

若年者の睡眠と認知運動機能および立位バランス機能との関係

波之平晃一郎¹⁾, 新小田幸一²⁾

¹⁾広島大学大学院保健学研究科 博士課程後期 保健学専攻

²⁾広島大学大学院医歯薬保健学研究院 応用生命科学部門 生体運動・動作解析学研究室

(平成 25 年 5 月 1 日受付)

要旨:本研究の目的は, 睡眠の質と認知運動機能および立位バランス機能の関係を明らかにすることであった。

若年者 20 名(平均年齢: 23.0 ± 1.9 歳)を被験者に睡眠の質の評価(主観的および客観的評価), 立位バランス機能評価, 認知運動機能評価を行った。睡眠の質は Epworth Sleepiness Scale (ESS) で主観的評価を, Ambulatory Monitoring Inc. (AMI) 社製 Actigraph で客観的評価を行った。立位バランス機能は Timed Up and Go Test (TUGT), Functional Reach Test (FRT), 最大 1 歩幅にて, 認知運動機能は Trail Making Test (TMT) Part A と Part B にて評価した。

Actigraph データは AMI 社製ソフトウェア AW2 を用いて睡眠合計時間 (dur), 睡眠中の全覚醒, 全睡眠時間 (wmin, smin), 覚醒, 睡眠エピソードブロック数 (wep, sep), 5 分以上の覚醒, 睡眠エピソードブロック数 (lwep, lsep), 平均覚醒, 睡眠エピソード時間 (mwep, msep), 最長覚醒, 睡眠エピソード時間 (lgwep, lgsep) の 11 項目を算出した。認知運動機能は Δ TMT (TMT Part A と Part B の差) で評価した。

ESS は, wep, sep および lsep と有意な中等度の正の相関を, msep および lgsep と有意な中等度の負の相関を認めた。TUGT は smin と有意な中等度の正の相関を認めた。 Δ TMT は, wmin, lgwep および lsep と中等度の正の相関を, lgsep と中等度の負の相関を認めた。

翌日の認知運動機能には睡眠中の中途覚醒が悪影響を及ぼすことが示唆されたが, 適切ではない睡眠と立位バランス機能の関連性は得られず, 若年者では何らかの運動戦略にて補償された可能性も考えられた。

(日職災医誌, 62: 44—50, 2014)

—キーワード—

睡眠, バランス能力, 認知課題

1. はじめに

我が国はすでに 2007 年に超高齢社会に突入し¹⁾, 4 人に 1 人は高齢者という時代になっている。厚生労働省による超高齢社会のもたらす医療費等の財政上問題提起²⁾に基づき, 介護が必要な高齢者の増加を回避するために, 種々の制度が策定されている。しかしながら, いずれも未だ十分に功を奏しているとはいえないのが現状である。一般に要介護認定を受けた高齢者の多くは病歴や併存症を有しており, これらは主に脳卒中や認知症といった脳関連疾患, 転倒や転落による骨折等が多いとされている。転倒はその中でも全体の 10% 近くを占めており, ワースト 5 に入っている³⁾。加齢とともに易転倒性が高くなり, 活動に大きな変化を余儀なくされ, 特に生活の質

の低下を引き起こすことになる³⁾。このため, 高齢者の転倒と身体機能, 認知機能, 生活環境等との関係に着目した報告^{4)~9)}は散見されるものの, 転倒の要因がすべて明らかにされているとはいえない。一方睡眠は人の生活時間の 1/3 を占めながら, 身体機能・能力と関連性は深く検索されていない。筆者らは, 午前の立位バランス機能の低下に関する研究成果¹⁰⁾を基に, 睡眠が立位バランス機能に何らかの関連性をもつとすると仮説を立て研究を行った。

睡眠に関する報告には, 睡眠が身体機能の低下を引き起こし, その結果, 転倒が生じるとしているものがある¹¹⁾。しかし, 著者らが渉猟する限り, 睡眠の質の主観的評価と客観的評価を網羅し, 包括的に比較・検討したものの, 睡眠の質をより詳細に数値化しているものは皆無で

日	月	火	水	木	金	土
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

測定期間	1回目 立位バランス計測日	2回目 立位バランス計測日
------	------------------	------------------

図1 装着期間の一例と立位バランス計測スケジュール

ある。

本研究は、高齢者の睡眠の質とバランス機能の関連を知るための前段階として、若年者を被験者として睡眠の質に関わる要因が、立位バランス機能、および立位バランスと関連性をもつとされる認知運動機能との如何なる関係をもつかを知ることを目的としておこなった。

