

図4 有酸素性運動単独群 (□) と有酸素性運動とレジスタンス運動を組み合わせたクロストレーニング群 (■) における糖・脂質代謝の変化率の比較¹⁵⁾ * : $p < 0.05$

性は改善することが示された¹⁶⁾。これらの成績は、有酸素性運動単独よりもレジスタンス運動を併用した運動プログラムのほうが、糖尿病予防にとってより効果的であることを示唆している。

③運動量と頻度

IGTを対象とした介入研究における運動時間は、「ゆっくり歩く程度なら30分以上、速歩なら20分以上の運動を毎日」⁸⁾、「1日30分以上の運動」⁹⁾、「速歩などを週に150分以上」¹⁰⁾などであった。また、糖尿病発症のリスクが高い中年男性を対象とした研究では、中程度以上の運動 (5.5METs以上) を少なくとも1週間に40分以上実施すれば糖尿病の発症を予防できると報告された¹⁷⁾。さらに、運動によるインスリン抵抗性の改善は、運動中断して3日後にはほぼ消滅することも明らかになっている。すなわち、IGTなどハイリスク者を対象とした糖尿病予防のための運動プログラムにおいては、少なくとも1回30分程度で中等度の有酸素性運動を3日以内に繰り返すことが重要であり、有酸素性運動にレジスタンス運動を併用した場合はより大きな効果が得られることが期待されよう。しかしながら、もっとも効果的な運動様式や量については、具体的に確立されているとは言い難く、さらなる研究の必要性がある。

④運動プログラムの課題

運動と食事による大規模な糖尿病の発症予防研究は大きな成果をあげたが、その一方でコスト、時間(手間)およびマンパワーなどの実現性に関する課題も指摘されている。すなわち、これらの研究では多額の費用を注ぎ込み、専門家による頻回な介入と脱落を防ぐためのさまざまな工夫(セッションに欠席したら電話をかけるなど)が施されていたため、この方法論をそのまま現場で用い

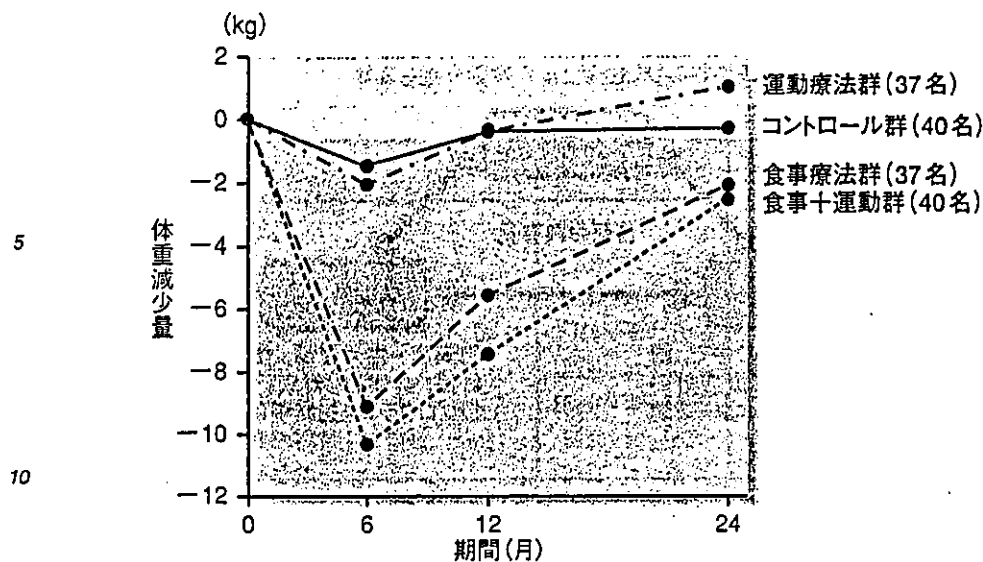


図5 糖尿病の家族歴をもつ肥満の成人男女を対象とした3種類の生活習慣改善プログラムによる2年間の体重の変化¹⁹⁾

15 ることは非常に困難であると予想される。事実、わが国の糖尿病の認定教育施設であっても外来患者を対象とした運動プログラムはほとんど行われておらず、その理由としては場所や指導者の確保の困難さ、経済的な裏付けのなさがあげられている¹⁸⁾。さらに、糖尿病の家族歴がある肥満者を対象とした介入研究によ

20 ると、比較的短期間ならば積極的な運動習慣を継続できても、2年後まで継続することはむずかしく、その結果、一度は減少した体重もベースライン時とほぼ同程度までリバウンドしてしまうことから(図5)、運動の継続面での困難さも指摘されている¹⁹⁾。このように、運動が糖尿病予防に効果があることは科学的に実証されていても、実際の運動プログラムを提供するためには、人手、

25 施設、コスト、継続性の確保など解決しなければならない課題も多い。

このような問題点に対して、近年では人手をかけず費用対効果を改善するためにグループワークを取り入れるなど²⁰⁾、より実現性のあるプログラムを開発しようとする研究が進められている。われわれも運動など生活習慣改善による糖尿病対策を、現在の医療の枠組みの中だけで実施するには限界があると考え、

30 医療機関と病院外施設が連携するモデルシステムを構築し(図6)、運動と食事を中心とした健康行動支援プログラムを実践している(図7)。本システムにおいては両施設の特徴をいかした役割が分担されることで、指導者や場所の確保といった問題を解決している。またプログラムに関しては、比較的少ない指導回数でも効果が得られるように、セルフモニタリングなどの行動変容技法を応用している。その結果、本プログラム管理下であれば、肥満、体力、糖・脂質

