

身体活動計による日中活動量と睡眠評価

加納 樹里

はじめに

「睡眠（休息）」・「栄養」・「運動」の3者のバランスをとることは、競技者はもとより、一般人の健康維持にとっても重要であることが広く知られている。近年、特に「食の安全」や「食事と生活習慣病の関係」などが注目されるようになり、食物のKal表示が一般化するなど、食事と健康に対する関心は急速に高まってきている。

一方で、休息の代表格である「睡眠」については、睡眠障害に悩む成人日本人が5人にひとりといわれるような状況にあるにもかかわらず、特に若い年代にあっては「運動すればよく寝られる」、または、「若年層の眠りの質は高く、時間は短くても大丈夫」といった一般論が先行し、客観的に顧みられることが少ない¹⁰⁾。

筆者等は、競技者のコンディショニングのパラメータとして、「睡眠中の心拍変動」に注目してきたが、その過程で、実際には年齢には必ずしも関係なく、睡眠時間の不足や不規則、質の低下が心配されるケースが多々あることが気になっていた。

そこで、パイロット・スタディとして、相応の運動習慣を有する年齢や社会的な立場の異なる健康人を対象に、日中の身体活動量と睡眠の質についてサンプル・データを収集したので、以下にその概要を報告する。

方 法

測定協力者には、測定の主旨を十分説明した上で、2010年3月から2011年4月の間の任意の1週間から1ヶ月の間、入浴中を除外して、原則昼夜を通して携帯型の身体活動測定器（SUZUKEN ライフコーダGS）を装着してもらった。同機器は個人データを入力後、腰に装着して日常生活を送る事で、加速度センサが運動強度を10段階で評価する機能を持った万歩計である（4秒ごとに加速度を拾い、2分間中の再頻度を0から9までの運動強度として評価する）。運動の強さや頻度、継続時間を視覚的に捉えることができるので、研究目的という以上に、教育・生活指導等のためのデータ還元にも優れている（図1／2）。

併せて、測定期間中の起床・就寝時間や身体活動の内容について、簡単な日誌の提出を依頼した。同機器で正確に把握できる身体活動のレベルは、およそジョギングペースまでの水平運動と限定されるが、今回は日常レベルでの身体活動に限定して分析対象とし、装着が制限される高強度のトレーニングや公式の試合等は、提出された日誌により把握して除外日とした。また、昼夜の両方のデータがそろった日のみを分析対象日とした。

