

【原著論文】

ピークパフォーマンス発揮のための至適起床時間について

The optimal wake-up time for peak performance

本田亜紀子*¹ 徳永拓也*² 修行哲大*²
Akiko Honda Takuya Tokunaga Tetta Shugyo

Abstract

The purpose of present study was to verify the optimal wake-up time in the morning for peak performance. The participants were seven healthy and active male college students who performed three performance tests that varied with the elapsed time from awakening. The performance tests started at 11:30 a.m., and the elapsed times from awakening were set at 1.5, 3 and 4.5 hours (for wake-up times of 10:00, 8:30, and 7:00 a.m., respectively). Their performance on the sitting trunk flexion, simple and choice reaction times, grip strength, vertical jump height with arm free and without arm swing (CMJ), and time on the 50m dash were measured. The elapsed time from awakening did not show an effect on performance except for CMJ: The CMJ at 4.5h was significantly higher than under the other conditions ($p < 0.05$), and there was no significant difference between 1.5h and 3h. On the other hand, though there were individual differences in the time when peak performances were observed, many participants showed the best performance at 4.5h or 3h. While our data could not indicate the optimal wake-up time for exercise in the morning, it was shown that waking up at least 3 hours before exercise was useful for improving performance.

Keywords: wake-up time, performance

I. 緒言

多くの運動パフォーマンスには日内変動があり、Chtourou & Souissi は、筋力やパワー等の短時間のパフォーマンスは1日の中でも2～18%程度変化していることを報告している⁴⁾。また午前中は午後よりもパフォーマンスが低いことが報告されている^{3-4,13)}。パフォーマンスの日内変動は、体温の日内変動と類似しており、部分的には体温の変化で説明できるとされるが、多因子に由来することが示唆されている⁴⁾。さらに、クロノタイプとパフォーマンスの関係も示唆されており、夜型は朝型や中間型よりも午前中のパフォーマンスが低いことが報告されている⁵⁻⁶⁾。したがって、午前中にスポーツをする場合、いかにパフォーマンスを高めることができるかが重要となる。

パフォーマンスに影響する因子は多種多様であり、トレーニングだけではなく、睡眠、栄養も重要である。睡眠不足や睡眠の質の低下は、パフォーマンス発揮に対してマイナスの影響がある^{8,18)}。平均睡眠時間が8時間程度のバスケットボール選手を対象に、約2時間の睡眠延長介入を5～7週間実施したところ、フリースロー、3ポイントシュートの成功率やスプリントタイムが有意に向上したことが報告されている¹¹⁾。十分な睡眠時間の確保はパフォーマンス発揮において重要であると考えられる。一方、睡眠と関連して、起床のタイミングも重要であると考えられるが、この点に焦点を当てた研究はほとんどない。

試合当日の起床のタイミングについて、卓球の日本代表である水谷選手は、試合時間の3.5時間前に起床

受付日 2021.11.17 受理日 2022.1.17

*1 朝日大学保健医療学部健康スポーツ科学科

*2 朝日大学保健医療学部健康スポーツ科学科 (2021年卒業)

し朝食を摂取していること、元マラソンの日本代表である有森選手は、午前中のレースの場合には試合の5時間前に起床し3時間前には食事を摂っていたことが紹介されている^{13,17)}。また、午前中に試合がある場合、いつもより早起きをする方がよい、あるいは試合時間の3～4時間前には起床しておいた方がよいと言われることもある。しかし、これらは指導者やアスリートの経験や感覚、習慣に基づくものであり、科学的に至適起床時刻を検証しているものではない。

