

특수기능성섬유가 성장기 운동선수의 수면 중 성장호르몬 분비에 미치는 영향

이명수¹⁾ · 이진희²⁾ · 고경찬³⁾ · 문성록¹⁾

- 1) 원광대학교 의과학연구소 통합의학센터
- 2) 원광대학교 의상학전공
- 3) 벤텍스 주식회사

Effect of Multi-functional Fabric on EEG and Growth Hormone Level during Sleep

Myeong-Soo Lee¹⁾, Jin-Hee Lee²⁾, Kyung-Chan Koh³⁾ and Sun-Rock Moon¹⁾

- 1) Institute of Medical Science, Wonkwang University, Iksan, Korea
- 2) Dep. of Clothing, Wonkwang University, Iksan, Korea
- 3) Ventex Co., Seoul, Korea

Abstract : The purpose of this study was to investigate the effect of multi-functional fabric on EEG and growth hormone (GH) during sleep and quality of sleep with the 9 young female athletes. The subjects participated in separated experimental procedure; sleeping in multi-functional fabric wear (experimental group) and cotton wear (control group) for 450min. During the night (22:00-05:30), we recorded the changes of nocturnal polysomnographic sleep recording and GH were measured every 60min. The results show that there are significant differences in percentage of stage 1, 2 and slow wave sleep (SWS) between two groups(S1, p<.05; S2, SWS, p<.01). The SWS percentage of experimental group is 1.89 times higher than control group. The changes of GH secretion varied depending on two experimental procedures. The peak of GH secretion in experimental group is more than controls by 2.4time (p<.001). The quality of sleep in experimental group is significantly higher than control (p<.01). These results suggest muti-functional fabric wear is effective in inducing the deep sleep and increasing GH and quality of sleep.

Key words : multi-functional fabric, growth hormone (GH), slow wave sleep (SWS), quality of sleep

1. 서 론

수면은 운동선수들에게 있어서 운동능력 향상과 피로회복의 중요한 생리적 요소이며, 그들의 수면 방식은 활동시 행동, 사고, 기분 등에 큰 영향을 미치고, 운동능력이나 생활에도 영향을 미친다(Oswald, 1980). 특히 성장기에 있어서 충분한 수면을 취하는 것이 정상적으로 신체발육을 가져온다고 하였다.

수면과 성장호르몬은 깊은 관련을 가지고 있다. 성장호르몬의 분비는 야간의 수면 중에 최대 분비형태가 나타나며, 야간의 수면 박탈 시 분비가 나타나지 않으며, 재수면 시 성장호르몬의 분비가 다시 나타난다(Roffwag et al., 1982; Kern et al., 1995; Spiegel et al., 2000). 성장호르몬과 수면현상의 연관성에 대한 연구는 계속 진행되고 있지만, 수면으로 인한 성장호르몬 분비조절에 대한 정확한 조절기전은 아직 밝혀지지 않았다.

Corresponding author; Sun-Rock Moon
Tel. +82-63-850-1527, Fax. +82-63-850-1528
E-mail: sunrmoon@wonkwang.ac.kr

최근의 연구결과(Holl et al., 1991; Somers et al., 1993; Gronfier et al., 1996; Van Cauter et al., 1997, 1998)를 살펴보면, 성장호르몬 분비는 수면 후 1-2시간 후의 깊은 수면 중에 맥동 적인 형태로 최고치가 분비되며, 얇은 수면이 증가하는 새벽녘에는 감소하는 것으로 나타났다. 수면단계 가운데 깊은 수면은 독립적인 요인으로서 성장호르몬의 분비조절과 깊은 연관성이 있을 것으로 추정되며, 이에 대한 활발한 연구가 진행되고 있는 실정이다.

국내에서는 운동과 수면, 성장호르몬 관계를 연구한 보고들이 있는데, 과도한 운동이 수면의 만족도와 양을 저하시키며 (조종근 등, 2000), 중정도의 운동이 수면의 만족도를 향상시키는 반면, 과도한 운동은 뇌파형태와 GH의 분비량에 부정적인 효과를 미친다고 하였다(임인수 · 김진항, 1999, 2000).

