

大韓醫療氣功學會

대한의료기공학회지  
J. OF MEDICAL GI-GONG  
Vol.15. No.1. 2015

# 미세중력환경에서의 인체의 생리적 변화와 水升火降과의 연관성에 대한 고찰

정재훈\* · 강한주\* · 배재룡\*

\* : 대한의료기공학회

## ABSTRACT

A Study on the relationship between the body changes in microgravity and *Su-Seung-Hwa-Gang* in Korean medicine.

Jae Hun Jung, Han Joo Kang, Jae Ryong Bae.

**Objects** : the relationship between the body changes in microgravity and *Su-Seung-Hwa-Gang*(body water rising and heat falling) in Korean medicine.

**Methods** : research of papers about the body changes in microgravity and *Su-Seung-Hwa-Gang* in Korean medicine.

**Conclusions** : In microgravity, there are changes in cardiovascular system and sympathetic nerve system(SNS). A change in the SNS during simulated microgravity could induce several physiological changes. It is associated with *Su-Seung-Hwa-Gang* in Korean medicine.

**\*Keyword** : microgravity, *Su-Seung-Hwa-Gang*, Inversion Table

· Received : 15 November 2015 · Revised : 25 November 2015 · Accepted : 04 December 2015  
Correspondence to : 정재훈(Jae Hun Jung)  
경기도 김포시 하성면 하성로 466-11 하성한방병원  
Tel. 031-999-6666 Fax. 031-999-6600 E-mail : jaehun7@hanmail.net

## I . 緒論

사람은 직립으로 서 있거나 의자나 바닥에 앉아 있을 때도 끊임없이 지구 중력의 영향을 받는다. 인간이 70세까지 산다는 가정하에 하루 8시간 수면을 취했을 때 잠자는 시간은 23년으로 인생의 1/3에 해당한다. 반대로 인생의 2/3인 47년은 수면을 취하는 시간에 비해 더 많이 지구 중력의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다<sup>1)</sup>.

물구나무서기는 '거꾸로 선다'라고 하는 의미로 인식되고 있으며 직립의 역위 자세로 머리가 심장부위 보다 아래, 하지가 심장부위 보다 위에 있는 상태에서 신체의 균형을 유지하는 개념으로 설명될 수 있다<sup>2)</sup>. 물구나무서기는 두개골을 자극해서 머리의 血行을 좋게 하고 이로 인해 뇌하수체, 간뇌의 활동을 높여 주며, 뇌의 피로뿐만 아니라 두통, 불면, 소화불량, 신경 흥분, 경추통, 굳은 어깨, 요통에 효과가 있다. 두뇌의 과장이 안정되며, 뇌에 깨끗한 피가 흐르게 하여 뇌세포를 건강하고 활력 있게 만들기 때문에 기억력 향상, 집중력 강화 및 감각 능력의 증진 효과를 얻을 수 있다<sup>3)</sup>. 물구나무서기 보조기구는 '거꾸리'라고도 불리며<sup>4)</sup>, FDA에서는 Inversion Table로 부르고 있다. 중력과 체중을 이용하여 사람의 몸을 거꾸로 경사지도록 하고 다리로 매달리게 하는 전신 인버전 스트레칭으로 BC400년경부터 허리 통증의 완화, 허리 디스크 압박의 감소, 근육 이완 등의 목적으로 활용되어 왔다<sup>5)</sup>. 최근에는 우주비행의 경험을 통해 신체는 미세중력이나 무중력에서 다양한 반응을 보인다는 것을 알게 되었다<sup>6)</sup>. 이러한 미세중력에 대한 관심은 단지 우주비행이나 우주여행이라는 극소수의 혼란된 사람에게 필요한 정보를 얻기 위함만은 아니다. 오히려 미세중력이라는 환경에서 반응하고 적응하는 인체를 지구환경에서 발생시켜 생리적 반응들을 살펴보고 질병치료에도 활용할 수 있다<sup>7)</sup>. 양방에서는 척추질환에 저중력상태를 유도한 압박치료로서 치료 효과를 보고 있으며<sup>8)</sup> 심장신경성 실신 환자의 치료에도 이용되고 있다<sup>9)</sup>.

1) 김민승, 강상모. Inversion Table을 이용한 목운동 및 콜라겐 식이가 중년 여성의 얼굴 주름 개선에 미치는 영향 분석. 한국미용학회지. 2012;18(6):1223-34.

2) 민의식. 물구나무서기 운동이 초등학교 아동의 체격 및 체력에 미치는 영향. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문. 2001.

3) 조옥경. 요가자세가 심신의 개발과 의식 발달에 미치는 효과. 한국정신과학학회 제15회 2001년도 추계학술대회 논문집. 2001:137-144.

4) 김형준. 워블메커니즘을 이용한 인버전 기구의 개발. 디자인학연구. 2006;19(6):5-8.

5) 上揭書.

6) J. E. Greenleaf. Energy and thermal regulation during bed rest and spaceflight. J. Appl. Physiol. 1989;67:507-516.

7) 서용석, 이대택, 이승범. 중력상쇄 및 미세중력 (Microgravity) 모델에서 인간의 생리적 반응. 한국생활환경학회지. 2006;13(2):150-6.

8) 마상열. 기능성 평가 측정을 통하여 전신냉기치료와 척추 압박기 적용이 요추 추간판 탈출증 환자에게 미치는 효과. 한국데이터정보과학학회지. 2010;21(6):1101-8.

이에 미세중력모델 중 하나인 Head-Down Bed Rest(이하 HDBR)에서의 생리적 변화와 전통한의학의 순환개념인 水升火降의 개념을 연구하여 한의학에서 미세중력의 응용을 연구해 보고자 한다.

## II. 본론

한의학에서 미세중력의 응용을 위해 水升火降과 미세중력에서의 생리적 변화에 대해 여러 한의학 문헌과 논문을 통해 조사해 본 결과 다음과 같다.

### 1. 미세중력환경에서의 생리적 변화

#### 1) 미세중력환경에서의 내분비계와 자율신경계의 변화

미세중력환경에서 발생하는 심혈관계의 이상이나 체중감소 같은 많은 생리적인 신호는 내분비계와 자율신경계의 변화에 의한 것일 수 있다. 혈압과 신성 나트륨, 체액조절에 중요한 역할을 하기 때문에 교감신경계가 심혈관의 조건반사소실에 관여할 수 있다. 설정된 미세중력에서 이 시스템의 변화는 여러 생리적인 변화를 일으켜 혈압에 영향을 준다. 노르에프린(이하 NE)의 혈중농도는 교감신경계의 활성의 표지로서 자주 사용된다. HDBR의 시간 동안 혈중 NE의 농도 변화가 있고 이 변화는 HDBR의 마지막에 기립불내성(Orthostatic Intolerance, 이하 OI)이 나타나는데 영향을 줄 수 있다. 반면에, HDBR 중에 얻어진 데이터는 자주 상충된다. 혈중 NE와 총 순환 NE는 몇몇 연구에서 HDBR 이후에 감소되는 것으로 나타난다<sup>10)11)12)13)</sup>. 그러나 이것은 다른 연구들에서는 확인되지 않았다<sup>14)</sup>. 노증 카테콜라민은 혈중 NE의 지표로 상용되어 왔으나 장기 HDBR 동안에 이 지

9) 최원혁, 김준수, 홍선희, 전찬홍, 김주성, 김효상, 권현철, 박승우, 김덕경, 이상훈, 홍경표, 박정의, 서정돈, 이원로. 심장신경성 실신 환자에서 기립경사훈련의 유용성. Korean Circulation J. 2001;31(8):801-8.

10) V. A. Convertino, J. L. Polet, K. A. Engelke, G. W. Hoffler, L. D. Lane and C. G. Blomqvist. Evidence for increased b-adrenoceptor responsiveness induced by 14 days of simulated microgravity in humans. The American journal of physiology. 08/1997;273(1):93-9.

11) C. Gharib, A. Maillat, G. Gauquelin, A. M. Allevard, A. Guëll, R. Cartier and P. Arbeille. Results of a 4-week headdown tilt with and without LBNP countermeasure. Volume I. regulating hormones. Aviat. Space Environ. Med. 1992;63:3-8.

12) D. S. Goldstein, J. Vernikos, C. Holmes, and V. A. Convertino. Catecholaminergic effects of prolonged head-down bed rest. J. Appl. Physiol. 1995;78: 1023-29.

13) D. Robertson, V. A. Convertino, and J. Vernikos. The sympathetic nervous system and the physiologic consequences of spaceflight: a hypothesis. Am. J. Med. Sci. 1994;308: 126-32.