なお、実験協力者にはすべての個人データを還元して、生活習慣の見直しの一助として活用してもらった。

測定協力者の内訳は、健康社会人W群8名（WF：女性6名・WM：男性2名）、大学生ST群

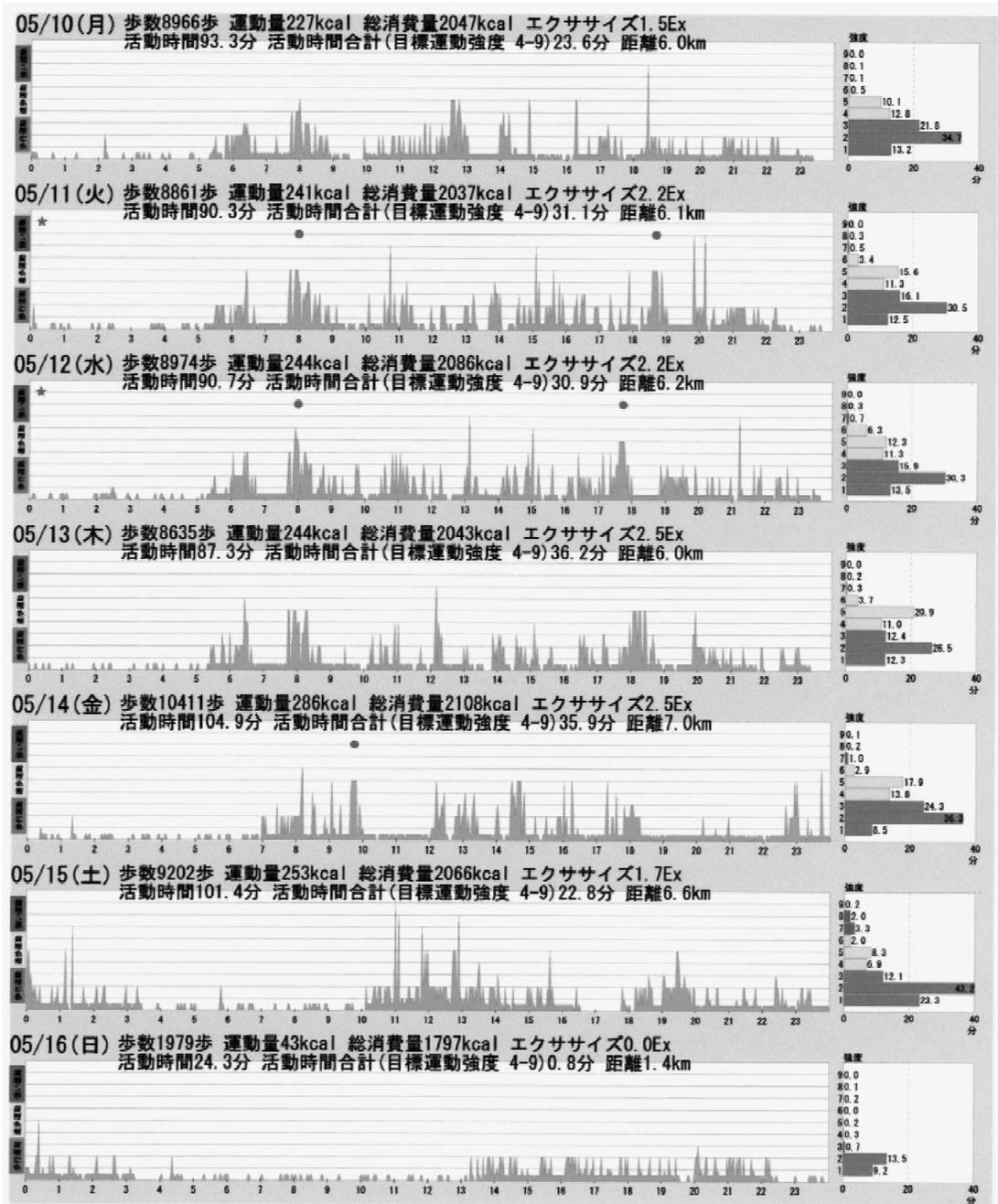


図1 日中の身体活動分析結果例(協力者にフィードバックしたもの)
 (行動変容支援ソフト: ライフライザー-05コーチ, (株)SUZUKENによる出力データ例)