2. 被験者と方法

2.1 被験者

被験者は、男女各10人、計20人の若年健康成人（年齢：23.0±1.9歳、身長：165.3±9.2cm、体重：57.6±9.2kg）であった。被験者には、研究内容について十分な説明を行い、書面による同意を得た。なお、本研究は、広島大学大学院 保健学研究科 心身機能生活制御科学講座 倫理委員会の承認を得て行った(承認番号：1119)。

2.2 方法

被験者の生活習慣を知るために Ambulatory Monitoring Inc. (以下、AMI)社製 Actigraph 腕時計型三次元加速度センサ (以下、センサ) を装着、睡眠の質を客観的に評価した。装着期間は装着日 (1週目の金曜日) から翌々週の金曜日までの15日間とした(図1)。また、この期間、睡眠の質の主観的評価として、毎朝、質問紙 (日本語版 Epworth Sleepiness Scale: 以下、ESS) を記載するように指示した。立位バランス機能は装着した週の翌々週の月曜日と金曜日に評価した。

2.2.1. 睡眠の質の評価 (睡眠の質の主観的評価と客観的評価)

主観的評価は ESS にて、客観的評価はセンサにて行った。各データは、立位バランス機能の評価を行った計測日のものを用いた。

ESS¹²⁾¹³⁾は、測定期間中の14日分の起床直後の眠さの状態を想像し、8つの場面での眠気を問う質問紙法により行い、当日の眠気を4段階 (0点から3点) で評価している (図2)。質問は8項目から成り、各項目最大3点の、合計点は最大24点で得点が24点に近いほど、眠気が大きいことを意味する。

センサは、感知した加速度変化を2~3Hzでバンドパスしたデータに対し、±0.01Gの加速度変化を閾値とし

て、その閾値を超えるもしくは下回る加速度変化の回数をカウントし (zero crossing method)、毎分の加速度変化回数を記録した。センサ装着は被験者の非利き手に行い、入浴や磁場のある場所等を除き可能な限り24時間連続装着し、体動量を計測した。なお、センサのデータ解析時、センサの着脱の有無を判別するために、被験者には睡眠日誌に日常活動内容を記録させた (図3)。解析はAMI社製アクティグラフ解析ソフトウェア AW2を用い、解析区間を0-0 Interval (日毎の睡眠区間) とした。解析項目は、0-0 Interval 中の睡眠合計時間 (以下、dur)、睡眠中の全覚醒時間 (以下、wmin)、全睡眠時間 (以下、smin)、覚醒エピソード数 (以下、wep)、睡眠エピソード数 (以下、sep)、5分以上の覚醒エピソードブロック数 (以下、lwep)、5分以上の睡眠エピソードブロック数 (以下、lsep)、平均覚醒エピソード時間 (以下、mwep)、平均睡眠エピソード時間 (以下、msep)、最長覚醒エピソード時間 (以下、lgwep)、睡眠エピソード時間 (以下、lgsep) の計11項目に対して実施した。なお、データは立位バランス機能の計測日のものを用いた。

2.2.2. バランス機能の評価

バランス機能は、Timed Up and Go Test¹⁴⁾ (以下、TUGT)、Functional Reach Test¹¹⁾ (以下、FRT)、最大1歩幅の3項目により評価した。各項目、5試行実施し、うち3試行のデータをランダムに採用した。

TUGTは椅子座位から検者の口頭指示で立ち上がり、3m前方に設置している三角コーンを回って、元の椅子に再度座るまでに要した時間を測定した (図4)。なお、被験者にはできるだけ速く歩くように指示した。

FRTは直立位で肩関節屈曲90度・肘関節屈曲伸展0度・手指関節屈曲伸展0度の開始姿勢から検者の口頭指示で、身体を最大限前傾させた。その際、前方のバーを前方へ動かし、最大前傾位で2秒間の姿勢保持を指示し、そのバーの移動距離を測定した (図5)。

最大一歩幅は、検者の口頭指示で直立位から利き脚 (ボールを蹴る側) を最大に前方へ下肢を踏み出させ、その距離を測定した (図6)。なお、下肢を踏み出した後の姿勢を2秒間保持するように指示した。