パフォーマンスと起床からの経過時間に関する数少ない研究において、握力は起床直後の値を100%とした場合、起床後3.5～4時間で130～142%と最大値を示したことが報告されている¹⁴⁾。ただし、統計学的な有意差検定を実施していないという問題点がある。また、笠原らは、起床から45分あるいは120分後に垂直跳び、全身反応時間、5秒間立位ステップ回数(以下、ステップ回数)を計測した結果、全身反応時間とステップ回数は120分後の方が有意に優れた値を示したが、垂直跳びには有意差はなかったことを報告している⁷⁾。Bougardらは、4:00あるいは5:00に起床し、6:00からパフォーマンステストを実施した結果、口腔温、柔軟性、等速性筋力、等尺性筋力には起床時刻による影響はなかったが、自転車エルゴメーターを用いた有酸素運動中の平均パワーと酸素摂取量は5:00起床の方が有意に高かったことを報告している²⁾。このように、起床時刻や起床からの経過時間、測定パラメーターによって異なる結果がみられ、検討の余地がある。

しかしながら、起床から間もないタイミングで運動する場合、体が思うように動かない、あるいは十分なパフォーマンスを発揮できないと感覚的に経験している人は多いと考えられる。したがって、起床からどの程度経過するとパフォーマンスが高くなるのかを明らかにできれば、睡眠時間の確保を含め、就寝時刻、起床時刻、食事の時刻、ウォーミングアップ開始時刻等の適切なスケジューリングができ、コンディショニングを考える上でも有効であると考えられる。

一方、スポーツ栄養学的に、試合当日の食事のタイミングとして、午前中に試合がある場合には、試合の2.5～3時間前までに食事を摂っておく事が推奨されている¹⁵⁾。これは消化吸收の問題だけでなく、食後からの血糖値の変化、また血糖値の変化と関連したウォーミングアップのタイミングから計算されている。したがって、食事の面から考慮すると、試合の有無に関わらず、運動時には少なくとも3時間以上前には起床し、食事を摂取しておくことが望ましいと考えられる。

そこで、本研究は、スポーツ栄養学的観点に基づき、午前中に運動する場合には、起床後3時間以上経過するとパフォーマンスが良くなると仮説を立て、起床後から運動までの経過時間の相違がパフォーマンスに及ぼす影響について検討し、ピークパフォーマンス発揮のための至適起床時間を提案することを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、スポーツ系学科に在学する健康で活動的な男子学生7名(年齢=21.4±0.5歳、身長=172.0±5.9cm、体重=66.3±9.6kg)であった。

2. 実験プロトコール

パフォーマンステストは11:30開始とし、起床からの経過時間を変えて異なる日程にて3回実施した。起床からの経過時間は、1.5時間(以下、1.5h;10:00起床)、3時間(以下、3h;8:30起床)、4.5時間(以下、4.5h;7:00起床)とした。各測定は1週間以上の期間を設けて、対象者の意思でランダムに実施するようにした。なお、多くのパフォーマンスは午前(6:00～10:00)のほうが午後よりも低いことから⁴⁾、パフォーマンスが低いと考えられる時間帯を避けた11:30を測定開始時刻に設定した。

対象者は11:00までに測定室に入室し座位安静を保った後、11:10から身長、体重を計測、11:15からウォーミングアップ(以下、W-up)を開始した。W-upは、自転車エルゴメーターによる3分間のペダリ

ング運動（60W、60rpm）と動的および静的ストレッチとし、15分間とした。

起床後から測定までの過ごし方として、起床後30分以内に朝食を摂り、その後運動、喫煙、睡眠を避け、測定のための移動までは読書、映像鑑賞等にて安静を保つように指示した。朝食は、ゼリー飲料（inゼリーエネルギー、森永製菓株式会社製、180kcal/個）とおにぎりを1～2個とした。おにぎりはなるべく同じようなものを食べるように指示した。水分は自由摂取とした。また、前日の飲酒は避け、6時間以上の睡眠時間を確保するよう指示した。

測定は10月中旬から11月上旬にかけて実施した。なお、事前に測定練習を実施し、測定に慣れてから計測に臨んだ。

本研究は朝日大学保健医療学部健康スポーツ科学科の倫理審査の承認を得て実施した。研究を実施するにあたり、研究の趣旨、方法、倫理的配慮について口頭及び紙面にて説明し、研究の同意を得られたものを分析対象とした。

