

## 森林医学の臨床応用の可能性

李 卿, 川田 智之

日本医科大学衛生学公衆衛生学

### Possibility of Clinical Applications of Forest Medicine

Qing LI and Tomoyuki KAWADA

*Department of Hygiene and Public Health, Nippon Medical School*

**Abstract** Since 2004, we have conducted a series of studies of the effect of forest therapy on human health and established forest therapy as a new preventive strategy. We have found that forest therapy has many beneficial effects on human health. However, there is almost no study dealing with the possibility of clinical applications of forest therapy. In this review, we discuss the possibility of clinical applications of forest therapy from the following viewpoints:

1. Forest therapy can decrease blood pressure, heart rate, sympathetic nerve activity, and levels of stress hormones, such as urinary adrenaline and noradrenaline, and can increase parasympathetic nerve activity, suggesting its preventive effect on hypertension.
2. Forest therapy can also decrease the scores for anxiety, depression, anger, fatigue, and confusion and increase the score for vigor in the Profile of Mood States (POMS) test, suggesting its preventive effect on mental depression.
3. Forest therapy can increase the activity and number of human natural killer (NK) cells and the intracellular levels of anticancer proteins, suggesting its preventive effect on cancers.
4. These findings suggest that forest therapy may have preventive effects on lifestyle-related diseases. However, the above preventive effects of forest therapy should be confirmed in clinical research.

**Key words:** clinical applications (臨床応用), forest medicine (森林医学), hypertension (高血圧), lifestyle-related diseases (生活習慣病), preventive effect (予防効果)

#### はじめに

森林浴とは、人間と森林などの自然環境間の同調（シンクロ状態）による快適性増進効果を指す行為である（1）。つまり森林浴は森林散策を通して森林の持つ癒し効果の人々の健康増進・疾病予防に活用する活動である。森林セラピーとは、森林等の植物由来の刺激がもたらす生理的リラクセス効果を基盤として、人間と自然環境間

のシンクロ状態を明らかにしようとする科学的エビデンスに裏付けられた森林浴効果である（1）。森林浴・森林セラピーは五感（視覚・嗅覚・聴覚・触覚・味覚）を刺激してその効果を発揮する。視覚要素として緑、花、紅葉・黄葉などの森林景色、嗅覚要素として森林の特有な香り（フィトンチッド）、聴覚要素として鳥の鳴き声、小川のせせらぎなど森林の特有な音響、触覚要素として樹木との触れ合い、また山菜や山の果実を楽しむ味覚要素もある。つまり森林セラピーに適した森林には①静かな雰囲気、②美しい景観、③穏やかな気候、④清浄な空気と⑤特有な香りという要素がすべて揃っている。

では、なぜ森林浴・森林セラピーが必要であろうか。その背景は現代社会にみちあふれているストレスに関する。厚生労働省の「労働者健康状況調査」によれば、

受付 2013 年 10 月 22 日, 受理 2013 年 11 月 26 日  
Reprint requests to: Qing LI  
Department of Hygiene and Public Health, Nippon Medical School,  
1-1-5 Sendagi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8602, Japan  
TEL: +81(3)3822-2131, FAX: +81(3)5685-3065  
E-mail: qing-li@nms.ac.jp

「強い不安、悩み、ストレスがある」労働者の割合は 1980 年代からずっと 50% を超えており、年々増加の傾向を示している。ストレスが高血圧、狭心症、心筋梗塞、消化性潰瘍、過敏性腸症候群、うつ・不安障害、アルコール依存症、パニック障害、摂食障害などの病気を発症・増悪させることも報告されている。また最近話題になっているメタボリックシンドロームについても厚生省は、平成 20 年度において中年男性では二分の一の発生を見込んでおり、予備群を含め約 2,000 万人が該当すると考えられている。さらに 2011 年の自殺者数の総数は 3 万 513 人で、1998 年以来 14 年連続で 3 万人を超えた。2007 年では原因・動機を特定できた自殺のうち、いちばん多いのが「健康問題」(14,684 人)で、なかでも「うつ病」が一番多い(6,060 人)。この状況の中で人々の健康管理が大きな社会問題になっており、有効な予防対策が求められている。そういう背景の元、現在森林浴・森林セラピーは、新しい健康増進・疾病予防法として大きく注目されている(2)。

