

運動トレーニングと免疫能 (第2報)

— 安静時における鍛練者、非鍛練者の比較検討 —

Studies on the relationship between physical training and immunity(II)

— Differences of immunity in trained and untrained subjects —

押田 芳治¹⁾ 佐藤 祐造¹⁾ 勝 亦 紘 一²⁾
近 藤 孝 晴¹⁾ 戸 田 安 士¹⁾ 伊 藤 章¹⁾
石 黒 哲 也³⁾ 坂 本 信 夫³⁾

Yoshiharu Oshida¹⁾ Yuzo Sato¹⁾ Koichi Katsumata²⁾
Takaharu Kondo¹⁾ Yasushi Toda¹⁾ Akira Ito¹⁾
Tetsuya Ishiguro³⁾ Nobuo Sakamoto³⁾

In order to clarify relationship between physical training and immunity, the numbers of overall leucocytes and lymphocytes, the concentrations of immunoglobulins and complements, the ratios and numbers of lymphocyte subsets (OKT 3, 4, 8, Leu 7, OKIa1) and the levels of lymphocyte transformation response to phytohemagglutinin(PHA) were measured in eight trained and six untrained male subjects (18-22 years old) at rest.

The numbers of overall leucocytes, lymphocytes, and OKT 3 and OKT 4 responsive lymphocytes in trained subjects were significantly more than in untrained subjects. The ratio and number of Leu 7 responsive lymphocytes in trained subjects were significantly less than in untrained subjects. Other components were not different in trained from untrained subjects.

From these results, it might be concluded that there could be at least some differences of immunity between trained athletes and untrained subjects. Further investigation should be necessary.

〈緒 元〉

昨今、健康の保持、増進が盛んに論議されている。これまで、運動トレーニングの生体内におよぼす影響については、主として呼吸循環器系、内分泌代謝系からの検討が行われてきており、運動トレーニングによる最大酸素摂取量の増大、インスリン感受性の改善は周知の事実となってきた¹⁾

²⁾³⁾⁴⁾。しかしながら、疾病予防に重要な働きを示す免疫能についての検討はほとんどなされていない⁵⁾。そこで、我々は⁶⁾非鍛練者に急性運動負荷を実施し、免疫能に種々検討を加えた。その結果、運動負荷直後には総白血球数、好中球数の著増を認め、一方、phytohemagglutinin(PHA)によるリンパ球幼若化反応の低下、すなわち急性運動負荷時には細胞性免疫能が低下する事実を見出し、

¹⁾名古屋大学総合保健体育科学センター ²⁾中京大学体育学部 ³⁾名古屋大学医学部第三内科

¹⁾ Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University.

²⁾ School of physical education, Chukyo University.

³⁾ The Third Department of Internal Medicine, School of Medicine Nagoya University.

すでに報告している。今回は、鍛練者と非鍛練者の安静時における免疫能について比較検討を行った。

〈対象および方法〉

対象は18才から22才までの男性で、毎日運動トレーニングを積んでいる鍛練者（某大学体育学部学生）（以下T群）8名およびほとんど運動トレーニングを行っていない非鍛練対象者（以下C群）6名である。安静時に採血し、総白血球数、リンパ球数および血清中の免疫グロブリン（IgA, IgG, IgM, 免疫比濁法⁷⁾）、補体（C₃, C₄, 免疫拡散法）を測定した。また、採血後直ちにリンパ球を無菌的に分離し、モノクローナル抗体（OKT3, 4, 8, Leu7, OKIa1）を用い、レーザー・フローサイトメトリーを利用して、リンパ球の機能別亜群（subsets）の数、比率を求め、さらにPHAによるリンパ球幼若化反応を伊藤ら⁸⁾の方法に準じて、ethidium bromide 蛍光法を用い、stimulation index (S. I)として算出した。なお、数値は平均±標準偏差で表示した。

〈成 績〉

1. 総白血球数、リンパ球数（Fig. 1）

総白血球数はT群10537.5±2541.1，C群4875.0±1114.7/mm³であり（P<0.001），リンパ球数はT群3111.0±289.0，C群2379.0±271.6/mm³