2.2.3. 認知運動機能の評価

認知運動機能の評価には Trail Making Test (以下、TMT)^{15)~18)} を実施した。TMTは高齢者の視覚の状態を考慮し A4 縦書きの用紙に、円 (直径は約1cm) とその中の文字の大きさを大きくしたのものを用いた。TMTは、Trail Making Test Part A (以下、Part A) と Part B (以下、Part B) とから構成されており、Part A、Part B の順に各1回実施した。Part A (図7左) では、ランダムに配置された“1”から“25”の数字の円を“1”から順に“25”まで線でつなぐ時間を測定した。Part B (図7右) では、ランダムに配置された“1”から“13”の数字と“あ”から“し”のひら仮名の円を“1”⇒“あ”⇒

日本語版 Epworth Sleepiness Scale

もし、以下の状況になったとしたら、どのくらいうとうとする（数秒～数分眠ってしまう）と思いますか。
最近の日常生活を思いうかべてお答えください。

以下の状況になったことが実際になくても、その状況になれどうなるかを想像してお答え下さい（1～8の各項目で、○は1つだけ）。

すべての項目にお答えしていただくことが大切です。できる限りすべての項目にお答えください。

	うとうとする 可能性は ほとんどない	うとうとする 可能性は 少しある	うとうとする 可能性は 半々ある	うとうとする 可能性が 高い
1) すわって何かを読んでいるとき (新聞、雑誌、本、書類など)	0	1	2	3
2) すわってテレビを見ているとき	0	1	2	3
3) 会議、映画館、劇場などで静かに すわっているとき	0	1	2	3
4) 乗客として1時間続けて自動車に 乗っているとき	0	1	2	3
5) 午後に横になって、 休息をとっているとき	0	1	2	3
6) すわって人と話をしているとき	0	1	2	3
7) 昼食をとった後（飲酒なし）、 静かにすわっているとき	0	1	2	3
8) すわって手紙や書類などを 書いているとき	0	1	2	3

図2 ESS¹²⁾¹³⁾

“2” ⇒ “い” ⇒ … ⇒ “12” ⇒ “し” ⇒ “13” とつなぐ時間を測定した。また、Part A と Part B に要した時間の差（以下、 Δ TMT）を算出した。なお、線をつなぐ際、ペンをなるべく離さず、できるだけ速く次に進めるように指示した。間違えたときには、すぐに検者が指摘し、正しい数字あるいは文字から再開させた。TMT は Δ TMT を用いて評価した。 Δ TMT は値が長いほど、認知運動機能が低いと評価される。

2.2.4. 統計学的解析

統計学的解析には統計フリーソフトウェア JSTAT9.2 for Windows を用いた。各項目の相関は、Spearman の順位相関係数を用いた。有意水準は5% 未満を採用した。

3. 結 果

ESS は、wep、sep および lsep と有意な中等度の正の相

関 ($r=0.59, 0.59, 0.57$)、msep および lgsep と有意な中等度の負の相関 ($r=-0.59, -0.49$) を認めた（いずれも $p<0.05$ ）。

TUGT は smin と有意な中等度の正の相関 ($r=0.47$) を認めた ($p<0.05$)。

Δ TMT は、wmin、lgwep および lsep 間に中等度の正の相関 ($r=0.50, 0.46, 0.46$)（いずれも $p<0.05$ ）、lgsep 間に中等度の負の相関 ($r=-0.48$) を認めた ($p<0.05$)。

4. 考 察

主観的および客観的睡眠の質の評価の関係から、眠気には覚醒・睡眠エピソード数が大きく関与し、その中でも5分以上の睡眠エピソード数に大きく影響を受けていた。加えて、最大睡眠エピソード時間が大きくなることによる平均睡眠時間が増加すると眠気を感じにくいこと



図3 睡眠日誌

が示された。このことは、中途覚醒により、睡眠が分断される状況が多いほど眠気が強くなることを示唆しており、さらに熟睡時間が短いほど眠気を増悪させることが考えられる。これらのことから、覚醒と睡眠を頻回に繰り返す者は、主観的に睡眠の質が悪いと回答しており、