35 代謝は有意に改善した(表3)。すなわち、医療機関と病院外施設が連携して生活習慣改善に取り組めば、一定の効果をあげることが可能であることが示唆された。

医療機関と病院外施設が同じコンセプトを共有し、
両施設の特徴を活かした役割分担を実施

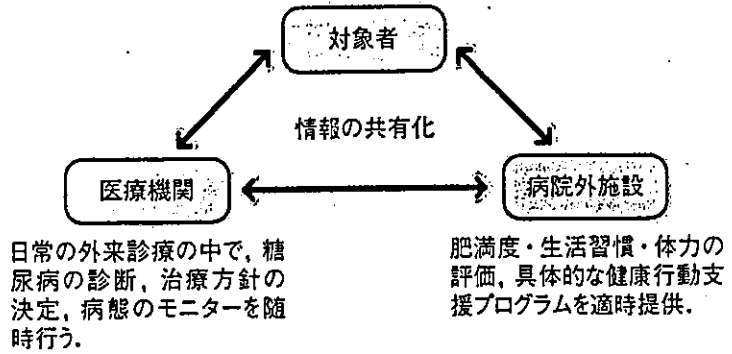


図6 健康行動支援システムのご概念図

健診などで尿糖または血糖高値を指摘される

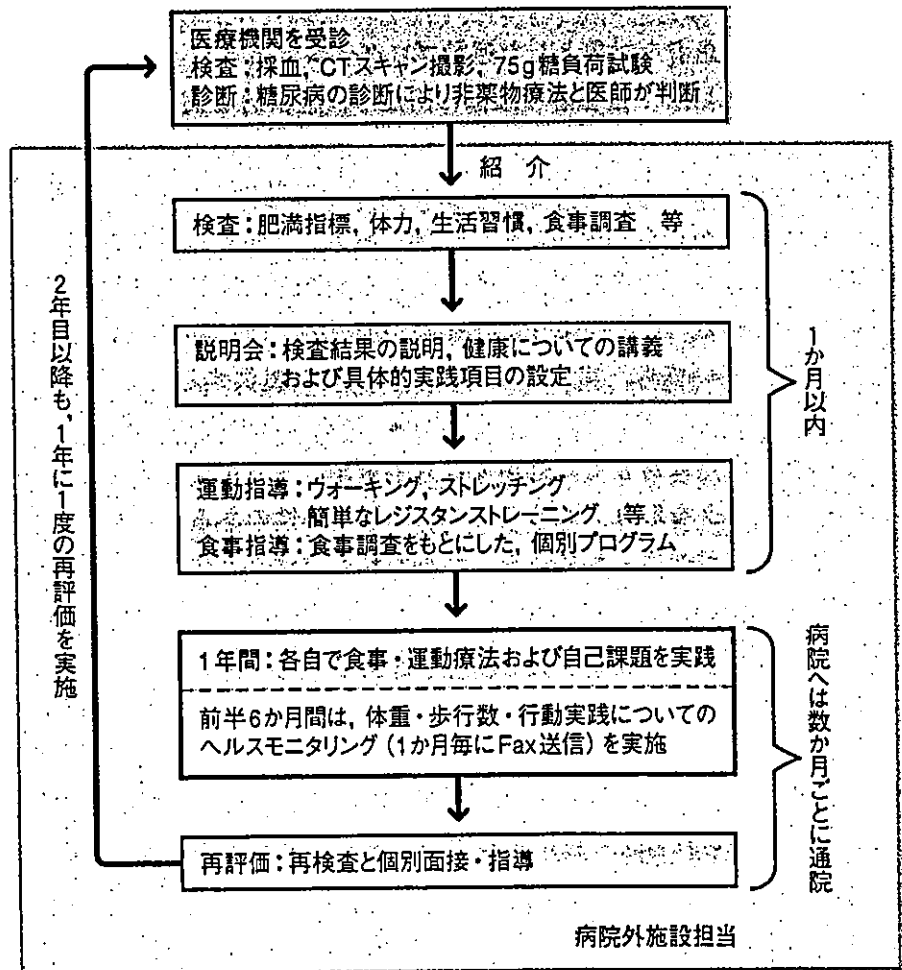


図7 健康行動支援プログラムの手順と内容²⁾

表3 健康行動支援プログラム継続群73名における介入前後での肥満度, 体力, 糖・脂質代謝の変化²⁷⁾

	プログラム前	プログラム後	
年齢(歳)	50.2 ± 15.6	51.4 ± 15.6	
BMI	25.8 ± 5.3	24.7 ± 3.9	*
体脂肪率(%)	26.5 ± 12.2	24.7 ± 10.9	*
ウエストヒップ比	0.95 ± 0.05	0.93 ± 0.06	
皮下脂肪面積 (cm ²)	187.6 ± 130.1	168.9 ± 96.7	
内臓脂肪面積 (cm ²)	161.8 ± 64.1	136.6 ± 49.3	*
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	31.9 ± 6.2	34.8 ± 5.8	*
空腹時血糖値 (mg/dl)	131.5 ± 35.3	123.2 ± 28.4	
空腹時インスリン (μU/ml)	8.3 ± 6.8	6.4 ± 5.5	*
HOMA-IR	2.7 ± 2.7	1.9 ± 1.5	*
血糖曲線下面積 (μU/ml/h)	611.2 ± 171.7	567.7 ± 168.3	*
インスリン曲線下面積 (μU/ml/h)	127.4 ± 145.0	108.7 ± 92.4	
HbA1c (%)	6.3 ± 1.4	5.9 ± 1.1	*
総コレステロール (mg/dl)	220.4 ± 38.3	214.2 ± 35.7	
HDLコレステロール (mg/dl)	47.1 ± 11.9	53.7 ± 15.0	*
中性脂肪 (mg/dl)	154.5 ± 88.7	137.2 ± 83.8	*

Mean ± SD, HOMA-IR; インスリン抵抗性スコア, *; P < 0.05 (vs プログラム前)

6

まとめ

身体的に不活動な生活習慣が2型糖尿病発症のリスクであることや、運動が糖尿病の発症予防・進展阻止に貢献することの因果関係は、多くの疫学研究によって実証されている。また、運動によって糖代謝が改善するメカニズムや、糖尿病の予防や改善のために必要な運動量などについても検討が進んでいる。今後は、より効果的で実現性の高い運動プログラムや実践のためのシステム開発に関する研究が必要であろう。

文献

- 1) Zimmet P, Alberti KG, Shaw J: Global and societal implications of the diabetes epidemic. Nature 414: 782-7, 2001
- 2) 厚生省保健医療局: 平成9年糖尿病実態調査, 20-22, 1999
- 3) Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr: Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. N Engl J Med 325: 147-52, 1991
- 4) Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, Rosner B, Hennekens CH,