3. 測定項目

パフォーマンステストの項目は、長座体前屈、単純反応時間、選択反応時間、握力、腕振り制限なしの垂直とび（以下、垂直跳び）、腕ふりなしの垂直跳び（以下、腕ふりなし垂直跳び）、50m走とし、この順番に計測することとした。50m走は屋外にて計測し、それ以外は室内にて測定した。測定は、国立スポーツ科学のフィットネス・チェックマニュアル⁹⁾に沿って実施した。

反応時間を除く全ての計測は2回実施し、良い方の記録を採用した。長座体前屈はデジタル長座体前屈計（TKK5412、竹井機器工業株式会社製）を用いて測定した。単純反応時間および選択反応時間は全身反応測定器IV型（TKK1264p、竹井機器工業株式会社製）を用いた光刺激によるジャンプ動作とし、実験室の照明の1部を消して計測した。単純反応時間、選択反応時間とも黄色刺激を採択した。単純反応時間は5回計測し、記録の1番良いものと悪いものを除いた3本の平均値とした。選択反応時間はランダムに光刺激の色を変え、測定回数が3回となった時点で測定終了とし、3本の平均値とした。握力はデジタル握力計（TKK5401、竹井機器工業株式会社製）を用いて、利き手と非利き手を定義し左右交互に測定した。握り幅をスチールメジャーにて計測し、毎回同じ幅で計測するようにした。垂直跳びと腕ふりなし垂直跳びはデジタル垂直とび測定器（TKK5414、竹井機器工業株式会社）を用いて測定した。垂直跳びは、腕振りおよび下肢反動を用いたジャンプを、腕ふりなし垂直跳びは、手を腰に置いた状態で下肢反動を用いてジャンプするように指示した。50m走はスタンディングスタートとし、ストップウォッチによる手動計測とした。5～10分程度のジョギング、ランニング、ストレッチ等のW-upを実施した後、12:00から測定開始とした。

4. 統計

各項目のデータは、平均値±標準偏差で示した。統計は、統計ソフトIBM SPSS Statistics 25（IBM社製）を用いて、繰り返しのある一元配置分散分析を実施した。主効果（経過時間）に有意差が認められた場合には、LSD法にて各群の比較を行った。危険率5%以下を有意水準とした。

Ⅲ. 結果

1. 測定条件

屋内での測定時の室温は、17.3～22.7℃、50m計測時の外気温は、20.8～28.8℃であった。なお、50m走の計測時には、無風あるいは微風時を選んで計測するようにした。

2. パフォーマンスの変化

長座体前屈の結果を図1に、単純反応時間および選択反応時間の結果を図2に、握力の結果を図3に、垂直跳びおよび腕振りなし垂直跳びの結果を図4に、50m走の結果を図5に示す。腕振りなし垂直跳びのみ経過時間の影響がみられたが ($p < 0.05$)、それ以外の項目には有意な差は見られなかった。腕振りなしの垂直跳びは、4.5hが1.5hおよび3hよりも有意に高かったが ($p < 0.05$)、1.5hと3hの間には有意な差はなかった。長座体前屈においては経過時間の主効果は有意ではなかったが ($p = 0.061$)、4.5hが1.5hよりも高くなる傾向がみられた。

また、各測定項目において個人のピーク値が出現した時間を表1に示した。記録が同じ場合は、より短い時間を採用した。個人差はあるものの、3h以降に好記録が出現しており、特に4.5hにおいて半数以上の対象者がピークパフォーマンスを記録している項目が多い結果となった。

