

〈運動と免疫編Ⅲ〉

運動によるさまざまな免疫変動と意義

早稲田大学スポーツ科学学術院 准教授 鈴木克彦

運動と細胞性免疫

運動時に血中で最もよく変動する白血球はナチュラルキラー（NK）細胞です。この変動は運動強度に依存し、適度な運動強度では免疫指標（NK細胞）が上昇しますが、その後に細胞数の減少までは生じません（図参照）。ところが高強度の運動では、免疫指標がより大きく上昇した後で、数時間にわたって運動前より低下した状態が続きます。NK細胞ほどではありませんが、運動によってT細胞や単球（マクロファージ）の細胞数も増加し、高強度の持久性運動後にはこれらの活性が低下すると報告されています。

スポーツ選手に多い感染症は、ウイルス・真菌によるものが多く、このタイプの易感染性から細胞性免疫の抑制が示唆されますが、実際に細胞性免疫の指標であるツベルクリン反応などの皮膚遅延型過敏反応も、激運動後に減弱すると報告されています。

運動と体液性免疫

抗体（免疫グロブリン immunoglobulin: Ig）の血中濃度や特異抗体産生能は、運動の影響をあまり受けないようですが、マラソンのような過酷な持久性運動の後で血中IgG値が2日間低下したという報告があります。粘膜における免疫指標としては、粘液に含まれる分泌型IgA（secretory IgA: SIgA）があり、粘膜下への病原体の侵入を阻止しています。唾液中のSIgA値は軽い運動では影響を受けませんが、高強度の持久性運動では運動後に低下します。

以上のように、激運動後数時間から数日にわたりNK細胞の数や機能、T細胞機能、血中IgG値、唾液SIgA値などが一過性に低下し免疫機能が抑制される可能性があり、これは病原体に門戸を開放して易感染性になることに例えてオープンウィンドウ説として提唱されています（図参照）。

運動習慣と免疫

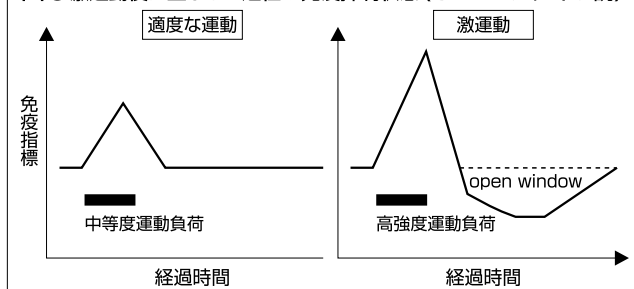
健康増進のための運動としては、中等度の強度、すなわち最大酸素摂取量の50～60%ないし無酸素性作業閾値（anaerobic threshold: AT）程度の

有酸素性運動で、1日20～60分までを週3回以上の頻度で長期間継続することが奨励されています。免疫学的観点からも、高強度運動では一時的にせよオープンウィンドウの状態が生じ、感染のリスクが高まります。一方、免疫機能の低下を起こさず活性化のみ生じる中等度の運動強度は安全で有効性も期待できます。また、運動を継続していくと適応が生じ免疫系の変動も小さくなりますので、特に非鍛錬者は急に強い負荷の運動を行うべきでなく、軽い負荷から徐々に慣れ、運動量を増していくことが免疫抑制や筋・関節等の損傷・炎症の予防にもつながります。

適度な運動の長期的な影響としては、急性上気道炎（感冒）の発症頻度が減少すると報告されており、機序としてNK細胞活性やリンパ球・マクロファージの活性、血中IgG値、唾液SIgA値の上昇効果が示されています。がんの予防効果も複数の疫学調査の研究成果をふまえ、大腸がんではほぼ確実、肺がんと乳がんでは可能性があると報告されています。この機序については十分に解明されていませんが、NK細胞活性やマクロファージ機能の上昇を示した報告があります。このように適度な運動は免疫機能を活性化する可能性が高く、習慣的な運動は感染症やがんの予防に有効とする研究成果が蓄積されています。

逆に激しいトレーニングを継続すると、オープンウィンドウの状態を蓄積することになり、安静状態での血中白血球の数や機能も低下することが多くなります。IgG値はトレーニングのピーク時にはやや低下する選手もいますが、通常のトレーニングでは影響はないようです。一方、持久性運動を主体に行うスポーツ選手ではSIgAの安静値が低く、急性上気道感染症の頻度上昇との関連が指摘されています。

図●激運動後に生じる一過性の免疫抑制状態（オープンウィンドウ説）



(出典) Pedersen, et al. 1998



運動指導者に役立つ「力だめし」問題

○か×か答えは28頁

急性運動負荷によって低下する免疫学的指標は血液中の好中球数である。