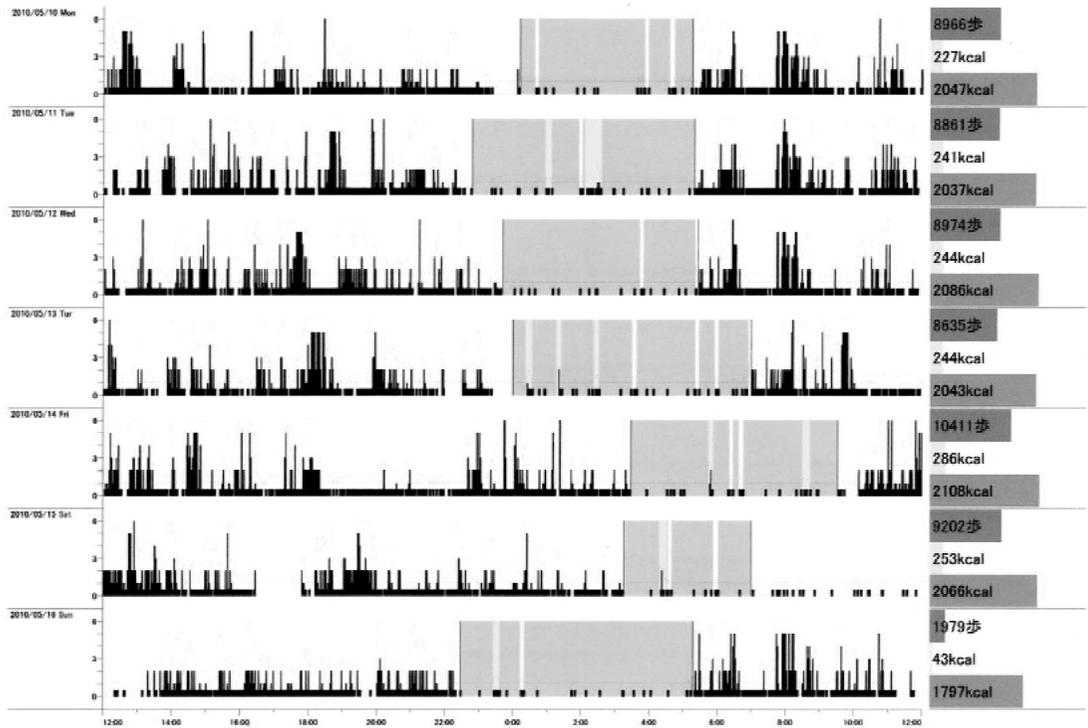


図2 睡眠中の体動分析結果例（協力者にフィードバックしたもの）
 （睡眠-覚醒リズム研究用プログラム Sleep Sign[®] Act による出力データ例）

6名（女性3名・男性3名）である。協力者の年齢・特徴は別表（表1）の通りである。なお、大学生ST群の内2名については、本人の同意を得た上で、生活習慣調査とその改善の目的で、授業の一環として本測定を実施し、得られたデータを指導に活用した（当該学生は、外科的な障害により測定期間中、日常身体活動以上の特定の運動・トレーニングは実施できない状況にあった）。

日中の身体活動量（歩数と移動速度の分布）については、同機器付属の行動変容支援ソフト「Lifelyzer05Coach」を用いて集計した。夜間の睡眠評価は、KISSEI COMTEC社製の睡眠-覚醒リズム研究用プログラム「Sleep Sign[®] Act」を用いて分析した。なお、同ソフトで把握できるパラメータは（表2）の通りであるが、今回はその中から、総睡眠時間（TST）、中途覚醒回数、中途覚醒時間（WASO）、睡眠効率（SE）のみを資料

として用いた。双方の分析ソフトの信頼性・妥当性の評価については、先行研究によった^{2),5)}。

結 果

測定協力者の特性と測定期間中の平均値一覧を（表1）に示した。

表中の「高強度」とは、使用機種の種類区分7～9に該当し、速歩以上の強度の活動、「中強度」とは、強度区分4～6に該当し、通常歩行以上の速歩の強度に該当するとされている（強度の4以上、即ち中強度以上が3メッツ以上の身体活動に相当する）（図3参照）。

今回のサンプル数は僅少であるため、カテゴリ別の分析ではなく、個別の分析を以下に示す。

社会人の協力者はいずれも少なくとも週末には原則、定期的の中・高強度の身体活動を実施して

表1 日中活動量と夜間睡眠評価の平均値一覧

対象者	年齢	BMI	歩数	高強度(%)	中強度(%)	TST	覚醒回数	睡眠効率(%)	WASO(分)
WF-1-1	52	19.0	12291	9	35	5:52	2.2	94.6	19.9
WF-1-2	53	19.0	12304	4	36	5:34	2.4	84.7	57.7
WF-2	24	22.7	9158	3	30	4:52	3.4	89.3	33.3
WF-3	36	23.1	6619	4	22	4:27	3.6	78.3	50.4
WF-4	35	20.3	7691	8	20	4:04	4.5	72.9	41.8
WF-5	51	22.5	9296	18	15	6:00	3.5	90.5	34.3
WF-6	32	27.7	13298	8	21	4:10	8.4	63.1	146.9
WM-1	58	22.2	10316	3	32	4:59	3.9	84.7	45.7
WM-2	50	21.9	19097	0	34	4:53	6.0	82.4	61.3
ST-1	22	22.7	10532	3	29	5:54	1.9	94.5	16.3
ST-2	21	22.6	16547	12	36	5:23	1.5	95.2	16.0
ST-3	20	22.0	20255	10	34	4:30	2.4	92.6	23.7
ST-4	21	20.4	13633	1	29	5:11	3.3	86.0	37.4
ST-5	19	35.6	8951	3	19	3:33	5.0	80.4	52.7
ST-6	19	20.0	6159	1	32	4:00	4.4	82.8	52.8