睡眠・覚醒リズムを整調する必要性があり、熟睡できる環境を確保することが睡眠の質の向上につながると思われる。

睡眠の質の評価とバランス機能の関係から、若年者では、本研究で用いた立位バランスの評価である FRT や

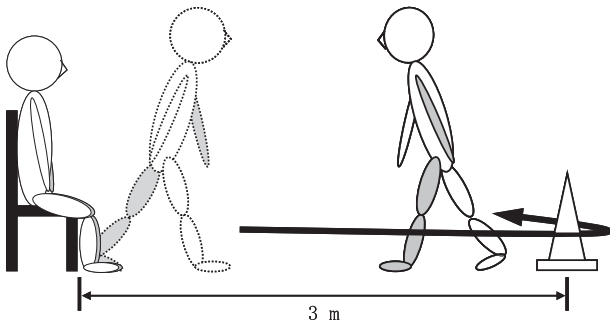


図4 TUGT

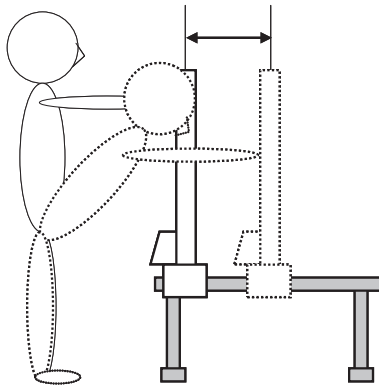


図5 FRT

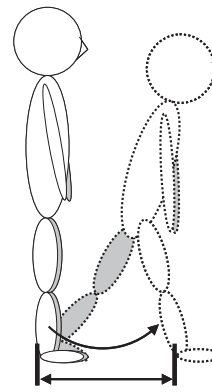


図6 最大一步幅

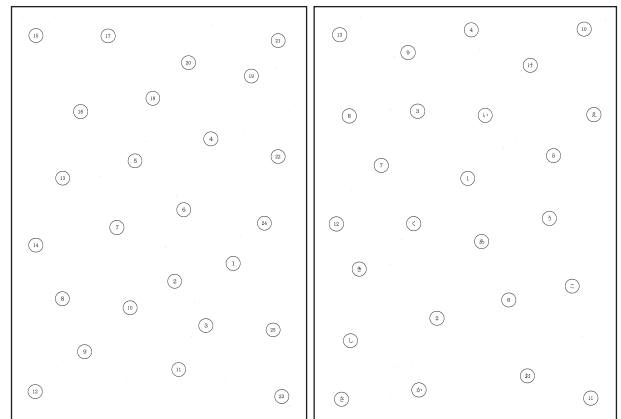


図7 TMT (左: Part A, 右: Part B)

最大一步幅は、単一課題のみに集中して遂行する比較的容易な動作であるために、睡眠は大きな影響を与えないが、その一方で、TUGTは、立ち上がり動作、歩行動作、さらに方向転換動作を同一課題中に連続して遂行する等、より高いバランス機能を要する動作であり、睡眠の影響が出たものと思われる。しかし、認知運動機能の評価とTUGTには関連性は認められなかったことから、これは本研究の被験者が若年者であり、若年者は睡眠の質が確保されていなくても、バランス機能への影響を何らかの運動戦略で補償していたものと考えられる。この運動戦略による補償は高齢者では加齢による影響で困難となる可能性も考えられる。このため、高齢者の補償機能の有無や運動戦略等に関して、今後の研究で明らかにする必要がある。また、睡眠の質を取り戻す環境設定や睡眠導入法を提示することは、バランス機能の改善を図ることにつながるとと思われる。

睡眠の質の評価と認知運動機能の関係から、睡眠区間でも覚醒している時間が長くなるほど認知運動機能が低下し、対して5分以上の熟睡回数が多く、睡眠時間が長いほど向上することが示された。つまり、中途覚醒の回数や熟睡時間の長さが大きく認知運動機能に関連していると思われる。

以上より、若年者においては、眠気には睡眠中の熟睡した時間およびその回数が強く反映され、さらに中途覚醒回数が少ない方が好ましい睡眠であることも推察され

た。Actigraphによる睡眠の判定は加速度の変化を利用していることから、体動数の少ないノンレム睡眠の区間が眠気や認知運動機能に影響を及ぼしていると思われる。睡眠時間は、日々の生体リズムと睡眠負債(疲労などに基づいた休息の必要性)等によって制御され、変動すること¹⁹⁾、そして睡眠・覚醒リズムは、睡眠中ほぼ決まったリズムで睡眠と覚醒を繰り返しており、日々の覚醒時に生じる身体ならびに精神機能の疲労(ストレス)を癒し、翌日の活動のために心身機能を整える過程をもつといわれていること^{20)~23)}、睡眠は一日の1/4~1/3を占め、睡眠時間が不足すると日常生活活動に及ぼす影響が強くなり²⁰⁾²⁴⁾、特に身体機能に生理的、あるいは心理的な影響を受け易くすること²²⁾²⁴⁾²⁵⁾、また、全断眠や部分断眠はミクロのレベルからマクロのレベルまでの生体機能を劣化させること²⁶⁾等の報告があり、今後、更なる睡眠の質とバランス機能等の関連性に関して詳細を論じることが必要であると思われる。さらに、夜間の睡眠は日中の活動量と関連性の指摘²⁷⁾により、睡眠の質の低下を来している者に対し、有用とされる対処方法を提案することが、人体に対する何らかの好影響をもたらす睡眠習慣、運動・生活習慣の獲得法の確立につながるものと思われる。

