



Title	快適自己ペース走に代表される主観的強度設定による身体運動が及ぼす心身効果についての検討
Author(s)	水野, 徳子; MIZUNO, Tokuko; 水野, 眞佐夫 他
Citation	北海道大学大学院教育学研究科紀要, 99, 129-138
Issue Date	2006-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/b.edu.99.129
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14792
Type	departmental bulletin paper
File Information	2006-99-129.pdf



快適自己ペース走に代表される主観的強度設定による身体運動が及ぼす心身効果についての検討

水野 徳子¹⁾ 水野 眞佐夫²⁾

Psychological and physiological effects of comfortable self-paced running as determined by perceived exercise intensity

Tokuko MIZUNO¹⁾ Masao MIZUNO²⁾

1. 快適自己ペース走と主観的強度設定による身体運動が情動に及ぼす効果

快適自己ペース運動とは、身体運動を行なう者が感じる快適感を指標にした主観的強度設定での身体運動である。こうした運動強度による身体運動は、身体活動レベルの低い高齢者、肥満傾向の高い人、何らかの疾患やハンディキャップを持つ人たちへのヘルスプロモーション又はリハビリテーションの一環として効果的である。健常青年における15分から20分間の快適自己ペース走の再現性は、橋本ら⁽³¹⁾、Nabetani and Tokunaga⁽¹³⁾により確認されている。主観を基にした運動強度は被験者間での個人差が見られるが、客観的強度では最大酸素摂取量の約80%であった。この他にも、歩行習慣のある中年者⁽²⁷⁾・高齢者⁽¹⁵⁾、またはトライアスリート⁽²⁸⁾において主観的に設定された強度の歩行や自転車運動の役割が検証された。これらによると、運動強度は個人の持久的運動能力をほぼ反映していることが示唆されている。

非活動的な肥満女性における20分間の主観的強度設定による運動の情動にもたらす効果についての研究では⁽³⁾、運動後の快感情が主観強度では標準体重女性と比較すると同様に運動後も維持されることが示された。一方、客観的に設定した運動強度では、快感情が有意に減少することが明らかとなった。快適自己ペース走を健常青年が行った場合においても運動後の快感情がベッドレスト時と比較すると有意に保たれることを筆者らは報告している⁽³⁴⁾ (図1)。同様に渡辺ら⁽³²⁾、高橋ら⁽³³⁾は、快適自己ペース走を50分間行った場合においても運動前、あるいは対照日と比べて運動後の快感情が増す結果を示した。すなわち、主観により自己設定された運動強度は、身体運動を行う個人による差があっても、情動に対しては運動後の快感情を保つという点で一定の効果を示している。一方、自己設定強度による歩行は、片麻痺をもつ人のための運動療法⁽³⁰⁾として、または身体活動レベルの低い高齢者の歩行能を改善するトレーニングプログラム⁽¹⁰⁾としても検討されている。これらの研究の結果によると片麻痺を持つ人では自己設定強度での歩行スピードが速まるほど、より機能的な歩行を獲得するという相関関係が得られている。また、高齢者では歩行スピードに変化が無くてもより長い時間と距離を歩行

¹⁾ デンマーク・リーベ県立病院理学療法部，研究部
Sydvestjysk Sygehus, Finsensgade 35, DK-6700 Esbjerg, Denmark, mami@ribeamt.dk

²⁾ 北海道大学大学院教育学研究科健康スポーツ科学講座 札幌市北区北11条西7丁目
mizuno@edu.hokudai.ac.jp



図1 快適自己ペース運動日 (COMFORT) とベッドレスタイング日 (BEDREST) における T 得点での快感情得点の変化。運動日には安静時 (0 分目) と比較して有意差が見られる。
* : $P < 0.05$, § : $P < 0.01$, Mizuno T, et al., *Med Sci Sports Exerc* 35(5) suppl 1: S 379, 2003

できるようになったことが報告されている。主観的に設定された運動強度による身体運動は、快感情を維持・増加させるという情動に対する効果をもたらし、身体運動を習慣化させる動機付けを促す可能性が見出された。