- Speizer FE : Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 338 : 774-8, 1991
- 5) Okada K, Hayashi T, Tsumura K, Suematsu C, Endo G, Fujii S : Leisure-time physical activity at weekends and the risk of Type 2 diabetes mellitus in Japanese men: the Osaka Health Survey. *Diabetes Med* 17 : 53-8, 2000
- 6) 澤田亨, 武藤孝司, 田中宏暁 : 身体活動と2型糖尿病に関する疫学研究. 日本臨床 769 増刊号「身体活動と生活習慣病」: 379-84, 2000 5
- 7) Eriksson KF, Lindgarde F : Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise. The 6-year Malmö feasibility study. *Diabetologia* 34 : 891-8, 1991
- 8) Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH, Howard BV : Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The DaQing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 20 : 537-44, 1997
- 9) Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, Keinanen-Kiukkaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M : Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 344 : 1343-50, 2001 10
- 10) Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM : Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346 : 393-403, 2002
- 11) 河盛隆造 : 糖尿病の診断・管理・治療の最近の動向. 臨床スポーツ医学 19 臨時増刊号「生活習慣の予防と治療」: 73-9, 2002 15
- 12) Kirwan JP, Jing M : Modulation of insulin signaling in human skeletal muscle in response to exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 30 : 85-90, 2002
- 13) Musi N, Fujii N, Hirshman MF, Ekberg I, Froberg S, Ljungqvist O, Thorell A, Goodyear LJ : AMP-activated protein kinase (AMPK) is activated in muscle of subjects with type 2 diabetes during exercise. *Diabetes* 50 : 921-7, 2001
- 14) Winder WW : Energy-sensing and signaling by AMP-activated protein kinase in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 91 : 1017-28, 2001 20
- 15) Wallace MB, Mills BD, Browning CL : Effects of cross-training on markers of insulin resistance/hyperinsulinemia. *Med Sci Sports Exerc* 29 : 1170-5, 1997
- 16) Kishimoto H, Tariguchi A, Fukushima M, Sakai M, Tokuyama K, Oguma T, Nin K, Nagata I, Hayashi R, Kawano M, Hayashi K, Tsukamoto Y, Okumura T, Nagasaka S, Mizutani H, Nakai Y : Effect of short-term low-intensity exercise on insulin sensitivity, insulin secretion, and glucose and lipid metabolism in non-obese Japanese type 2 diabetic patients. *Horm Metab Res* 34 : 27-31, 2002 25
- 17) Lynch J, Helmrich SP, Lakka TA, Kaplan GA, Cohen RD, Salonen R, Salonen JT : Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Arch Intern Med* 156 : 1307-14, 1996
- 18) 阿部隆三, 藤沼宏彰, 星野武彦, 吉田忍, 菊池宏明, 北川昌之, 武藤元, 山崎俊朗, 清野弘明 : 糖尿病運動療法実施状況調査—糖尿病学会教育認定施設に対するアンケート調査より—*糖尿病* 44 : 355-60, 2001 30
- 19) Wing RR, Venditti E, Jakicic JM, Polley BA, Lang W : Lifestyle intervention in overweight individuals with a family history of diabetes. *Diabetes Care* 21 : 350-9, 1998
- 20) Trento M, Passera P, Bajardi M, Tomalino M, Grassi G, Borgo E, Donnola C, Cavallo F, Bondonio P, Porta M : Lifestyle intervention by group care prevents deterioration of Type II diabetes: a 4-year randomized controlled clinical trial. *Diabetologia* 45 : 1231-9, 2002
- 21) 甲斐裕子, 熊谷秋三, 高柳茂美, 畑山知子, 井 雅代, 花田輝代, 福留三保, 二宮 寛, 加来良夫, 佐々木悠 : 医療機関と病院外施設の連携モデルと軽症糖尿病患者への健康行動支援プログラムの適用と効果. *糖尿病* 46 : 533-539, 2003 35
- 22) 熊谷秋三, 坂口淳子 : 生活習慣病・耐糖能異常者のための「健康観変容プログラム」. *食生活* 97 : 26-32, 2003

KEY POINT

1. わが国では2型糖尿病患者が急増している上、自覚症状のない境界型や軽症の糖尿病患者ではケアせず放置している例が多いため、「健康日本21」では、
5 運動と食事を中心とした生活習慣改善によって糖尿病の一次・二次予防に取り組むことが目標に掲げられた。
2. 運動習慣や体力と2型糖尿病の発症について調査した国内外の前向きコホート研究では、肥満や喫煙等の他の危険因子とは独立して、運動習慣がある者
10 もしくは有酸素能力の高い者の方が糖尿病発症のリスクが低いことが多く報告されている。
3. 諸外国における大規模な無作為化対照比較研究では、運動と食事による生活習慣の改善によって、性別や人種の区別なく2型糖尿病の発症を予防し得ることが実証されており、その効果は薬効を上回る可能性も示されている。
4. 境界型などハイリスク者を対象とした糖尿病予防のための運動プログラムでは、少なくとも1回30分程度で中等度の有酸素運動を3日以内に繰り返すことが重要であり、有酸素運動に低強度のレジスタンス運動を併用した場合は、
15 より大きな効果が得られることが期待される。
5. 今後、運動による糖尿病予防を実現化していくためには、より効果的で実現性の高い運動プログラムの検証や、実践のためのシステムづくりに関する検討も必要である。
20

- (2) Agard, E.E. et al.: Work stress and low sense of coherence is associated with type 2 diabetes in middle-aged Swedish women. *Diabetes Care*, 26: 719-724, 2003.
- (3) Wing, R.R. et al.: Depressive symptomatology in obese adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 13: 170-172, 1992.
- (4) Bjorntorp, P.: Visceral fat accumulation: the missing link between psychological factors and cardiovascular disease? *J Intern Med*, 230: 195-201, 1991.
- (5) Bjorntorp, P.: Neuroendocrine abnormality in human obesity. *Metabolism*, 44 (suppl. 2) 38-41, 1995.
- (6) Kitabchi, A.E., Buffington, C.K.: Body fat distribution, hyperandrogenicity, and health risks. *Seminar Reproductive Endocrinol.*, 12: 6-14, 1994.
- (7) 甲斐裕子、熊谷秋三他 医療機関と病院外施設との連携モデルとしての軽症糖尿病患者への健康行動支援プログラムの適用と効果 糖尿病 四六 五三三-五三九 二〇〇三
- (8) 高橋和巳 自分を育てる 三五館 二〇〇一
- (9) 熊谷秋三他 長期の行動変容プログラムによる耐糖能障害を伴った高度肥満一症例の減量効果とその背景 プラクテイス 一四 三〇一-三〇六 一九九七
- (10) 花村茂美、熊谷秋三他 高度肥満を伴う若年性 境界型