注) 高強度=ライフコーダの7~9強度に該当:強い運動

中強度=ライフコーダの4~6強度に該当:速歩運動

表2 睡眠評価値一覧

(睡眠-覚醒リズム研究用プログラム Sleep Sign[®] Act, キッセイコムテック(株)より引用)

平易な呼び名	正式名称	内容
睡眠時間	総睡眠時間 (TST)	総就床時間で、睡眠判定されている時間の総和 (TST = SPT - (W1 + W2 + W3) = S1 + S2 + S3 + S4)
眠るまでの時間	睡眠潜時 (SL)	就床時間から入眠までの時間
起きていた時間の合計	中途覚醒時間 (WASO)	睡眠時間 SPT 内で、覚醒していた時間の総和 (WASO = W1 + W2 + W3)
睡眠中に起きた回数	中途覚醒回数	途中で目覚めた回数 W1, W2, W3で3回
睡眠効率	睡眠効率 (SE)	総睡眠時間 TST ÷ 総就床時間 TIB
起きていた時間の平均	中途覚醒の平均	途中で目覚めた持続時間の平均
10分以上起きていた時間の平均	10分以上の中途覚醒の平均	10分以上目覚めていた持続時間の平均
ふとんに入った時刻	就床時刻	—
眠りについた時刻	入眠時刻	—
目が覚めた時刻	覚醒した時刻	—
ふとんから出た時刻	離床時刻	—

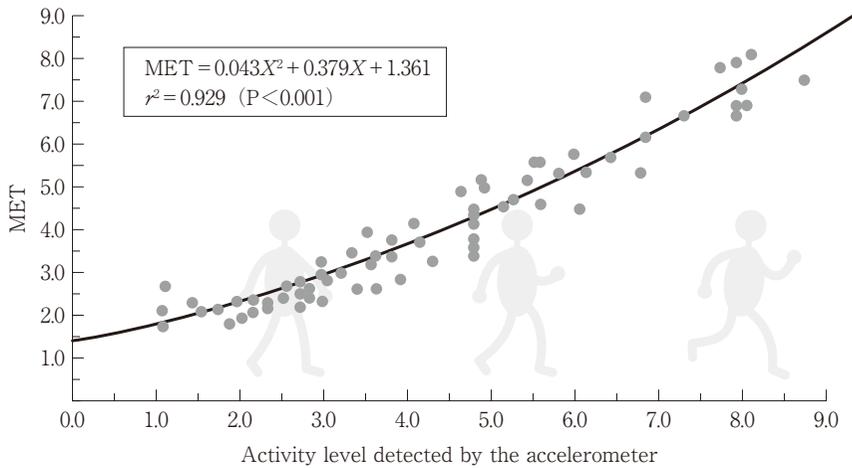


図3 MET (Y軸) とGSの運動強度 (X軸) の関係
(British Journal of Nutrition (2004), 91, 235-243 より引用)

いるスポーツ愛好家であったが、平日の日常的な歩数や移動のスピードには、かなりのばらつきが見られた。なお、協力者WF-5の高強度運動の割合には、平日のジョギング中のデータが含まれており、WM-2の協力者の歩数データが高いのは、平日でも毎日10^千以上を歩行するという事実による。