生活習慣病の予防・改善の観点から継続的な身体運動が欠かせないことは周知のことである。アメリカスポーツ医学会などを中心としたアクティブエイジングパートナーシップが作成したアクティブエイジングの為に運動指針によると⁽³⁷⁾、1日最低20分間継続した運動を実施すること、規則正しい食餌からの水分・たんぱく質・カルシウム・ビタミンBを十分に摂取することが推奨されている。さらに、運動強度の設定において、運動中に痛みを伴わず、会話が快適に交わせる程度が望ましい、とされている。この運動強度は客観的指標にすると最大心拍数に対して60から85%程度であり、低強度から中等強度の身体運動であるといえる⁽³⁸⁾。身体運動・トレーニングの強度設定が主観によるものであっても、自己設定強度での運動は精神的・身体的健康の維持増進、あるいは非活動状態を改善する運動療法としての有用性がこの指針からも示唆される。

2. 快適自己ペース運動による免疫学的機能への効果

身体運動は高次脳機能を含めた、各身体機能に影響を及ぼす重要性に加えて、免疫機能に対する効果についても多数報告されている^{(9),(20),(21)}。これらの報告によると、高強度運動を繰り返した場合には、免疫機能を抑制して上気道等への感染のリスクが高まるが、他方、一生涯にわたる中等強度での身体運動の継続は、免疫学的抵抗力を増加させることが示唆されている。しかし、低強度な身体運動が免疫機能に及ぼす効果に関する研究、又は、同じ運動強度に対して生じる免疫学的応答の個人差に関する研究は比較的少ない。身体運動・トレーニングの実施

においては、健康の維持増進の観点から適切と思われる客観的運動強度が中等度であっても、非活動的高齢者、日常的な身体活動水準が低い術後患者などにとっては、一過性の身体運動が生理学的・免疫学的に身体的・精神的ストレスとなる可能性をもつと考えられる。

身体運動に対する免疫系の応答は、多数の分子レベルでの免疫学的調節因子や内分泌系と神経系を介して行われる。長時間の高強度運動はリンパ球数の減少、ナチュラルキラー（NK）細胞・LAK（Lymphokine Activated Killer）細胞といったMHC（Major Histocompatibility Complex）非拘束性細胞の傷害性低下と唾液IgA（Immunoglobulin A）濃度の低下などの指標から、免疫抑制の状態がもたらされていることが示されている⁽²²⁾。そのメカニズムは高強度運動により過剰に放出されるIL-6、TNF-alphaといったサイトカイン⁽¹⁸⁾やヒートショックプロテイン⁽⁶⁾、あるいは好中球から産生される活性酸素⁽¹⁶⁾、好中球膜上のCD16受容体発現の減少⁽¹⁷⁾などが免疫抑制状態を引き起こす要因と考えられている。しかしながら、身体運動による免疫系への応答は運動強度、時間で規定される運動形態による影響を受けるだけでなく、活動筋の筋線維タイプによる違い⁽²⁴⁾、個々の体力⁽²⁶⁾、栄養摂取状態⁽¹⁹⁾や心理学的要因⁽²⁾などに大きく左右されることが、近年報告されている。