糖尿病の減量および耐糖能改善過程—社会心理的問題の関与が示唆される一症例について— *健康科学* 一八 八七-九二 一九九六

162

- (11) Tuomilehto J, et al.: Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 344: 1343-1350, 2001

- (12) Knowler, W.C., et al.: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346: 393-403, 2002

【参考文献】

- * 田中正敏 西洋医学に癒しはあるか *DIIN* 二五〇 五一九-九八
- * 熊谷秋三、佐々木悠 *Informed consent* ストレスが糖尿病に及ぼす影響を説明する *DIIN* 五 二〇〇一
- * 熊谷秋三(日本健康支援学会編集) 二一世紀の健康支援 健康支援入門—新たな健康づくりの展開と方法— 三一-七 北大路書房 二〇〇一
- * 熊谷秋三、高柳茂美 (津田彰編) 癒しと代替医療 医療行動科学Ⅱ 一三八-一四五 北大路書房 二〇〇二

ックが可能なシステムづくりなどを考慮した。すでにいくつかの症例報告を行なってきたが、約一八四名を対象とした一年間に及ぶ本プログラムの評価を行なったところ、少なくとも本プログラム管理下であれば、良好な継続率に加え肥満度の改善および体力の向上とともに、糖・脂質代謝が改善することが認められた。諸外国における糖尿病の一次・二次予防についての大規模な無作為化対照比較研究によると、食事・運動療法によって肥満度や耐糖能が明らかに改善することが報告されている。

本研究は一年間という比較的短期の前後比較研究デザインでの検討であるが、本邦においても同様の成績が得られたこと、また多忙な外来診療の延長上で行われた成果であることを考慮すれば、非常に意義深いことと考えられる。

六 患者の健康を支援する側の課題

医療従事者はストレスと糖尿病の代謝状態との関連性の理解を深める必要がある。具体的には、個々の患者の性格、心理的行動特性、人間関係等に加え、ストレスへの反応性の相違やその対処（コーピング）能力などを総合的に評価する能力に加え、患者とのコミュニケーションを通し

て、ストレスの有無とその要因を分析し、可能な限り客観的に評価する能力も必要である。患者―医療従事者との良好なコミュニケーションは、治療効果をあげるための必須条件であるが、現実的には患者との対応に関しては時間的制約を伴うことが少なくない。ストレスを伴う糖尿病患者の中に脱落例が多いことを考慮すれば、この様なジレンマを、いかに克服していくか、残された課題は大きく、これらの解決に向けて糖尿病療養指導士（CDE）との協力関係を構築していかねばならない。今後は、ここで紹介したようなストレスマネージメントも含めた糖尿病患者の健康行動支援プログラムの実践を通して、効果・継続評価、さらにはシステム化が行なわれていくことで、徐々にではあるが科学的根拠に基づいた糖尿病患者への健康支援が可能となるであろう。また、医師は一人で診療にあたるのではなく、CDEや様々な職種の種類健康支援従事者などを含めたチームによる患者の健康支援の必要性を考慮すべきである。

〔引用文献〕

- (1) 佐々木悠、熊谷秋三他 Stress events を契機に発症する「Atypical Ketosis-onset NIDDM」の存在 内分泌・糖尿病科 七 二七二―二七四 一九九八

3 健康のランクを高めるために、「心地よさ」を感じ、感じられる体をつくる

精神科医の高橋⁽⁸⁾は、「心地よさ」の指標として、「軽さ」・「一体感」・「現在性」の三点をあげている。「軽さ」とは、体の軽さを感じられることであり、これは健康のランクやレベルが上昇していく時に感じられる。「一体感」とは、こころと体にズレがない感覚であり、自分の体を自分のものと受け入れている心地よい感覚である。「現在性」とは、深い欲求が満たされた時、しばらくこのままじっとしていたいと思う状態のことである。では、体を作るとはいかなる行為であろうか。「体をつくる」とは、体に良いと言われていることをしたり、体を鍛えることではなく、前述した心地よさの感覚を感じえる体、それ自体を高め、かつ意識する行為と考えられる。

4 日常生活での「心地よさ」の発見・実践

「主体的な健康観」を持ち、「心地よさ」を感じながら生活していくとはどういうことだろうか。人は誰でも、通常の生活行動を「当たり前」のことと考えてしまいがちである。自分がどのような生活をどのように感じながら送っているか、具体的に見つめ直してみることはとても大切なこ

とである。例えば、食事はゆったりとおいしく食べられたであろうか。空腹感や満足感を感じたであろうか。体は重いだろうか、軽いだろうか。自分にとっての心地よい感覚、行為とは何であろうかなど。自分のこころと体をじっくりと見つめながら、感じ、考えること、そして、それをもとに、改めて自分の生活を振り返り、「心地よい」生活を実践していくことが重要となる。

五 健康行動支援プログラムの評価

我々は、健康行動支援プログラムの基本理念として上述した「新しい健康観」を採用し、医療機関との提携事業として糖尿病患者のための健康行動支援プログラムの実践的研究を行い、有効な健康支援モデルを構築中である。プログラム開発の基本的事項として、参加者は、(1) 生活習慣の認知的・行動的変容および修正、(2) 無理のない具体的な自己課題の設定、(3) 健康行動の継続を意図したヘルスマニタリングを実行することとしている。また指導者は、(1) 受講者の立場にたったサービスの供給、(2) プログラムの理念の共有化・具体化、(3) 指導体制および評価基準の標準化、(4) 長期にわたるフォローアップとフィードバ