大学生の協力者ST-1～ST-4も、定期的な運動習慣を有する学生であるが、ST-2や3のように日常生活レベルでも歩数が多く、移動速度も高い者と、試合や練習時以外の歩数や移動速度に、社会人との顕著な差異が認められない者もいた。ST-5と6の大学生は先に記した「測定期間中、日常身体活動以上の特定の運動・トレーニングは実施できない状況にあった協力者」であるが、日常の歩行には支障がないにもかかわらず、日中の身体活動が総じて低値に推移した。

睡眠時間 (TST) については、ほぼ全員が実質4～5時間台という非常に短い睡眠時間を記録した。今回の対象社会人は、協力者WF-5が専業主婦である以外は全員がフルタイムの常勤者であったが、通勤の形態や時間は様々であるにもかかわらず、睡眠時間 (TST) は総じて短く、「眠らない現代社会」と警鐘される現代日本の状況⁴⁾を再認

識する結果となった。学生については、日中身体活動が少ないST-5と6について、本人の申告とデータを照合してみても、寝ているのか寝ていないのか判断がつかないような状況が深夜にも散見された。このため、彼等の睡眠時間 (TST) については、さらなる精査が必要である。

睡眠効率 (SE) については、若くて活動量の多いST-1～3では明らかに高い効率が観察され、社会人においても、平均歩数が多く、中・高強度の割合が高い人の方が、どちらかといえば中途覚醒数が少なく、睡眠効率が高い傾向が観察された。

(図4)は、WF群 (成人女性) について、日々の歩行数と中途覚醒の回数をプロットしたものである。当然のことながら、睡眠は単純に身体活動量の多寡により左右されるものではないが、先行研究により指摘されている通り^{1),7)}運動はいかなる形であれ、照度暴露や食事習慣などとともにサーカディアンリズムの周期を整える作用をもち、良質な睡眠の一誘因となっていると考えられる。なお、協力者WF-6については睡眠中の体動が著しく多く、正確な睡眠評価がされていない可能性もあるため、この分布からは除外した。

また、測定期間中の生活状況について精査しえ

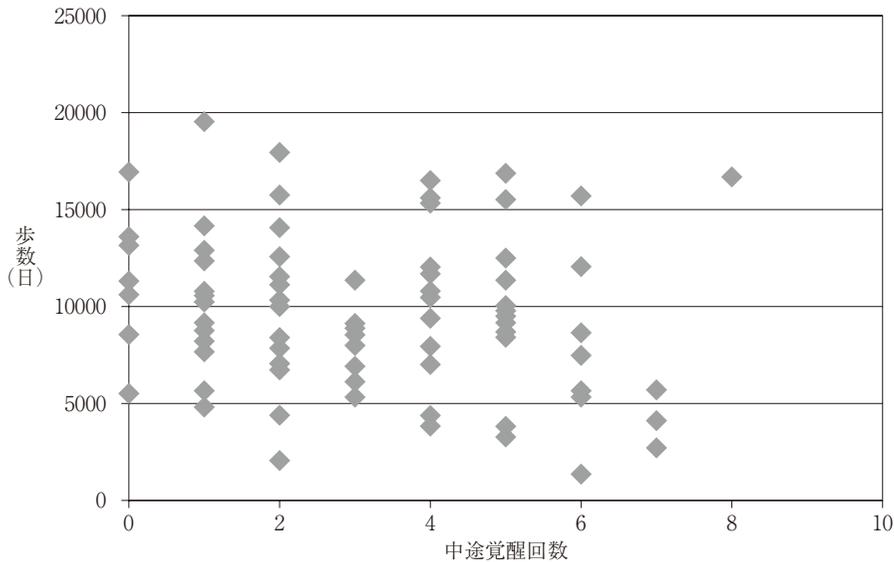


図4 WF群の日中歩数と睡眠中の覚醒回数の分布

た協力者(WF-1)の異なる時期における連続2週間のデータを比較してみると(WF-1-1とWF-1-2), 身体活動量の平均値に大差はないにも拘らず, 仕事が多忙でストレスが多かったと申告されたWF-1-2の期間に比して, ゆとりがあったとするWF-1-1の期間において, より良質の睡眠が得られている。