これまでの研究では森林セラピーがヒトの免疫機能を高め、尿中アドレナリンとノルアドレナリン濃度及び血圧を低下させ、リラックス効果をもたらすことが明らかにされた。一方森林セラピーについては、これまで主にそのストレス低減とリラックス効果の視点から研究・実践してきたが、臨床応用の視点からのアプローチは未だに少ない。そこで、本総説はこれまでの研究成果を踏まえて森林セラピー(森林医学)の臨床応用の可能性について展望してみたい。

### 1. 森林セラピーによる高血圧症の予防効果

森林セラピーによる血圧への影響を検討するために著者らは 2010 年に心血管疾患の現病・既往歴を有さず、生活習慣病関連の内服治療を受けていない健常男性 16 名(平均 57±12 才)を対象として日帰り森林浴による血圧などへの影響を検討した(3)。図 1 に示されたように、都市部での散策と比べ、日帰り森林浴は収縮期と拡張期の血圧をいずれも有意に低下させることが判明した。収縮血圧は 141 mmHg から 134 mmHg に低下し、拡張期血圧は 86 mmHg から 79 mmHg までに低下した。また森林セラピーが交感神経活動を低下させて尿中アドレナリン、ノルアドレナリン並びにドーパミン濃度を減少させることも明らかにされた(図 2)(3-6)。交感神経

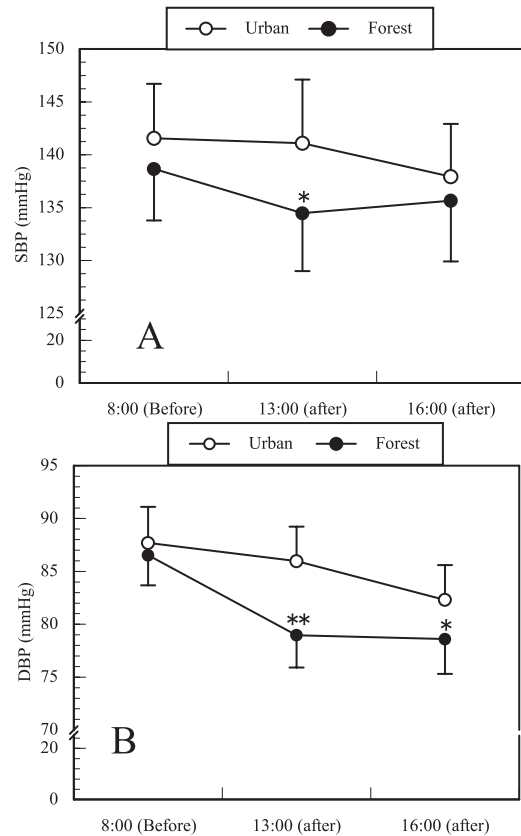


図 1 森林散策及び都市部散策による収縮期血圧(A)及び拡張期血圧(B)への影響。平均値+標準誤差(n=16)。\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, 対応のある t 検定による森林散策と都市部散策との比較。Li et al. Eur J Appl Physiol. 2011;111(11):2845-53 より引用。