そこで筆者は、快適自己ペース運動による免疫系の応答をベッドレストイングによるリラクゼーションと比較して実験による検討を実施した⁽³⁴⁾。健康な非鍛錬青年10名（年齢21-29歳、身長164-175cm、体重56-75kg）において20分間の運動前安静に続いて20分間の快適自己ペース走行を行わせた。運動後の安静時間は40分間とした。対照日でのベッドレストイングリラクゼーションは80分間継続した半仰臥位とし、運動日と対象日は1週間の間隔をあけて実施した。免疫学的指標として生体防御の最前線とも言える自然免疫機能の一つ・NK細胞の活性値と、神経・内分泌系の状態を反映するとされる血漿カテコールアミン濃度を用いた。各被験者の情動の状態は、MCL-S.1（Mood Check List, Short Form-1）を用いて快適感、リラックス感などを評価した。快適自己ペース走行時の客観的運動強度は、最大心拍数の $54.3 \pm 3.8\%$ （平均値±標準誤差）であった。運動終了直後のNK細胞活性値は $25.8 \pm 7.8\%$ 、血漿ドーパミン濃度は $32.7 \pm 13.7\%$ であり、安静時に比べて有意に上昇した（ $P < 0.05$ ）（図2）。またベッドレストイング時と比較すると各々、 $-1.0 \pm 2.1\%$ と $10.1 \pm 16.4\%$ の増加が認められた（ $P < 0.05$ ）。さらに、快適自己ペース走時におけるNK細胞活性値と血漿ドーパミン濃度の増加には正の相関関係が認められた（ $rs = 0.827$, $P < 0.05$ ）（図3）。情動の指標である快感情得点とリラックス感得点はベッドレストイング時に比べて運動群において高値を示したが（ $P < 0.05$ ）、一方で、ベッドレストイング状態では情動面の変化は認められなかった（図1）。以上の結果により、快適自己ペース走時には血漿ドーパミン濃度の増加によりNK細胞活性値が上昇することが推測されて、健康なヒトにおける自然免疫系を増強させる効果が期待されることが示唆された。さらに快適自己ペース走は、臥位安静による休養と比較すると、快適感、リラックス感といったポジティブ感情が得られやすいことが示唆された。ドーパミンなどのホルモンは身体運動、情動、免疫と関連が深いことが多数報告されているが、NK細胞との関連では、細胞膜上にドーパミン受容体が多く認められることが明らかとなっている^{(5),(11),(14)}。ドーパミン、アドレナリンは神経・免疫系のネットワークに関与しており、免疫細胞はドーパミンが神経系から放出されるとリンパ節内で修飾を受けると考えられる⁽¹¹⁾。脳内におけるドーパミンは神経伝達物質の一つであり、幸福感や活気といった情動の表出に重要な役割を果たしている⁽²⁹⁾。また、実験動物の運動時において心拍や筋緊張に影響を受ける末梢でのドーパミンは、脳内ドーパミン

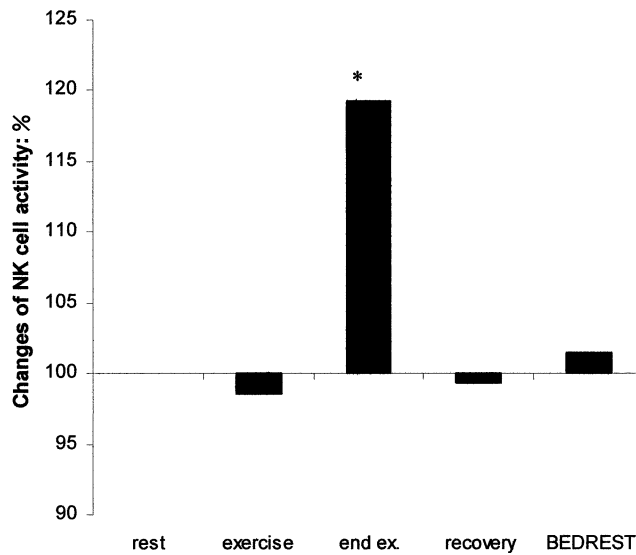


図2 NK細胞活性値の安静時に対する相対変化量。
*：安静時に対する有意差 $P < 0.05$ 。rest：安静時，exercise：快適自己ペース走中，end ex.：走行終了直後，recovery：回復期，BEDREST：ベッドレスティング日（対照日），Mizuno T, et al., *Med Sci Sports Exerc* 35(5) suppl 1: S 379, 2003

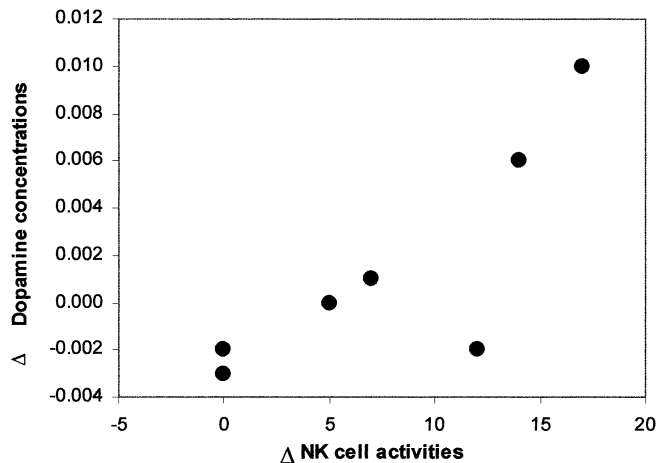


図3 快適自己ペース走によるドーパミン濃度とNK細胞活性値の増加に見られる正の相関関係。
 $r_s = 0.83$, $P < 0.05$ 。Mizuno T, et al., *Med Sci Sports Exerc* 35(5) suppl 1: S 379, 2003