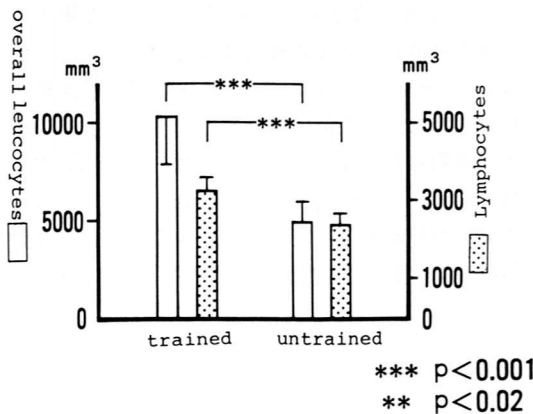


Fig. 1. The numbers of overall leucocytes and lymphocytes in trained and untrained subjects.

であった（P<0.001）。したがって、T群に総白血球数、リンパ球数とも有意な増加を認めた。

2. 免疫グロブリン、補体（Fig. 2, 3）

IgAはT群188.6±63.0，C群245.3±109.8 mg/dl, IgGはT群1142.5±84.8，C群1105.3±171.0 mg/dl, IgMはT群121.4±25.0，C群128.4±39.3 mg/dlであった。C₃はT群113.4±23.2，C群108.2±14.9 mg/dl, C₄はT群34.4±7.3，C群32.8±16.9 mg/dlであった。以上より、免疫グロブリン、補体系では有意な変化を認めなかった。

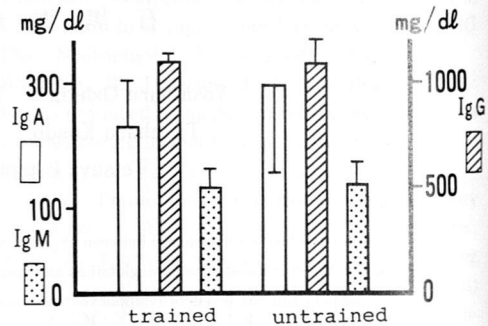


Fig. 2. The concentrations of serum immunoglobulins (IgA, IgG, IgM) in trained and untrained subjects.

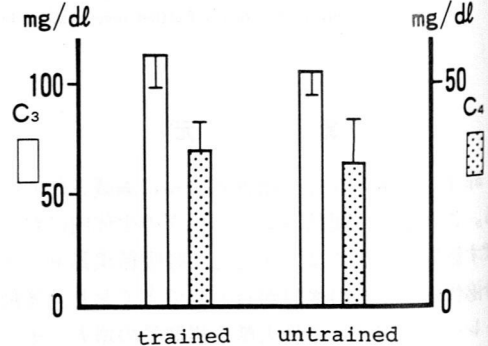


Fig. 3. The concentrations of serum complements (C₃, C₄) in trained and untrained subjects.

3. リンパ球 subsets（Fig. 4, 5）

(1) OKT 3 反応リンパ球 (total T cell)

比率ではT群61.5±5.5，C群67.6±7.2%⁹⁾

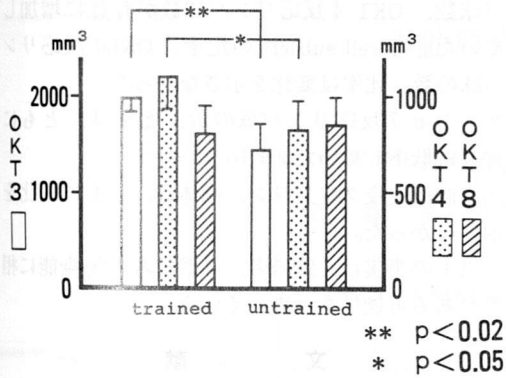


Fig. 4. The numbers of monoclonal antibodies (OKT 3,4,8) responsive lymphocytes in trained and untrained subjects.