5. まとめ

眠気や注意力には殊にノンレム睡眠が関与し、睡眠中の中途覚醒が悪影響を及ぼすと思われる。若年者では、適切ではない睡眠のバランス機能への影響は、何らかの運動戦略で補償されるものもあると思われるが、高齢者の場合は、異なる結果が導かれる可能性もある。

謝辞：本実験に関するご指導、ご鞭撻を頂きました九州大学大学院医学研究院保健学部門看護分野広域生涯発達看護学講座新小田春美先生には、厚くお礼申し上げます。また、2週間という長期間の実験にご協力を頂きました被験者の方々に心から感謝致します。

本研究は、平成24年度科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金(挑戦的萌芽研究, 課題番号24650316))の助成を受けて、当該研究の一部として実施された。

文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：社会保障統計年報データベース. <http://www.jpss.go.jp//ssj-db/001.xls>. (アクセス日時：平成25年4月24日)
- 2) 厚生労働省：平成22年国民生活基礎調査の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saiken/hw/k-tyosa/k-tyosa10/4-2.html>. (アクセス日時：平成25年4月24日)
- 3) 鈴木友理子, 安村誠司, 深尾 彰：高齢者の転倒・骨折をめぐって. 日本書事新報 3975：15—20, 2000.
- 4) Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, et al: Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 64 (7): 1067—1070, 1984.
- 5) 鈴木隆雄：転倒・転落の疫学. 総合リハビリテーション 32 (3)：205—210, 2004.
- 6) Ekdahl C, Jarnlo GB, Andersson SI: Standing balance in healthy subjects. Evaluation of a quantitative test battery on a force platform. *Scand J Rehabil Med* 21 (4): 187—195, 1989.
- 7) Stelmach GE, Teasdale N, Di Fabio RP, Phillips J: Age related decline in postural control mechanisms. *Int J Aging Hum Dev* 29 (3): 205—223, 1989.
- 8) Yasumura S, Haga H, Nagai H: Rate of falls and the correlates among elderly people living in an urban community in Japan. *Age Ageing* 23 (4): 323—327, 1994.
- 9) 木暮貴政：寝具と睡眠. バイオメカニズム学会誌 29 (4)：189—193, 2005.
- 10) 新小田幸一：動的立位バランス機能が時間帯により変動する原因の解明を高齢者の転倒予防に導く研究. 科学研究費補助金研究成果報告書(課題番号：18500408). 2009.
- 11) 小栢進也, 池添冬芽, 建内宏重, 他：高齢者の姿勢制御能力と転倒恐怖感および生活活動量との関連. 理学療法学 37 (2)：78—84, 2010.
- 12) 認定NPO法人 健康医療評価研究機構：ESS日本語版(JESS). <http://www.i-hope.jp/activities/qol/list/egghtml>. (アクセス日時：平成25年4月24日)
- 13) 福原俊一, 竹上未紗, 鈴鴨よしみ, 他：日本語版 the Epworth Sleepiness Scale (JESS)～これまで使用されていた多くの「日本語版」との主な差異と改訂～. 日本呼吸器学会雑誌 44 (11)：896—898, 2006.
- 14) Podsiad D, Richardson S: The Timed Up & Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc* 39: 142—148, 1991.
- 15) 広田千賀, 渡辺美鈴, 谷本芳美, 他：地域高齢者を対象者とした Trail Making Test の意義—身体機能と Trail Making Test の成績についての横断分析から—. 日本老年医学会雑誌 45 (6)：647—654, 2008.
- 16) 小路千絵, 能登谷晶子, 井上克己：近赤外分光法(NIRS)を用いた Trail Making Test 遂行時の脳活動の検討. 金沢大学つるま保健学会誌 33 (1)：41—48, 2009.
- 17) 富永大介：トレールメイキングテストの標準化(琉大版)の試み—注意機能とワーキングメモリーの観点から—. 琉球大学教育学部紀要 67：243—252, 2005.
- 18) 豊倉 穰：注意障害の臨床. 高次脳機能研究 28 (3)：320—328, 2008.
- 19) 松浦雅人：睡眠検査学の基礎と臨床. 第1版. 東京, 新興医学出版社, 2009, pp 32—35.
- 20) 小川由理子, 菱川泰夫：健康人のねむり. 成人病と生活習慣病 33 (10)：1165—1170, 2003.
- 21) 宮本雅之, 宮本智之：睡眠とその異常. 成人病と生活習慣病 33 (10)：363—367, 2003.
- 22) 田中秀樹, 白川修一郎, 鍛冶 恵, 他：生活・睡眠習慣と睡眠健康の加齢変化, 性差, 地域差についての検討. 10：327—335, 1999.
- 23) 白川修一郎：老人の睡眠障害, 睡眠とその障害. 第1刷. 高橋 徹, 設楽信行, 清水輝夫, 他編. 東京, メジカルビュー社, 1998, 第10巻, 最新 脳と神経科学シリーズ, pp 188—196.
- 24) 長井道明, 菊尾七臣：睡眠と高血圧のかかわりを探る. *Life style medicine* 3 (3)：18—24, 2009.
- 25) 川村 浩：生命科学におけるサーカディアンリズム. 自律神経 37 (2)：153—157, 2000.
- 26) 井上昌次郎：ヒトや動物はなぜ眠るのか. バイオメカニズム学会誌 29 (4)：181—184, 2005.
- 27) 城田 愛, 玉木宗久, 林 光緒, 堀 忠雄：高齢者の日中活動性と夜間睡眠の相互関係について. 広島大学総合科学部紀要IV 理系編 25：161—170, 1999.

