ両者は殆ど差はなかった。

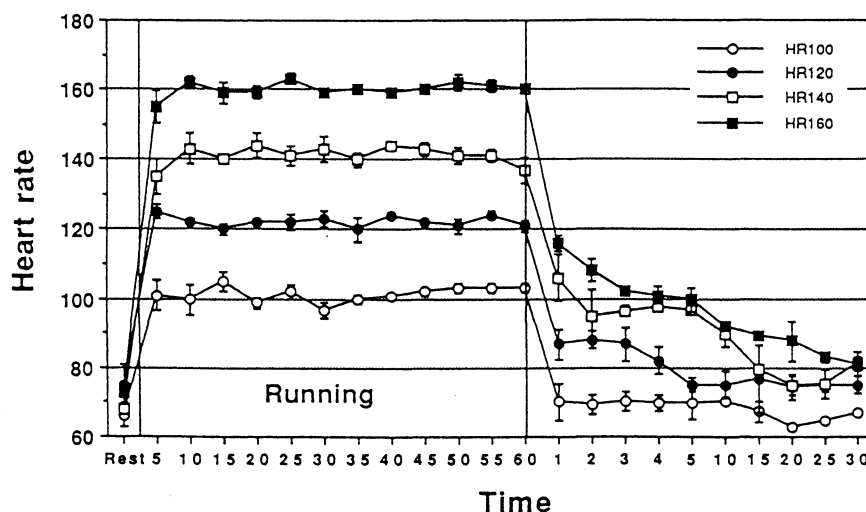


図1、4種の1時間ランニング中の心拍数の化 (n=3)

結果は平均値±SEで示した

またランニングの開始初期に最も高く、漸次降下する傾向であった。

拡張期血圧は心拍数が100～120拍／分水準時では安静時血圧と大差を示さなかったが、140～160拍／分水準時の運動では運動開始から大きな変動を示し降下を示した。140拍／分運動では約20mmHg, 160拍／分では0mmHgまで降下した。すなわち心拍数水準が高い程、高い脈圧の傾向を示した。

2) 「楽である」自覚感覚で1時間ランニングを実施した中年者の心拍数及び血圧の変化

(図3、4)

K A氏(正常血圧者)のランニング中の心拍数は全経過を通して150～160拍／分の水準であった。収縮期血圧はランニング開始5分目の130mmHgから60分目には114mmHgと漸次降下した。拡張期血圧はランニング中及び回復の全経過にわたってほぼ