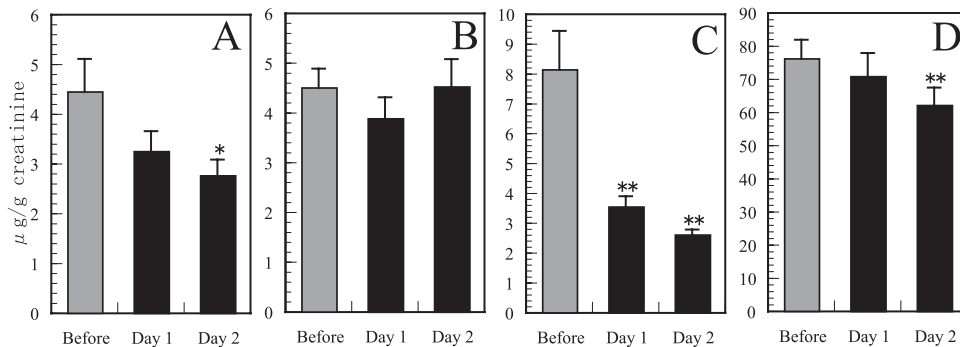


図 2 森林セラピーによる尿中アドレナリン及びノルアドレナリン濃度への影響。A: 男性被験者における森林セラピーによる尿中アドレナリン濃度への影響(n=12), B: 男性被験者における都市部旅行による尿中アドレナリン濃度への影響(n=11), C: 女性被験者における森林セラピーによる尿中アドレナリン濃度への影響(n=13), D: 女性被験者における森林浴による尿中ノルアドレナリン濃度への影響(n=13)。平均値+標準誤差。\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, 対応のある t 検定による森林セラピー(旅行)前との比較。Li et al. Int J Immunopathol Pharmacol. 2008;21:117-128 及び Li et al. J Biol Regul Homeost Agents. 2008;22:45-55 より引用。

活動及び血中カテコラミンは血圧を上昇させることが知られているため (7), 森林セラピーによる交感神経活動及び血中カテコラミンへの影響は森林セラピーによる血圧降下効果に寄与していると考えられる (3-6, 8, 9)。Park らも森林セラピーが有意に男性大学生被験者の血圧を低下させることを報告した (8)。さらに最近 Mao らは森林浴が有意に中高年高血圧被験者の血圧を低下させ、森林浴による高血圧症の予防効果があると報告している (10)。以上の結果より、森林浴・森林セラピーによる高血圧症の予防効果が十分に期待されており、今後臨床現場での検証が必要となる。

## 2. 森林セラピーによるうつ病の予防効果

様々な被験者における森林セラピーによる気分や疲労自覚症状への研究では森林セラピーが被験者の活気を有意に上昇させ、緊張・不安、抑うつ、敵意・怒り、混乱、疲労の症状が有意に低下させることを明らかにした (図 3) (2)。また森林セラピー後に「疲労」などの自覚症状の有訴率も大きく減少し、特に精神的疲労症状は約

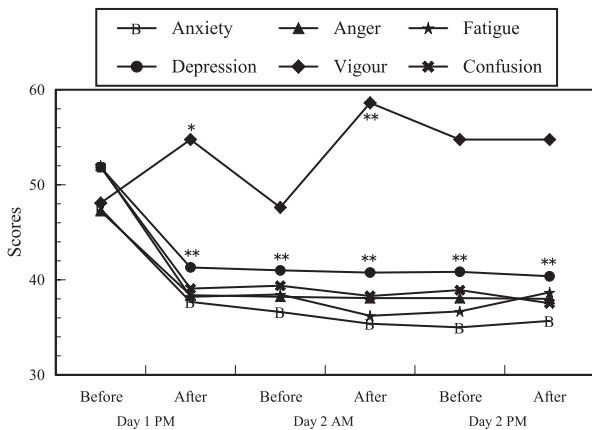


図 3 女性被験者における森林セラピーによる POMS (Profile of Mood States) 得点への影響 (n=13)。\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, 対応のある t 検定による森林セラピー前との比較。Li et al. J Biol Regul Homeost Agents. 2008;22:45-55 より引用。

1/4 以下に低下したことから、森林セラピーは、精神的疲労にはより効果的であると考えられる (2, 11)。Morita らの研究も森林浴が精神的ストレス関連疾患の改善効果を示唆している (12)。周知の通り、うつ状態やうつ病には緊張・不安、抑うつ、敵意・怒り、混乱、疲労といった症状が認められ、活力も低下している。以上の結果より、森林セラピーが「うつ状態」の改善に有効であると示唆されるため、うつ病における予防効果が期待される。今後うつ病患者における予防・治療効果の検証が必要である。

## 3. 森林セラピーによるがんの予防効果

Natural killer 細胞 (以下, NK 細胞) を含む免疫系は、腫瘍細胞の発生・増殖・転移を抑制する免疫学的監視機能及び感染症の防止において重要な役割を果たす。NK 細胞活性が高いヒトは、がんの発症率が低く、NK 細胞活性が低いヒトはがんの発症率が高いと報告されている (13)。さらに進行がん患者のグランニューライシン陽性 NK 細胞が健常者より低いことも報告されている (14)。一方でストレスが NK 細胞活性を抑制することは多数の研究によって証明された (15)。これらの背景を踏まえ、我々は、森林浴がストレス状態を低減させることにより、ストレスによる NK 細胞活性の抑制が解除され、NK 細胞活性を上昇 (回復) させる効果があるのではないかと仮説を立て森林セラピーによる生体免疫機能への影響に関する研究を実施してきた。森林セラピーの免疫機能に対する効果を明らかにすることは、予防医学・社会医学上極めて重要であると考えられる。

