

睡眠から考えるスポーツパフォーマンス向上のためのヒント

Relationship between sleep and sports performance

川田茂雄
Shigeo Kawada

帝京大学医療技術学部スポーツ医療学科
Department of Sport and Medical Science, Faculty of Medical Technology, Teikyo University,
359 Otsuka, Hachioji, Tokyo, Japan

Abstract

There are no organisms that do not sleep. This indicates that sleep is a physiological phenomenon programmed into the organisms and is essential for survival. In recent years, much has become clear about the relationship between sleep and health or sports performance. In this review, I would like to summarize the information that has so far been available on the relationship between sleep and sports performance.

キーワード：生活習慣、睡眠、運動習慣、健康

Keywords: life habits, sleep, exercise habits, health

1. はじめに

「スポーツパフォーマンスの向上」、ここでは、より高いレベルの試合で勝てること、あるいはその競技で必要とされる体力要素が向上することをスポーツパフォーマンス向上と定義するが、これまでのスポーツ科学分野ではスポーツパフォーマンス向上のための栄養摂取方法や効率的に筋力、全身持久力を高めるための方法などに大きな関心が寄せられてきた。一方で、睡眠は1日のうちの約30%もの時間を費やすにも関わらず、スポーツパフォーマンスとの関係については十分に検討されているとはいえない。我々の周囲でよく見かける生物、たとえば犬や猫もヒトと同様に毎日睡眠をとっており、少なくとも睡眠が哺乳類にとって重要なものであることは推察できる。生物が覚醒状態か睡眠状態かは現在では脳波を測定することにより判定が可能である¹⁾。様々な哺乳類の脳波を測定すると確かにヒト以外の種でも睡眠をとっており、一般的には睡眠時間の長さや体重当たりの酸素消費量との間には正の相関がみられることも報告されている²⁾。実験的にラットを眠らせないようにすると全てのラットが断眠開始数週間以内に死亡することが知られている³⁾。これらの事実は少なくとも睡眠が生物の健康のためには必須な要素であることを示しているが、スポーツパフォーマンスとはどのような関係があるのであ

ろうか。本総説ではこれまでに明らかになっているヒトの睡眠とスポーツパフォーマンスとの関係を概括し、スポーツパフォーマンス向上のためのヒントを探ってみよう。

2. ヒトの成長と睡眠

ヒトの睡眠時間と健康との関係を調査すると、睡眠時間が短くても長くても死亡リスクが上昇することが知られている^{4,5)}。多くの国で調査が実施されており、おおむね睡眠時間が7時間を中心として死亡リスクはU字を描くことが報告されている（図1）⁴⁾。また、睡眠時間をたとえ7時間程度確保できていたとしても、入眠時刻のばらつきが大きいほど心血管疾患の発生リスクが上昇するとの報告もあることから⁶⁾、健康を維持するためには毎日規則正しく生活することが重要であると考えられる。毎日同じ時刻に入眠することが健康のためには大切ではあるが、発育・発達段階での睡眠を観察すると、ヒトの睡眠は生涯にわたって一定というわけではなく、成長とともに変化することが分かる。朝に起床して夜に入眠するという生活は成人では一般的であるが、乳児の覚醒・睡眠のパターンは成人とは異なる。特に出生後数週間は数時間おきに覚醒と睡眠を繰り返し、覚醒・睡眠の昼夜は定まっておらず、1日中ほとんど寝て過ごして

いる（図2）⁷⁾。我々は地球の自転に合わせて1日を24時間周期で生活しているが、我々が暗闇で時間経過が分からない環境で生活すると、生活リズムは24時間より僅かに長いことが知られている⁸⁾。乳児の覚醒・睡眠周期からも、ヒトの体内時計が24時間よりも長いという周期が生後2ヵ月後あたりから出現していることが見て取れ、生後4ヵ月後あたりからようやく昼に覚醒し夜に睡眠をとるというリズムを獲得していることが分かる（図2）。成長に伴い徐々に睡眠時間は減少し、思春期を過ぎた頃から7～8時間の睡眠時間になってくる⁹⁾。このことは、ヒトは発育・発達が盛んな時期にはより多く