の動態とも相関関係があることが確認されている⁽⁷⁾。さらにヒトでの研究では、身体運動は脳内ドーパミン系、ノルアドレナリン系、セロトニン系に影響を与えていることも報告されている⁽¹²⁾。これらの先行研究を踏まえて評価しても、快適感を伴った自己ペース運動はベッドレスティングリラクセーションに比べて末梢または脳内アドレナリン放出を促して、NK細胞を活性化させた可能性が考えられる。

筆者らは快適自己ペース走を用いた一連の研究^(32,33,34)より、20分から最大50分間の快適感

を基にした運動強度設定による走行は、運動後の快適感の維持と運動誘発性の免疫抑制を誘導しない身体運動であることを示した。このことから、快適自己ペース走は、積極的休養法の一つとして、また、身体活動レベルの低い高齢者、障害を持つ人や術後患者に対して心身へ及ぼす身体運動トレーニング効果の高い運動療法であることが提言される。

3. 軽強度な身体運動と特定栄養素摂取が及ぼす免疫学的機能と骨格筋への影響

身体運動は免疫系に影響を与えて、特に、高強度運動様式においては免疫抑制の状態を招くことを上述した。一方で、運動以外の因子である、抗酸化ビタミン、炭水化物、アミノ酸、 ω 脂肪酸、葉草などの特定栄養素の摂取が及ぼす運動誘発性の免疫抑制への効果については一定の見解が得られていない^{(8),(19),(28)}。身体運動の中心的役割である骨格筋は、高タンパク質を含む栄養素を運動直後、素早いタイミングで経口摂取することにより、筋力トレーニングによる骨格筋量と筋力を効果的に増やすことができる⁽⁴⁾。一方、著しい骨格筋量減少が症状としてみられる慢性閉塞性肺疾患の患者において、特定アミノ酸の摂取が骨格筋の筋タンパク質の分解を抑制する可能性が示唆されている⁽²⁵⁾。また、慢性拘束性肺疾患では、原発臓器である肺での局所的・持続的な炎症反応がやがては全身的・慢性的炎症を引き起こし、何らかの代謝異常をもたらすため骨格筋タンパク質異化が亢進する、と考えられているが⁽⁴⁾、そのメカニズムは不明である。そこで筆者らは、運動中の特定栄養物摂取が骨格筋での炎症あるいは運動誘発性の細胞ストレスを抑制できるかどうかについての検討を行なった⁽³⁵⁾。被験者は健康高齢者9名(男性6名, 女性3名, 61-86歳, 167-182cm, 64-85kg)で、二重盲験交叉法を用いた。摂取物はタンパク質・糖質飲料(タンパク質10g, 糖質16.5g)でプラセボはノンカロリー飲料である。被験者は、最大心拍数の50%強度の半仰臥位自転車運動を20分間、3回にわたり行い、運動開始10分後で栄養物を経口摂取した。運動中と回復期には大腿静脈、橈骨動脈の両方から採血を行い、同時期に超音波測定法による大腿動脈の血流量を測定した。さらに動静脈較差法を用いて、リンパ球、好中球、クレアチンカイナーゼ(CK)の動静脈バランス値を算出した。結果として、運動中にタンパク質・糖質を摂取することで、活動筋におけるリンパ球の取り込みが減少する傾向が認められた(図4, 5, 6)。運動中において、動脈中のリンパ球・好中球数は亢進したが、タンパク質・糖質摂取による影響は見られなかった。そして、リンパ球が活動筋に取り込まれているほど、CKの静脈への放出が増える、という負の相関関係が認められた(図7)。これらのことから、持久的軽強度運動時の活動筋においてストレス応答が認められたが、タンパク質・糖質摂取によりこの応答は抑制されることが示唆された。同様の実験系においてタンパク質代謝の状態についても検討されており⁽³⁶⁾、高齢者では、軽強度の運動時に骨格筋タンパク分解が生じることが示された。一方、運動開始10分後のタンパク質・糖質摂取により骨格筋タンパク分解は抑制されることも明らかとなった。運動強度が低強度であっても、高齢者では細胞ストレスによる筋細胞レベルでの炎症性の反応が促進されている可能性が示唆されている。しかし特定栄養素(タンパク質・糖質)摂取によりこの反応が抑制されて、運動誘発性免疫抑制が生じる可能性も少なくなったことが示された。快適自己ペース走に代表される自己設定強度での身体運動の有用性は先述したが、運動誘発性免疫抑制を防止する、という観点から特定栄養素を運動と組み合わせてタイミングよく摂取することの重要性も同時に提言できる。

