

喫煙の循環器系に及ぼす急性影響について
(特に, 運動後・摂食後の変化)

村松常司 村松園江 伊藤章
(養護教育教室) (東海学園女子短期大学) (名古屋大学)

Acute Effects of Smoking after Exercise and Eating

Tsuneji MURAMATSU
(Department of Health Science)

Sonoe MURAMATSU
(Department of Physical Education, Faculty of
Liberal Arts, Tokai Gakuen Junior College)

Akira ITO
(Research Center of Health, Physical Fitness and Sports,
Nagoya University)

ABSTRACT

Six healthy male students who have a habitual inhalation of tobacco smoke were subjected in the present study. The skin temperature, systolic and diastolic blood pressure levels and heart rate were measured to grasp acute effects of smoking after exercise and eating in 1980.

The results obtained from the experiments are as follows:

- (1) The finger skin temperature decreased by smoking cigarettes 'Seven Star'. This decrease was observed from the first cigarette.
- (2) Systolic and diastolic blood pressure levels and heart rate increased after smoking and exercise, respectively.
- (3) The increase of heart rate was observed further by smoking after exercise than only by exercise. On the other hand, systolic and diastolic blood pressure levels did not increase just after exercise, but the recovery time to control period level was pro-

longed as compared with merely exercise.

- (4) After eating, the decreases of finger skin temperature and diastolic blood pressure level were observed, while the increases were observed among systolic blood pressure level and heart rate, respectively.
- (5) By the smoking after eating, the decreases of finger skin temperature and diastolic blood pressure level were observed further, while the increases were observed among the systolic blood pressure level and heart rate. The recovery time to control period level among every index, was prolonged.

I. 緒 言

喫煙による悪性新生物の発生や慢性的な器質変化についてはこれまでに多くの研究^{1) 2)}によって明らかにされており、その影響は喫煙開始年齢が早いほど、喫煙本数が多いほど大きい^{3) 4)}ことが指摘されている。

喫煙時には主にニコチンの薬理作用により、生体内においてさまざまな急性の生理機能変化が生ずるが、その中でも最も顕著な変化は循環器系で観察され、呼吸器系においても機能変化が認められている^{5) 6)}。

喫煙による急性の生理機能変化は適確にその変化を把握することが困難なこと、また直ちに疾病と結びつくとは限らないことなどから、疫学的な調査研究に比べ、いまだ十分には追求されていない。

我々は喫煙による急性の生理機能変化に着目し、日常生活の中でよく喫煙が行われる場面⁷⁾(運動後・摂食後)を設定し、循環器系を中心とする生体影響を把握し検討を加えた。

II. 研究方法

1. 被験者

本研究における被験者はフィルター付きたばこを習慣的に喫煙(1日約20本)している健康な男子大学生(6人)であり、彼らの年齢分布は20~23歳、身長は 169.8 ± 3.5 cm、体重は 60.3 ± 6.6 kgであった。安静時の収縮期血圧ならびに拡張期血圧はそれぞれ 106.0 ± 5.8 mmHg, 57.0 ± 6.0 mmHgであり、安静時の心拍数は 61.3 ± 10.0 回/分であった。なお、比較は6人の平均を算出し、T検定で行った。

2. 実験条件

本実験では、実験室入室後30分以上座位安静を保たせ、以下の条件により実験を行った。

- ① たばこ(セブンスター、以下省略)を1本喫煙した時
- ② たばこを連続2本喫煙した時
- ③ 運動直後にたばこを1本喫煙した時
- ④ 摂食直後にたばこを1本喫煙した時

なお、運動、食事については以下のように規定した。

<運動>30分座位安静の後、1.6 kmを約10分間でランニングさせた。

<食事>被験者が日常摂取しているような食事内容とした。食事前約30分間安静の後、食事をさせた。食事摂取時間は約20分間とした。

3. 喫煙の条件

被験者には座位安静の状態で、たばこの2 / 3までを1分間に1服の割合で、1服に2秒間かけて吸引させ、たばこの煙は肺まで吸入させた。実験中は被験者が直接たばこに触れないように実験者がたばこを被験者の口元まで運び、5分間に1本の割合で喫煙させた。

4. 測定項目および測定方法

(1) 皮膚温

右手を机の上の上にのせて、喫煙30分前から喫煙終了後30分までサーミスター温度計（HD 111型宝工業社製）を用いて測定した。皮膚温の測定部位は右手第3指の先端手背側である。