の睡眠時間が必要であることを示唆している。乳幼児の睡眠時間を17ヵ国で調査した研究では、1日あたりの総睡眠時間が最も短かったのは日本(11.62時間)であり、最も長かったのはニュージーランド(13.31時間)であった¹⁰⁾。幼児期の夜間の睡眠時間の短縮や1日あたりの睡眠時間の短縮はその後の子どもの問題行動の起こしやすさとも関連しているとの報告もあることから¹¹⁾、睡眠はヒトの心身の成長に影響すると考えられる。乳幼児期の日本と他国の睡眠時間の差がその後どのような差となって現れるかを明らかにするための大規模な追跡調査が待たれる。

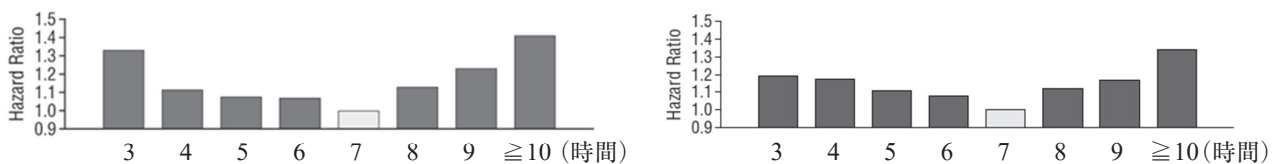


図1. 睡眠時間と死亡率との関係

アメリカ人の女性（636095人）（左図）と男性（480841人）（右図）を対象に調査した研究では、死亡率のハザード比は7時間睡眠を基準とした場合、睡眠時間が短くなっても長くなっても上昇している⁴⁾。

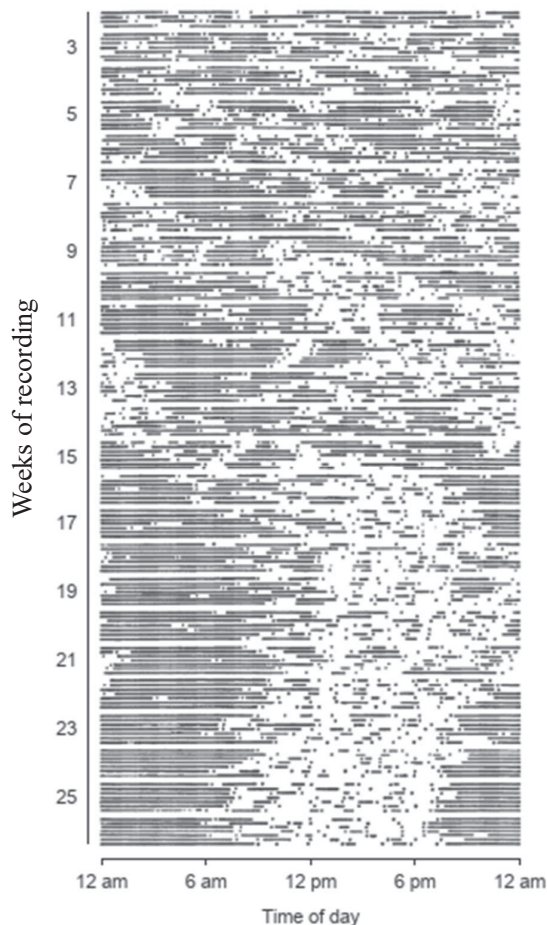


図2. 出生後の覚醒・睡眠リズムの変化

乳児の睡眠パターンは、出生後数週間は睡眠と覚醒がランダムに出現している。出生5週間後あたりから徐々に睡眠・覚醒の周期性が見られ、1日の周期が24時間よりも若干長いことが見て取れる。出生4ヵ月後あたりから、昼間は覚醒し、夜に睡眠をとるという周期性が認められるようになる⁷⁾。