그와 더불어 특수기능성섬유를 이용한 의류개발 등을 통하여 인간의 건강이나 감성 등에 유용한 효과를 주는 시도들이 있는데, 이에는 원적외선 방사기능을 이용한 제품은 운동선수들의 운동수행 능력을 향상시키며, 피로도를 낮추어 주는 효과가 있다는 연구결과들이 있다(여남희, 2001, 2002).

그러나 특수기능성섬유가 인체에 대해 미치는 유용성 효과는 더 많은 연구가 필요한 실정이다. 특히, 우리나라의 성장기 아동들은 과중한 학업 등으로 인하여 수면이 부족한 현실에서 특수기능성섬유로 만든 의복을 통하여 피로를 회복하고, 수면을 취할 수 있는지에 대한 연구를 통하여 특수 기능성섬유의 활용 가능성을 연구하고자 한다.

이를 위해, 일반 아동에 비해 통제된 생활을 하고, 생활 패턴등 여러 변수가 적은 운동선수를 대상으로 연구하고자 한다. 이에 본 연구는 특수기능성섬유를 이용한 의복을 입고 수면을 취 할 때 성장기 운동선수의 수면양상과 성장호르몬 분비 변화를 알아보자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 연구대상은 신체적으로나 내분비학적으로 결함이 없고, 체력과 운동시간 등이 비슷한 성장기 스키시선수 9명을 대상으로 하였다. 본 연구는 아동의 부모로부터 연구 참여 동의서의 수락 아래 시행되었다. 피험자의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

실험은 9명의 대상자가 각각 특수기능성섬유로 만든 의류를 입었을 때(실험군)와 면으로 만든 의류를 입었을 때(대조군)로 나누어서 시행하였다. 대상자는 속옷과 실험의복만은 착용하고 수면을 취하였으며, 종류는 특수기능성섬유로 만든 의복과 면으로 만든 의복 2종류만을 사용하였다.

실험은 진행은 특수기능성섬유로 만든 의류를 입고 측정한 후 의복효과가 지속되는 것을 방지하기 위하여 washout 기간을 2주로 두고 면 의복을 착용 후 수면다원검사를 하였다. 피험자 중에는 야간의 수면 시 수면장애(코골이, 수면 무호흡, 이갈이)를 가진 아동이나 약물을 복용하는 아동은 없었다.

2.2 실험의복

Table 1. Physical characteristics of subjects (n=9).

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
Mean	12.3	162.1	56.3
SD	2.17	4.28	3.31

Table 2. Characteristics of fabrics.

Fabric	Experimental	Control (Cotton)
Weave	Circular knit	Circular knit
Yarn count	(Face): Polyester Healtha 100d (Back): Polyolefin 75d	CM 40's
Density(l/inch)	W77/C40	W78/C40
Weight(g/m ²)	168	165
Thickness(mm)	0.71	0.70
Thermal conductivity (kcal/mh °C)	6	17
Water spreading transport capacity	1.5	0.5

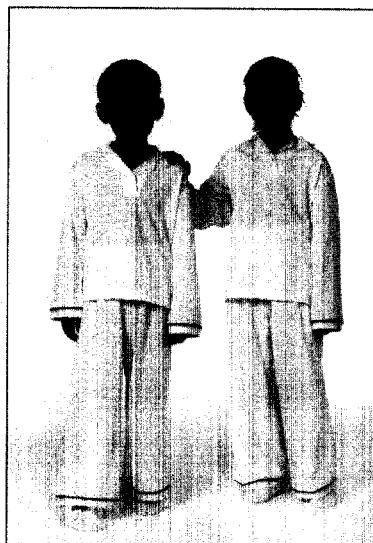


Fig. 1. Picture of the experimental clothing

본 실험에 사용한 특수기능성섬유는 V사에서 개발한 것으로 특수광물질이 함유되어 초고속 흡습, 초고속 건조, 항습, 항온 기능이 있으며, 음이온이 함유되어 항균방취기능을 가지고 원적외선 방사기능(방사율 0.898, 방사에너지가 3.46×10^2 W/m²·μm)을 가진 섬유제품(Growmon)을 사용하였다. 이 섬유는 2가지 물성이 2 중구조를 가지고 있어서, 중량을 기준으로 하여 혼용률이 표면의 polyester가 58%를 차지하고 이면(피부면)은 Polyolefin이 48%를 차지하고 있다.

