手腕振動障害の病態、特に末梢循環障害、末梢神経障害の病態解明に関する研究

榊原 久孝 (名古屋大学医学部公衆衛生学教室)

I. はじめに

手腕振動障害患者は、寒冷に過敏で、血管収縮が強く起こり、手指の皮膚温や血流低下を引き起こしやすい。その極端な状態が、手指の血管が攣縮し、阻血状態になった手指レイノー現象とすることができる。

演者は、約20年間振動障害の研究に従事する中で、手腕への振動暴露が、交感神経系を介して、下肢にも血管収縮を引き起こし、長期の振動暴露では、上肢と同様に下肢にも末梢循環障害が生じることを明らかにしてきた。今回、この間の研究成果の概要について報告する。

II. 手腕振動による末梢循環への生理的影響

1. 手指皮膚温・手指血流 手腕振動に曝露されると、生理的に神経反射によって、血管収縮反応が引き起こされる。演者らは、一側手への振動暴露が、曝露側手のみでなく、反対側の手指、さらに両側の足趾の皮膚温低下を引き起こすことを実験的に明らかにした¹⁾。その反応には個人差があり、振動暴露指の皮膚温低下と他の指趾の皮膚温低下度には相関がみられた。また、振動暴露で両側の手掌発汗が増加し、騒音との同時曝露で複合影響があることも明らかになった²⁾。実際のチェンソーを用いた実験でも、チェンソー使用により手足の皮膚血流が低下することが観察された³⁾。最近、海外の研究でも同様の結果が報告されている⁴⁾。

2. 交感神経活動 振動暴露による交感神経活動を直接微小電極針を自律神経に挿入する方法で測定した結果、手への振動暴露によって、下肢の皮膚交感神経活動が高まり、同時に足趾の血流低下、足底の発汗が惹起されることが明らかになった⁵⁾。手腕振動暴露による反対側の皮膚交感神経活動の亢進、血流低下も示されており⁶⁾、また、四肢の皮膚交感神経活動はほぼ同期していることが明らかになっており⁷⁾、手への振動暴露であっても、交感神経活動が亢進して、四肢の血管収縮が起こることになる。

III. 手腕振動による末梢循環への慢性影響

1. 下肢の冷え 手指レイノー現象有症者は手指の冷えも訴えやすいが、1,700名近い振動障害患者の中から合併症を持たない患者の症状を解析すると、手指レイノー現象の出現頻度の多い患者ほど、下肢の冷えも訴える頻度が多いことが示された⁸⁾。また、チェンソーの総使用時間の長いもののほど下肢の冷えの有訴率が高い傾向がみられた⁹⁾。これら結果から、手指レイノー現象の重症化に伴って、上肢のみでなく下肢の末梢循環障害も伴いやすいことが示唆された。

2. 足趾皮膚温 手指レイノー現象有症者は、手指皮膚温が低いことが知られているが、指趾の皮膚温を測定してみると、手指と共に足趾の皮膚温も低いことが観察された¹⁰⁾。また、1970年代以前の振動が大きかった頃のチェンソー使用者の中には、手指と同時に足趾にレイノー現象が出現する症例があることが見つけだされた¹¹⁾。これらの症例でも、手足の皮膚温は健常者より低値であった。

3. 細小動脈の病理組織学的変化 さらに、指趾の皮膚生検を行なった結果、振動障害患者では、手指のみでなく足趾においても、振動障害に特徴的な細小動脈の中膜筋層の肥厚がみられ、それに伴い血管内腔の狭小化が存在することが明らかになった¹²⁾。この結果から、振動障害患者には、手指のみでなく下肢にも末梢循環障害が存在することが病理組織学的に示された。この細小動脈の中膜筋層の肥厚は、長期にわたる血管収縮の繰り返しの結果と推測される。

4. 寒冷に対する交感神経活動の亢進 一方、振動障害患者の冷却負荷時の自律神経反応を検討すると、手指レイノー現象有症者は、寒冷に対して交感神経活動が健常者より亢進しやすく、血管収縮反応も強いことが示された¹³⁾。全身寒冷負荷によって、レイノー現象有症者は、血清カテコラミンの上昇が著しいことも