森林セラピーは男女を問わず、フィトンチッドを介して直接的に免疫系に作用し、NK 細胞数の増加及び NK 細胞内の抗がんたんぱく質の増加によって NK 細胞活性を上昇させ、さらに持続効果をもたらす (2, 4-6, 16-20) (図 4)。一方でストレス及びストレスホルモンが免疫機能を抑制するが (13), 森林セラピーはストレスホルモンのレベルを減少させる。従って森林セラピーが自律神経系と内分泌系を介して間接的に免疫系にも作用して

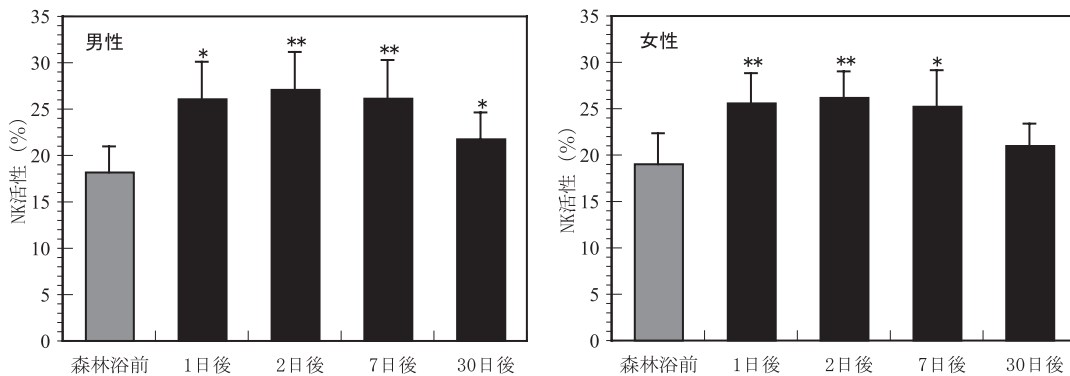


図 4 森林セラピーが NK 活性を上昇させ、持続効果が認められた。平均値 + 標準誤差。n=12 (男性), n=13 (女性)。\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, 対応のある t 検定による森林浴前との比較。Li et al. Int J Immunopathol Pharmacol. 2008;21:117-128 及び Li et al. J Biol Regul Homeost Agents. 2008;22:45-55 より引用。

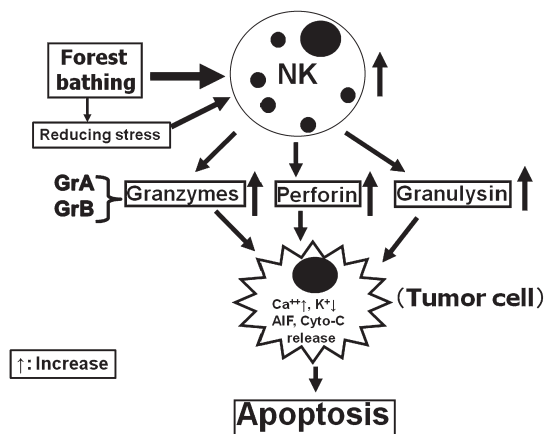


図5 森林セラピーによるNK細胞活性化のメカニズム。Li et al. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2011;24(S1):39-44 より引用。GrA: granzyme A, GrB: granzyme B, NK: natural killer, AIF: apoptosis-inducing factor, Cyto-C: cytochrome C