실험에 사용된 의복의 모양은 Fig. 1에 나타내었다. 대조 실험시에 입힌 면제품은 실험군이 입은 제품과 외관상 구분할 수 없게 만들어 모양이나 색깔로 인한 선입견을 없애는 맹검법을 이용하였다. 실험에 사용된 특수기능성섬유와 면제품의 특징은 Table 2에 나타내었다.

2.3 연구방법

야간의 수면다원검사 :야간의 소음으로부터 차단된 수면 검사실에서 오후 10시부터 다음날 오전 5시 30분까지 총 7시간 30분 동안 시행되었으며 computerized polysomnography (Alice3, Respirationics, USA)를 이용 수면다원검사를 시행하였다.

연구에 참여한 각각의 대상자군은 하루 밤 동안 수면다원검사를 실시하였고, 수면검사 및 연속적인 채혈이 시행되었다.

수면다원검사를 통해 피험자가 수면을 취하는 동안 뇌파(C3, C4, O1), 심전도, 안구운동, 근전도, 호흡량 코골이, 체위변위를 측정하였다. 특히 수면실 외부에서 검사모니터와 적외선 카메라를 이용하여 수면중 대상자의 수면상태를 지속적으로 관찰하였다.

기록된 각 대상군의 수면결과는 Rechtschaffen과 Kales의 판독기준에 의하여 숙련된 전문가에 의하여 판독되었다. 수면 단계에 대한 분석은 Wake, Stage 1, 2, 3, 4, Stage REM(rapid eye movement)으로 구분하였고, 깊은 수면은 Stage 3, 4의 합으로 정의하였다. 수면 결과에 대한 분석은 총 수면시간(450: total sleep time), TIB(Time in bed), 수면효율(sleep efficiency(%)) = $TST/TIB \times 100$)로 분석하였다.

야간의 혈액 sampling은 catheter 삽입으로 인한 호르몬의 영향 및 부담감을 줄이기 위하여, 수면다원검사 2시간 전에 실시하였다. 음식 섭취로 인한 호르몬 영향을 최소화하기 위하여, 평소의 습관대로 식사를 하도록 하고 수면 4시간 전까지 음식물 섭취를 허용하였다.

수면 중 채혈 및 혈액분석 : 수면 중 호르몬 변화분석을 위하여, 야간수면 7시간 30분 동안 22시, 23시, 24시, 1시, 2시, 3시, 4시, 5시, 5시 40분, 60분 간격으로 총 9회, 각각 5ml 씩 채혈하였으며, 채혈로 인한 수면방해를 최소화하기 위하여 전상완정맥에 three way catheter를 삽입한 상태에서 채혈하였다.

수면 중 채혈과정에서 catheter에 연결된 식염수의 혈액 내 유입으로 인한 호르몬 농도변화를 최소화하기 위하여 채혈 시 처음 2ml은 제거한 후, 다시 5ml을 채혈하였다. 연속적으로 채혈된 혈액 sample은 혈청을 분리하여 냉장보관 하였다.

성장 호르몬의 농도분석은 방사면역측정법(RIA: radioimmunoassay)을 이용하였다. 방사면역측정법은 antibody가 코팅된 bead에 표준농도(standard), 비교농도(control), 실험 검체(sample)를 100 ml첨가하였다. I^{125} 로 표시한 GH antibody를

100 ml 첨가하고, 실온에서 rotator로 3시간 반응시킨 후 bead를 세척하여 gamma-counter로 측정한다.

수면의 만족도(Quality of sleep) : 수면의 만족도(Quality of sleep)을 조사하기 위하여 Cline 등 (1992)이 개발한 시각상척도를 이용하였다. 수평선으로 10 cm의 선을 긋고 0에서 100 까지의 눈금을 만들어 왼쪽 끝의 0은 아주 만족스럽지 않다, 오른쪽 끝의 100은 아주 만족스럽다로 정하고 수면 후 주관적으로 느낀 정도를 화살표로 표시하게 하였다.