표가 제시된 결과는 별로 없다<sup>15)</sup>. 심박수의 파워 스펙트럼 분석은 심장의 자율음의 영향을 연구하기 위해 최근에 사용되어 왔다<sup>16)17)</sup>. 이 비침습적인 방법은 동방노드에 대한 심장의 교감신경과 부교감신경의 신호를 추정하고 있다. 몇몇 연구들은 장기간 HDBR 동안에 이 연구방법을 사용하고 있으며 Hughson 등은<sup>18)</sup> 다른 사람들이 어떤 변화도 발견하지 못했음에도 불구하고, HDBR의 기간 동안 교감신경활동인자(SNSi)의 상당한 증가를 발견하였다<sup>19)20)</sup>. 스펙트럼 분석 및 여러 시계열 분석 방법들이 여러 기간의 HDBR 동안의 SNSi의 변화를 추정하기 위해 사용되었다. 이것은 SNSi의 대조결과를 보증한다. 반면에 많은 저자는 HDBR 후에 부교감신경계(PNS)의 활성인자(PNSi)의 상당한 감소를 보고했다<sup>21)22)23)</sup>. 또한 우주여행 후 동맥압 수용체 입력의 변화에 의한 미주심장유출(vagal-cardiac outflow)과 미주매개반응(vagally mediated responses)의 감소에 대해 보고되고 있다<sup>24)</sup>. PNS/SNS 균형을 포함한 압력반사는 심혈관 조건반사 소실에 관여하고, HDBR 이후에 압력반사 민감도가 감소된다는 훌륭한 증거들이 있다<sup>25)26)27)28)</sup>.

---

14) V. A. Convertino, D. F. Doerr, D. L. Eckberg, J. M. Fritsch, and J. Vernikos-Daniellis. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. *J. Appl. Physiol.* 1990;68:1458-64.

15) D. S. Goldstein, et al. op. cit.

16) S. Akselrod, D. Gordon, J. B. Madwed, N. C. Snidman, D. C. Shannon, and R. J. Cohen. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. *Am. J. Physiol.* 1985;249 (Heart Circ. Physiol. 18):867-75.

17) S. Akselrod, D. Gordon, F. A. Ubel, D. C. Shannon, A. C. Barger, and R. J. Cohen. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science.* 1981;213:220-2.

18) R. L. Hughson, Y. Yamamoto, A. P. Blaber, A. Maillet, J. O. Fortrat, A. Pavy-LeTraon, J. F. Marini, A. Gu" ell, and C. Gharib. Effect of 28 day head down bedrest with countermeasures on heart rate variability during LBNP. *Aviat. Space Environ. Med.* 1994;65:293-300.

19) C. G. Crandall, K. A. Engelke, J. A. Pawelczyk, P. B. Raven, and V. A. Convertino. Power spectral and time based analysis of heart rate variability following 15 days head-down bed rest. *Aviat. Space Environ. Med.* 1994;65:1165-9.

20) D. Sigauco, J. O. Fortrat, A. A. Maillet M. Allevard, A. Pavy-LeTraon, R. L. Hughson, A. Gu" ell, C. Gharib, and G. Gauquelin. Comparison of a 4-day confinement and head-down tilt on endocrine response and cardiovascular variability in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1996;73:28-37.

21) C. G. Crandall, et al. op. cit.

22) R. L. Hughson, et al. Effect of 28 day head down bedrest with countermeasures on heart rate variability during LBNP. op. cit.

23) D. Sigauco, et al. Comparison of a 4-day confinement and head-down tilt on endocrine response and cardiovascular variability in humans. op. cit.

24) J. M. Fritsch, J. B. Charles, B. S. Bennet, M. M. Jones, and D. L. Eckberg. Short-duration spaceflight impairs human carotid baroreceptor-cardiac reflex responses. *J. Appl. Physiol.* 1992;73:664-71.

25) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses

## 2) 미세중력환경에서의 심혈관 변화

미세중력과 HDBR는 체순환혈액량의 지속적인 감소를 통한 나트륨 배설 항진과 당뇨를 촉진하는 심혈관과 신경호르몬의 작용에 영향을 준다<sup>29)30)31)</sup>. 미세중력에 노출 후의 혈장량의 손실은 기립성저혈압에 기여하는 것으로 생각되어져왔지만, 혈장량의 복원은 기립성 내성을 온전하게 바로잡아주지 않는다<sup>32)</sup>. 기립성 저혈압의 메카니즘은 아직 확실하게 밝혀지지 않았지만 몇몇의 연구들이 신경적인 통제의 변화나 심박동의 약화된 압(壓)반사<sup>33)34)35)36)</sup>, 그리고 특히 뇌혈관 흐름의 자동조절의 장애가 기여하는 요소일 것이라는 것을 입증하고 추측했다. 최근 연구들은 지엽적인 맥(혈)관구조의 조절에서의 변화가 극미중력에 노출된 후의 기립성저혈압에 관계되어있을 것이라고 보고했다<sup>37)38)39)</sup>.

---

and provokes orthostatic hypotension. op. cit.

- 26) V. A. Convertino, D. F. Doerr, A. Gu" ell, and J. F. Marini. Effects of acute exercise on attenuated vagal baroreflex function during bed rest. *Aviat. Space Environ.* 1992;Med.63: 999-1003.
- 27) D. L. Eckberg, and J. M. Fritsch. Influence of ten-day head-down bedrest on human carotid baroreceptor-cardiac reflex function. *Acta Physiol. Scand.* 144, Suppl. 1992;604: 69-74.
- 28) R. L. Hughson, A. Maillat, C. Gharib, J. O. Fortrat, Y. Yamamoto, A. Pavy-LeTraon, D. Rivie' re, and A. Gu" ell. Reduced spontaneous baroreflex response slope during lower body negative pressure after 28 days of head-down bed rest. *J. Appl. Physiol.* 1994;77: 69-77.
- 29) C. G. Blomqvist, J. V. Nixon, R. L. Johnson, Jr., and J. H. Mitchell. Early cardiovascular adaptation to zero gravity simulation by head-down tilt. *Acta Astronaut.* 1980;7: 543-553
- 30) C. G. Blomqvist, and H. L. Stone. Cardiovascular adjustments to gravitational stress. In: *Handbook of Physiology. The Cardiovascular System. Peripheral Circulation and Organ Blood Flow.* Bethesda, MD: Am. Physiol. Soc., sect. 2, vol. III, pt. 2, chapt. 28. 1983:1025-63.
- 31) P. A. Whitson, W. J. Charles, and N. M. Cintron. Changes in sympathoadrenal response to standing in humans after spaceflight. *J. Appl. Physiol.* 1995;79:428-33.
- 32) C. G. Blomqvist, et al. Early cardiovascular adaptation to zero gravity simulation by head-down tilt. op. cit.
- 33) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. op. cit.
- 34) M. A. B. Frey, J. B. Charles, and D. E. Houston. Weightlessness and response to orthostatic stress. In: *Circulatory Response to the Upright Posture*, edited by J. J. Smith. Boca Raton, FL:CRC, 1990:91.
- 35) J. M. Fritsch, J. B. Charles, M. M. Jones, L. A. Beightol, and D. L. Eckberg. Spaceflight alters autonomic regulation of arterial pressure in humans. *J. Appl. Physiol.* 1994;77:1776-83.
- 36) F. A. Gaffney, J. V. Nixon, E. S. Karlsson, W. Campbell, A. B. C. Dowdy, and C. G. Blomqvist. Cardiovascular deconditioning produced by 20-hour bedrest with head-down (25°) tilt in middle-aged men. *Am. J. Cardiol.* 1985;56:634-8.

Fritsch-Yelle 등은<sup>40)</sup> NE 농도의 약간의 증가가 미세중력에의 노출 후의 기립성 저혈압에 기여할 것이라고 기록하였다. 최근의 설치류 연구는 골격근과 신장 모두의 교감신경 활성화의 압반사 조절이 14일의 hindlimb unloaded 실험(쥐의 꼬리를 매달아 하반신의 부하를 감소시키는 실험) 이후에 감소하였다는 것을 보여주었다<sup>41)</sup>. 하지만 지엽적인 혈관 저항을 조절하는 혈관 부교감신경의 활성화의 압반사 조절은 인체실험으로 진행된 것은 아니다. 동맥의 압반사는 기립성 부하와 운동이 가해지는 상황의 전체적인 혈압조절에서 중요한 기전으로 작용한다<sup>42)</sup>. 기립하게 될 때, 압반사는 중력이 유도한 용액 이동을 줄이고 동맥 혈압을 보존하기 위한 빈맥과 지엽적인 혈관수축을 중재한다. 기립상태에서 동맥 혈관 유지에 중요한 역할을 하는 지엽적인 혈관저항은 혈관운동 교감신경의 활동을 통한 압반사의 조절을 받는다<sup>43)44)45)</sup>. 그러므로 혈관운동 교감신경 활성화의 압력반사제어의 부전은 OI에 영향을 주거나 현실이나 시뮬레이션된 미세중력 하에 노출된 후의 정자세 운동의 성능을 감소시킬 수 있다<sup>46)47)48)</sup>.