NK 活性を上昇させる (図 5) (2, 4-6, 16-20)。しかし、森林セラピーによって上昇したNK細胞活性は、旅行による転地効果であるか、それとも森林環境による効果であるかという疑問が提起された。これに回答するために、森林セラピー実験の対照実験として一般旅行によるNK細胞機能への影響を検討した。その結果、一般旅行においてはヒトNK細胞活性、NK細胞数及び細胞内抗がんタンパク質への影響は認められなかった。これは、森林セラピーによるNK細胞活性の上昇は、旅行による転地効果ではなく、森林環境の特有な効果であることを意味する(4)。また著者らは各都道府県の森林率とがんの標準化死亡率(SMR: standardized mortality ratios)との関係を解析した(21)。喫煙及び各都道府県の経済・教育・医療格差(人間開発指数: HDI)による影響を考慮して検討したところ、各都道府県の肺がん、乳がん、子宮がん、前立腺がん、腎臓がん、大腸がんのSMRと各都道府県の森林率との間に有意な逆相関を示し、森林率の高い地域に住む住民のがんの死亡率が森林率の低い地域に住む住民より低いことが明らかにされ、森林は、がん死亡率の減少に寄与していることが示唆されている(21)。

NK細胞の機能が高まれば、生体の抗がん能力も高まる(13)。森林セラピーが抗がん免疫機能を高めるため、がんになりにくい体づくりが期待される。この視点から森林セラピーは、がんの予防効果に寄与することが期待され、今後がんの罹患率を指標に用いた効果の検証が必要となる。

#### 4. 森林セラピーによる生活習慣病予防の可能性

森林セラピーは血中アディポネクチンとデヒドロエピアンドロステロンサルフェート(dehydroepiandrosterone sulfate: DHEA-S)のレベルを上昇させることも明らかとなった(3, 22)。アディポネクチンは脂肪組織より分泌されたホルモンで、動脈硬化予防効果やアンチエイジング効果が報告されている(23)。DHEAとDHEA-Sは主

に副腎から分泌されるステロイドホルモンで、血中DHEAとDHEA-Sのレベルは加齢に伴い、急激に減少するが(24, 25)、DHEAとDHEA-Sによる心疾患、肥満及び糖尿病の予防効果が報告されており、アンチエイジング指標として注目されている(24, 25)。Ohtsukaらは森林散策が糖尿病患者の血糖値を有意に低下させることを報告した(26)。さらに森林セラピーがストレスホルモン濃度の減少等のストレス状態の低下をもたらす(3, 4)、ストレスが消化器潰瘍、高血圧、狭心症・心筋梗塞、うつ病やアルコール依存症などの生活習慣病の誘発・増悪因子としてよく知られていることから、森林セラピーによる生活習慣病の予防・治療効果が期待されており、今後臨床現場での検証が必要となる。

#### 謝 辞

本研究は文部科学省科学研究費補助基盤研究(S)(課題番号: 16107007)、農林水産省高度化事業、国土緑化推進機構及び(独)森林総合研究所の助成を受けた。

本研究の実施に当たって日本医科大学衛生学公衆衛生学の小林麻衣子、若山葉子、稲垣弘文、勝又聖夫、平田幸代、李英姫、平田紀美子、清水孝子、大塚俊昭(敬称略)の協力を得た。

利益相反なし

#### 文 献

- (1) 宮崎良文. 森林浴から森林医学へ. 大井 玄, 宮崎良文, 平野秀樹(編), 森林医学II, 第1部, 第2章, 東京: 朝倉書店, 2009, 24.
- (2) Li Q, Forest Medicine. Li Q (ed), Nova Science Publishers, Inc., NY, USA, 2011, 1-315.
- (3) Li Q, Otsuka T, Kobayashi M, Wakayama Y, Inagaki H, Katsumata M, et al. Acute effects of walking in forest environments on cardiovascular and metabolic parameters. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:2845-2853.
- (4) Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2008;21:117-128.
- (5) Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects. *J Biol Regul Homeost Agents* 2008;22:45-55.
- (6) Li Q, Kobayashi M, Inagaki H, Hirata Y, Hirata K, Li YJ, et al. A day trip to a forest park increases human natural killer activity and the expression of anti-cancer proteins in male subjects. *J Biol Regul Homeost Agents* 2010;24:157-165.
- (7) Mena-Martín FJ, Martín-Escudero JC, Simal-Blanco F, Carretero-Ares JL, Arzúa-Mouronte D, Castrodeza Sanz JJ, Ortega Study Investigators. Influence of sympathetic ac-