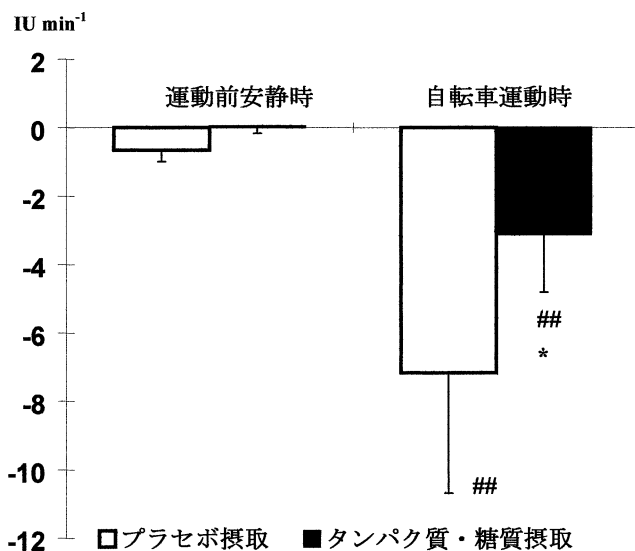


図4 CKバランスのタンパク質・糖質摂取とノンカロリープラセボ摂取による比較。
$P < 0.01$: 安静時と比較, * $P < 0.05$: プラセボ摂取と比較 (平均値 \pm 標準誤差),
Mizuno T, et al., *Brain Behav Immun* 19, 474, 2005

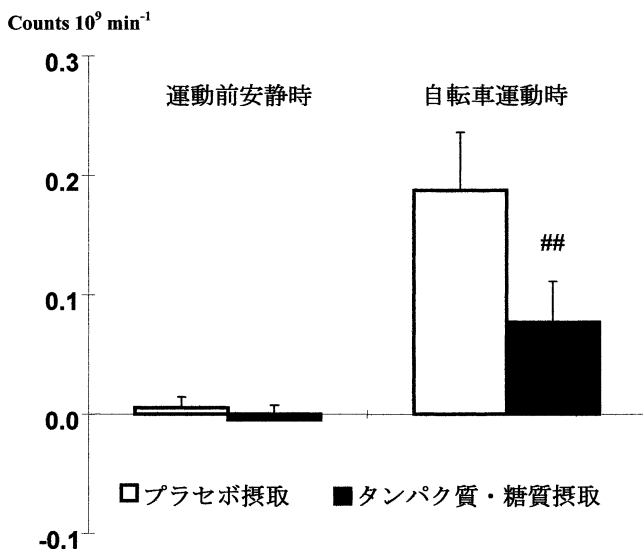


図5 好中球バランスのタンパク質・糖質摂取とノンカロリープラセボ摂取による比較。
$P < 0.01$: 安静時と比較 (平均値 \pm 標準誤差), Mizuno T, et al., *Brain Behav Immun*
19, 474, 2005