図の黒線部分が睡眠、白線部分は覚醒を示す。

3. アスリートの睡眠の現状

オリンピックに出場する国際レベルのアスリートやプロのアスリート、国内レベルのアスリートと様々な競技レベルのアスリートを調査すると睡眠時間はおおむね7時間前後であり、この数値は非アスリートと有意な差は認められない¹²⁾。しかしながら、就寝から実際の入眠までの時間（睡眠潜時）や睡眠中の覚醒時間といった睡眠の質を考慮して評価する睡眠効率では、エリートレベルのアスリートでは非アスリートの90%未満であり、エリートレベルのアスリートでは睡眠の質が低下していることが報告されている¹²⁾。また、競技間の違いも指摘されており、個人競技のアスリートはチーム競技のアスリートよりも睡眠時間が短く、睡眠効率も低下しているとの報告もある¹³⁾。アスリートには試合やオフシーズン、インシーズンといった年間スケジュールがあるが、時期によっても睡眠が影響を受けることが知られている。試合前には睡眠障害が現れやすくなることや^{14, 15)}、通常のトレーニング時期よりも強度の高いトレーニングを行う時期のほうが睡眠時間の短縮が生じること^{16, 17)}、トレーニング開始時刻を早めると睡眠時間が減少し、トレーニング前の疲労感が高まることなどが報告されている^{18, 19)}。

競技によっては筋肉量や体重が多いほうが有利になるものがある。その場合、アスリートは一般人とは明らか

に異なる体格となるが、そのことが睡眠に影響する場合もある。睡眠時に仰臥位あるいは横臥位の姿勢をとると重力の影響により舌根部が下がり気道を塞いでしまうことがある。完全に気道が閉塞されてしまうと無呼吸となり、完全な閉塞とまではいかなくても換気量が著しく低下するほどの閉塞が生じると低呼吸となる。睡眠中に、この無呼吸と低呼吸の頻度や時間がある基準値を超えた状態を閉塞性睡眠時無呼吸症候群（OSAS: Obstructive Sleep Apnea Syndrome）という。OSASでは無呼吸を10秒以上の呼吸停止と定義し、低呼吸を換気量が安静覚醒時換気量の50%以下の状態が10秒以上続いた場合、あるいは酸素飽和度が3～4%以上低下した状態と定義し、この無呼吸あるいは低呼吸指数（AHI: Apnea Hypopnea Index）が1時間に5回以上あるとOSASと診断される。OSASの者を追跡調査すると、重症度が高くなるほど生存率が低下していくことが知られている（図3）²⁰⁾。OSASの危険因子として体格指数（BMI）が高いことや、頸部周囲径が大きいことが挙げられていることから²¹⁾、パワー系のアスリートではOSASの者が多いことが予想される。実際に、アメリカンフットボール選手を調査した研究では一般人よりもOSASの割合が多いことが報告されている^{22, 23)}。OSASの者では昼間の眠気や睡眠中のイビキを伴うことが多いため、そのような症状があるアスリートは早めの診断が必要であろう。