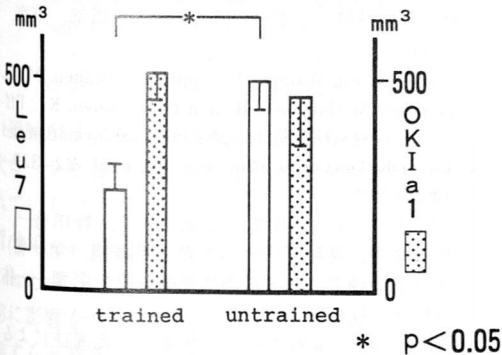


Fig. 5. The numbers of monoclonal antibodies (Leu7, OKIa1) responsive lymphocytes in trained and untrained subjects.

対数ではT群1910.5±217.3, C群1585.5±204.4/mm³であった (P<0.02)。T群に絶対数において有意な増加を認めた。

(2) OKT 4 反応リンパ球 (inducer/helper T cell)
比率ではT群37.0±4.3, C群38.4±7.9%, 絶対数ではT群1155.6±198.1, C群842.3±280.0/mm³であった (P<0.05)。T群に絶対数において有意な増加を認めた。

(3) OKT 8 反応リンパ球 (cytotoxic/suppressor T cell)

比率ではT群26.6±5.8, C群33.8±9.5%, 絶対数ではT群823.1±167.1, C群852.0±219.0/mm³であった。比率, 絶対数とも有意な変化を認めなかった。

(4) Leu 7 反応リンパ球 (NK/K cell)

比率ではT群7.5±2.1, C群18.4±9.0% (P<0.05), 絶対数ではT群230.1±58.5, C群499.3±161.2/mm³であった (P<0.05)。T群に比率, 絶対数とも有意な減少を認めた。

(5) OKIa 1 反応リンパ球 (B cell)

比率ではT群16.9±2.9, C群18.9±7.2%, 絶対数ではT群522.9±85.5, C群417.1±151.8/mm³であった。比率, 絶対数とも有意な変化を認めなかった。

4. PHA によるリンパ球幼若化反応 (Fig. 6)

T群437.9±92.1, C群368.5±86.2 S.I と T群に増加傾向を認めるものの, 有意差はなかった。

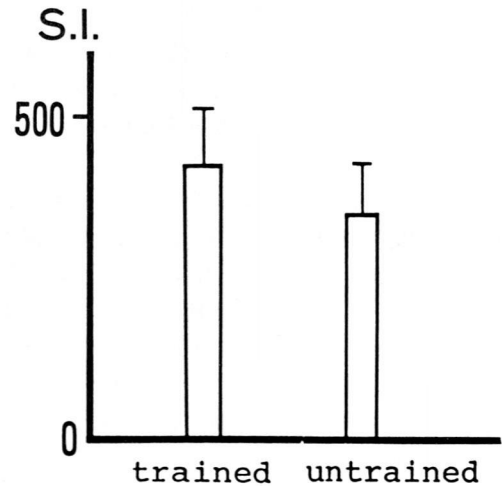


Fig. 6. The lymphocyte response to PHA in trained and untrained subjects.

〈考 案〉

今回の我々の検討成績では, 鍛練者は非鍛練者に比して, 総白血球数, リンパ球数, さらには total T cell 数, inducer/helper T cell 数の著明な増加を認め, 一方, NK/K cell の比率, 絶対数の明らかな減少を認めた。免疫グロブリン, 補体

においては、両者間に有意な変動はなかった。この事実、Hedfors⁹⁾、Yu¹⁰⁾らの報告、すなわち短時間の physical stress の影響によるリンパ球の増加、K cell の減少とほぼ一致する。したがって、鍛練者においては、前日までの運動トレーニングによる影響が残存している状態、言わば軽度の physical stress の状況下にあるとも推察される。また、PHA によるリンパ球幼若化反応において、鍛練者は非鍛練者に比して上昇傾向が認められるものの、有意ではなかった。これは、我々が⁶⁾すでに報告したように、T cell の機能と T cell subsets の変動とには必ずしも一定の相関関係が存在しているとは断言できないことを示唆しているものと思われる。