本測定は極めて限定的なものではあるが, 若年層においても, 就寝時間の遅延や身体活動の制限などの理由により, 必ずしも年配者より良質の睡眠がとれているとは言いがたいことが示唆された。

考 察

従来, 不特定多数を対象とした日本人の睡眠研究に際しては, 質問用紙等による集計が実施されているが, 今回は協力者に普段通りに生活してもらう中で, 生理的なデータの収集を試みた。身体活動計の“軽量の装置を装着するのみ”という簡便性を生かし, 同機を夜間睡眠中も装着してもらうことにより, 睡眠中の微妙な体動から睡眠の評

価を得た。この方法は, 睡眠評価のゴールドスタンダードである「睡眠ポリグラフ(PSG)」などに比較すると, すべての睡眠評価値が低く算出されている可能性は高く, 従って, ここで得られた数値を単純に先行研究と比較することには, 慎重でなければならない²⁾。しかし, 特定の設備を要せず, かつ協力者を長時間拘束する等の負担をかけることなく客観的な資料を得る事ができる測定方法は, それ自体利便性の高いものであるし, 同一方法で収集されたデータ間の比較には何ら問題を来さない。

身体活動・運動による生活習慣病の予防を目的として, 2006年に公表された「健康づくりのための運動指針2006」によれば, 身体活動の総量は, 週当たり23エクササイズ(エクササイズ: $Ex = \text{メッツ} \times \text{時間}$), 即ち強度が3メッツ(普通歩行)以上で, 一日当たり約60分(歩数では8,000~10,000歩/日相当)が望ましい日常の身体活動量であるとされている。今回使用したライフコーダの分析では, 運動強度の4以上(中程度以上)が3メッツ以上の身体活動に相当し, 一般的

にはこの強度以上の運動が一定時間継続した時に、有効な運動が行われたとして生活指導などに利用されている。今回の社会人測定協力者は、この一般的な推奨値は殆ど全員が上回っており、今後はより身体活動レベルの低いグループにおける睡眠評価との比較が必要であろう。

日本人の平日平均睡眠時間は、1960年の調査（8時間13分）から減少しつつづけており、2010年の国民生活時間調査では、成人の平日の睡眠時間は7時間14分、働き盛りである40～50代を中心に、健康リスクが増大することが懸念される6.5時間未満の人口は、相当数に達すると考えられている¹¹⁾。これは、OECDが調査した世界18カ国中、韓国に次いで二番目に短い値だという¹²⁾。本調査でも、大学生を含めて、睡眠時間の減少が懸念される結果がみられた。至適な睡眠時間は個人差が大きいとされているものの、良質な睡眠は、間違いなく健康な生活に欠く事ができない要素であり、近年では睡眠と様々な生活習慣病、脳機能を含めた生理機能、心理機能との関連まで幅広く研究が進められている⁹⁾。

眠気による事故で年間3兆円相当以上の損失があると試算したアメリカでは、国が率先して睡眠の研究や医療従事者への教育を支援して市民への啓蒙活動を展開しているという。まともな睡眠環境が用意されていない貧困地域の子も達に睡眠を教える事業を展開するNPOの事務局長は、「勉強、運動、生き生きとした心。子どもたちの幸せにかかわるすべてが、良質の睡眠が始まる」と述べている¹²⁾。平均睡眠時間が国際的にも短い日本にあっては、より深刻な事態が密かに進行していることさえ懸念される。事実、医師にかかるほどではないが、睡眠に悩みや不満を抱え、日常生活に影響があり、そんな状態にもかかわらず睡眠の重要性に対して認識が低い状態を示す言葉＝「かくれ不眠」の人は相当数あり、不十分な睡眠による脳の休息不足が、長時間労働の割には成績や年収の伸び悩みを来たし、それがまたストレスとな