통계분석 : 본 연구에서 얻은 자료는 SPSS WIN 10.0통계프로그램을 이용하여 평균, 표준편차 및 백분율의 기술 등 통계량을 산출하였고, 검증을 통하여 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수면양상

대상자의 7시 30분 동안의 야간수면 중 수면구조를 Table 3에 나타냈다. 실험군이 대조군에 비해 수면효율이 높은 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다.

대상자의 수면단계에 따른 백분율 차이를 살펴보면 Table 4와 같다. 수면중 각성(wake) 시간은 실험군이 8.3%, 대조군 10.5%로 대조군에 비해서 작으나 통계적 차이는 없었고, REM 수면비율은 실험군(10.9%)이 대조군(9.3%)에 비해 높은 경향을 보였으나 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

Stage 1, 2, SWS의 수면비율은 두 군 간에 유의한 차이가 있었다. Stage 1 수면은 대조군이 15.2%로, 9.39%인 실험군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다($p<.05$). Stage 2 수면도 대조군이 44.1%로 실험군 36.1%로 비해 유의하게 높았다($p<.01$). 깊은 수면을 나타내는 SWS의 비율은 실험군(34.8%)이 대조군(18.4%)에 비해 약 1.89배 정도 높았으며 통계적으로 유의하였다 $p<.01$.

선행 연구자들이 보고한 바에 의하면 서파수면(SWS)은 육체적으로 피로회복 기능을 있다고 하였다(Shapiro et al., 1975; Oswald, 1980). 따라서 본 연구결과는 실험군이 대조

Table 3. Comparison of sleep parameter between two gorups during total night sleep.

Sleep Parameter	Experimental(n=9)	Control(n=9)	P
TIB(min)	450.9±4.5	450.0±3.9	ns
TST(min)	409.9±8.0	401.4±8.3	ns
Sleep efficiency(%)	91.1±1.8	89.2±2.2	ns

TIB: time in bed; TST: total sleep time; ns: not significant; P: probability

Table 4. Comparison of sleep architecture between two groups during total night sleep.

Sleep Parameter	Experimental	Control	P
wake(%)	8.3±2.2	10.5±1.2	ns
stage 1(%)	9.39±3.1	15.2±2.5	<.05
stage 2(%)	36.1±4.5	44.1±9.3	<.01
SWS(%)	34.8±2.9	18.4±6.5	<.01
REM(%)	10.9±2.0	9.3±1.7	ns

SWS(slow wave sleep) = stage 3+ stage 4; ns: not significant; P: probability

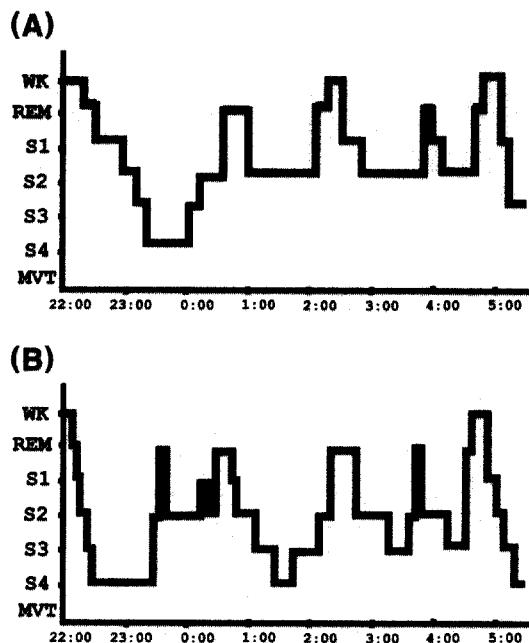


Fig. 2. Pattern of sleep stages according to EEG. (A) Control, (B) Experimental

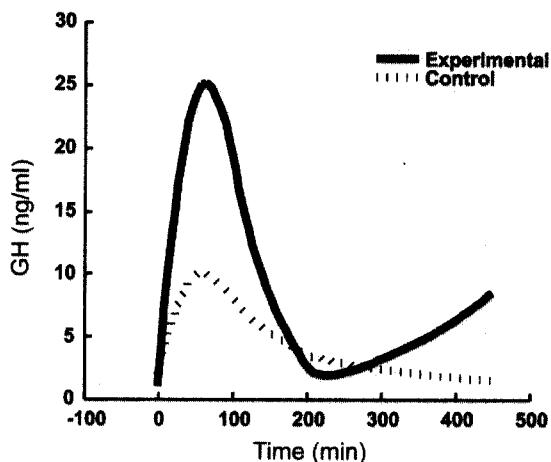


Fig. 3. Changes of serial GH levels during sleep in two groups

군보다 깊은 수면을 취하였다는 것을 의미한다.