Hanson ら¹¹⁾は、鍛練者に8マイル走を実施させ、その直後に K cell の増加を認めている。今回の我々の検討では、NK cell, K cell を反映する Leu 7 反応細胞において、鍛練者は非鍛練者に比して数、比率とも有意に減少していた。一方、Yu ら⁹⁾は、逆に10分間の軽運動で K cell の減少を認めている。したがって、K cell は運動の程度、持続時間などにより、変動するものと考えられる。

ところで、鍛練者は非鍛練者に比し、比較的原始的な生体防御機構である NK cell, K cell の減少およびより高次な免疫能を有する T cell の増加が認められることにより、運動トレーニングはより高次な免疫能を高めている可能性が否定できない。しかしながら、先述のごとく、PHA によるリンパ球幼若化反応は両者間において有意ではなかった。今後、他の mitogen についても検討を加え、リンパ球の機能面をさらに追求する必要があると思われる。

〈 結 語 〉

我々は、鍛練者8名、非鍛練者6名について、安静時における各種免疫学パラメーターを測定し、以下の結果を得た。鍛練者は非鍛練者に比して、
(1) 総白血球数、リンパ球数、OKT 3 反応リン

パ球数、OKT 4 反応リンパ球数が有意に増加していた。T cell subsets の比率、OKIa1 反応リンパ球の数、比率は変化を示さなかった。

(2) Leu 7 反応リンパ球の数、比率は、ともに有意に低下していた。

(3) 血清免疫グロブリン、補体は、ともに変化を示さなかった。

以上の事実は、鍛練者、非鍛練者の免疫能に相異がある可能性を示唆している。

文 献

- 1) Sato, Y., Iguchi, A., and Sakamoto, N.: Biochemical determination of training effect using insulin clamp technique. *Horm. Metabol. Res.*, 16:483-486, 1984.
- 2) Galbo, H., *Hormonal and metabolic adaptation to exercise*. Georg. Thieme: Stuttgart, 1983.
- 3) 佐藤祐造, 押田芳治, 運動療法と代謝の改善, ホルモンと臨床, 33: 745-750, 1985.
- 4) 宮村実晴, 矢部京之助編, 体力トレーニング《運動生理学基礎と応用》真興交易医書出版部, 東京, 1986.
- 5) Eskola, J., Runskanen, O., Soppi, E., Viljanen, M. K., Jarrinen, M., Jörvinen, H., and kouvalainen, K.: Effect of sport stress on lymphocyte transformation and antibody formation. *Clin. exp. Immunol.* 32: 339-345, 1987.
- 6) 押田芳治, 山之内国男, 早水サヨ子, 蛭田秀一, 佐藤祐造, 運動トレーニングと免疫能 (第一報)——非鍛練者に対する急性運動負荷の影響——体力科学, 投稿中。
- 7) 櫻林郁之介, 箕輪正和, 平林庸司, 比濁法による定量, 日本臨床春季増刊, 臨床免疫 handbook, 1214-1220, 1984.
- 8) 伊藤喜久, 深町勇, 中嶋克行, 河合忠, 中野康平, ethidium bromide 蛍光法による新しいリンパ幼若化機能検査法, 医学のあゆみ, 126: 21-22, 1983.
- 9) Hedfors E., Holm, G., and Ohnell, B.: Variations of blood lymphocytes during work studied by cell surface markers, DNA synthesis and cytotoxicity. *Clin. exp. Immunol.* 24:328-335, 1976.
- 10) Yu, D. T. Y., Clements, P. J., and Pearson, C.M.: Effect of corticosteroids on exercise-induced lymphocytosis. *Clin. exp. Immunol.* 28:329-331, 1977.
- 11) Hanson, P. G., and Flaherty, D. K.: Immunological responses to training in conditioned runners. *Clin. Sci.* 60:225-228, 1981.

(昭和61年1月20日受付)