目的としての健康：

健康不安⇨消極的・禁欲的・命令的な行動⇨行動継続の中止

図1 「古い健康観」で健康行動

結果としての健康：

欲求⇨行動の習慣化の形成⇨健康ランクの体感⇨健康ランクの向上

図2 「新しい健康観」での健康行動

体の感覚に対する「気づき」を経験することにより、健康にはより高いランクがあることを体感し、さらには体感し得る身体を作ることが目的とする健康観である（図2参照）。

筆者らが用いている行動変容プログラムは、対象者が従来の「古い健康観」から脱却し、自己の身体感覚や心理状態を自覚した上で、自分にとっての「心地よさ」を追求することを目的としている。したがって、健康になることそのものが目的となる傾向が強かった従来の健康増進教育・指導プログラムとは異なり、結果として健康がもたらされれば「これすなわち是なり」

とする考え方である。

2 健康をはかるものさしを探し、そして感じる作業を
楽しく行うことの必要性

まず、新しい「健康観」で病気を捉え直すことが必要である。現在の糖尿病Ⅱ病気、過去の日常生活Ⅱ健康という図式はおかしい。なぜならば、病気は健康と違って日常生活の中に準備されていたものが顕在化しただけなのか、もしくはからだとする高橋(8)の解釈は傾聴に値する。糖尿病の発症を契機に、病気および健康とは何なのかを捉え直すことが重要である。古い「健康観」での健康行動は、禁止・命令が中心となるが、新しい「健康観」での健康行動では、健康ランクを感じ、さらに高める行為が中心となる。長く親しんだお酒、喫煙などは、そう簡単にはやめられないことが多い。筆者らは急に止める必要はなく、お酒や喫煙が健康ランクを下げる（病気を悪化させる）様であれば、新しい「健康観」で少しずつ修正していくことを勧めている。つまり、現在の自分の「こころ」と「からだ」を支えているものを取り除かないで、行動を徐々に修正していくように指導している。

も、その継続には多くの困難を伴うことから、「行動変容」の定着にはいたらない場合が少なくなく、再び太ってしまうリバウンド（はねかえり）現象や代謝改善の介入前への回帰化現象などが生じる。その原因としては、従来の健康指導プログラムが、個々の患者の精神・心理的状态の把握や心理的アプローチに関する視点を欠く内容であったためとも考えられる。換言すれば、上述した生活習慣の改善は、健康モデルとして医療モデルを中核とした従来の「古い健康観」に基づくものであったためとも考えられる。

四 健康行動支援プログラムの理念と内容

1 古い健康観から新しい健康観⁽⁸⁾への認知変容

従来の「病気でなければ健康」といった二元的健康観（古い健康観）ではなく、「より高い健康状態」を目指す一元的健康観（新しい健康観）として捉えることが重要であり、この「新しい健康観」で行動変容（修正）を行うことが肝要である。このプログラムとは、身体感覚や心理状態に対する「気づき」を体感するための「新しい健康観」に基づく行動変容プログラムである。以下に我々が実践している健康行動支援プログラムの理念とその内容（二つの健

康観と健康行動）を紹介する。

従来の「古い健康観」（禁忌の健康観）は、結核を始めとする感染症が健康阻害の重大要因であった時代の健康観である。この健康観は、「病気でなければ健康である」といった二元的健康観であったのに対し、生活習慣病が我々の重大関心事である現在の健康観（新しい健康観）では「病気でないこと」から「健康そのもの」へと移行している。すなわち、「病気でなければ健康である」という「古い健康観」の視点から健康増進教育・指導をとらえた場合、疾病予防や健康増進のためには、「くしないこと、くすべきである」といった禁止や節制、命令の言葉が羅列される場合が多い。我々が病気になりたくない、健康になりたいと考えるのはより快適な生活を送るための「手段」であり、健康になること自体が「目的」ではないはずである。しかし、禁止・節制・命令による健康行動は、健康そのものが「目的」となってしまう、その「目的」を達するためにどの様な苦行も厭わないという構図が出来上がってしまうものである（図1参照）。

それに対して、「より高い健康状態」を目指す「新しい健康観」（主体的な健康観）では、「心地よさ」といった身

者の不安の程度は、健常者に比べ高いとの報告もある⁽³⁾。一方、うつ患者には肥満や耐糖能障害を併発しやすいとの報告もある。

2 内臓脂肪蓄積、インスリン抵抗性発現への神経内分泌的な障害の関与に関する機構^(4,5)

ストレスを介した神経内分泌学的な障害「(視床下部—下垂体—副腎軸の攪乱および性腺系の抑制)」が、内臓脂肪蓄積や糖・脂質代謝異常の発現に関与するという仮説が提唱されている。ブジョントルプ(Bjortorp)^(4,5)は、ヘンリー(Henry)によるストレス認知に伴うコーピング(対処)パターンと内分泌反応に基づき、ストレス刺激に対する内臓脂肪蓄積への神経内分泌的障害の関与を指摘し、それらの概念を「Hypothalamic arousal syndrome (視床下部・下垂体攪乱症候群)」と呼称した。同様に、Kitabchi⁽⁶⁾らは、視床下部の攪乱によって誘発される女性における内臓脂肪蓄積型肥満⇨インスリン抵抗性⇨2型糖尿病の発現への高アンドロジェン血症および高コレステロール血症の関与を指摘した。内臓脂肪蓄積の増加は、門脈循環中の遊離脂肪酸濃度の増加をもたらし、肝臓でのインスリンクリアランスを低下させ高インスリン血症を誘発する⁽⁶⁾。加えて、

筋肉など末梢でのインスリン作用の低下も相まって、インスリン抵抗性の増大に関与していると考えられる。このような疾病発症モデルは、臨床研究のみならず、行動理論に基づく治療および健康指導内容の検討に際して重要な要素となる。

生活習慣病はライフスタイルに関連した疾患概念であるが、その上流には種々のストレス刺激、パーソナリティ、ストレスコーピング不良等の統合の結果としての個人のライフスタイルの悪化がその主たる発症要因であるとの観点から患者の健康を支援することが肝要であろう。

三 新たな健康行動支援モデル構築の必要性

肥満や糖尿病などの代謝性疾患の改善には、通常は食事の制限や改善および運動の実践が指導される。しかし、通常の食事および運動療法による指導では、一定の減量に成功する人は全体の約五〇％程度であり、残りの三〇〜四〇％は治療の初期段階で脱落することが知られている。しかも食事・運動療法を継続できたとしても、さらに約五〇％の人が一年以内に脱落しがちである。つまり、運動や食事療法で、ある一定の期間成功して一度減量効果がみられて