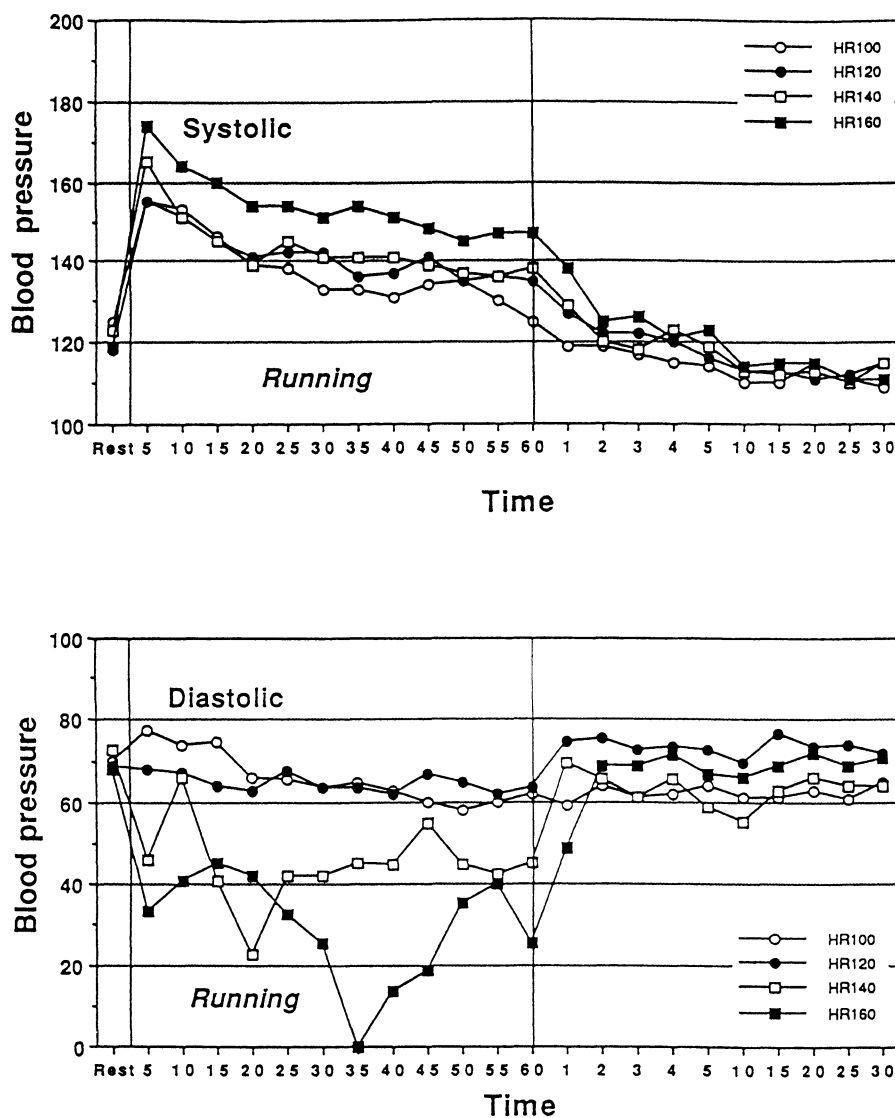


図2、4種の心拍数を規程した1時間ランニング中の収縮期血圧及び拡張期血圧の変化 (n=3)

60から70mmHgの水準が維持された。

H I 氏（高血圧者）のランニング中の心拍数は全経過にわたりほぼ150～160拍／分の水準であった。収縮期血圧はランニング開始5分目に204mmHgまで上昇したものの、その後漸次降下し、ランニング終了時の60分目には174mmHgまで降下した。拡張期血圧はランニング前半に比べ後半にやや降下する傾向がみられるものの、90-100mmHgの範囲を維持した。

3) ほぼ同一の心拍数で走行した青年男子と中年者の血圧比較（図3、4）

図3は青年男子3名の160拍／分水準時と中年者2名のランニング中の心拍数を示したものである。中年者では青年男子に比してやや低い水準であったがほぼ150-160拍／分の範囲内で走行した。

その際の血圧は、収縮期血圧では180-200mmHgを示した中年高血圧者が最も高く、次いで青年男子（140-180mmHg）>中年正常血圧者（120-130mmHg）の順であった。拡張期血圧では中年高血圧者が収縮期血圧と同じく最も高く、（90-110mmHg）、次に中年正常血圧者（60-70mmHg）>青年男子（0-70mmHg）の順であった。青年では走行中40mmHg以下の水準に降下し、0mmHgを記録した。

考 察

運動による血圧の反応は運動の強度、時間、年齢、鍛錬の度合、運動の種類などさまざまな要因によって異なる（1, 2, 3, 9, 10, 11, 12）。測定法の聴診法と直接法による運動中の拡張期血圧に若干の違いがあるとの報告もある（13, 14）が、本研究では実践の場に活かすことができるという点を考えて聴診法による血圧測定を行った。

収縮期血圧はランニング初期に高く、経過とともに漸次降下した。類似の傾向はこれまでも報告されている（9）。このことについては、いくつかの原因が考えられる。一つは早期に規定心拍数水準に到達させたための過重負荷によるもの、二つにはウォーミングアップを実施しなかったこと、3つは寒冷による影響などが考えられる。

拡張期血圧が運動に伴って漸次降下することは運動に対する生体の良好な適応現象であると報告されている（2, 3, 4, 9, 10, 11, 12）。しかしながら本実験の結果はこれまでの報告に比べて降下の程度が軽度であった（2, 3, 9, 10, 11）。著者ら（3, 9, 10）のこれまでの観察では若者や運動鍛錬者で140拍／分以上の運動強度ではいずれも0mmHgを記録することが多かった。また有酸素能力の高い者では100-120拍程度の運動時でも運動開始初期