別刷請求先 〒734-8553 広島県広島市南区霞1-2-3
広島大学大学院保健学研究科博士課程後期保健学専攻

波之平晃一郎

Reprint request:

Koichiro Naminohira
Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University, 2-3, Kasumi 1-chome, Minami-ku, Hiroshima-shi, Hiroshima, 734-8553, Japan

Relationship between Sleep Status, Cognitive Motor Function, and Standing Balance Function among Healthy Young Adults

Koichiro Naminohira¹⁾ and Koichi Shinkoda²⁾

¹⁾Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University

²⁾Biomechanics Laboratory, Hiroshima University Institute of Biomedical & Health Sciences

The purpose of this study was to clarify the effects of quality of sleep on cognitive motor function and standing balance function.

Subjects were 20 adults (mean age, 23.0 ± 1.9 years old). Their quality of sleep was evaluated by ESS and a three-dimensional accelerometer (Actigraph, AMI). Their standing balance was evaluated by TUGT and FRT, their maximal single-step length, and cognitive motor function was measured by TMT part A and B.

Actigraph data was analyzed using software AW2 (Ambulatory Monitoring Inc.: AMI) as sleep total time (dur), all awaking and total sleep time while sleeping (wmin, smin), number of wake and sleep episodes (wep, sep), number of wake and sleep episodes for five minutes or more (lwep, lsep), mean wake and sleep episodes time (mwep, msep), and longest wake and sleep episodes time (lgwep, lgsep). TMT was evaluated as time difference between required times of TMT part B-TMT part A (Δ TMT).

There are significant positive correlations between ESS and wep, sep, and lsep ($r = 0.59, 0.59, 0.57$) ($p < 0.05$), and significant negative correlations between ESS and wep, sep and lsep ($r = -0.59, -0.49$) ($p < 0.05$). There is significant positive correlation between TUGT and smin ($r = 0.47$) ($p < 0.05$), and there are significant positive correlations between Δ TMT and wmin, lgwep and lsep ($r = 0.50, 0.46, 0.46$, respectively) ($p < 0.05$). There is significant negative correlation between Δ TMT and lgsep ($r = -0.48$) ($p < 0.05$).

These results suggest that interrupted sleep patterns have adverse effects on cognitive motor function the following day. But there was no correlation between low quality of sleep and standing balance functions, and this may be due to some strategic compensation of standing balance because all the subjects were healthy young adults. Further investigation is needed to obtain information about relationship between sleep, cognitive motor function, and standing balance among elderly people.

(JJOMT, 62: 44—50, 2014)