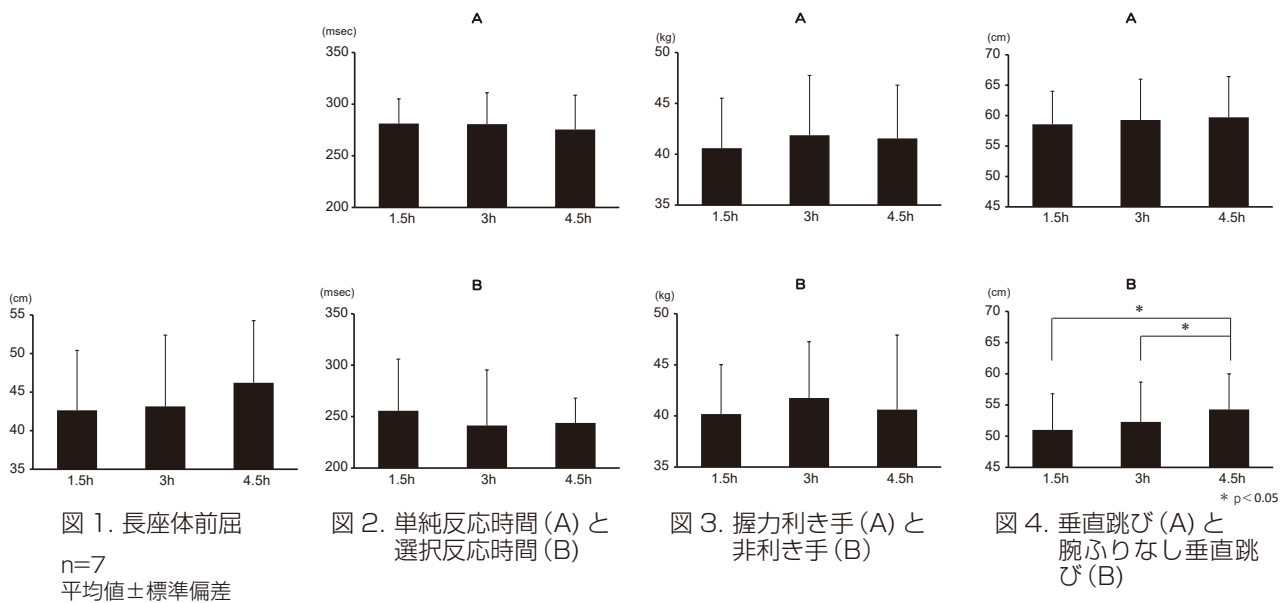


図1. 長座体前屈
n=7
平均値±標準偏差

図2. 単純反応時間 (A) と
選択反応時間 (B)

図3. 握力(利き手 (A) と
非利き手 (B)

図4. 垂直跳び (A) と
腕振りなし垂直跳
び (B)

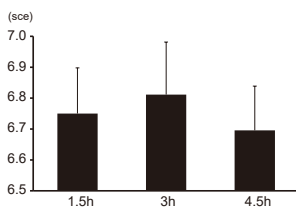


図5. 50m 走

表1. ピークパフォーマンス発揮時間の分布 (人数)

	1.5 h	3 h	4.5 h
長座体前屈	0	2	5
単純反応時間	1	1	5
選択反応時間	2	3	2
握力 (利き手)	2	3	2
握力 (非利き手)	0	3	4
垂直跳び	2	4	1
腕振りなし垂直跳び	1	1	5
50m 走	2	1	4

IV. 考察

本研究は午前中に運動する際の至適起床時間を提案することを目的として、起床後から運動までの経過時間の相違がパフォーマンスに及ぼす影響について検討した。その結果、腕振りなし垂直跳びを除き、起床からの経過時間がパフォーマンスに及ぼす影響は殆んどなかった。しかしながら、個別でみた場合、パフォーマンスのピーク発揮時間は 4.5h あるいは 3h に出現するが多かったことから、少なくとも運動の 3 時間前には起床することがパフォーマンスを高めるためには有効であると考えられた。