기립내성은 개체가 똑바로 서있는 자세를 유지하기 할 수 있게 동맥의 압력을 유지하는 심혈관 시스템의 능력이라고 할 수 있다. HDBR이나 우주여행 후에는 심박수, OI 증가와

- 
- 37) J. C. Buckey, Jr., L. D. Lane, B. D. Levine, D. E. Watenpaugh, S. J. Wright, W. E. Moore, F. A. Gaffney, and C. G. Blomqvist. Orthostatic intolerance after spaceflight. *J. Appl. Physiol.* 1996;81:7-18.
  - 38) J. M. Fritsch-Yelle, P. A. Whitson, R. L. Bondar, and T. E. Brown. Subnormal norepinephrine release relates to presyncope in astronauts after spaceflight. *J. Appl. Physiol.* 1996;81:2134-41.
  - 39) C. R. Woodman, K. C. Kregel, and C. M. Tipton. Influence of simulated microgravity on the sympathetic response to exercise. *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.* 1997;272:570-5.
  - 40) J. M. Fritsch-Yelle, et al. op. cit.
  - 41) J. A. Moffitt, C. M. Foley, J. C. Schadt, M. H. Laughlin, and E. M. Hasser. Attenuated baroreflex control of sympathetic nerve activity after cardiovascular deconditioning in rats. *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.* 1998;274:1397-405.
  - 42) D. L. Eckberg, and P. Sleight. *Human Baroreflexes in Health and Disease*. New York: Oxford University Press. 1992;3:299.
  - 43) C. G. Crandall, et al. op. cit.
  - 44) J. E. Greenleaf. Physiological responses to prolonged bed rest and fluid immersion in humans. *J. Appl. Physiol.* 1985;57:619-33.
  - 45) B. A. Kingwell, J. M. Thompson, D. M. Kaye, G. A. McPherson, G. L. Jennings, and M. D. Esler. Heart rate spectral analysis, cardiac norepinephrine spillover, and muscle sympathetic nerve activity during human sympathetic nervous activation and failure. *Circulation.* 1994;90:234-40.
  - 46) C. G. Crandall, et al. op. cit.
  - 47) J. E. Greenleaf. Physiological responses to prolonged bed rest and fluid immersion in humans. op. cit.
  - 48) B. A. Kingwell, et al. op. cit.

휴식 시에 감소된 작업능력을 동반한 심혈관 재설정(reshaping)이 나타난다<sup>49)</sup>. Sigaudo 등의 연구에서<sup>50)</sup>, 7명의 대상 중 4명이 HDBR의 끝의 기립테스트동안에 OI로 고통 받았다.

HDBR 동안의 심박수 변화를 연구하기 위해 파워스펙트럼분석(Power spectral analysis)이 사용되었다. 여러 가지 요소들이 심박수 변화에 영향을 줄 수 있는데, HDBR 자세는 혈관호르몬의 혈장농도를 조절하고, 이 호르몬들은 심박수 변화에 영향을 줄 수 있다<sup>51)52)53)</sup>. Hughson 등<sup>54)</sup>은 28일간의 HDBR 후에 PNSi(parasympathetic nervous system activity indicators)에서 유의미한 감소와 SNSi(sympathetic nervous system activity indicators)의 유의미한 증가를 관찰하였다. HDBR 동안 소변의 NE이 대조군에 비해 유의미하게 감소되었음에 비해 심장의 SNSi는 통계적으로 변화가 없었다. 전반적인 교감신경의 표지인자인 NE와 심박수에 특징적인 표지인자인 SNSi 사이에는 상관관계가 없다. SNSi가 심장 반응의 표지인자인데 반해 NE는 교감신경의 표지인자이다. Sigaudo 등<sup>55)</sup>의 연구에서 HDBR 동안 교감신경 활성화는 감소하였으나 교감신경의 심장영향은 변화하지 않았다. Kingwell 등<sup>56)</sup>은 건강한 대상군에서 휴식상태에서의 심박 스펙트럼분석 측정과 심장 NE 파잉사이의 분리에 대해 보고하였다. 심박수 변화는 신경활성과 전기화학적 결합에 의하지만, 또한 심장 아드레날린 수용체 반응성, 시냅스 후 신호전달, 여러 신경반사 또한 중요한 역할을 하여 결정되는 말단 기관의 반응이다<sup>57)</sup>. 이전연구에서 HDBR의 다른 기간동안 같은 방법을 사용하거나 목 챔버의 경동맥압력수용체에서 심장반응을

---

49) V. A. Convertino, L. D. Montgomery, and J. E. Greenleaf. Cardiovascular responses during orthostasis: effect of an increase in V' O<sub>2</sub>max. *Aviat. Space Environ. Med.* 1984;55:702-8.

50) D. Sigaudo, J. O. Fortrat, A. M. Allevard, A. Maillat, J. M. Cottet-Emard, A. Vouillarmet, R. L. Hughson, G. Gauquelin-Koch, C. Gharib. Changes in the sympathetic nervous system induced by 42 days of head-down bed rest. *Am. J. Physiol.* 1998;Jun;274(6 Pt 2):1875-84.

51) S. Akselrod, et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *op. cit.*

52) G. C. Butler, B. L. Senn, and J. S. Floras. Influence of atrial natriuretic factor on heart rate variability in normal men. *Am. J. Physiol.* 267 (Heart Circ. Physiol. 1994;36:500-5.

53) G. C. Butler, B. L. Senn, and J. S. Floras. Influence of atrial natriuretic factor on spontaneous baroreflex sensitivity for heart rate in humans. *Hypertension.* 1995;25:1167-71.

54) R. L. Hughson, et al. Effect of 28 day head down bedrest with countermeasures on heart rate variability during LBNP. *op. cit.*

55) D. Sigaudo, et al. Changes in the sympathetic nervous system induced by 42 days of head-down bed rest. *op. cit.*

56) D. Sigaudo, et al. Changes in the sympathetic nervous system induced by 42 days of head-down bed rest. *op. cit.*

57) D. Sigaudo, et al. Changes in the sympathetic nervous system induced by 42 days of head-down bed rest. *op. cit.*

측정하여 이 변화를 관찰하였다<sup>58)59)60)</sup>. 휴식기혈압의 변화가 없었음에도 불구하고, 심박수의 증가와 자발적 압력반사의 민감도에 변화가 있었다. 압력반사 민감도의 감소는 RR 간격의 변화를 반영할 수 있다. 이 관계는 이전의 HDBR 연구에서도 발견되었다<sup>61)</sup>. 반면에 다른 연구에서는 RR 간격이 변화되었음에도 반사간격에서 변화가 없었다<sup>62)</sup>. 게다가 방법의 재현성에 있어<sup>63)</sup>, 평균기울기는 주제/테스트 조건에서 평균을 구하는데 사용된 배열의 숫자에 영향을 받지 않는다.

경동맥 반사압력을 측정하기 위한 목 챔버기구는 압력반사의 범위 및 동작 포인트에 대한 추가정보를 제공할 수 있다<sup>64)65)66)</sup>. 자발적 압력반사는 동작 포인트 주변의 동맥혈압의 변동에 대한 RR간격의 반응에 초점을 맞춘다<sup>67)</sup>. 이런 의미에서 이는 동맥혈압의 넓은 범위를 완충할 수 있는 가능성에 대한 정보를 제공하지 않는다. 자발적 압력반사의 기울기는 동맥혈압에 약리조적으로 얻어진 전체 압력반사 커브의 기울기의 접선과 매우 유사하여 매우 연관되었다고 확립되었다<sup>68)</sup>.