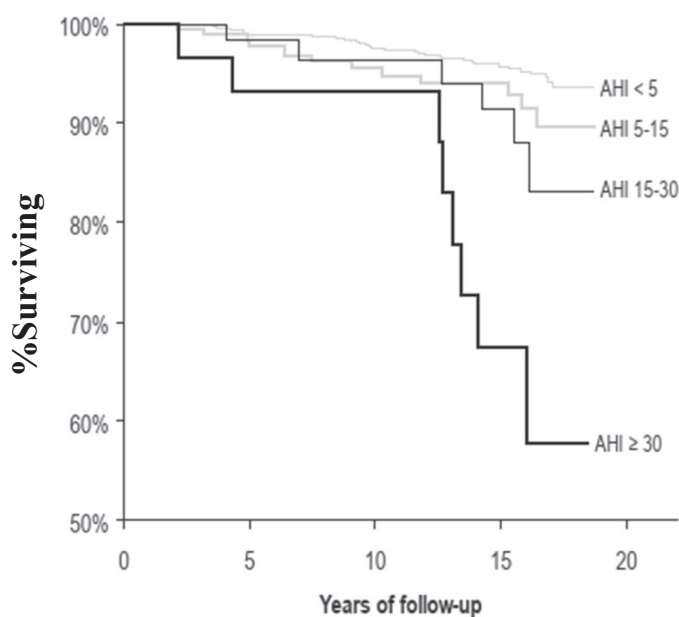


図3. 睡眠時無呼吸と生存率との関係

睡眠時無呼吸症候群の者で治療を行っていない1522名を低呼吸指数（AHI: Apnea Hypopnea Index）を指標に重症度別に分類し、生存率（% Surviving）との関係を見ると、症状なし（AHI < 5）の群と比較して、軽症（AHI 5-15）、中程度（AHI 15-30）、重症（AHI ≥ 30）と症状が重くなっていく程、生存率が低下していることが分かる²⁰⁾。

4. 睡眠の改善とスポーツパフォーマンス

適度な睡眠時間と規則正しい睡眠が健康に良いということは多くの研究で明らかになっている。アスリートの場合はコンディショニングの面からも意図的に睡眠時間を減らすということは少ないと考えられるが、試合前の緊張や試合会場への移動といったことで短期的に睡眠時間が通常よりも減少することは起こり得る。睡眠不足といった場合、徹夜といわれるような全く睡眠をとらない場合（SD: sleep deprivation）と、起床時刻は変わらないものの就寝時刻が遅くなる場合（ER: early restriction）、就寝時刻は変わらないものの起床時刻が早くなる場合（LR: late restriction）など様々な状況が考えられる。Craven らはこのような睡眠時間の減少と身体パフォーマンスとの関係について 18 歳以上の男女を被験者とした 69 編の文献をもとにメタアナリシスを行っている²⁴⁾。対象とした研究では対象群は 6 時間以上の睡眠時間を確保している群、ER と LR 群は 6 時間未満の睡眠時間となるように 1 日だけ睡眠時間を削減した群とで比較している。身体パフォーマンスはパワーや筋力、全身持久力、スキルなどを評価項目とし、睡眠時間減少では身体パフォーマンスの低下が認められている。睡眠時間減少の中身をさらに分析すると、ER による睡眠時間減少の場合は身体パフォーマンスへの影響は認められないものの SD や LR での睡眠時間減少では有意な低下が認められている。また、身体パフォーマンスの測定時刻でみると、睡眠時間減少後に午前中に測定した場合は睡眠時間減少の影響はあまり認められないが、午後になると睡眠時間減少の影響がパフォーマンステストの結果に悪影響を及ぼしている。LR での睡眠時間減少（就寝時刻が通常通りだが起床時刻を早める）の場合は、起床後 1 時間ごとに身体パフォーマンスは通常の睡眠時と比べ 0.4% 程度減少していく。たとえば就寝時刻は通常通りで起床時刻が早朝の 3 時で通常よりも睡眠時間が短い場合、身体パフォーマンステストを午後の 15 時（起床から 12 時間後）に実施するのであれば約 5% の低下を示すこととなる。一般的には筋力やパワーは早朝（6 時前後）が最も低く、午後に向けて上昇していくことが知られているが^{25, 26)}、睡眠時間が減少している場合は時間経過とともに身体パフォーマンスは低下していくことから、睡眠時間の削減は生体に備わっているリズムを乱していると考えられる。睡眠時間減少とスキルとの関係についてはラグビーのパスの正確性、テニスのサーブの正確性、バスケットボールのフリースロー成功率で評価しているが、いずれも通常 7 時間以上の睡眠時間の選手が 5 時間以下の睡眠時間に制限されると数値が低下

することが報告されている²⁷⁻²⁹⁾。一方、毎日の睡眠時間が約 7 時間の大学生のテニス選手に毎日 9 時間の睡眠を 1 週間とらせるとサーブの正確性が向上すること³⁰⁾、大学生のバスケットボール選手に 5～7 週間にわたり、通常は約 6 時間 40 分の睡眠時間のところを毎日最低 10 時間の睡眠時間を目指してできるだけ長くするように指示をしたところ、睡眠時間は約 8 時間 30 分まで増加し、スプリントタイムは約 5% 短縮され、フリースローシュートや 3 ポイントシュートの成功率の有意な上昇が認められたことが報告されている^{30, 31)}。