笠原らは、神経系パフォーマンスを評価した全身反応時間とステップ回数起床から 120 分後の方が 45 分後よりも結果が良く、パワー系パフォーマンスを評価した垂直跳びには有意な差はなかったことを報告している⁷⁾。神経系要素が強い競技に関しては、起床から一定時間が経過した方がよく、運動時間から逆算して起床することの必要性を示唆している⁷⁾。神経系パフォーマンスとパワー系パフォーマンスで結果に相違がみられた要因として、体温や筋温の影響を挙げている。起床からの経過時間が短いほど体温が低く副交感神経が優位な状態であるため、運動神経系の興奮水準が低く、神経系のパフォーマンスには差がみられた。一方、筋温の影響を受けるパワー発揮に関しては、筋温を上げるような活動をしていなかったため、差がみられなかったと考察している。しかし、実際には体温や筋温が測定されていないこと、起床からの経過時間が限定的であることが課題として挙げられる。本研究では測定時刻を統一し、そこから逆算して起床時刻を設定したが、笠原らは起床時刻を統一して測定までの時間を変えて検討している。笠原らの研究において起床時刻が明らかにされてはいないが、体温をはじめ神経系、内分泌等の日内変動考慮すると、本研究と笠原らの研究でみられた結果の相違は、条件設定の違いが影響したのではないかと推察される。

筋温の上昇によりパフォーマンスは向上する^{1,11)}。外側広筋の筋温を 36℃から 37℃に上昇させることで、スクワットジャンプやステップ回数が有意に増加したこと¹¹⁾、筋温が 1℃上昇すると垂直跳びの記録が 3.5～4.4%向上したことが報告されている¹⁾。3～5 分間の中強度の W-up は 10 秒以下の短時間の運動パフォーマンスを向上させるが、低強度の W-up では筋温が十分に上昇せずパフォーマンスに変化をもたらさない¹⁾。本研究では、W-up として負荷 60 w で 3 分間の自転車こぎ運動と動的、静的ストレッチの計 15 分間実施した。体温や筋温の測定をしていないため、この W-up が筋温の変化にどの程度貢献したかは明らかではないが、3 条件とも体温や筋温が同程度まで上昇した、あるいはいずれにおいても十分な上昇がみられなかったため、差がみられなかった可能性があるかと推察される。ただし 50m 走の測定に関しては、計測前に障害発生予防のためランニングやダッシュ等の W-up を追加したため、どの条件においても筋温が適度に上昇し差がみられなかった可能性があると考えられる。体温や筋温の変化はパフォーマンスに影響を与える要因の 1 つではあるが、ホルモン分泌、血圧、神経活動等の多くの要因の影響を受けるため^{4,16)}、今後さらなる検討が必要であると考えられた。

一方、1.5h でピーク値を発揮できる対象者や全てにおいて 4.5h でピーク発揮となった対象者もあり、ピークパフォーマンスを発揮できるタイミングには個人差が大きいことが明らかとなった。しかし、ピークパフォーマンスの発揮は起床から 3 時間以上経過してから発揮される場合が多く、特に 4.5h において観察される対象者が多かった。したがって、起床からの経過時間の相違によるパフォーマンス発揮に統計的な差はみられなかったものの、食事および運動に向けた準備も考慮すると、少なくとも運動の 3 時間程度前には起床した方がよりよいパフォーマンス発揮につながることを示唆された。

本研究ではいくつかの課題が挙げられる。まず第 1 に、対象者数が少ないことである。2 点目として、測定の日設定である。午前中の試合やトレーニングを想定した場合、11:30 運動開始は遅いため、より実践的な時間を想定し評価する必要がある。また、スポーツ栄養学の観点に基づき、起床後 3 時間を基準に 1.5 時間と 4.5 時間に設定しパフォーマンス測定を実施したが、先行研究では起床から 45 分後と 120 分後の比較であり、起床からより短時間で測定であったため結果に差が出たとも考えられた。今後、測定の日や起床からの経過時間を変えて検討する必要があると考えられる。3 点目として、体温あるいは筋温の測定が

出来なかったことである。体温、筋温はパフォーマンス発揮に影響を与える重要な因子である。最後に、今回クロノタイプとの関連について検討していない点である。クロノタイプが結果に影響した可能性もあるため、今後は対象者数を増やし、これらの課題をクリアして研究を進めていく必要があると考えられる。