### 3) 미세중력환경에서의 혈장량과 카테콜라민

우주비행이나 장시간의 HDBR은 혈장량을 감소시킨다고 알려져있다. Johansen 등<sup>69)</sup>의

- 
- 58) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. op. cit.
- 59) R. L. Hughson, et al. Reduced spontaneous baroreflex response slope during lowerbody negative pressure after 28 days of head-down bed rest. op. cit.
- 60) D. Sigauo, et al. Comparison of a 4-day confinement and head-down tilt on endocrine response and cardiovascular variability in humans. op. cit.
- 61) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. op. cit.
- 62) V. A. Convertino, C. A. Thompson, D. L. Eckberg, J. M. Fritsch, G. W. Mack, and E. R. Nadel. Baroreflex responses and LBNP tolerance following exercise training. *Physiologist* 33, Suppl. 1990;1:540-1.
- 63) R. L. Hughson, et al. Reduced spontaneous baroreflex response slope during lower body negative pressure after 28 days of head-down bed rest. op. cit.
- 64) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. op. cit.
- 65) D. L. Eckberg, et al. Influence of ten-day head-down bedrest on human carotid baroreceptor-cardiac reflex function. op. cit.
- 66) J. M. Fritsch, et al. op.cit.
- 67) R. L. Hughson, et al. Reduced spontaneous baroreflex response slope during lower body negative pressure after 28 days of head-down bed rest. op. cit.
- 68) J. Parlow, J. P. Viale, G. Annat, R. L. Hughson, and L. Quintin. Spontaneous cardiac baroreflex in humans. Comparison with drug-induced responses. *Hypertension* 1995;25:1058-68.
- 69) L. B. Johansen, C. Gharib, A. M. Allevard, D. Sigauo, N. J. Christensen, C. Drummer, and P. Norsk. Hematocrit, plasma volume and noradrenaline in humans during simulated weightlessness for 42 days. *Clin. Physiol.* 1997;17:203-10.



실험에서 Evans blue method로 HDBR상황에서 혈장량을 측정할 결과 42일간의 HDBR 후에 헤마토크릿의 증가와 함께 혈장량의 유의미한 감소( $11.9 \pm 1.7\%$ )를 관찰할 수 있었다. 이전의 28일 이상의 HDBR 실험에서 혈장량의 감소( $-11.2\%$ )와 함께 체중의 3%이상의 감소가 나타난 적도 있다<sup>70)</sup>. 이 HDBR 실험에서 혈액량조절 호르몬의 변화의 일부는 혈장량의 감소와 연관될 수 있다. ANP와 그 2차 전달자인 cGMP의 감소는 혈장량의 감소와 연관되어 있다고 보고되고 있다<sup>71)72)</sup>. 액체가 감소하게 되면 균형이 깨어지게 된다. 42일간의 HDBR에서 신장의 Na<sup>+</sup> 재흡수에 연관되어 소변중의 Na<sup>+</sup> 배출이 점차적으로 감소한다. 이 재흡수는 HDBR 동안 혈액량 저하증에 대한 반응으로 발생하는 프라스마 활성 레닌(AR)과 알도스테론의 증가의 결과일 수 있다<sup>73)</sup>. 체내 AR의 증가(122%)는 다른 연구에서와 유사하다<sup>74)75)</sup>. HDBR의 초기 몇 시간에서 머리쪽으로는 액체 이동은 레닌농도의 감소를 일으킨다. 이 레닌의 변화는 SNS와  $\beta$ -receptor에 의해 주로 조절된다<sup>76)</sup>.

미세중력의 혈액역학적 효과에 대한 이전 실험에서 교감신경부신계통의 가능한 변화에 대한 연구에서 다른 결과가 얻어졌다. 장시간의 HDBR 후에 혈장 NE의 변화가 없었음에도 불구하고<sup>77)</sup>, 다른 연구에서 10-14일의 HDBR 이후에 혈장 및 소변 NE의 감소가 보고되었다<sup>78)79)80)81)</sup>. 이 다른 결과는 실험기간의 자세와 연관될 수 있다. 무기력한 자세와

---

70) A. Mailliet, S. Fagette, A. M. Allevard, A. Pavy-LeTraon, A. Guéll, C. Gharib, and G. Gauquelin. Cardiovascular and hormonal response during a 4-week head-down tilt with and without exercise and LBNP countermeasures. *J. Grav. 1996;Physiol.*3:37-48.

71) G. Gauquelin, and C. Gharib. Dosage radioimmunologique du facteur atrial natriure'tique plasmatique: facteurs intervenant dans les modifications de sa concentration. *Ann. Biol. Clin. (Paris)* 1990;48:551-4.

72) J. E. Greenleaf. Physiological responses to prolonged bed rest and fluid immersion in humans. *op. cit.*

73) C. Gharib, et al. *op. cit.*

74) C. Gharib, et al. *op. cit.*

75) D. Sigauo, et al. Comparison of a 4-day confinement and head-downtilt on endocrine response and cardiovascular variability in humans. *op. cit.*

76) E. Hackenthal, M. Paul, D. Ganten, and R. Taugner. Morphology, physiology, and molecular biology of renin secretion. *Physiol. Rev.* 1990;70: 1067-1116

77) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. *op. cit.*

78) V. A. Convertino, et al. Evidence for increased  $\beta$ -adrenoreceptor responsiveness induced by 14 days of simulated microgravity in humans. *op. cit.*

79) D. S. Goldstein, et al. *op. cit.*

80) H. Maass, J. Transmontano, and F. Baisch. Response of adrenergic receptors to 10 days head-down tilt bedrest. *Acta Physiol. Scand.* 144, Suppl. 1992;604:61-8.

81) D. Robertson, et al. *op. cit.*

앉아있는 자세에서 혈장 NE의 차이가 있었다<sup>82)</sup>. 반면에, 일부 저자들은<sup>83)</sup> 혈장 카테콜라민의 감소가  $\beta$ -adrenoreceptors의 수와 활성도를 높일 수 있는 HDBR과 우주여행에 관련되어 있다고 믿는다. 이 가설은 Convertino 등<sup>84)</sup>의 결과에 지지받고 있다.

소변 중 카테콜라민은 실험기간보다 회복기간에서 유의성 있게 높았다. 이는 이 교감신경 부신계통 시스템이 울혈과 신체 활동에 대한 반응으로 활성화되었음을 의미한다. 교감신경 활동의 큰 증가는 중력에 적응하는 동안 발생하는 기립성의 압력에서 충분한 혈압과 대뇌 재관류를 지원하기 위해 필요할 수 있다<sup>85)</sup>.

결과적으로 HDBR을 받은 실험자들의 결과는 요중 카테콜라민의 유의미한 감소로 나타내는 교감신경 활성의 감소를 보였다. 요중 카테콜라민은 회복기에 증가되어 교감신경이 HDBR 후에 반응하고 장기간의 HDBR에 손상되지 않았음을 나타내었다<sup>86)</sup>.

## 2. 水升火降

### 1) 문헌에서의 水升火降

생리 기능은 생명을 유지하는 관건이 된다. 한의학에서의 생리 기능은 陰과 陽이라는 상대적인 기운이 스스로 서로간의 평형을 유지하는 것으로 본다. 즉 생리 기능이 유지된다는 것은 陰과 陽의 상대적 평형이 유지되는 것을 의미한다. 陰陽이 고유하게 담당하는 기능 부위에 따른 생리 기능도 陰陽의 평형 유지에 중요한 관건이 되는데, 陰과 陽이 생리적인 기능을 유지하기 위해서 陽은 아래로, 陰은 위로 작용해야 한다고 보았으며 이를 일반적으로 水升火降이라 표현한다. 水升火降의 원리는 생명활동이 대사를 설명하는 기본이 되며 心火와 腎水는 항상 연결이 되어 있어서 水升火降을 이루고 있으며 이것이 생리의 요체가 된다<sup>87)</sup>.

『素問·六微旨大論』에 ‘升已而降 降者謂天 降已而升 升者謂地 天氣下降 氣流于地 地氣上升 氣騰于天 故高下相召 升降相因而變作矣’이라고 했는데, 人體의 氣는 天地와 더불어 水升火降하므로 經脈流注가 자연적으로 나올 수 있다<sup>88)</sup>. 『周易』의 先天八卦에서는 乾卦·坤卦의 循環, 後天八卦에서는 坎卦·離卦의 循環에서 水升火降의 개념을 찾을 수 있

82) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. op. cit.

83) D. Robertson, et al. op. cit.

84) V. A. Convertino, et al. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. op. cit.

85) P. A. Whitson, et al. op. cit.

86) D. Sigaud, et al. Changes in the sympathetic nervous system induced by 42 days of head-down bed rest. op. cit.

87) 전국한의과대학 생리학교수 편저. 동의생리학. 서울:집문당. 2008:48, 198, 220.

88) 정문. 十二經脈의 命名과 構成形式에 關한 考察. 經絡의 水升火降에 關한 研究. 동의대학교 대학원 석사학위논문. 2001:25:171, 2006.