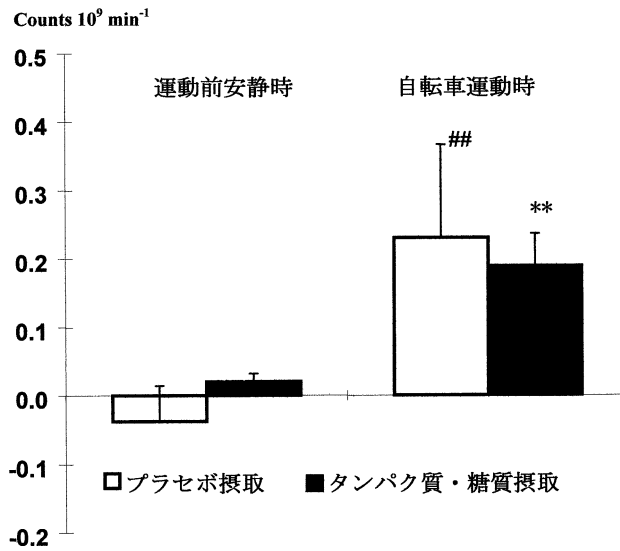


図 6 リンパ球バランスのタンパク質・糖質摂取とノンカロリープラセボ摂取による比較。
$P < 0.01$: 安静時と比較, ** $P < 0.01$: プラセボ摂取と比較 (平均値 \pm 標準誤差),
Mizuno T, et al., *Brain Behav Immun* 19, 474, 2005

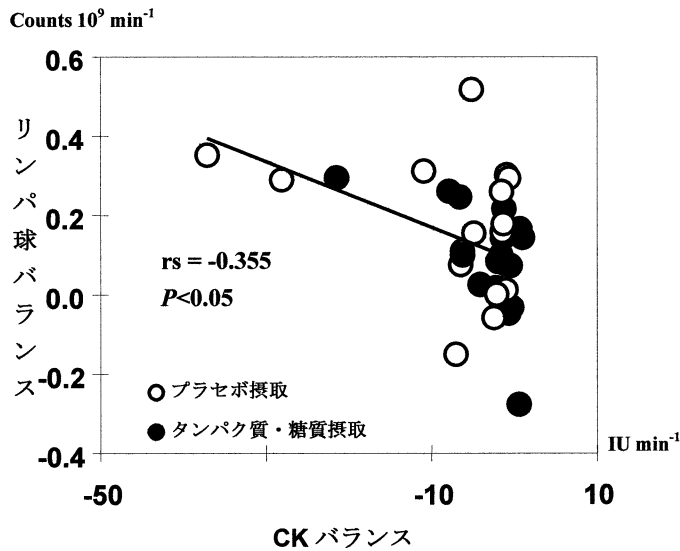


図 7 リンパ球とCKのバランスに見られる負の相関関係。
リンパ球が活動筋に取り込まれているほど、CKの静脈への放出が増えることを示している。
Mizuno T, et al., *Brain Behav Immun* 19, 474, 2005

4. おわりに

身体運動がヘルスプロモーション、リハビリテーションや生活習慣病予防・改善のための運動療法として、効果の高いことは示唆されてきているが、どういった運動をどれくらい、といった具体性には科学的根拠が不足している。筆者の一人が暮らすデンマークにおいては、肥満者、抑うつ状態、生活習慣病になる高い危険性を持つ人々などに対しても、国民医療保険適用の運動療法処方が始まった。特定診断名がない状態であっても、現在健康な状態ではなく、近い将来に、ある疾患群に進行する危険性を持っている市民に対する対症的、予防的治療として運動療法処方は導入されている。具体的な治療法としての科学的根拠に基づいた運動療法プログラムは確立されていないが、理学療法士による各患者の状態の評価により、運動療法は進められていく。当地におけるこの運動処方に対する科学的根拠の追求と蓄積は急がれており、どの状態で治療終了とするのかといった課題が残されている一方で、北ユトランド州の調査では治療を3ヶ月間以上受けた7割以上の者は、「身体的健康状態が良好になったと感じる」と答えている⁽³⁹⁾。医療機関への受療回数の減少や国民医療費、受療者の職場復帰などの運動療法が及ぼす経済的・社会的効果についてはこれから明らかにされていく点である。今後、さらなる科学的取り組みの蓄積とその成果の実践的な社会への還元が期待されている。