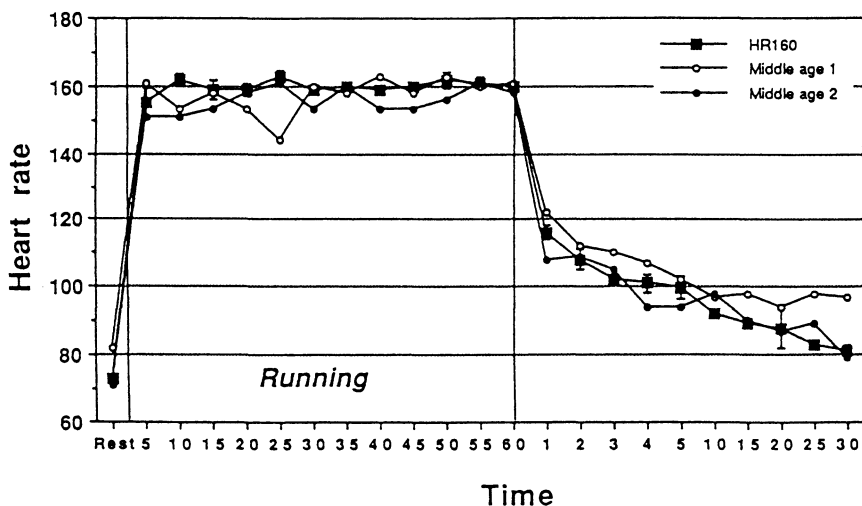


図3、ほぼ同一の心拍数水準で走行した青年男子（n=3）と中年者（n=2）の心拍数の変化

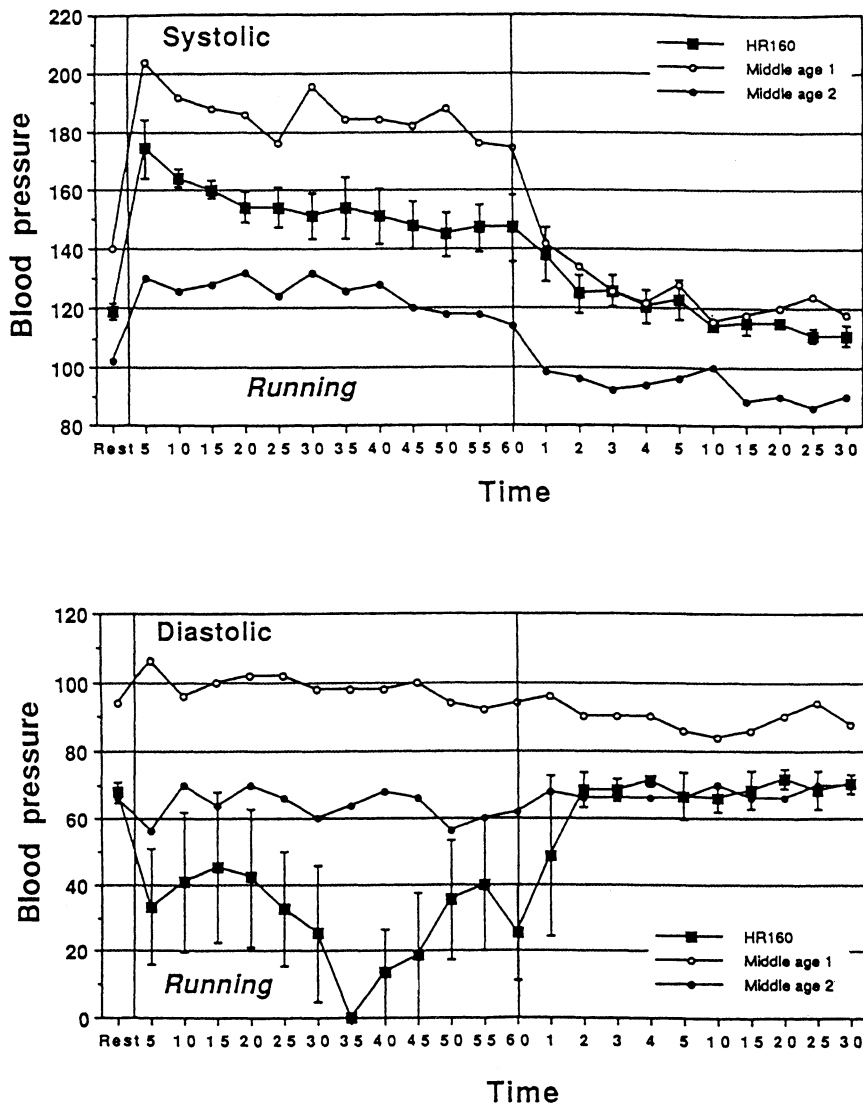


図4、ほぼ同一の心拍数水準で走行した青年男子 (n=3) と
 中年者 (n=2) の収縮期血圧と拡張期血圧の変化
 青年男子の結果は平均値±SEで示した

から拡張期血圧は低下を示したことが報告されている(3)。血圧測定法に関しては同じであるので、本実験が冬期に行われたことから気温の影響による可能性が強い。冬季では血圧の適応性は他の季節に比べて明らかに良くないことを示している。

青年男子と中年正常血圧者のほぼ同程度の心拍数水準のランニング時の血圧は基本的にはこれまでの報告(2, 11, 12)と一致する結果であった。

すなわち運動時における脈圧の保持に関して両者で異なった反応を示した。青年の場合では拡張期血圧の降下をより大きくして対応しているのに対して、中年者では拡張期血圧の降下が少ないために、収縮期血圧を大きくして対応している。その分、中年者では血管系に負担がかかっているといえる。

中年者では走行中の拡張期血圧が降下しなかった。この原因として青年男子の場合と異なって、

逆に運動強度が強すぎたことが考えられる。青年と中年者の相対的運動強度(%)をKarvonen氏法から推定すると、160拍/分は成人男子では最大心拍数の69.1%であるのに対し、中年者では87.6%に相当する。

これまで、強すぎる運動は高血圧の改善効果が小さいとの報告(15)もあり、また高血圧者の走行中の拡張期血圧は140拍/分前後の心拍数水準で走行した時に比べて、170拍/分に近い運動では降下しなかったとの報告(9)もあり、中年者にとって運動強度が強すぎたのではないと思われる。