다<sup>89)</sup>. 內經에서 氣交라고 표현되는 臟腑氣機升降의 圓運動은 水升火降의 관점을 통해 살필 수 있다. 인체 내에서 이루어지는 陰과 陽의 升降出入을 설명하는 水升火降의 관점은 相火를 圓運動의 동력으로 삼고 氣·血·水 세 가지를 圓運動의 발현체로 삼음으로써 완성된다<sup>90)</sup>. 火氣는 내려가고 水氣는 올라가기 때문에 머리는 맑고 시원하며 손발과 아랫배는 따뜻하게 되어 제 기능을 한다. 이런 상태는 水升火降이 잘 되어 있고 직립할 수 있는 인간이 된다<sup>91)</sup>. 水火未濟는 상체는 뜨겁고 하체는 차가운 象이다. 이에 비하여 水火既濟는 상체는 서늘하고 하체는 따뜻한 象이다<sup>92)</sup>. 水火의 升降원리는 心·腎의 卦象에 잘 나타난다. 心의 離卦를 보면 제1·제3의 陽爻는 火升의 自然順理를 나타내고 가운데 제2의 陰爻는 火降의 自然逆理를 나타내니 본래 火는 主升(제1·3효)하지만 降(제2효)하는 성질을 내포한다. 腎의 坎卦를 보면 제1·제3의 陽爻는 水降의 自然逆理를 나타내니 본래 水는 主降(제1·3효)하지만 升(제2효)하는 성질을 내포한다. 이것은 火속에서 水(離卦의 제2효)를 찾고 水속에서 火(坎卦의 제2효)를 찾은 선조들의 통찰력인 바, 이로써 相克인 火와 水를 하나로 調和시켰으니 이 또한 分열을 조화의 바탕으로 삼고 조화를 分열의 뿌리로 삼았던 우리 조상들의 일원론적 사상을 잘 나타낸다. 특히 그들은 이러한 火·水의 조화를 강조하여 水火相濟, 坎離交泰라고 표현했다<sup>93)</sup>. 水火의 승강원리는 肝과 肺가 주도하는 氣·血·水의 현상으로도 나타난다. 즉 水火의 升降은 血과 水의 升降-血液代謝와 水液代謝-으로 드러나는 것이다. 즉, 肺의 肅降作用과 肝의 疏泄作用으로 발휘되는 血·水의 升降현상을 통해 心의 火降원리와 腎의 水升원리가 드러난다. 中央土인 脾·胃는 기능면에서 水升火降을 조절할 뿐만 아니라 물질면에서는 血·水를 化한다. 즉, 脾는 水升의 원리에 따라 肝主升을 제어하고 胃는 火降의 원리에 따라 肺主降을 제어한다. 요컨대 脾胃는 心腎의 升降원리에 따라 肝肺의 승강기능을 조절하여 水升火降에서 水火의 조화를 이루게 하는데 이는 濕燥의 象으로 나타난다<sup>94)</sup>. 이러한 脾胃의 작용에 대해, 李東垣은 脾胃論<sup>95)</sup>에서 ‘봄에 이르러 氣가 溫和해지고 여름에는 暑熱하며 가을에는 淸涼하고 겨울에는 冷한데 이것은 精氣의 순서이다. 升하므로 降하고 降하므로 升하여 고리처럼 끝이 없이 만물을 運化하는데 실제로는 하나의 기운이다’라고 하였다. 또 李東垣은 ‘元氣의 充養은 모두 脾胃의 기운에 말미암음을 알 수 있으니 脾胃之氣가 손상 받지 않은 후에야 이에 능히 元氣가 滋養된다’ 하여 脾胃가 水穀의 散布하는 곳으로 보았으며 王新華는 ‘한 번 升하고 한 번 降하는 것은

89) 이기훈, 신민규, 김수중. 道敎 內丹思想과 한의학에서 바라본 水升火降의 비교 연구. 동의생리병리학회지. 2011;25(3):382-8.

90) 손영기. 한의학 어떻게 공부할 것인가. 북라인. 2004:186.

91) 옥지미. 기혈순환마사지. 음양체형교정연구회. 2002:8.

92) 오상도. 체질 병리도감. 역리원. 2003:73.

93) 심상훈, 김준철, 이재홍, 이기남. 水升火降의 原理와 身體 振動時氣의 變化와의 關係에 대한 考察. 大韓醫療氣功學會誌. 2006;9(1):196-216.

94) 上揭書. pp.188-91.

95) 이동원 외. 동원십종의서·비위론. 대성문화사. 1983:109.

모두 相交의 뜻이다. 만약 陰이 陰으로만 되고 陽이 陽으로만 되면 上昇한 것은 下降하지 않고 下降한 것은 上昇하지 못한다. 그 중심에서 축이 되는 것이 脾土의 運用이다. 土가 旺盛해야 陽升陰降이 된다고 하여 水升火降이 脾胃에 의하여 이루어진다'고 하였다<sup>96)</sup>.

心腎不交는 水火未濟, 水火失濟와 동의어로 쓰인다<sup>97)</sup>. 生理狀態 下에서 心火는 腎으로 下降하여 腎陽을 資助하여 腎水を 寒하지 않게 하고 腎水是 心으로 上乘하여 心陰을 資助하여 心陽이 亢盛하지 않도록 한다. 이러한 生理狀態에 어떤 원인으로, 예컨대 心火不足 혹은 心陰不足 등으로 心火가 홀로 亢盛하게 되면 心火는 능히 腎으로 下降할 수 없게 되고 腎水不足 혹은 腎陽虛衰로 능히 化氣行水를 할 수 없게 되면 腎水是 心으로 上乘할 수 없게 되어 心腎之間의 正常平衡協助關係는 파괴되며 이 때 항상 頭昏心悸 怔忡 心煩 失眠 腰酸腿軟 惑見男子夢遺 女子夢交 등의 증상이 나타나게 된다. 이러한 病理狀態를 일러 心腎不交 혹은 水火失濟라 한다<sup>98)</sup>. 心腎不交에 관한 직접적인 언급은 內經에는 나타나 있지 않고 入門에서 일찍이 언급되었는데 “虛損 皆因水火不濟 心降則血 脈和暢 水升則精神充滿 但以調和心腎爲主 兼補脾胃 則飲食進而精神氣血自生矣”<sup>99)</sup> 라고 하여 水火不濟가 虛損의 한 원인이 됨을 밝히고 있다.

心腎不交에 대한 설명을 문헌에서 찾아보자면, 『腎與腎病的證治』<sup>100)</sup>에서 “腎水不足 不能上濟心陰 則 心陽獨抗就會出現心悸心煩 失眠 多夢 遺精 等 心腎不交的證候, 若心火不足 不能下溫腎陰 則 出現心悸 心慌 水腫 等 水氣凌心的證候 若腎陽不足 心失氣溫煦 亦可出現 心悸 短氣 自汗 畏風 形寒肢冷 等 心陽虛衰的證候” 하여 腎水の 不足과 心陽의 亢盛, 心火와 腎陽의 不足 등을 원인으로 보았고 “別一方面 心主神志, 腎主骨生髓 髓通宇腦” 이라하여 신경정신적인 측면에도 이를 수 있다고 하였다. 또 『中醫辨證學』<sup>101)</sup>에서는 “心火偏抗 則 心煩失眠 心悸不安 健忘, 腎水虧虛 腦髓失養 故眩暈耳鳴 骨髓不充則腰膝酸軟 陰虛內熱而五心煩熱 君相二火上 炎而口燥咽乾 火擾精室則遺精帶下, 心腎功能嚴重紊亂 全身機能失調 以致神不守舍 心神浮越 轉化爲癲狂等症”라 하였고, 『東洋醫學叢書』<sup>102)</sup>에서는 “本證多因久病 勞倦 房事不節等原因耗傷 心腎之陰 而使心火獨抗于上惑五志過極”이라 하여 비슷한 내용을 보이고 있으며 “腎水不升 心火無制而擾腎 心神不安 則心煩心悸 失眠 多夢, 腎陰虧虛 髓海不充 腦竅失養, 則健忘頭耳鳴, 腎陰不足 腰膝失養 故腰膝酸軟 陰虛虧虛 津不上乘 則 口乾咽燥, 陰虛陽亢 虛熱內生 故潮熱盜汗, 虛火擾動精室則 夢遺 舌紅少津 脈細數爲陰虛火旺之狀, 腎陽虛 命門火衰, 性機能衰減則陽痿, 腎陽虛 膀胱失約則尿頻 心火

96) 최용준. 소음인과 소양인 표증의 음양승강과 水升火降의 관계에 관한 문헌적 고찰. 원광대학교 석사학위논문. 1995:21.