(2) 血 圧

全自動血圧計（BP-103型日本コーリン社製）を用いて安静時と喫煙終了直後から5分ごとに30分間、収縮期血圧と拡張期血圧を測定した。

(3) 心 拍 数

全自動血圧計（BP-103型日本コーリン社製）を用いて安静時と喫煙終了直後から5分ごとに30分間、血圧と同時に測定した。

(4) 実験期間中の気温、気湿、気流

気温は22～28℃（平均24.6℃）、気湿は47～84%（平均64%）、気流は0.02～0.20m/s（平均0.04 m / s）であった。

III. 結 果

1. 皮膚温

安静時レベルの皮膚温を100%とした変化率（以下、省略）では、指先の皮膚温は1本喫煙（表1）で4.0%（1.3℃）、2本喫煙（表2）で5.6%（1.9℃）低下した。喫煙終了後より30分間回復の経過を観察したが、いずれも安静時レベルにはもどらなかった。

表 1. 皮膚温における1本喫煙の影響

	安 静 時	1本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
皮膚温(℃)	32.5(1.3)	31.2(1.4)	31.4(2.0)	31.6(2.0)
(%)	100.0	96.0	96.2	97.1
開始からの時間	0 分	5 分	20 分	35 分

表 2. 皮膚温における2本喫煙の影響

	安 静 時	2本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
皮膚温(℃)	33.3(0.6)	31.4(1.0)	32.3(1.5)	31.6(2.0)
(%)	100.0	94.4※※	97.0	95.0◎
開始からの時間	0 分	10 分	25 分	40 分

※※：安静時と比較して1%以下の危険率で有意の差がみられた。

◎：安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

2. 収縮期血圧ならびに拡張期血圧

収縮期血圧は1本喫煙(表3)では3.8%(4 mmHg), 2本喫煙(表4)では13.1%(14mmHg)の上昇がみられた。1本喫煙では喫煙終了30分後に安静時レベルにもどったが、2本喫煙では30分経過しても安静時レベルにもどらなかった。

表3. 収縮期血圧における1本喫煙の影響

	安 静 時	1本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
収縮期血圧(mmHg)	106.0(5.8)	110.0(6.0)	106.5(2.5)	105.0(3.1)
(%)	100.0	103.8	100.7	99.4
開始からの時間	0分	5分	20分	35分

表4. 収縮期血圧における2本喫煙の影響

	安 静 時	2本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
収縮期血圧(mmHg)	103.0(5.5)	116.7(15.1)	110.5(5.3)	106.3(5.3)
(%)	100.0	113.1◎	107.4◎	103.3
開始からの時間	0分	10分	25分	40分

◎:安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

拡張期血圧においては、1本喫煙(表5)では16.7%(9 mmHg), 2本喫煙(表6)では18.3%(10mmHg)の上昇がみられ、いずれも30分経過しても安静時レベルに回復しなかった。

表5. 拡張期血圧における1本喫煙の影響

	安 静 時	1本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
拡張期血圧(mmHg)	57.0(6.0)	66.0(7.4)	59.5(8.8)	64.7(7.4)
(%)	100.0	116.7◎	104.2	113.6
開始からの時間	0分	5分	20分	35分

◎:安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

表6. 拡張期血圧における2本喫煙の影響

	安 静 時	2本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
拡張期血圧(mmHg)	55.5(8.8)	65.0(9.9)	61.2(7.2)	61.3(8.9)
(%)	100.0	118.3	112.7	112.0
開始からの時間	0分	10分	25分	40分

喫煙の循環器系に及ぼす急性影響について（特に、運動後・摂食後の変化）

3. 心拍数

心拍数は1本喫煙（表7）では29.3%（18.4回/分）、2本喫煙（表8）では32.8%（20.3回/分）増加した。いずれも、喫煙終了後30分経過しても安静時レベルに回復しなかった。

表7. 心拍数における1本喫煙の影響

	安静時	1本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
心拍数(回/分)	61.3(10.0)	79.7(16.8)	66.7(13.8)	66.8(13.3)
(%)	100.0	129.3◎	108.4	109.0
開始からの時間	0分	5分	20分	35分

◎：安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

表8. 心拍数における2本喫煙の影響

	安静時	2本喫煙後	回復15分後	回復30分後
平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)	平均(S.D.)
心拍数(回/分)	65.2(12.4)	85.5(15.5)	72.5(9.7)	68.8(12.1)
(%)	100.0	132.8※※	113.7	106.9
開始からの時間	0分	10分	25分	40分