5. おわりに

たとえ 1 晩の睡眠時間の減少であってもアスリートの身体パフォーマンスは低下すると考えられる。自分の睡眠時間が十分であるかどうかはアスリートにとっては大きな関心事であると思われる。実験的に断眠を行わせると、断眠後の睡眠時間は延長することが知られている³²⁾。このことは、睡眠が不足している者では起床時刻を自由にさせれば起床時刻が通常よりも遅くなる（睡眠時間の延長）と考えられ、実際に起床時刻を指定しなければ多くの場合、睡眠時間が増加することが報告されている³²⁾。これらのことは休日などに起床時刻を自由にした場合に睡眠時間がいつもより延長する者は、平日の睡眠が不足している可能性があることを示す。したがって、休日などに睡眠時間が延長するアスリートは、平日の睡眠時間を見直すこともパフォーマンス向上に役立つ可能性がある。

近年、パソコンやスマートフォンなどの電子機器の普及に伴い電子機器による就寝前の光刺激の睡眠への影響が懸念されている。睡眠と覚醒のリズムには脳内で分泌されるホルモンであるメラトニンが関与していると考えられているが、スマートフォンなどで使用される短波長の照明がメラトニンの分泌を抑制することが指摘されている^{33, 34)}。自分の睡眠の質が悪く感じている者は、就寝前のスマートフォンなどの電子機器の使用を控えることも試す価値があると思われる。睡眠に問題を抱えている者は女性の大学生を調査した我々の研究では 50% 以上に見られた³⁵⁾。自覚の有無に関わらず、健康のためにもスポーツパフォーマンスのためにも睡眠について見直すことは各人にとって有益であろう。