って不眠を来すような「負の連鎖」が生じているとも指摘されている¹¹⁾。

数多くの対象者について実施されたアンケート方式による疫学研究では、急性の（一過性の）運動も習慣的な運動も、良好な睡眠にとってはプラスの因子として作用することが明らかにされている⁶⁾。しかし、冒頭にも記した通り、筆者は近年、たとえ運動習慣がある若年層においても、必ずしも良質な睡眠がとれていないと推察される状況に遭遇することが多くなった。高いレベルの競技者にあっては、トレーニングそのものの負荷による慢性的な交感神経活動の高揚や、試合のストレス等が一因として考えられるが、トレーニングの時期によっては、いわゆる「練習・試合」といった高い身体活動だけではなく、それ以外の時間の過ごし方や、日常的な身体活動についても調査する必要性があると感じている。若年層や健常社会人であっても、今一度自らの睡眠について把握して、日中の覚醒や、運動パフォーマンスの向上に繋げて行く努力が必要であろう。

また、適度な身体活動は、睡眠にとっても有益な生活習慣であり、薬に頼らない睡眠改善の一手段と期待されてはいるが、実際の適応に際してはまだまだ不明の事が多い。日中の活動力を支える「睡眠」、さらにその「睡眠に効く運動？」の質的な検証は十分には行われていない。

客観的なデータを収集し、それをフィードバックすることで、「オーバートレーニング」や「種々の睡眠障害」等の発生を未然にくいとめる啓蒙活動は、今後益々重視されるべきであると考ええる。

付記：本測定に使用した機器の一部は、2010年度中央大学特定課題研究費によるものである。

参考文献

- 1) 浅野勝己, 田中喜代次編 (2005) 健康スポーツ科学, 第3刷, 文光堂: 東京, pp.243-254
- 2) Enomoto, M., Endo, T., Suenaga, K., Miura, N., Nakano, Y., Kohtoh, S., Taguchi, Y., Aritake, S.,

- Higuchi, S., Matuura, M., Takahashi, K., Mishima, K. (2009) Newly developed waist actigraphy and its Sleep/wake scoring algorithm. *Sleep and Biological Rhythms*. 7:17-22
- 3) ギャレット／カーケンダル編, 宮永豊総監訳 (2010) スポーツ運動科学—バイオメカニクスと生理学—, 第24章, 時間生物学と身体パフォーマンス, 第1刷, 西村書店:東京, pp.296-316
- 4) 井上正康, 倉恒弘彦, 渡部恭良編 (2002) 疲労の科学—眠らない現代社会への警鐘—, 第2刷, 講談社サイエンティフィク:東京, pp.11-17
- 5) Kumahara, H., Schutz, Y., Ayabe, M., Yoshioka, M., Yoshitake, Y., Shindo, M., Ishii, K., Tanaka, H. (2004) The use of uniaxial accelerometry for the Assessment of physical-activity-related energy Expenditure: A validation study against whole-body indirect calorimetry. *British Journal of Nutrition*. 91, 235-243
- 6) Kubitz, K. a., Landers, D. m., Petruzzello, S. J., Han, M. (1996) The effects of acute and chronic exercise on sleep: A meta-analytic review. *Sports Med.* 21, 277-291
- 7) 水野康, 国井実, 清田隆毅, 小野茂之, 駒田陽子, 白川修一郎 (2004) 中高年女性における運動習慣の有無と睡眠習慣および睡眠健康度との関係, *体力科学*, 53, 527-536
- 8) 日本睡眠学会編集 (2008) 睡眠学ハンドブック, 第6刷, 朝倉書店:東京
- 9) 内田直 (2006) 好きになる睡眠医学, 第1刷, 講談社サイエンティフィク:東京
- 10) 内田直 (2010) アスリートの睡眠と生体リズム管理, *Coaching Clinic*, 2010. 8月号~2011. 2月号, 連載記事
- 11) <http://www.brainhealth.jp/suimin/kakure/index.php> かくれ不眠
- 12) The Asahi Shimbun GLOBE (2011), (8月21日付朝日新聞記事)