※※：安静時と比較して1%以下の危険率で有意の差がみられた。

4. 運動の影響

運動の影響は表9に示す通りであり、運動後の皮膚温はほとんど変化はみられなかったが、運動終了30分後には1.9%の上昇が見られた。

収縮期血圧は運動後12.8%増加し、回復5分後ではほぼ安静時レベルにもどった。また、拡張期血圧は安静時レベルに比べ33.6%増加し、運動終了後は漸次減少したが、30分経過しても安静時レベルに回復しなかった。

運動直後の心拍数は52.6%増加したが、運動終了後15分の時点で13.9%まで回復した。

表9. 運動による影響(%)

	安静時	運動後	回復15分後	回復30分後
皮膚温	100.0	100.8	101.4	101.9
収縮期血圧	100.0	112.8◎	98.4	97.5
拡張期血圧	100.0	133.6※※	116.3	109.8
心拍数	100.0	152.6※※	113.9	106.3
開始からの時間	0分	10分	25分	40分

※※：安静時 比較して1%以下の危険率で有意の差がみられた。

◎：安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

5. 運動後の喫煙の影響

運動後の喫煙の影響については表10に示す通りであり、指先の皮膚温は喫煙開始から漸次低下し、喫煙終了後には1.4%低下したが、30分後にはほぼ安静時レベルに回復した。

収縮期ならびに拡張期血圧は運動後の喫煙によっては増加はみられなかったが、安静時レベルからはそれぞれ9.1%、14.1%の増加がみられ、拡張期血圧は喫煙終了後30分経過しても安静時レベルに回復しなかった。

また、心拍数は運動後の喫煙で運動直後よりもさらに増加（33.9%→48.8%）したが、回復30分後には、ほぼ安静時レベルへもどった。

表 10. 運動後の喫煙による影響 (%)

	安 静 時	運 動 後	喫 煙 後	回復15分後	回復30分後
皮 膚 温	100.0	99.8	98.6	100.3	99.7
収 縮 期 血 圧	100.0	111.2 ◎	109.1 ◎	100.1	100.2
拡 張 期 血 圧	100.0	119.0 ◎	114.1	107.8	113.1
心 拍 数	100.0	133.9 ※※	148.8 ※※	115.1	100.9
開始からの時間	0 分	10 分	15 分	30 分	45 分

※※：安静時と比較して1%以下の危険率で有意の差がみられた。

◎：安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

6. 摂食による影響

摂食による影響については表11に示す通りであり、摂食直後の皮膚温は0.7%低下したが、その後はわずかに上昇し、実験終了まで続いた。

収縮期血圧は摂食直後に7.4%増加し、その後は横ばい状態が続いた。また、拡張期血圧は安静時レベルより低下し、そのレベルが継続した。

摂食後の心拍数は安静時レベルよりも17.1%増加し、その後は漸次減少した。

表 11. 摂食による影響 (%)

	安 静 時	摂 食 後	回復15分後	回復30分後
皮 膚 温	100.0	99.3	102.2	101.1
収 縮 期 血 圧	100.0	107.4	106.8	104.1
拡 張 期 血 圧	100.0	89.2	85.0	88.6
心 拍 数	100.0	117.1	108.0	104.9
開始からの時間	0 分	20 分	35 分	50 分

7. 摂食後の喫煙の影響

摂食後の喫煙の影響については表12に示す通りであり、皮膚温は摂食直後よりも一層低下し、喫煙終了後には4.8%の低下がみられ、その後30分経過しても安静時の値には回復しなかった。

収縮期血圧は摂食後の喫煙で上昇し、安静時レベルからは10.3%の増加となった。喫

煙終了後は漸次減少したが、30分経過しても安静時レベルに回復しなかった。

拡張期血圧は摂食後の喫煙でさらに低下し、30分経過しても安静時レベルへの回復は見られなかった。

心拍数は摂食後の喫煙でさらに増加し、安静時レベルから考えると32.7%の増加となった。喫煙終了から30分経過しても約20%の増加が見られ、回復への遅れが目立った。

表 12. 摂食後の喫煙による影響 (%)

	安 静 時	摂 食 後	喫 煙 後	回復15分後	回復30分後
皮 膚 温	100.0	98.6	95.2	96.8	95.9
収 縮 期 血 圧	100.0	103.5	110.3 ◎	106.0	104.7
拡 張 期 血 圧	100.0	96.7	95.2	89.0	89.9
心 拍 数	100.0	116.5	132.7 ※※	114.8	119.7
開始からの時間	0 分	20 分	25 分	40 分	55 分