謝 辞

森谷教授には、本論文を校閲していただきました。そして著者の一人¹⁾は他大学の学部学生当時から、教育学研究科修了後の現在に至るまで、公私にわたり心温まるご指導を賜りました。さらに運動免疫・栄養学への興味を触発くださり、健康科学研究の研究手法のみならず研究者としての立場や哲学をもご教授いただきました。この場を借りまして心より感謝申し上げます。

[文献]

- (1) **Agusti AG.** Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. *Novartis Found Symp* 234: 242-249; discussion 250-244, 2001.
- (2) **Clow A and Hucklebridge F.** The impact of psychological stress on immune function in the athletic population. *Exerc Immunol Rev* 7: 5-17, 2001.
- (3) **Ekkekakis P and Lind E.** Exercise does not feel the same when you are overweight: the impact of self-selected and imposed intensity on affect and exertion. *Int J Obes (Lond)* 30: 652-660, 2006.
- (4) **Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, and Kjaer M.** Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol* 535 (Pt 1): 301-311, 2001.
- (5) **Fiserova A, Starec M, Kuldova M, Kovaru H, Pav M, Vannucci L, and Pospisil M.** Effects of D2-dopamine and alpha-adrenoceptor antagonists in stress induced changes on immune responsiveness of mice. *J Neuroimmunol* 130: 55-65, 2002.
- (6) **Fleshner M, Campisi J, and Johnson JD.** Can exercise stress facilitate innate immunity? A functional role for stress-induced extracellular Hsp72. *Exerc Immunol Rev* 9: 6-24, 2003.
- (7) **Gilbert C.** Optimal physical performance in athletes: key roles of dopamine in a specific neurotransmitter/hormonal mechanism. *Mech Ageing Dev* 84: 83-102, 1995.
- (8) **Gleeson M.** Can nutrition limit exercise-induced immunodepression? *Nutr Rev* 64: 119-131, 2006.

- (9) **Krzywkowski K, Petersen EW, Ostrowski K, Kristensen JH, Boza J, and Pedersen BK.** Effect of glutamine supplementation on exercise-induced changes in lymphocyte function. *Am J Physiol Cell Physiol* 281: C1259-1265, 2001.
- (10) **MacRae PG, Asplund LA, Schnelle JF, Ouslander JG, Abrahamse A, and Morris C.** A walking program for nursing home residents: effects on walk endurance, physical activity, mobility, and quality of life. *J Am Geriatr Soc* 44: 175-180, 1996.
- (11) **McKenna F, McLaughlin PJ, Lewis BJ, Sibbring GC, Cummerson JA, Bowen-Jones D, and Moots RJ.** Dopamine receptor expression on human T- and B-lymphocytes, monocytes, neutrophils, eosinophils and NK cells: a flow cytometric study. *J Neuroimmunol* 132: 34-40, 2002.
- (12) **Meeusen R and De Meirleir K.** Exercise and brain neurotransmission. *Sports Med* 20: 160-188, 1995.
- (13) **Nabetani T and Tokunaga M.** The effect of short-term (10- and 15-min) running at self-selected intensity on mood alteration. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 20: 231-239, 2001.
- (14) **Nagao F, Suzui M, Takeda K, Yagita H, and Okumura K.** Mobilization of NK cells by exercise: downmodulation of adhesion molecules on NK cells by catecholamines. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 279: R1251-1256, 2000.
- (15) **Parise C, Sternfeld B, Samuels S, and Tager IB.** Brisk walking speed in older adults who walk for exercise. *J Am Geriatr Soc* 52: 411-416, 2004.
- (16) **Peake J and Suzuki K.** Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. *Exerc Immunol Rev* 10: 129-141, 2004.
- (17) **Peake J, Wilson G, Hordern M, Suzuki K, Yamaya K, Nosaka K, Mackinnon L, and Coombes JS.** Changes in neutrophil surface receptor expression, degranulation, and respiratory burst activity after moderate- and high-intensity exercise. *J Appl Physiol* 97: 612-618, 2004.
- (18) **Pedersen BK.** Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise and cytokines. *Immunol Cell Biol* 78: 532-535, 2000.
- (19) **Pedersen BK, Bruunsgaard H, Jensen M, Toft AD, Hansen H, and Ostrowski K.** Exercise and the immune system--influence of nutrition and ageing. *J Sci Med Sport* 2: 234-252, 1999.
- (20) **Pedersen BK and Hoffman-Goetz L.** Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev* 80: 1055-1081, 2000.
- (21) **Pedersen BK and Toft AD.** Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports Med* 34: 246-251, 2000.
- (22) **Pedersen BK and Ullum H.** NK cell response to physical activity: possible mechanisms of action. *Med Sci Sports Exerc* 26: 140-146, 1994.
- (23) **Perrey S, Grappe F, Girard A, Bringard A, Gros Lambert A, Bertucci W, and Rouillon JD.** Physiological and metabolic responses of triathletes to a simulated 30-min time-trial in cycling at self-selected intensity. *Int J Sports Med* 24: 138-143, 2003.
- (24) **Plomgaard P, Penkowa M, and Pedersen BK.** Fiber type specific expression of TNF-alpha, IL-6 and IL-18 in human skeletal muscles. *Exerc Immunol Rev* 11: 53-63, 2005.
- (25) **Schols AM.** Nutritional and metabolic modulation in chronic obstructive pulmonary disease management. *Eur Respir J Suppl* 46: 81s-86s, 2003.
- (26) **Smith TP, Kennedy SL, and Fleshner M.** Influence of age and physical activity on the primary in vivo antibody and T cell-mediated responses in men. *J Appl Physiol* 97: 491-498, 2004.
- (27) **Spelman CC, Pate RR, Macera CA, and Ward DS.** Self-selected exercise intensity of habitual walkers. *Med Sci Sports Exerc* 25: 1174-1179, 1993.
- (28) **Venkatraman JT and Pendergast DR.** Effect of dietary intake on immune function in athletes. *Sports Med* 32: 323-337, 2002.
- (29) **Verhoeff NP, Christensen BK, Hussey D, Lee M, Papatheodorou G, Kopala L, Rui Q, Zipursky RB, and Kapur S.** Effects of catecholamine depletion on D2 receptor binding, mood, and attentiveness