ヨンの観点から糖尿病患者への生活の場での健康支援を考
えてみたい。

二 ストレスと糖尿病

各種のストレス刺激は、交感神経の緊張、ストレスホル
モンの分泌（カテコールアミン、コルチゾールなど）を介
して糖代謝に影響を与え、血糖を上昇させる。したがっ
て、長期のストレス負荷は、糖尿病の患者にとって高血糖
の増悪因子となる。また、筆者らは比較的急性のライフス
トレス（死別、離婚、倒産等）を契機に発症したと考えられ
る「Atypical Ketosis-onset NIDDM（非典型的なケトー
シスで発症する2型糖尿病）」を経験している。一般的に、
長期に及ぶストレス環境下にあつては、不安や緊張、それ
らに基づく隣人間のコミュニケーション不良、さらには
食・運動行動などの日常生活習慣の歪みがあることが少な
くない。糖尿病発症への心理学的ストレスの関与に関する
スウェーデン人女性勤労者を対象とした最近の疫学研究に
よれば、職業性ストレス尺度である職務上の決定裁量権が
低く、かつストレス対処能力の指標である首尾一貫感覚が
低い集団での糖尿病発症頻度が高いことが報告されてい
る。⁽²⁾

*首尾一貫感覚 (sense of coherence : SOC) : 人は人生経験
や成功体験を繰り返す中で、ストレス対処へ動員できる様々
な資源を得るが（汎抵抗資源）、それらがベースとなつて、
自己に及んだ様々なストレスに対して、それをどのようによ
握し（把握可能感）、処理できそうか（処理可能感）、さら
にそれを意味のあることと認知できるか（有意味感）とい
つた三つの側面からなるストレス対処能力を総称して首尾一貫
感覚と呼ぶ。「世界や人生に対する志向性尺度」とも呼ばれ
ている。このSOCが高いと、ストレスサーに対する緊張処
理がしやすいために、健康維持ができるとされる。健康生
成論（本号の平野・熊谷論文参照）を基盤としたSOC理論
は、イスラエル出身の保健社会学者のアントノフスキー
（Antonovsky : 一九九八年没）によって構築された。

以下に、ストレスが糖尿病に及ぼす影響について解説す
る。

1 肥満・糖尿病患者の精神心理的特性

例えば、男女ともに腹部型肥満において、腹部への脂肪
蓄積の程度と、喫煙、飲酒、精神安定剤の服用頻度、社会
的地位、収入の高低、および欠勤率との間には有意な関連
性があり、⁽³⁾心理的にも抑鬱、不安、および敵意傾向を有す
る者が多いことも報告されている。さらに、2型糖尿病患

糖尿病患者への生活の場での 健康支援

熊谷秋三

一 糖尿病とは

わが国の糖尿病の大部分を占める2型糖尿病（インスリン非依存性糖尿病：NIDDM）は、「インスリン分泌不全」と「インスリン抵抗性」双方によるインスリンの作用不足に伴い高血糖を呈する病態である。2型糖尿病は進行すると網膜症・腎症・神経障害などの合併症を引き起こし、放置すると失明・透析・脳卒中・虚血性心疾患などの発症・進展を促進する。

わが国の糖尿病罹患患者数は増加の一途をたどっている。

糖尿病発症の背景としては、遺伝的素因に加え、個人の生活行動要因、心理的特性、さらには就業職種や家庭環境といった社会環境要因などがあげられるが、糖尿病とはそれらが複雑に絡んで糖代謝障害を誘発する疾患である。加えて、わが国における軽症糖尿病治療システムの不備も指摘されており、一次・二次予防に関する医療・健康関連施設のフレーム構築も緊急な課題となっている。

ここでは、糖尿病の発症要因としての精神・心理学的要因（ストレス）の関与に関して解説を行うと共に糖尿病治療の基盤となる生活療法に焦点を絞り、ヘルスプロモーション



免疫機能と運動・スポーツ

足立 稔 (岡山大学教育学部)・熊谷秋三 (九州大学健康科学センター)



はじめに

免疫機能とは病原体など外敵の侵入に対する生体防御機構のことであり、身体の恒常性を維持する抵抗力(防衛体力)の主要部分を担う重要な体力要因であると考えることができる。運動・スポーツと関連する免疫機能についての研究は、近年大きく進展しており、軽い運動あるいは激しいと運動を行ったときの免疫パラメーターの変動や、習慣的に運動を行うこと(ネガティブに言い換えると「運動不足」)が免疫機能にもたらす影響などが少しずつ明らかにされ始めた。本稿では、最近の免疫機能と運動・スポーツの関係についての知見を概説する。



免疫機能の概要

免疫機能には自然免疫と獲得免疫がある。その概要を表1に示した。自然免疫は、生まれたときにすでに存在する原始的な系であり、体内に侵入してきた異物に対して直ちに働く一次的な生体防御機構である。しかしこの系は非特異的であり、侵入してきた異物を記憶し、同じ異物の再侵入に効率よく対抗することはできない。この系を担当する主な液性因子は補体であり、細胞性因子は、顆粒球、マクロファージやナチュラルキラー(NK)細胞である。一方、獲得免疫は生まれたときには存在しないが成長とともに急激に発達する系であり、特定の抗原の侵入を記憶し、再び同じ抗原が侵入してきたときには特異的な抗体が産生されて効率よく排除することができる。この系を担当する主な液性因子は抗体であり、細胞性因子は、リンパ球(T細胞とB細胞)である。ヒトの体は、上記に示した自然免疫系と獲得免疫系を状況に応じてうまく使い分けたり、相互に連動あるいは補完し合いながら、さまざまな異物や病原体の侵入を防いでいるのである。

表1 免疫系の概要

	自然免疫	獲得免疫
<関与する因子>	液性因子 細胞性因子	特異抗体 T細胞(リンパ球) B細胞(リンパ球)
<特徴>	生まれた時から存在 一次的防御機構 非特異的に反応	成長とともに獲得 二次的防御機構 特異的に反応