※※：安静時と比較して1%以下の危険率で有意の差がみられた。

◎：安静時と比較して10%以下の危険率で有意の差がみられた。

IV. 考 察

喫煙時に生体内に吸入されるニコチン量は、たばこのニコチン含有量、たばこの湿り気、フィルター、巻紙の性質、燃焼速度、燃焼温度、発生する粒子の大きさ、吸引の強さ、喫煙の深さ、喫煙者自身の体液のpHなどが大きく影響し、一般的にたばこのニコチンは、燃焼した部分に含まれるニコチンの11~20%が主流煙中に移行し、普通に吸った場合で70%程度が体内に残留するといわれている。

喫煙による指先の皮膚温の低下はこのニコチンに依存¹⁰⁾しており、その低下は吸入する深さが深いほど顕著¹¹⁾であるとされている。谷津¹²⁾らは、喫煙常習者はジャスト1本の喫煙では指先の温度は低下せず、1.5本頃から低下するとしているが、本研究ではセブンスターの1本喫煙から低下し、2本目の終了時点で1.9℃の低下が見られた。この両者の違いはニコチンの含有量の違いから生じたものと考えられる。すなわち、ジャストは0.4 mg/本¹³⁾、セブンスターは1.1 mg/本のニコチン含有量であり、およそ3倍の違いが見られる。

収縮期および拡張期血圧、心拍数の変化の程度も吸入されるニコチン量に依存¹⁴⁾し、本研究においても有意に増加することが認められた。Allison¹⁵⁾らはシガレット2本の喫煙によって心拍数は31%増加すると報告しているが、本実験の2本喫煙でも33%の増加が見られ、ほぼ同程度の結果を得た。また、運動後、摂食後に喫煙した場合も影響が顕著に表われ、喫煙しない場合と比較して安静時レベルへの回復に遅れが観察された。運動後や摂食後は通常心拍数の増加がみられるが、日常の生活においては非常に喫煙が好まれる場面でもあり、喫煙によってさらに生体に負担が加わることが明らかとなった。

浅野¹⁶⁾らは空腹時および摂食後における喫煙の影響を調査して、収縮期および拡張期血圧の上昇はいずれも摂食後の方が著しく、指先の皮膚温の低下は食前の方がやや優勢であるとしている。今回の実験では、指先の皮膚温は摂食後にわずかに低下し、喫煙後にさら

に低下した。また、摂食後の収縮期血圧は上昇したが、拡張期血圧は低下し、喫煙することによってさらに安静時レベルへの回復が遅れた。

Kerrigan¹⁷⁾らは喫煙者と非喫煙者に運動負荷を与え、その前および施行中にたばこを2本ずつ吸わせると、両群とも心拍数、血圧、心拍出量の増加がみられ、習慣喫煙者では運動終了後の心拍数が安静時レベルに回復するのに時間がかかると報告している。また、Klensch¹⁸⁾は肉体的労働をしながらの喫煙は肉体的労働だけの時よりも心臓に負担をかけることを報告している。実験条件はこれらとは若干異なるが、本調査においても運動後の喫煙によって心拍数はさらに上昇し、運動だけの時よりも安静時レベルまでに回復する時間が延長することが明らかになった。

Aronow¹⁹⁾らは狭心症の既往を持つ者に運動負荷を行なう場合に喫煙させると、吸わせなかった者より早く狭心症を起こすとしており、また、この影響は受動喫煙によっても見られることを報告している。

喫煙によってニコチンとともにCOも同時に吸収されるが、COはHbと結合して酸素の供給を妨げる。非喫煙者のCOHbレベルはおよそ1%前後であるのに対し、喫煙者では2~10%と高く、中には10%をこえる者も珍しくない²¹⁾⁻²³⁾。このような喫煙によるCOHbレベルの上昇は大気汚染による上昇よりはるかに大きいときがあり、心臓病患者はもちろんだこと健康者にとっても喫煙は厳禁にしたいところである。

V. 要 約

指先の皮膚温、収縮期および拡張期血圧、心拍数を指標にして、運動後、摂食後の喫煙による急性影響を把握することを目的として、喫煙習慣を持つ健康な大学生6名を対象にして、1980年9月~10月に実験を行い、以下のような成績を得た。