中年者にとって「楽である」自覚で走行したにもかかわらず、強すぎる運動となっていたことに問題がある。一般にトレーニングを継続していくと走行中の運動強度が知らず知らずのうちに強くなりすぎることを経験する。著者ら(9)は運動によって血圧の改善効果が少なかった中年高血圧者の走行中の心拍数が160拍/分と高かったことを観察した。そこで走行ペースを下げて走るように指示したが、その時の心拍数水準は依然として高く、低い心拍数水準で走行することができなかった。かつ拡張期血圧は走行に伴って降下しなかった。そこで伴走者をつけて走行速度を下げたところ拡張期血圧が降下の傾向を示したことを観察した。このことは走行の自覚感覚と実際の心拍数水準にかなりのずれがあったことを示しており、中高年者の運動に充分に注意が必要である。いずれにしても、血圧の反応性からみても中等度以下の運動強度が適当であることが明かである。

要 約

心拍数が100、120、140、及び160拍/分の4種に規定した1時間ランニングの血圧変動を3名の青年男子を対象として調べた。参考として2名の女子中年者を対象にして、「楽である」感覚で1時間走行した。測定は12月末から1月初の冬季に行われた。結果は次のようにまとめることができる。

1) 4種の走行を実施した青年男子では、収縮期血圧は、心拍水準の高い走行ほど、上昇は大きく、かつ走行初期がもっとも高く、その後漸次降下した。160拍/分水準の走行では他の3種の走行よりも高い傾向を示した。一方、拡張期血圧は心拍数が140-160拍/分水準の運動では、100-120拍/分水準の走行に比して降下が大きかった。