示されている¹⁴⁾。こうした寒冷に対する交感神経活動の亢進も、手足の末梢循環障害を引き起こす一因と考えられる。

IV. 手腕振動による末梢神経障害

振動障害の末梢神経障害の主要な病変部位について、手指末端か、手根管での神経圧迫か、議論があり結論が得られていない。演者らは、手の知覚神経伝導速度を、手指部、手指—手掌間、手掌—手首間、手首—肘間に細分化して測定する方法を考案し、振動障害の末梢神経障害の病変は、手指部と手首部の両方に存在しているが、手指部の方が優位であることを明らかにした^{15, 16)}。この測定法は、振動障害の末梢神経障害の客観的検査法としても注目されている。

また、振動障害患者では、下肢の神経伝導速度も低下していることが観察され¹⁷⁾、下肢末梢循環障害との関連も考えられた。

V. おわりに

手指レイノー現象発症における自律神経の関与について、長い間国際的に論争がなされてきた。これに対し、演者らの一連の研究成果は、上肢への振動暴露が長期に繰り返されると、交感神経系を介して四肢の血管収縮が反復され、手指のみならず足趾にも細小動脈の中膜肥厚、血管内腔狭小化などの病理組織学的変化が生じ、それに寒冷に対する交感神経活動の反応亢進が重なり合って、四肢の末梢循環障害を悪化させるという発症機序を提示した¹⁸⁾。この結果は、国際的にも評価され、1995年のプラハでの第7回手腕振動国際学会で招待講演として報告することができた¹⁹⁾。

振動暴露の交感神経系を介した影響は、下肢のみでなく、振動と騒音の聴力損失への複合影響という形で内耳にも及んでいる可能性がある²⁰⁾。手腕振動の生体影響は、交感神経系を介することによって、寒冷や騒音など多要因が関与しており、各要因の関与の程度、さらにその影響の鋭敏な客観的検査法の開発など、さらに取り組んでいきたいと考えている。

VI. 謝辞

この一連の研究は、演者の教室をはじめとして、関連する大学、研究所、医療機関の諸先生方のご協力に

よって行なうことができました。ここに厚く御礼申し上げます。

文献

1. Kondo T, Sakakibara H, Miyao M, etc. (1987) *Ind Health* 25:41-53.
2. Sakakibara H, Kondo T, Koike Y, etc. (1989) *Eur J Appl Physiol* 59:195-198.
3. Hashiguchi T, Sakakibara H, Yamada S. (1990) *Hand-Arm Vibration* (eds) Okada A, Taylor W, Dupuis H, Kyoei Press, Kanazawa, 133-135.
4. Egan CE, Espies BH, McGrann S, etc. (1996) *Occup Environ Med* 53:663-669.
5. Sakakibara H, Iwase S, Mano T, etc. (1990) *Int Arch Occup Environ Health* 62:455-458.
6. Okada A, Naito M, Ariizumi A, Inaba R (1991) *Eur J Appl Physiol* 62:324-331.
7. Bini G, Hagbarth KE, Hynnien P, Wallin BG (1980) *J Physiol* 306:553-565.
8. Sakakibara H, Akamatsu Y, Miyao M, etc. (1988) *Int Arch Occup Environ Health* 60:285-289.
9. 榊原久孝、宮尾克、近藤高明、他 (1989) *産業医学* 31:196-202.
10. Sakakibara H, Hashiguchi T, Furuta M, etc. (1991) *Int Arch Occup Environ Health* 63:145-148.
11. Toibana N, Ishikawa N, Sakakibara H, etc. (1994) *Nagoya J Med Sci* 57(Suppl):121-128.
12. Hashiguchi T, Yanagi H, Kinugawa Y, Sakakibara H, Yamada S (1994) *Nagoya J Med Sci* 57(Suppl):129-136.
13. Jin L, Sakakibara H, Zhu SK, etc. (1997) *Proc Jap Inf Group on IIRV*, 136-147.
14. Harada N (1994) *Nagoya J Med Sci* 57(Suppl): 77-85.
15. Sakakibara H, Kondo T, Miyao M, Yamada S. (1994) *Am J Ind Med* 26:359-366.
16. Sakakibara H, Hirata M, Hashiguchi T, etc. (1996) *Am J Ind Med* 30:219-224.
17. Hirata M, Sakakibara H, Yamada S, etc. (1995) *Centr Eur J Public Health* 3(Suppl):78-80.
18. Sakakibara H (1994) *Nagoya J Med Sci* 57(Suppl):99-111.
19. Sakakibara H, Yamada S (1995) *Centr Eur J Public Health* 3(Suppl):11-14.
20. Zhu SK, Sakakibara H, Yamada S (1997) *Int Arch Occup Environ Health* 69:433-436.