Fig. 2는 실험군과 대조군의 대표적인 수면구조를 나타내었다. 실험군이 대조군에 비해 SWS의 비율이 높은 것을 알 수 있다.

3.2 성장호르몬 분비변화

60분마다 연속 채혈한 GH농도를 Fig. 3에 보삽법(interpolation method)를 이용하여 나타내었다. 수면 개시 60분 후에 GH의 분비량이 최대 분비량을 보였으며 실험군이 대조군에 비해 유의하게 2.4배 정도 높았다($p<0.001$). 그리고 실험군은 새벽 3시 부터 약간 증가하는 경향을 보였으며, 대조군은 최대 분비 후

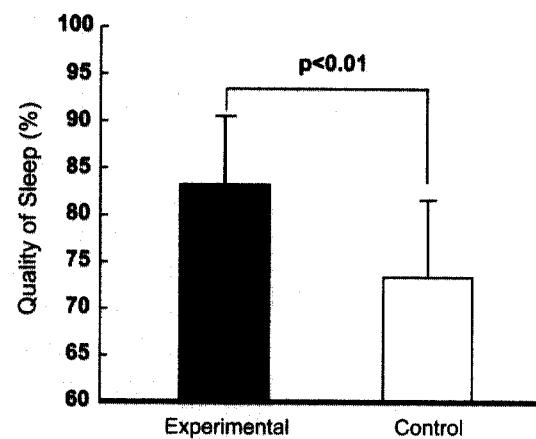


Fig. 4. Quality of sleep in two groups.

완만하게 감소하는 경향을 보였다.

성장호르몬 분비증가는 서파수면의 증가와 연관이 있다. SWS가 증가 할 수록 성장호르몬의 분비량이 증가한다는 관련성이 있다는 또 다른 기준의 보고들과 일치 한다 (Holl *et al.*, 1991; Gronfier *et al.*, 1996; Van Cauter *et al.*, 1997, 1998).

기전을 살펴보기 위해 GH-RH의 투여한 결과, 수면 중 각성 시간의 감소를 유발하고 서파 수면의 양을 증가시킨다고 보고되었다. (Kerhofs *et al.*, 1993) 또한 수면 중 분비되는 GH량의 70%가 서파수면 시간과 상관관계가 있다는 연구결과가 있다 (Van Cauter *et al.*, 1992).

3.3. 수면의 만족도

Fig. 4는 실험군과 대조군이 느낀 수면의 만족도에 대한 주관적 평가 결과이다.

실험군이 대조군에 비해 수면 후 만족하다고 답하였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$). 수면의 만족도 증가는 SWS증가 관련되어 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 특수기능성섬유로 만든 의류를 입고 수면을 취했을 때 성장기에 있는 운동선수의 수면양상과 성장호르몬의 분비에 미치는 효과를 조사하였다.

실험결과 첫째, 특수기능성섬유로 만든 의류를 입고 잤을 때가 일반 면 의류를 입고 잤을 때 보다 깊은 수면상태인 SWS 단계의 비율이 약 1.8 배정도 증가되었다.

두 번째 결과로 성장호르몬의 최대 분비량이 대조군에 비해 2.4배 정도 차이가 났으며 수면의 만족도가 실험군이 높았다. 이것은 특수기능 종 향온·향습의 기능으로 인하여 적절한 온도와 습도유지로 인하여 신체에쾌적성을 유도하여 장시간 수면을 유지시켜준다고 하겠다.

