

昼間の短時間の仮眠が小学生バスケットボール選手の運動パフォーマンスに与える影響

齊藤 訓英^{1*}, 山本 利春², 笠原 政志²

The effects of a short nap during the daytime on the athletic performance of elementary school basketball players

Kunihide Saito^{1*}, Toshiharu Yamamoto² and Masashi Kasahara²

¹帝京平成大学健康医療スポーツ学部, 〒290-0193 千葉県市原市うるいど南4-1 (*Faculty of Health Care and Medical Sports, Teikyo Heisei University, 4-1 Uruido-minami, Ichihara, Chiba 290-0193, Japan*)

²国際武道大学体育学部, 〒299-5295 千葉県勝浦市新官841 (*Faculty of Physical Education, International Budo University, 841 Shinkan, Katsuura, Chiba 299-5295, Japan*)

Received: February 3, 2021 / Accepted: March 23, 2021

Abstract A few studies have reported that nighttime sleep and daytime napping are significantly associated with sleep disorders, memory, concentration, cognitive ability, and academic performance in children. Moreover, sleep is identified as an important factor that has a profound effect on children's athletic performance. If a short daytime nap is shown to benefit children involved in sports activities, this evidence could be used to improve children's athletic performance in the afternoon. In this study, we investigated whether a short daytime nap could reduce the decline in athletic performance observed in the afternoon in children involved in basketball games. We investigated 10 elementary school-age male basketball players. The study was performed under two conditions, with and without a 20-min nap during the lunch break, and evaluation was performed under both conditions for 3 days each. The reaction and 20-m sprint times were measured after morning practice, before afternoon practice, and at the end of practice on all days. At the beginning of afternoon practice, the 20-m sprint time was significantly shorter ($p < 0.05$) in the no-nap group (4.18 ± 0.27 s) than in the nap group (4.24 ± 0.24 s). In conclusion, our results suggest that a short daytime nap in children may reduce the decline in exercise performance observed in the afternoon.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 70(3): 219-228 (2021)

Keywords : sleep, nap, performance

緒 言

睡眠がスポーツ選手の良質なパフォーマンスを発揮するための回復手段として重要な習慣であると認識されるようになってきおり¹⁾, 近年は睡眠と運動パフォーマンスについての研究報告が散見されるようになってきた^{2,3)}.

Skeinら⁴⁾は断眠条件における間欠的スプリント能力の低下, 運動パフォーマンス測定前の筋グリコーゲン濃度の低下およびPOMS (Profile of Mood States: 気分プロフィール検査)の悪化が認められたと報告している. また, Oliverら⁵⁾は断眠条件により30分間走の走行距離の短縮を報告している. 他にも, 何らかの睡眠制限をした場合における筋力やパワーなど無酸素性能力の低下⁶⁻⁸⁾, 反応時間または認知・選択反応時間の悪化⁹⁻¹²⁾, 心理的要因

の悪化^{4,13)}, 競技特異的なスキルの実行能力の低下^{10,13,14)}等の報告がある.

一方, Mahら¹⁵⁾の研究では, 睡眠時間の延長により, 282フィートスプリントタイムの改善, フリースロー成功率の向上, スリーポイントシュートの成功率の向上, 反応時間の改善, POMSの改善, 昼間の眠気の減少等, 運動に関する様々な指標が改善したことを報告している. また, SchwartzとSimon¹⁶⁾は1日につき2時間の睡眠時間の延長を行うことで, テニスのサーブの正確性が改善したことを報告している.

これらの先行研究から, 夜間睡眠を十分確保することは運動パフォーマンスの向上に繋がる一方で, 夜間睡眠の不足は運動パフォーマンスの低下を招く可能性があることが伺える. しかしながら, 本邦における夜間睡眠時間は他国と比べて少なく^{17,18)}, 夜間睡眠時間も短くなってきている¹⁹⁻²¹⁾. 練習環境や大会スケジュール, スポーツ以

*Correspondence: k.saito@thu.ac.jp

外の学業や日々の生活を考えると理想的な睡眠時間を毎日確保することは現実的に困難であると考えられる²²⁾。

Juliffら²³⁾は豪州トップアスリート283名に対してアンケート調査を実施した結果、64%のアスリートが重要な競技会の前に通常よりも眠りが悪かったとしている。また、その主要な問題点として睡眠不足と答えた者が82%であったとしており、睡眠不足の解消のためにコーチや専門家による教育が急務であるとしている。また、星川ら²⁴⁾は日本人トップアスリートの81%に仮眠の習慣があることを報告している。林・堀²⁵⁾は、夜間睡眠をできるだけ確保し、睡眠不足にならないようにすることが先決であることを述べた上で、睡眠不足に対する対応策の1つとして昼寝などの短時間の仮眠の利用を推奨している。さらに、Carskadon²⁶⁾は十分な睡眠をとった場合でも昼食後に眠気が発生する(Post-lunch dip)としており、Post-lunch dipの時間帯には覚醒水準や作業効率、運動パフォーマンスなどの低下が報告されている²⁷⁾。その他にも、仮眠を行なった条件で運動継続時間の延長²⁸⁾、注意力、短期記憶、2 mおよび20 mスプリントタイムの改善²⁹⁾、カウンタームーブメントジャンプにおけるピークジャンプ速度(peak jump velocity)の改善³⁰⁾等、様々な運動パフォーマンスにおいて改善が見られたことが報告されている。