- (1) セブンスターを喫煙することによって指先の皮膚温は低下し、1本目から低下が観察された。
- (2) 喫煙後ならびに運動後の収縮期および拡張期血圧、心拍数は増加した。
- (3) 運動後の喫煙によって、心拍数は運動直後よりもさらに増加した。収縮期および拡張期血圧は運動後の喫煙によっては上昇はみられなかったが、運動だけの時より安静時レベルへの回復が遅れた。
- (4) 摂食後の指先の皮膚温および拡張期血圧は低下し、収縮期血圧および心拍数は増加した。
- (5) 摂食後の喫煙によって指先の皮膚温および拡張期血圧は、摂食後よりさらに低下し、収縮期血圧ならびに心拍数はさらに増加し、安静時レベルへの回復が遅れた。

(昭和61年8月23日受理)

参 考 文 献

- 1) U.S. Public Health Service: Smoking and Health, Report of the Advisory Committee to the Surgeon General of Public Health Service, U.S. Department of Health, Education and Welfare, PHS Publication No. 1103, 1964.
- 2) U.S. Public Health Service: Smoking and Health, a Report of the Surgeon General of the Public Health, Education and Welfare, DHEW-Publication No. (PHS) 79-50066, 1979.

喫煙の循環器系に及ぼす急性影響について（特に、運動後・摂食後の変化）

- 3) 平山雄：直接喫煙タバコ病と間接喫煙タバコ病，飲酒など他の要因との複合を含めた疫学的研究，診断と治療，69（6），881—908，1981.
- 4) 岩井和郎：喫煙と総死亡率，喫煙の医学的問題，内外の研究と展望，岩井和郎編集，結核予防会，17—23，1980.
- 5) 浅野牧茂：微細循環と喫煙，医学のあゆみ，77（2），65—72，1971.
- 6) 浅野牧茂：喫煙の生理衛生学，公衆衛生，43（11），765—775，1979.
- 7) 村松常司，他：喫煙の欲求と喫煙場面について，学校保健研究，28（suppl），156，1986.
- 8) 柳田知司：ニコチンおよび喫煙の薬理，診断と治療，59（6），29—33，1971.
- 9) 杉二郎，他：たばこ喫煙の諸問題，喫煙と大気汚染の医学，和田直編集，金原出版，109—121，1970.
- 10) 浅野牧茂：喫煙の健康成年男子心臓機能に及ぼす影響，日胸疾会誌，15（9），603—610，1977.
- 11) 小西美智子，他：喫煙が指尖 plethysmogram におよぼす影響について，日本衛生学雑誌，23（2），318—327，1969.
- 12) 谷津三雄，他：喫煙による手の皮膚温の変化，特にサーモグラムによる研究，日大口腔科学，3（3），209—219，1977.
- 13) 日本たばこ産業：たばこの煙中ニコチン・タール含有量，昭和60年調，1985.
- 14) Roth, G.M., et al.: Effects of Smoking on the Cardiovascular System of Man, *Circulation*, 17, 443—459, 1958.
- 15) Allison, R.D., et al.: Central and Peripheral Vascular Effects During Cigarette Smoking, *Arch. Environ. Health*, 19(2), 189—198, 1969.
- 16) 浅野牧茂，他：空腹時および摂食後における喫煙の心臓血管系機能に及ぼす影響の比較，日本公衛誌，26（10），413，1979.
- 17) Kerrigan, R., et al.: The Circulatory Response to Cigarette Smoking at Rest and After Exercise, *The American Journal of the Medical Sciences*, Vol. 255, February, 113—119, 1968.
- 18) Klensch, H.: Der Nicotin-Storess; Sofortreaktionen und Spätfolgen am Kereislauf, *UMSCHAU in Wissenschaft und Technik*, Heft 10, 310—313, 1966.
- 19) Aronow, W.S., et al.: Tobacco; A Precipitating Factor in Angina Pectoris, *Annals of Internal Medicine*, 69(3), 529—536, 1968.
- 20) Aronow, W.S.: Effect of Passive Smoking on Angina Pectoris, *the New England Journal of Medicine*, 299(1), 21—24, 1978.
- 21) Goldsmith, J.R., et al.: Carbon Monoxide and Human Health, *Science*, 162(3860), 1352—1359, 1968.
- 22) 山地啓司：喫煙；心拍数を変える要因，運動処方のための心拍数の科学，大修館書店，206—210，1981.
- 23) Ayres, S.M., et al.: Systemic and Myocardial Hemodynamic Responses to Relatively Small Concentrations of Carboxyhemoglobin (COHB), *Arch. Environ. Health*, 18, 699—709, 1969.