이상과 같이 특수기능성섬유로 만든 의류는 성장기 운동선

수에게 있어서 속면을 유도하고 성장호르몬의 분비량을 증가시키고 수면의 만족도를 향상시키는 등 유익한 효과를 주는 것으로 조사되었다. 앞으로 운동능력 향상이나 심폐기능, 근육피로도 변화 등에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 여남희 (2001) 원적외선 방사 운동복 착용이 어깨관절의 등속성 균력을 미치는 영향. *한국체육학회지*, **40**(1), 317-326.
- 여남희 (2002) 생리보조물 함유 기능성 운동복 착용이 운동수행능력 및 자율신경과 체표온도에 미치는 영향. *운동과학*, **11**(1), 259-276.
- 임인수·김진항 (1999) 운동량에 따른 수면 중 뇌파분석과 GH, Cortisol 변화. *운동과학*, **8**(2), 183-196.
- 임인수·김진항 (2000) 운수면 박탈 후 수행력과 스트레스 호르몬 변화. *운동과학*, **9**(1), 173-180.
- 조종근·임인수·김진항 (2000) 과도한 운동과 수면박탈이 운동수행력과 수면 중 뇌파 및 스트레스 호르몬 변화에 미치는 영향. *한국체육학회지*, **39**(2), 434-444.
- Cline M., Herman, J., Shaw E. and Morton R.M. (1992). Standardization of the visual analogue scale. *Nur. Res.*, **41**, 378-381.
- Gronfier C., Luthringer R., Follenius M., Schaltenbrand N., Macher J.P., Muzet A. and Brandenberger G. (1996) A quantitative evaluation of the relationships between growth hormone secretion and delta wave electroencephalographic activity during normal sleep and after enrichment in delta waves. *Sleep*, **19**, 817-824.
- Holl R.W., Hartmann M.L., Veldhuis J.D., Taylor W.M. and Thorner M.O. (1991) Thirty-second sampling of plasma growth hormone in man: correlation with sleep stages. *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, **72**, 854-861.
- Kerkhofs M., Van Cauter E., Van Onderbergen A., Caufriez A., Thorner M.O. and Copinschi G. (1993) Sleep-promoting effects of growth hormone-releasing hormone in normal men. *Am. J. Physiol.*, **264**, E594-E598.
- Kern K., Perra, B., Wodick R., Fehm H.L. and Born, J. (1995) Hormone secretion during night time sleep indicating stress of daytime exercise. *J. Appl. Physiol.*, **79**(5), 1461-1468.
- Oswald I. (1980) Sleep as a restorative process: Human clues. *Prog. in Brain Res.*, **53**, 279-298.
- Roffwarg H.P., Sachar E.J., Halpern F. and Hellmann L. (1982) Plasma testosterone and sleep: relationship to sleep stage variables. *Psychosom. Med.*, **44**, 73-84.
- Shapiro C.M., Griesel R.D., Batel P.R. and Joosse P.L. (1975) Sleep patterns after graded exercise. *J. Appl. Physiol.*, **39**, 187-190.
- Spiegel K., Leproult R., Colecchia E.F., L'Hermite-Baleriaux M., Nie Z., Copinchi G. and Van Cauter E. (2000) Adaption of the 24-h growth hormone profile to a state of sleep debt. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, **279**, R874-883.
- Somers V.K., Phil D., Dyken M.E., Mark A.L. and Abboud F.M. (1993) Sympathetic nervous activity during sleep in normal subjects. *New Engl. J. Med.*, **328**, 303-307.
- Van Cauter E., Kerkhofs M., Caufriez A., Van Onderbergen A., Thorner M.O. and Copinschi G. (1992) A quantitative estimation of GH secretion in normal man: reproducibility and relation to sleep and time of day. *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, **74**, 1441-1450.
- Van Cauter E., Plat L., Scharf M.B., Leproult R., Cespedes S., L'Hermite-Baleriaux M. and Copinschi G. (1997) Simultaneous stimulation of slow-wave sleep and growth hormone secretion by gamma-hydroxybutyrate. *J. Clin. Invest.*, **100**, 745-753.
- Van Cauter, E. and Copinschi, G. (1998) Interrelations between sleep and the somatotropic axis. *Sleep*, **21**, 553-566.

(2002년 12월 17일 접수)