- tivity on blood pressure and vascular damage evaluated by means of urinary albumin excretion. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2006;8:619–624.
- (8) Park BJ, Tsunetsugu Y, Kasetani T, Kagawa T, Miyazaki Y. The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environ Health Prev Med* 2010;15:18–26.
- (9) Tsunetsugu Y, Park BJ, Miyazaki Y. Trends in research related to “Shinrin-yoku” (taking in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan. *Environ Health Prev Med* 2010;15:27–37.
- (10) Mao GX, Cao YB, Lan XG, He ZH, Chen ZM, Wang YZ, et al. Therapeutic effect of forest bathing on human hypertension in the elderly. *J Cardiol* 2012;60:495–502.
- (11) 李 卿. 免疫機能と森林セラピー. 大井 玄, 宮崎良文, 平野秀樹 (編), 森林医学Ⅱ, 第 3 部, 第 7 章, 東京: 朝倉書店, 2009, 98–119.
- (12) Morita E, Fukuda S, Nagano J, Hamajima N, Yamamoto H, Iwai Y, et al. Psychological effects of forest environments on healthy adults Shinrin-yoku (forest-air bathing, walking) as a possible method of stress reduction. *Public Health* 2007;121:54–63.
- (13) Imai K, Matsuyama S, Miyake S, Suga K, Nakachi K. Natural cytotoxic activity of peripheral-blood lymphocytes and cancer incidence: an 11-year follow-up study of a general population. *Lancet* 2000;356:1795–1799.
- (14) Kishi A, Takamori Y, Ogawa K, Takano S, Tomita S, Tanigawa M, et al. Differential expression of granzysin and perforin by NK cells in cancer patients and correlation of impaired granzysin expression with progression of cancer. *Cancer Immunol Immunother* 2002;50:604–614.
- (15) Li Q, Liang Z, Nakadai A, Kawada T. Effect of electric foot shock and psychological stress on activities of murine splenic natural killer and lymphokine-activated killer cells, cytotoxic T lymphocytes, natural killer receptors and mRNA transcripts for granzymes and perforin. *Stress* 2005;8:107–116.
- (16) Li Q. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environ Health Prev Med* 2010;15:9–17.
- (17) Li Q, Nakadai A, Matsushima H, Miyazaki Y, Krensky AM, Kawada T, et al. Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 2006;28:319–333.
- (18) Li Q, Morimoto K, Nakadai A, Inagaki H, Katsumata M, Shimizu T, et al. Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2007;20:3–8.
- (19) Li Q, Kobayashi M, Wakayama Y, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. Effect of phytoncide from trees on human natural killer function. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2009;22:951–959.
- (20) Li Q, Kawada T. Effect of forest environments on human natural killer (NK) activity. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2011;24:39–44.
- (21) Li Q, Kobayashi M, Kawada T. Relationships between percentage of forest coverage and standardized mortality ratios (SMR) of cancers in all prefectures in Japan. *Open Public Health J* 2008;1:1–7.
- (22) 宜保美紀, 棚田純代, 川澤和郎, 西村みずえ, 古谷裕子, 水足 浩, 他. 森林セラピーが参加者の健康指標に及ぼす影響を明らかにする研究. 四国公衆衛生学会雑誌 2010;55:110–119.
- (23) Simpson KA, Singh MA. Effects of exercise on adiponectin: a systematic review. *Obesity* 2008;16:241–256.
- (24) Bjørnerem A, Straume B, Midtby M, Fønnebo V, Sundsfjord J, Svartberg J, et al. Endogenous sex hormones in relation to age, sex, lifestyle factors, and chronic diseases in a general population: The Tromso Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:6039–6047.
- (25) Tsai YM, Chou SW, Lin YC, Hou CW, Hung KC, Kung HW, et al. Effect of resistance exercise on dehydroepiandrosterone sulfate concentrations during a 72-h recovery: relation to glucose tolerance and insulin response. *Life Sci* 2006;79:1281–1286.
- (26) Ohtsuka Y, Yabunaka N, Takayama S. Shinrin-yoku (forest-air bathing and walking) effectively decreases blood glucose levels in diabetic patients. *Int J Biometeorol* 1998;41:125–127.