本研究において、起床からの経過時間の相違がパフォーマンスに及ぼす影響はほとんどなく、我々の仮説を支持することはできなかった。しかし、ピークパフォーマンスの発揮は4.5hあるいは3hで観察される場合が多かったことから、少なくとも運動の3時間程度前には起床した方がよりよいパフォーマンス発揮につながると考えられた。さらに、ピークパフォーマンス発揮までの時間には個人差があることから、個々のパターンを知り、起床を含めた準備をすることが有効であると考えられた。

謝辞

本研究の実施、遂行にあたり協力いただいたゼミ生の大坪昂介君、木村周平君、中山泰輝君、平野拓成君、藤原佑介君、船戸那央生君に感謝致します。

利益相反

申告すべき利益相反はない。

参考文献

- 1) Bishop D (2003). Warm up II Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*, 33(7), 483-489.
- 2) Bougard C, Bessot N, Moussay S, Sesboue B, Gauthier A (2009) Effects of waking time and breakfast intake prior to evaluation of physical performance in the early morning. *Chronobiol Int*, 26(2), 307-323.
- 3) Cappaert TA (1999) Time of day effect on athletic performance: An update. *J Strength Cond Res*, 13(4), 412-421.
- 4) Chtourou H and Souissi N (2012) The effect of training at a specific time of day: a review. *J Strength Cond Res*, 26(7), 1984-2005.
- 5) Facer-Childs E, Brandstaetter R (2015) The impact of circadian phenotype and time since awakening on diurnal performance in athletes. *Curr Biol*, 25(4), 518-522.
- 6) Facer-Childs ER, Boiling S, Balano GM (2018) The effects of time of day and chronotype on cognitive and physical performance in healthy volunteers. *Sports Med Open*, 4(1), 47.
- 7) 笠原政志, 山本利春 (2019) ウォーミングアップに関する実践的研究. *臨床スポーツ医学*, 36(6), 612-618.
- 8) Kirschen GW, Jones JJ, Hale L (2020) The Impact of Sleep Duration on Performance Among Competitive Athletes: A Systematic Literature Review. *Clin J Sport Med*, 30(5), 503-512.
- 9) 国立スポーツ科学 フィットネス・チェック マニュアル (<https://www.jpnsport.go.jp/hpsc/study/fc/tabid/577/Default.asp> 参照日 2021.03.24)
- 10) Mah CD, Mah KE, Kezirian EJ, Dement WC (2011) The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep*, 34(7), 943-950.
- 11) 永井将史, 山本利春, 笠原政志 (2019) 筋温がパフォーマンスに及ぼす影響. *臨床スポーツ医学*, 36(6), 620-625.

- 12) 力武亜矢 (2020). 集中, 強運, 勝利を引き出す「24 時間ルーティン」マラソン・有森裕子「レースの 5 時間前に起床」PRESIDENT, 2020.2.14 号, 22-23.
- 13) Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D (2002) Effects of regular training at the same time of day on diurnal fluctuations in muscular performance. *J Sports Sci*, 20(11), 929-937.
- 14) 杉江義刀, 久川太郎, 金田邦博 (1996) 握力についての考察 —とくに食事後の時間の経過と握力との関係, 起床後の時間の経過と握力との関係について—. *流通経済論集*, 1(1), 127-136.
- 15) 鈴木志保子 (2018) 第 1 章 試合期・遠征中の栄養管理・食生活. *理論と実践スポーツ栄養学*. 日本文化社: 東京, pp77-107.
- 16) 高橋将記, 青山晋也 (2020) 体内時計と運動・身体活動. *体力科学*, 69(4), 351-358.
- 17) 卓球レポート編集部 (2017) 水谷隼のルーティーン. *卓球レポート*, 12, 8-17.
- 18) Watson AM (2017) Sleep and athletic performance. *Curr Sports Med Rep*, 16(6), 413-418.