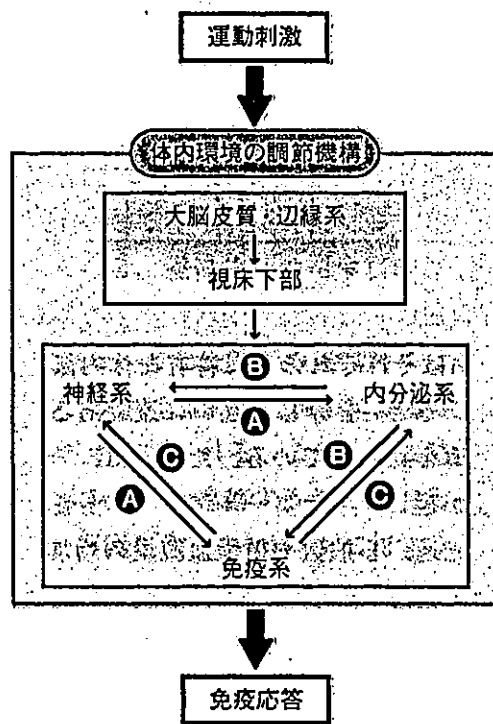


図1 運動刺激が免疫応答に影響する機序の概要
 ● 神経伝達物質 ● ホルモン ● サイトカイン

3 運動・スポーツが免疫機能に影響する機序

各種の運動やスポーツ活動を行ったときにみられる免疫パラメーターの変動(免疫応答)は、いわゆる免疫系が単独で反応した結果ではない。図1に運動刺激が免疫応答に影響する機序の概要を示した。すなわち、運動するとその刺激(ストレス)は大脳皮質・辺縁系などを介して視床下部に伝えられ、さらにその刺激はヒトの体内環境を調節している神経系、内分泌系と免疫系に伝達される。

表2 主要な免疫担当細胞(白血球分画)の機能と運動に対する反応性の特徴

白血球	機能	細胞数の変動		運動に対する反応性の特徴
		運動中	運動後	
顆粒球	好中球	↑	↑	貪食作用と殺菌作用は中程度までの運動で増加し高度の運動で抑制されると報告
リンパ球	T細胞	↑	↓	ストレスホルモンと運動し、長時間運動で幼若化反応が抑制されると報告
	B細胞	↗	→	高強度の運動で抗体産生能が低下すると報告
	NK細胞	↑	↓	他の細胞に比べ運動に対する反応性高い
単球		↗	→	運動により貪食作用が活性化、サイトカインを介して菌損傷に対する急性反応を起こすと報告

そこでこれらの3つの系はそれぞれの系に特有な体内伝達物質(神経伝達物質、ホルモンやサイトカインなど)を介して互いに運動あるいは協調しながら、運動刺激に応じて体内環境を調節している。たとえば、一過性の激しい運動をすると交感神経系の緊張が起こりカテコールアミンの分泌が促進されることを通して、肺でのガス交換亢進、心拍数や循環血流量の増加などの呼吸・循環器系の応答や、エネルギー供給系への解糖系の大量動員に伴う乳酸の蓄積などの代謝系の応答などが起こる。免疫機能の変化はこれら呼吸循環器系や代謝系の応答と連動していると考えられ、免疫系を担当する細胞そのものも腫瘍壊死因子(TNF)やインターロイキンに代表されるサイトカインを合成・分泌することにより神経系や内分泌系に作用している。

以上のように、免疫系と神経系、内分泌系は相互に関連していることに加え、運動に対する免疫応答は運動の種類、強度、持続時間や運動するヒトの体力レベルに影響されるため、免疫機能と運動・スポーツの関係を検討するためにはこれらの要因を考慮したうえで検討する必要がある。

4 一過性の運動と免疫機能

一過性の運動に対する免疫パラメーターの変動は、各パラメーターの種類や評価方法による違いに加え、運動の強度や持続時間によっても異なることが知

られている。主要な免疫担当細胞の機能と運動に対する反応性の特徴の概略を表2に示した。

①免疫担当細胞数と機能の変動

主な免疫担当細胞は白血球であり、一般にその数や機能は運動の強度や持続時間に依存して増加することが知られている¹⁾。しかし、その変動は白血球の分画により異なる。

顆粒球の中でも好中球は、血液中の白血球の50～60%を占め、貪食作用と殺菌作用(活性酸素産生による)で侵入してきた細菌などを破壊する役割をもっている。好中球は、運動刺激に対する反応性が高く、運動強度や持続時間に依存して運動中、直後だけでなく、運動後も一定時間はその数が増えるとされている。また中等度までの運動に対しては、貪食能や殺菌作用が増加するが、高強度の運動に対してはその活性が抑制される。一方、同じ顆粒球でも好酸球や好塩基球は運動に対する反応性が低い。

リンパ球は運動刺激に対してその数が増えるとされているが、その変動はサブセットにより多少異なる。獲得免疫の司令官的役割を果たすT細胞数は運動中および後にはやや増加するものの、その後一過性に安静時より低下し、約1～2時間後に元の値に戻る。また長時間の運動時には、フィトヘムアグルチニン(PHA)やコンカナバリンA(ConA)の刺激によるin vitroでの細胞幼若化反応(細胞増殖反応)の活性が抑制される。これらの変動はアドレナリンやコルチゾールなどのストレスホルモンと連動することに加え、その動きの方向性には個人差があることから、運動刺激(ストレス)に対するこれらのパラメーターの変動には、運動強度や持続時間の要因に加え、視床下部・下垂体副腎系に依存するストレス感受性の個体差が関連しているようである。

一方、抗体産生を担うB細胞数は運動刺激に対する変動は小さく、運動中や直後でやや増加するが、その後速やかに元の値に戻る。抗体産生能も運動による影響を受けにくい²⁾が、長時間運動では抗体産生能が抑制されるとの報告がある。

好中球とともに外敵に対する非特異的免疫系の中心であるNK細胞の数はT細胞と類似した動きをするが、運動刺激に対する反応性はT細胞に比べて高いとされる。運動中および直後の増加率が高いだけでなく、運動後に起こる一過性の減少率が大きく、回復にも長い時間を要することが知られている。Niemanらは、⁵¹Crでラベルしたヒト白血球細胞株(K562)と採取したNK細胞を合わせて培養し、K562が破壊された後に遊離する⁵¹Crの放射活性を測る方法で、運動負荷に対するNK細胞機能(活性)を調べたところ、運動負荷後に起こるNK活性の抑制は、中等度の運動負荷に比べ高強度の運動負荷で大きく、その回復も大きく遅れることを報告した²⁾。