- in humans: a replication study. *Pharmacol Biochem Behav* 74: 425-432, 2003.
- (30) **Witte US and Carlsson JY.** Self-selected walking speed in patients with hemiparesis after stroke. *Scand J Rehabil Med* 29: 161-165, 1997.
- (31) **Hashimoto K, Saitou A, Tokunaga M, Takayanagi S and Taki T.** A study on reproducibility of comfortable self-paced jogging. *in japanese, J Health Sci.* 16: 57-64, 1994.
- (32) **渡辺明日香, 小田史郎, 侘美靖, 森谷梨.** 50 分間の快適自己ペース走時の気分変化. 2000 年 11 月北海道体育学会.
- (33) **高橋貴子, 渡辺明日香, 森谷梨.** 50 分間の快適自己ペース走における気分と血中 NK 細胞活性の変動. 2000 年 11 月看護総合科学研究会.
- (34) **Mizuno T, Oda S, Takeda H, Mizuno M and Moriya K.** Immunological, hormonal, and psychological effects of comfortable self-paced running as compared to bed-resting relaxation in untrained healthy men. *Med Sci Sports Exerc* 35 (5) suppl: S379, 2003.
- (35) **Mizuno T, Matsumoto K, Dilling-Hansen B, Lahoz A, Bertelsen V, Münster H, Jordening H, Hamada K, Doi T and Mizuno M.** Protein-carbohydrate Intake During Moderate Cycling And Immunological Response In Elderly Individuals. *Brain Behav Immun* 19, 474, 2005.
- (36) **Mizuno M, Mizuno T, Matsumoto K, Dilling-Hansen B, Lahoz A, Bertelsen V, Münster H, Jordening H, Hamada K and Doi T.** Effect of Protein-Carbohydrate Intake During Exercise on Skeletal Muscle Protein Metabolism in Elderly Individuals. *Med Sci Sports Exerc* 36 (5) Suppl: S323, 2004.
- (37) National Blueprint, <http://www.agingblueprint.org/tips.cfm>
- (38) Familydoctor.org, <http://familydoctor.org/015.xml#6>
- (39) Sundhedsstyrelsen, http://www.sst.dk/upload/forebyggelse/cff/fysisk_aktivitet/motion_som_laegemiddel/mpr_nja.pdf