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

参考文献

- 1) Dement W and Kleitman N. Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movement, body motility, and dreaming. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 9 (4): 673-690, 1957.
- 2) Zepelin H, Siegel JM, Tobler I. *Mammalian sleep. Principles and Practice of Sleep Medicine* (Forth edition). 91-100, 2005.
- 3) Rechtschaffen A and Bergman BM. Sleep deprivation in the rat by the disk-over-water method. *Behav Brain Res.* 69 (1-2): 55-63, 1995.
- 4) Kripke DF, Garfinkel L, Wingard DL et al. Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Arch Gen Psychiatry.* 59: 131-136, 2002.
- 5) Hublin C, Partinen M, Koskenvuo M et al. Sleep and mortality: a population-based 22-year follow-up study. *Sleep* 30 (1): 1245-1253, 2007.
- 6) Huang T, Mariani S, Redline S. Sleep irregularity and risk of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol.* 75 (9) : 991-999, 2020.
- 7) Kleitmann N and Engelmann T. Sleep characteristics of infants. *J Appl Physiol.* 6: 269-282, 1953.
- 8) Czeisler CA, Duffy JF, Shanahan TL et al. *Science* 284 (5423): 2177-2181, 1999.
- 9) Roffwarg HP, Muzio JN, Dement WC. Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science* 152 (3722): 604-619, 1966.
- 10) Mindell JA, Sadeh A, Wiegand B et al. Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. *Sleep Med.* 11 (3): 274-280, 2010.
- 11) Lavigne JV, Arend R, Rosenbaum D et al. Sleep and behavior problems among preschoolers. *J Dev Behav Pediatr.* 20 (3): 164-169, 1999.
- 12) Gupta L, Morgan K, Gilchrist S. Does elite sport degrade sleep quality? A systematic review. *Sports Med.* 47 (7): 1317-1333, 2017.
- 13) Lastella M, Roach GD, Halson SL et al. Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *Eur J Sport Sci.* 15 (2): 94-100, 2015.
- 14) Erlacher D, Ehrlenspiel F, Adegbesan O et al. Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *J Sports Sci.* 29 (8): 859-866, 2011.
- 15) Juliff LE, Halson SL, Peiffer JJ. Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *J Sci Med Sport.* 18 (1): 13-18, 2015.
- 16) Schaal K, Meur YLE, Louis J et al. Whole-body cryostimulation limits overreaching in elite synchronized swimmers. *Med Sci Sports Exerc.* 47 (7): 1416-1425, 2015.
- 17) Kölling S, Steinacker JM, Endler S et al. The longer the better: Sleep-wake patterns during preparation of the World Rowing Junior Championships. *Chronobiol Int.* 33 (1): 73-84, 2016.
- 18) Sargent C, Lastella M, Halson S et al. The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes. *Chronobiol Int.* 31 (10): 1160-1168, 2014.
- 19) Swinbourne R, Gill N, Vaile J et al. Prevalence of poor sleep quality, sleepiness and obstructive sleep apnoea risk factors in athletes. *Eur J Sport Sci.* 16 (7): 850-858, 2016.
- 20) Young T, Finn L, Peppard P et al. Sleep disordered breathing and mortality: eighteen-year follow-up of the Wisconsin sleep cohort. *Sleep* 31 (8): 1071-1078, 2008.
- 21) Ong TH, Raudha S, Fook-Chong S et al. Simplifying STOP-BANG: use of a simple questionnaire to screen for OSA in an Asian population. *Sleep Breath* 14 (4): 371-376, 2010.
- 22) Rice TB, Dunn RE, Lincoln AE et al. Sleep-disordered breathing in the National Football League. *Sleep* 33 (6): 819-824, 2010.
- 23) Dobrosielski DA, Nichols D, Ford J et al. Estimating the prevalence of sleep-disordered breathing among collegiate football players. *Respir Care* 61 (9): 1144-1150, 2016.
- 24) Craven J, McCartney D, Desbrow B et al. Effects of acute sleep loss on physical performance: a systematic and meta-analytical review. *Sports Med.* 52: 2669-2690, 2022.
- 25) Guede M, Gondin J, Martin A. Time-of-day effect on the torque and neuromuscular properties of dominant and non-dominant quadriceps femoris. *Chronobiol Int.* 22 (3): 541-548, 2005.
- 26) Chtourou H and Souissi N. The effect of training at a specific time of day: a review. *J Strength Cond Res.* 26 (7): 1984-2005, 2012.

- 27) Cook CJ, Crewther BT, Kilduff LP et al. Skill execution and sleep deprivation: effects of acute caffeine or creatine supplementation – a randomized placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 8,2, 2011.
- 28) Reyner LA and Horne JA. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiol Behav.* 120: 93-96, 2013.
- 29) Filipas L, Ferioli D, Banfi G et al. Single and combined effect of acute sleep restriction and mental fatigue on basketball free-throw performance. *Int J Sports Physiol Perfom.* 16 (3): 415-420, 2021.
- 30) Schwartz J and Simon Jr RD. Sleep extension improves serving accuracy: a study with college varsity tennis players. *Physiol Behav.* 15: 541-544, 2015.
- 31) Mah CD, Mah K, Kezirian E et al. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep* 34 (7): 943-950, 2011.
- 32) Kitabura S, Katayose Y, Nakazaki K et al. Estimating individual optimal sleep duration and potential sleep dept. *Sci Rep* 6: 35812., 2016.
- 33) Figueiro MG and Overington D. Self-luminous devices and melatonin suppression in adolescents. *Light Res Technol* 48 (8): 966-975, 2016.
- 34) Nagare R, Plitnick B, Figueiro MG. Does the iPad night shift mode reduce melatonin suppression? *Light Res Technol* 51 (3): 373-383, 2019.
- 35) Sazawa K, Kawada S, Ogawa Y. Effects of nighttime lavender aromatherapy on mood and physiological indices of stress in healthy young female. *J Phys Ther Sci.* 34: 503-508, 2022.

(受理日 2023 年 10 月 19 日)