97) 김정범, 안규석. 心腎不交的 병리에 관한 문헌적 고찰. 동의병리학회지. 1992;7:108.

98) 上揭書. p.107.

99) 李梴. 醫學入門. 서울:남산당. 1986:444.

100) 이도화. 腎與腎病的證治. 인민출판사. 1979:13.

101) 중의학회. 中醫辨證學. 상해중의학원출판사. 1989:303.

102) 인회하 主編. 東洋醫學叢書. 상해과학기술출판사. 1989:50.

搖腎 心神不安 故心悸心煩而失眠”이라 하여 각 병증의 기전을 밝히고 있다.

『中醫基礎理論』<sup>103)</sup>에서는 “腎陽虛不能制水而致水邪上泛時 可見水腫驚悸等 水氣凌心的證候 心陰不足亦可導致腎陰不足而出現心煩 失眠 盜汗 口舌生瘡 等病證”이라 하였다. 以上을 종합해 보면 腎陰不足, 腎陰虛損, 腎陰虧虛, 腎水不足등의 腎陰虛와 心陰不足, 君火妄動 등의 心陽獨亢이 心腎不交的 주요 원인이라 보았으며 기타 久病, 勞倦, 房事不節, 五志過極등의 원인으로도 나타난다고 하였다. 心腎不交的 주요증상은 心煩不眠, 口燥咽乾, 腰膝酸軟등을 주증으로 하여 心悸不安, 健忘, 眩暈, 耳鳴, 五心煩熱, 形寒肢冷, 月經不調, 遺精帶下, 舌紅, 脈細數등으로 표현된다. 心腎不交증이 발전하면 虛損, 健忘등 意識思惟方面으로의 異常現狀이 나타나며 이는 現代醫學의 神經衰弱, 高血壓, 慢性疾患, 노이로제 등에 해당한다고 볼 수 있다<sup>104)</sup>.

## 2) 경락에서 본 水升火降

韓醫學에서 水升火降의 개념은 12正經의 手足三陽經 및 手足三陰經의 上下 循環, 任脈과 督脈의 流注를 중심으로 한 奇經八脈에서 찾을 수 있다. 經絡의 水升火降에서 사람의 手는 陽으로 天과 통하고, 足은 陰으로 地와 통하므로, 사람의 자세는 양발을 땅에 붙이고 양손을 활짝 펴서 손끝이 하늘로 향하게 한 모습에서 보게 된다. 이렇게 보면 足三陰經과 手三陰經은 陰氣[地氣]가 上升하는 陰升[水升]의 經脈이 되고, 手三陽經과 足三陽經은 陽氣[天氣]가 下降하는 陽降[火降]하는 經脈이 된다. 그러므로 인체 내에서 陰升陽降인 水升火降의 作用이 이루어지게 된다<sup>105)</sup>. 결국 위와 아래를 구분해 보면 手經은 인체의 상부에서 水升火降을 하고 있고, 足經은 인체의 하부에서 水升火降을 하고 있다. 또한 인체 전체를 보면 陰經은 상승하고 陽經은 하강하는 모습을 통해 水升火降을 확인할 수 있다. 醫家에서는 任脈은 腹部 正中을 순환하며 中極, 關元은 足三陰經과 交會하고 足三陰經이 手三陰經과 相接할 때 任脈을 통하게 된다고 하였다. 道教에서는 奇經과 正經과의 관계에 대하여 구체적으로 언급하지 않았지만 大周天 수련시 經絡周天의 順行經路는 任脈과 督脈의 순환을 목적으로 하는 小周天에 陽經은 外로 行하고 陰經은 內로 行하고, 陽經은 下降하고 陰經은 上行하는 手足三陰三陽의 大綱을 결합시킨 것이다. 大周天은 奇經八脈의 疏通을 중심으로 한 小周天의 목표에 12正經의 疏通을 결부시켜서 人體內 正經과 奇經의 상호 소통이라는 목표를 지니고 있음을 알 수 있다<sup>106)</sup>.

內丹 수련에서 중요한 요소인 氣의 運行은 醫家の 經絡理論을 바탕으로 삼는다. 그런데 內丹學에서 보는 運氣 路線은 醫家の 經絡流注와 대체로 일치하나 임·독맥의 運行 방향,

103) 인회하 외. 중의기초이론. 인민위생출판사. 1985:129.

104) 김정범 외. 前揭書. p.108.

105) 정병희. 經絡의 水升火降에 關한 研究. 도교문화연구, 2006:25:185.

106) 김경환, 김경호, 윤중화, 김갑성. 氣功의 周天功과 奇經八脈에 關한 研究. 大韓針灸學會誌., 1995:12(2):280-1.

임·독맥의 시작과 끝 부위, 임·독맥의 운행 깊이 등에서 차이가 있다<sup>107)</sup>.

明代 楊繼洲의 『鍼灸大成』에서는 임·독맥의 운행 노선을 內丹家와 일치하게 설명했지만, 임맥의 운행방향을 會陰부터 상행하는 노선으로 제시한 『難經』 이래 현재까지 『難經』의 이론을 따르고 있다<sup>108)</sup>. 『難經』·「27難」, 「28難」은 奇經八脈을 깊은 호수에 비유하고 12경맥을 하천에 비유하는 내용이 나온다. 明代 李時珍은 “正經은 마치 도랑과 같고 奇經은 마치 호수와 같다. 正經의 脈이 융성하면 奇經으로 흘러 넘친다”고 했고, 督脈은 “陽脈之海”이고 任脈은 “陰脈之海”라고 했다. 이를 통해 보면 奇經은 正經의 脈氣가 넘칠 때를 대비하여 만들어 놓은 일종의 호수와 같다는 것을 알 수 있다. 독맥은 大椎에서 手足三陽經과 교차하고 있는 점, 陽維脈이나 帶脈과도 교차하고 있다는 점에서 ‘陽脈의 바다’라고 할 수 있다. 임맥의 경우도 마찬가지로 中極·關元에서 足三陰經과 교차하며, 天突·廉泉에서 陰維脈과 교차하는 등 모든 陰經과 관계한다. 따라서 임맥은 ‘陰脈의 바다’라고 할 수 있다. 결국 임맥·독맥의 두 맥은 신체 전체의 음맥·양맥과 관계된 근본적인 脈입과 동시에 骨髓와 함께 上丹田과 연관되어 있다<sup>109)</sup>.

道家에서의 임맥과 독맥을 구분하는 지점은 醫家와 다르다. 醫家의 임·독맥은 각각 承漿穴과 顛交穴에서 끝나지만 도가에서는 泥丸을 임·독맥의 구분점으로 본다. 『金仙證論』·「任督二脈圖」에 보면 “독맥은 丹田에서 시작하여 척추 속을 循環하여 泥丸에서 임맥과 이어진다”고 하였다. 즉, 임맥과 독맥의 구분점은 泥丸이 되는 것이다<sup>110)</sup>.

임맥과 독맥은 인체의 前面과 後面의 정중앙을 흐르며 內丹思想에서도 임맥과 독맥의 흐름을 ‘小周天’이라고 하여 매우 중시하였다. 인체에 있는 임맥과 독맥은 子午升降을 하는 것으로 內丹修鍊에서 임·독맥이 늘 유통하는 것은 나머지 六脈을 통하게 하는 첫 번째 관건이다. 일반인의 임·독맥이 상호 소통되기는 하나 이것을 잘 통하게 하는 것은 인체를 건강하게 하여 長生할 수 있게 하는 것이기도 하다. 임·독맥의 순행 방향 중 독맥이 하부에서 척추를 따라 상부로 진행하는 것은 內丹家와 일치한다. 그런데 醫家에서의 임맥은 하부에서 상부로 운행하지만 內丹家에서는 상부에서 하부로 유주하므로 방향이 완전히 상반됨을 알 수 있다<sup>111)</sup>.

醫家에서 볼 때 임맥이 회음에서 일어나 상승한 후 面部에 이르는 순행방향은 인체의 생리적인 기능이다. 그러나 內丹家에서의 수련의 원리는 거꾸로 돌이키는 수련을 통하여 長生不死하는 神仙의 道를 깨닫는 ‘逆修返源’이다. 그러므로 아래에서 위로 향하는 임맥의 생리적인 순환 경로는 順이 되고, 위에서 아래로 향하는 경로는 逆이 된다. 결국 내단수련에서 임맥과 독맥을 연결한 前降後升은 逆修가 되고, 逆修를 통한 水升火降이 되어야 선

107) 김수일. 醫家와 內丹學의 奇經八脈 比較 研究. 도교문화연구. 2007:27:280-1.