「楽である」感覚で走行した2名の中年者の心拍数は150-160拍/分の範囲を示した。高血圧者では正常血圧者に比して、走行中、収縮期、拡張期血圧ともに高い水準を示した。両者ともに走行中、拡張期血圧は低下しなかった。

2) 青年男子の160拍/分水準走行時と中年者の走行時の血圧を比較すると、収縮期及び拡張期血圧ともに中年高血圧者が最も高い水準を示した。青年男子では走行中、拡張期血圧が最も低下を示した。

文 献

- 1) H. Mellerowicz and V. N. Smolaka: Ergometry, Basics of Medical Exercise Testing. Urban and Schwarzenberg, 1981
- 2) 片岡幸雄、今野廣隆、片岡伊津美：リズム運動トレーニングを実践する中年婦人の運動負荷に対する心拍一血圧の反応、千葉体育学研究、3:4-6, 1980
- 3) 片岡幸雄、今野廣隆、佐野裕司：自転車エルゴメーターによる最大下並びに最大運動時の血圧変動、千葉大学教養部研究紀要、B-18, 151-161, 1985
- 4) 片岡幸雄、佐野裕司、西田明子、藤田幸雄、小山内博：運動負荷時の血圧反応からみた高血圧者にたいする運動の効果、千葉体育学研究、16:63-89, 1992
- 5) 片岡幸雄、生山匡、和田光明、佐野裕司、小山内博：身体トレーニングが高血圧症改善に及ぼす効果に関する研究、36:52-66, 1977
- 6) 鎌田哲朗、椎名 進、板垣晃之、漆原 彰、瀬山房江：軽症高血圧・糖尿病に対する運動療法の効果、日本医学新報、2815:27-32, 1978

- 7) 片岡幸雄、佐野裕司、生山 匡、和田光明、
今野廣隆、荒尾 孝、川村協平、小山内博：
身体トレーニングが高血圧症血改善に及ぼす
効果に関する研究（第2報）－身体トレーニ
ングによる安静時血圧の収れん効果－体力研
究, 51:1-10, 1982
- 8) 片岡幸雄、生山匡、和田光明、佐野裕司、今
野廣隆、川村協平、小山内博：身体トレーニ
ングが高血圧症血改善に及ぼす効果に関する
研究（第3報）－高血圧症改善のための運動
条件の検討－体力研究, 55:41-54, 1983
- 9) 片岡幸雄、生山匡、和田光明、佐野裕司、今
野廣隆、川村協平、渡辺 剛、西田明子、小
山内博：中高年高血圧者の長時間ランニング
に伴う血圧変動、体力研究, 60:13-24, 1985
- 10) 片岡幸雄、今野廣隆、片岡伊津美：安静時及
び運動中の血圧反応に及ぼすエアロビックリ
ズム運動のトレーニング効果、千葉体育学研
究, 5:14-23, 1983
- 11) 生山匡、荒尾 孝、今野廣隆、片岡幸雄、和
田光明、佐野裕司、小山内博：中高年者、青
年長距離走鍛錬者及び一般青年の運動中の血
圧変動、体力研究, 42:34-46, 1979
- 12) 多摩スポーツ会館における健康、体力相談業
務の成果に関する報告書、東京都立多摩スポ
ーツ会館, 1981
- 13) Henschel, A., Delavega, F. and Taylor, H.L:
Simultaneous direct and indirect blood
pressure measurements in man at rest and
work. J. Appl. physiol. 6:506-508, 1954
- 14) 黒田善雄、田村光子、豊田博、小山秀哉、水
野忠和：直接法による運動中の血圧、特に最
小血圧の動向、東京大学教養学部体育学紀要、
4:47-57, 1967
- 15) Sannerstedt, R., Wasir, H., Hemming, R. and
Werko, L: Systemic Haemodynamics in Mild
Arterial Hypertension Before and After
Physical Training. Clin. Sci. and Mole.
45: 145s-149s

（平成5年12月10日受付）