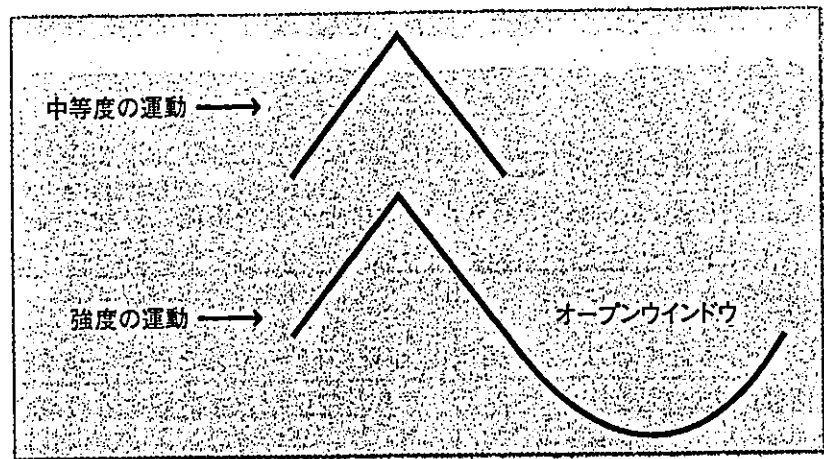


図2 Pedersenのオープンウィンドウ説

中等度の運動は免疫機能を促進するが、強度の運動では、免疫抑制をまねき、感染に対して無防備なオープンウィンドウの状態になる¹⁾。

また、血中から組織に移動しマクロファージに分化する単球の血中での数の変動は比較的小さく、長時間の運動刺激に対して増えるとされている。その理由としては、活動筋の損傷による炎症が原因だと考えられている。一方、マクロファージの機能についてはマウスを使った研究が行われており、高強度の運動刺激により貪食活性や腫瘍細胞傷害活性が高まることが報告されている。

② サイトカインの変動

運動刺激によりサイトカインが変動することが知られている¹⁾。一般に軽度の運動ではサイトカインの変動は小さく、生体に負担が大きい高強度・長時間の運動で大きく変動するとされている。たとえば、炎症性のサイトカインであるインターロイキン (IL) -1 β やTNF- α は激しい運動に対し血中濃度が数倍以上上昇する一方、細胞性免疫を活性化させるIL-2やインターフェロン (IFN) - γ は運動刺激に対して変化しないか低下するとされている。サイトカインは免疫機能を調節する仲介因子であり、運動刺激と免疫機能の関連性を理解するうえで重要な因子である。

③ オープンウィンドウ説

Pedersen¹⁾は、中等度の運動は免疫機能を促進する一方で、強度の高い運動を長時間行うとリンパ球濃度の低下、NK細胞活性の抑制や粘膜の分泌型免疫グロブリン (Ig) Aの濃度減少が起こり、一時的な免疫抑制状態が到来するオープンウィンドウ (侵入門戸開放) 説というモデルを提唱している (図2)。一流運動選手に易感染性がみられるのは、激しいトレーニングによりオープンウィンドウな状態が起こり、ウイルスなどに感染しやすい時間が比較的長時間続くためと考えられている。もし、オープンウィンドウな状態が十分回復する前に

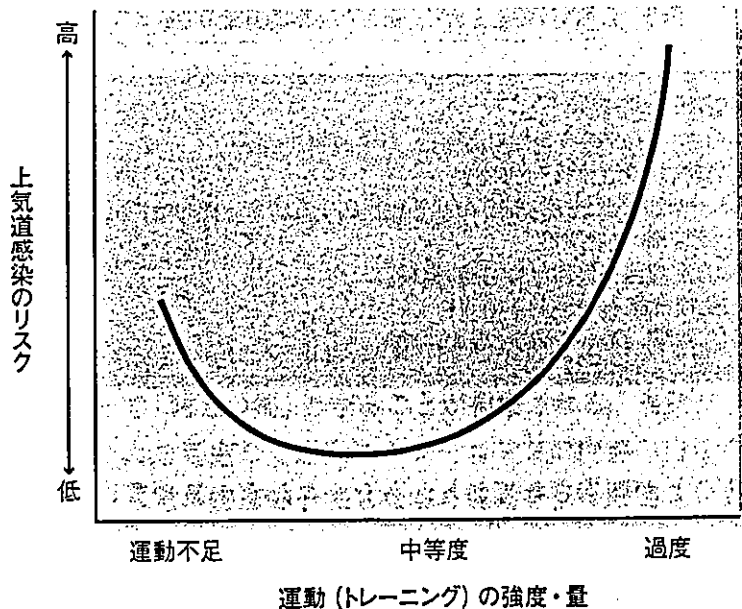


図3 運動・スポーツと上気道感染の関係⁴⁾

のトレーニングを再開してしまうと重篤な免疫抑制状態に陥ることが懸念され、このこととオーバートレーニング症候群³⁾の間には密接な関係があると考えられている。

5

習慣的な運動・スポーツと免疫機能

① スポーツ競技者の免疫機能

一般に、激しいトレーニングを日常的に積んでいるスポーツ競技者はからだ
が丈夫であると思われがちだが、生体にとって負担の大きい高強度のトレー
ニング期間中やマラソンなどの競技後には、風邪に代表される上気道感染の危険
性が一般人に比べて高くなるという。Nieman⁴⁾は一連の研究結果から、運動や
トレーニング量と上気道感染リスクの関係をJカーブモデルとして提示した(図
3)。すなわち、中等度の運動で感染に対するリスクが最も低く、それ以下の運
動や全く運動しない場合では感染のリスクが高くなる。さらに、生体にとって
負担の大きい高強度・長時間の運動やトレーニングでは感染リスクが著しく高
くなる。このことは前述したオープンウィンドウ説とも一致することから、激
しいトレーニングをしている競技者やその指導者は、休養や睡眠を十分とり免
疫機能を回復させることが、トレーニング効果を上げるための重要な要素であ
ることを考慮する必要がある。またトレーニング後に、炭水化物、グルタミン
(アミノ酸)、ビタミンC、Eやミネラルなどを補給することで、免疫機能の低