108) 上掲書. p.282.

109) 이시다히데미 著, 이동철 譯. 기 흐르는 신체. 서울:열린책들. 2000:58, 90.

110) 김수일. 前掲書. p.289

111) 정병희. 前掲書 pp.196-198.

천의 眞氣가 회복된다고 볼 수 있다<sup>112)</sup>. 그러므로 내단수련에서 임맥을 내리고 독맥을 올리는 前降後升의 구조는 周天修鍊으로 逆修가 되고 이는 선천의 眞氣를 회복하는 것이라고 볼 수 있다. 手三陰經과 足三陰經이 교회할 때 임맥을 통하고 手三陽經과 足三陽經이 교회할 때 督脈을 통하므로 임·독맥의 순환은 十二經脈 上下升降의 순환과도 직접적인 관계가 있다<sup>113)</sup>. 임·독맥의 순환은 前後升降이고 上下升降이며 水火升降이 되므로 “임·독 二脈이 통하면 百脈이 모두 통하게 된다”<sup>114)</sup>고 하였고 “임·독맥이 상하로 원과 같이 돌아서 前降後升을 하면 絡脈이 통하고 百病이 일어나지 않는다.”<sup>115)</sup>고 한 것이다.

### Ⅲ. 고찰 및 결론

이처럼 한의학에서는 황제내경에서부터 水升火降을 생리기능 유지를 위한 작용으로 인식하였다. 따라서 사람들이 보다 건강한 생활을 위해서는 水升火降이 원활히 이뤄질 수 있도록 할 필요가 있다.

최근 건강을 위한 여러 가지 연구중에 미세중력에서의 생리적 변화를 연구하여 자율신경계의 변화나 심혈관 관계의 변화를 통해 건강의 증진을 꾀하는 연구가 있다. 우주여행과 관련된 연구에서 시작된 이 연구들은 미세중력 상황이 심혈관조절능력의 개선이나 자율신경계의 조절에 긍정적인 영향을 이끌어 낼 수 있음을 밝혀내어 HDBR이나 꺼꾸리와 같은 물리치료기기도 개발되어 활용되고 있다.

水升火降도 인체의 중력방향의 순환으로 중력의 영향을 받는다고 본다. 이에 미세중력 하에서 水升火降도 변화가 있고, 연구를 통해 水升火降을 도와 心腎不交와 같은 질병의 치료에 사용할 수 있다. 이미 기존 연구에서 心腎不交의 주요증상인 心煩不眠, 口燥咽乾, 腰膝酸軟<sup>116)</sup>의 치료에 도움이 될 수 있는 자율신경계 조절, 심혈관계 조절, 척추 감압 치료 효과 등이 밝혀져 있으므로 그 가능성과 연관성이 더욱 크다 하겠다.

과학기술은 계속 발전되어 새로운 도구들이 나타나고 있다. 이 도구들의 작용을 한의학 적 이론으로 접목시켜 그 활용범위를 만들어 간다면 이는 전 인류의 건강증진을 위한 진전이라고 생각한다.

112) 上揭書. p.197, 202.

113) 上揭書. p.200.

114) “任督二脈, 人能通此二脈, 則百脈皆通”(李時珍, 『奇經八脈考』)

115) 楊繼洲. 鍼灸大成. 서울:大星文化史. 1985:357.

116) 김정범 외. 前揭書. p.108.

## IV. 참고 문헌

1. 김민송, 강상모. Inversion Table을 이용한 목운동 및 콜라겐 식이가 중년 여성의 얼굴 주름 개선에 미치는 영향 분석. 한국미용학회지. 2012;18(6):1223-34.
2. 민의식. 물구나무서기 운동이 초등학교 아동의 체격 및 체력에 미치는 영향. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문. 2001.
3. 조옥경. 요가자세가 심신의 개발과 의식 발달에 미치는 효과. 한국정신과학학회 제 15회 2001년도 추계학술대회 논문집. 2001:137-144.
4. 김형준. 워블메커니즘을 이용한 인버전 기구의 개발. 디자인학연구. 2006;19(6):5-8.
5. J. E. Greenleaf. Energy and thermal regulation during bed rest and spaceflight. J. Appl. Physiol. 1989;67:507-516.
6. 서용석, 이대택, 이승범. 중력상쇄 및 미세중력 (Microgravity) 모델에서 인간의 생리적 반응. 한국생활환경학회지. 2006;13(2):150-6.
7. 마상열. 기능성 평가 측정을 통하여 전신냉기치료와 척추 감압기 적용이 요추 추간판 탈출증 환자에게 미치는 효과. 한국데이터정보과학학회지. 2010;21(6):1101-8.
8. 최원혁, 김준수, 홍선희, 전찬홍, 김주성, 김효상, 권현철, 박승우, 김덕경, 이상훈, 홍경표, 박정의, 서정돈, 이원로. 심장신경성 실신 환자에서 기립경사훈련의 유용성. Korean Circulation J. 2001;31(8):801-8.
9. V. A. Convertino, J. L. Polet, K. A. Engelke, G. W. Hoffler, L. D. Lane and C. G. Blomqvist. Evidence for increased b-adrenoceptor responsiveness induced by 14 days of simulated microgravity in humans. The American journal of physiology. 08/1997;273(1):93-9.
10. C. Gharib, A. Maillet, G. Gauquelin, A. M. Allevard, A. Gu"ell, R. Cartier and P. Arbeille. Results of a 4-week headdown tilt with and without LBNP countermeasure. Volume I. regulating hormones. Aviat. Space Environ. Med. 1992;63:3-8.
11. D. S. Goldstein, J. Vernikos, C. Holmes, and V. A. Convertino. Catecholaminergic effects of prolonged head-down bed rest. J. Appl. Physiol. 1995;78: 1023-29.
12. D. Robertson, V. A. Convertino, and J. Vernikos. The sympathetic nervous system and the physiologic consequences of spaceflight: a hypothesis. Am. J. Med. Sci. 1994;308: 126-32.
13. V. A. Convertino, D. F. Doerr, D. L. Eckberg, J. M. Fritsch, and J.



- Vernikos-Daniellis. Head-down bed rest impairs vagal baroreflex responses and provokes orthostatic hypotension. *J. Appl. Physiol.* 1990;68:1458-64.
14. S. Akselrod, D. Gordon, J. B. Madwed, N. C. Snidman, D. C. Shannon, and R. J. Cohen. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. *Am. J. Physiol.* 1985;249 (Heart Circ. Physiol. 18):867-75.
  15. S. Akselrod, D. Gordon, F. A. Ubel, D. C. Shannon, A. C. Barger, and R. J. Cohen. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science.* 1981;213:220-2.
  16. R. L. Hughson, Y. Yamamoto, A. P. Blaber, A. Maillet, J. O. Fortrat, A. Pavy-LeTraon, J. F. Marini, A. Gu " ell, and C. Gharib. Effect of 28 day head down bedrest with countermeasures on heart rate variability during LBNP. *Aviat. Space Environ. Med.* 1994;65:293-300.
  17. C. G. Crandall, K. A. Engelke, J. A. Pawelczyk, P. B. Raven, and V. A. Convertino. Power spectral and time based analysis of heart rate variability following 15 days head-down bed rest. *Aviat. Space Environ. Med.* 1994;65:1165-9.
  18. D. Sigaud, J. O. Fortrat, A. A. Maillet M. Allevard, A. Pavy-LeTraon, R. L. Hughson, A. Gu " ell, C. Gharib, and G. Gauquelin. Comparison of a 4-day confinement and head-down tilt on endocrine response and cardiovascular variability in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1996;73:28-37.
  19. J. M. Fritsch, J. B. Charles, B. S. Bennet, M. M. Jones, and D. L. Eckberg. Short-duration spaceflight impairs human carotid baroreceptor-cardiac reflex responses. *J. Appl. Physiol.* 1992;73:664-71.
  20. V. A. Convertino, D. F. Doerr, A. Gu " ell, and J. F. Marini. Effects of acute exercise on attenuated vagal baroreflex function during bed rest. *Aviat. Space Environ.* 1992;Med.63: 999-1003.
  21. D. L. Eckberg, and J. M. Fritsch. Influence of ten-day head-down bedrest on human carotid baroreceptor-cardiac reflex function. *Acta Physiol. Scand.* 144, Suppl. 1992;604: 69-74.
  22. R. L. Hughson, A. Maillet, C. Gharib, J. O. Fortrat, Y. Yamamoto, A. Pavy-LeTraon, D. Rivie ´ re, and A. Gu " ell. Reduced spontaneous baroreflex response slope during lower body negative pressure after 28 days of head-down bed rest. *J. Appl. Physiol.* 1994;77: 69-77.
  23. C. G. Blomqvist, J. V. Nixon, R. L. Johnson, Jr., and J. H. Mitchell. Early cardiovascular adaptation to zero gravity simulation by head-down tilt. *Acta*

- Astronaut. 1980;7: 543-553
24. C. G. Blomqvist, and H. L. Stone. Cardiovascular adjustments to gravitational stress. In: Handbook of Physiology. The Cardiovascular System. Peripheral Circulation and Organ Blood Flow. Bethesda, MD: Am. Physiol. Soc., sect. 2, vol. III, pt. 2, chapt. 28. 1983:1025-63.
  25. P. A. Whitson, W. J. Charles, and N. M. Cintron. Changes in sympathoadrenal response to standing in humans after spaceflight. J. Appl. Physiol. 1995;79:428-33.
  26. M. A. B. Frey, J. B. Charles, and D. E. Houston. Weightlessness and response to orthostatic stress. In: Circulatory Response to the Upright Posture, edited by J. J. Smith. Boca Raton, FL:CRC, 1990:91.
  27. J. M. Fritsch, J. B. Charles, M. M. Jones, L. A. Beightol, and D. L. Eckberg. Spaceflight alters autonomic regulation of arterial pressure in humans. J. Appl. Physiol. 1994;77:1776-83.
  28. F. A. Gaffney, J. V. Nixon, E. S. Karlsson, W. Campbell, A. B. C. Dowdy, and C. G. Blomqvist. Cardiovascular deconditioning produced by 20-hour bedrest with head-down (25° ) tilt in middle-aged men. Am. J. Cardiol. 1985;56:634-8.
  29. J. C. Buckey, Jr., L. D. Lane, B. D. Levine, D. E. Watenpugh, S. J. Wright, W. E. Moore, F. A. Gaffney, and C. G. Blomqvist. Orthostatic intolerance after spaceflight. J. Appl. Physiol. 1996;81:7-18.
  30. J. M. Fritsch-Yelle, P. A. Whitson, R. L. Bondar, and T. E. Brown. Subnormal norepinephrine release relates to presyncope in astronauts after spaceflight. J. Appl. Physiol. 1996;81:2134-41.
  31. C. R. Woodman, K. C. Kregel, and C. M. Tipton. Influence of simulated microgravity on the sympathetic response to exercise. Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. 1997;272:570-5.
  32. J. A. Moffitt, C. M. Foley, J. C. Schadt, M. H. Laughlin, and E. M. Hasser. Attenuated baroreflex control of sympathetic nerve activity after cardiovascular deconditioning in rats. Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. 1998;274:1397-405.
  33. D. L. Eckberg, and P. Sleight. Human Baroreflexes in Health and Disease. New York: Oxford University Press. 1992:3:299.
  34. J. E. Greenleaf. Physiological responses to prolonged bed rest and fluid immersion in humans. J. Appl. Physiol. 1985;57:619-33.
  35. B. A. Kingwell, J. M. Thompson, D. M. Kaye, G. A. McPherson, G. L. Jennings,

- and M. D. Esler. Heart rate spectral analysis, cardiac norepinephrine spillover, and muscle sympathetic nerve activity during human sympathetic nervous activation and failure. *Circulation*. 1994;90:234-40.
36. V. A. Convertino, L. D. Montgomery, and J. E. Greenleaf. Cardiovascular responses during orthostasis: effect of an increase in  $\dot{V}O_2\text{max}$ . *Aviat. Space Environ. Med.* 1984;55:702-8.
37. D. Sigaud, J. O. Fortrat, A. M. Allevard, A. Maillet, J. M. Cottet-Emard, A. Vouillarmet, R. L. Hughson, G. Gauquelin-Koch, C. Gharib. Changes in the sympathetic nervous system induced by 42 days of head-down bed rest. *Am. J. Physiol.* 1998;Jun;274(6 Pt 2):1875-84.
38. G. C. Butler, B. L. Senn, and J. S. Floras. Influence of atrial natriuretic factor on heart rate variability in normal men. *Am. J. Physiol.* 267 (Heart Circ. Physiol. 1994;36:500-5.
39. G. C. Butler, B. L. Senn, and J. S. Floras. Influence of atrial natriuretic factor on spontaneous baroreflex sensitivity for heart rate in humans. *Hypertension*. 1995;25:1167-71.
40. V. A. Convertino, C. A. Thompson, D. L. Eckberg, J. M. Fritsch, G. W. Mack, and E. R. Nadel. Baroreflex responses and LBNP tolerance following exercise training. *Physiologist* 33, Suppl. 1990;1:540-1.
41. J. Parlow, J. P. Viale, G. Annat, R. L. Hughson, and L. Quintin. Spontaneous cardiac baroreflex in humans. Comparison with drug-induced responses. *Hypertension* 1995;25:1058-68.
42. L. B. Johansen, C. Gharib, A. M. Allevard, D. Sigaud, N. J. Christensen, C. Drummer, and P. Norsk. Hematocrit, plasma volume and noradrenaline in humans during simulated weightlessness for 42 days. *Clin. Physiol.* 1997;17:203-10.
43. A. Maillet, S. Fagette, A. M. Allevard, A. Pavy-LeTraon, A. Guéll, C. Gharib, and G. Gauquelin. Cardiovascular and hormonal response during a 4-week head-down tilt with and without exercise and LBNP countermeasures. *J. Grav.* 1996;Physiol.3:37-48.
44. G. Gauquelin, and C. Gharib. Dosage radioimmunologique du facteur atrial natriure´tique plasmatique: facteurs intervenant dans les modifications de sa concentration. *Ann. Biol. Clin. (Paris)* 1990;48:551-4.
45. E. Hackenthal, M. Paul, D. Ganten, and R. Taugner. Morphology, physiology, and molecular biology of renin secretion. *Physiol. Rev.* 1990;70: 1067-1116
46. H. Maass, J. Transmontano, and F. Baisch. Response of adrenergic receptors

- to 10 days head-down tilt bedrest. Acta Physiol. Scand. 144, Suppl. 1992:604:61-8.
47. 전국한의과대학 생리학교수 편저. 동의생리학. 서울:집문당. 2008:48, 198, 220.
  48. 정문. 十二經脈의 命名과 構成形式에 關한 考察. 經絡의 水升火降에 關한 研究. 동의대학교 대학원 석사학위논문. 2001;25:171, 2006.
  49. 이기훈, 신민규, 김수중. 道敎 內丹思想과 한의학에서 바라본 水升火降의 비교 연구. 동의생리병리학회지. 2011;25(3):382-8.
  50. 손영기. 한의학 어떻게 공부할 것인가. 북라인. 2004:186.
  51. 옥지미. 기혈순환마사지. 음양체형교정연구회. 2002:8.
  52. 오상도. 체질 병리도감. 역리원. 2003:73.
  53. 심상훈, 김준철, 이재흥, 이기남. 水升火降의 原理와 身體 振動時氣의 變化와의 關係에 對한 考察, 大韓醫療氣功學會誌. 2006;9(1):196-216.
  54. 이동원 외. 동원십종의서·脾胃論. 대성문화사. 1983:109.
  55. 최용준. 少陰人과 少陽人 表症의 陰陽昇降과 水升火降의 關係에 關한 文獻적 高찰. 원광대학교 석사학위논문. 1995:21.
  56. 김정범, 안규석. 心腎不交의 病리에 關한 文獻적 高찰. 동의병리학회지. 1992;7:108.
  57. 李梴. 醫學入門. 서울:남산당. 1986:444.
  58. 이도화. 腎與腎病의 證治. 인민출판사. 1979:13.
  59. 중의학회. 中醫辨證學. 상해중의학원출판사. 1989:303.
  60. 인회하 主編. 東洋醫學叢書. 상해과학기술출판사. 1989:50.
  61. 인회하 외. 중의기초이론. 인민위생출판사. 1985:129.
  62. 정병희. 經絡의 水升火降에 關한 研究. 도교문화연구, 2006;25:185.
  63. 김경환, 김경호, 윤중화, 김갑성. 氣功의 周天功과 奇經八脈에 關한 研究. 大韓針灸學會誌., 1995:12(2):280-1.
  64. 김수일. 醫家와 內丹學의 奇經八脈 比較 研究. 도교문화연구. 2007:27:280-1.
  65. 이시다히데미 著, 이동철 譯. 기 흐르는 신체. 서울:열린책들. 2000:58, 90.
  66. 楊繼洲. 鍼灸大成. 서울:大星文化史. 1985:357.