先述したように、十分な夜間睡眠時間の確保が困難である現状があるとするならば、この短時間の仮眠の活用は睡眠不足に伴う運動パフォーマンス低下を防ぐための1つの手段となり得る。しかし、これらの研究における短時間の仮眠での研究プロトコルは睡眠制限をかけた場合²⁷⁾や眠気がある者を対象にした場合²⁸⁾における短時間の仮眠であるため、通常は夜間睡眠をした場合、あるいは眠気がない場合でも同様な結果となるかは定かではない。さらに言うならば、これらの研究対象者は成人を対象としたものである。

子どもにおいては、夜間睡眠と仮眠の関係についての報告³¹⁻³³⁾が散見される。さらに、夜間睡眠や昼間の仮眠が、睡眠障害³⁴⁻³⁶⁾、情動反応^{37,38)}、記憶力^{37,39)}、集中力^{38,39)}、認知能力^{40,41)}、学業成績^{42,43)}などに深く関係するという報告があることから、睡眠は子どもの運動パフォーマンスにも深く影響すると思われることができる。しかしながら、1日のうちに午前・午後を通して複数試合が行われているなどの現状があるにも関わらず、子どもに対する昼間の短時間の仮眠とスポーツに関係する運動パフォーマンスとの関連性を研究した報告は見当たらない。したがって、スポーツ活動に関わっている子どもに対しても昼間の短時間の仮眠の効果を明確にすることができれば、午後の運動パフォーマンスの質の向上に応用できる可能性があり、子どもたちの短期的な競技力の向上だけでなく、長期的な視点で見た上での競技力お

よびコンディショニングの質の向上に役立つ可能性がある。さらにこのことは、子ども本人だけにとどまらず、子どものスポーツおよび運動に関わる教育者・指導者・保護者にとっても有益な情報が提供可能になるということである。

本研究の目的は、日常的にスポーツ活動を行なっている子どもを対象として、昼間にとる短時間の仮眠が午後の運動パフォーマンスの低下を抑えることができるかを明らかにすることである。

方 法

対象者 対象者は定期的に(4日/週, 3時間/日)活動をしている小学3年生から6年生までの男子バスケットボール選手10名(3年生1名, 4年生2名, 5年生4名, 6年生3名)とした。対象者10名の基本属性および本実験前日の平均睡眠時間をTable 1に示した。

本研究に先立って全ての対象者およびその保護者に予め実験の趣旨、内容、実験に伴う苦痛および危険性について、紙面および口頭にて説明し参加に対する同意を得た。また、先行研究²⁸⁾にならい、事前説明での誘導効果の影響を考慮し、研究目的は「短時間の仮眠が運動のパフォーマンスにどのような影響を及ぼすか検討すること」とし、短時間の仮眠の有効性についての説明は含めなかった。本研究は、国際武道大学研究倫理部会の承認(審査番号:18006)を得て2018年7月~10月の期間に実施した。

実験内容 本研究では、20分間の短時間仮眠が日中の覚醒レベルの維持およびパフォーマンスの改善に効果的であるというHayashiらの報告⁴⁴⁾や、20分以上の仮眠では睡眠慣性が出現したとするBrooks & Lackの報告⁴⁵⁾、大学生119名の短時間仮眠の記録199回から仮眠時間の延長に伴い徐波睡眠の出現が増加したことを確認したうえで若年成人の短時間仮眠は20分以下にすることを推奨しているFushimi & Hayashiの報告⁴⁶⁾等を参考にして、短時間の仮眠の設定時間を20分間とした(以下、本研究内での仮眠とは20分間の短時間の仮眠を指す)。また、30分間以下の短時間の仮眠は起床直後の睡眠慣性が少ないということ²⁵⁾、20分以上の仮眠では睡眠慣性が出現し起床後5分間は作業成績の改善が見られなかった⁴⁵⁾などの報告があることから、本研究では20分間の仮眠でも睡眠慣性の影響が出る可能性も考慮して、仮眠と運動パフォーマンス測定実施までの間に10分間の時間を設け、対象者に仮眠をとらなかった場合と同じように体を動かして過ごすように指示を行った。さらに、本研究では仮眠の有無による運動パフォーマンスに対する影響を検討するため、仮眠が実施可能かについての事前調査を行った。仮眠の有無を確認するために、フーテックエレクト

Table 1. Basic attributes of subjects and average time of 6 days of night sleep the day before the experiment

subject	grade	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	Average nighttime sleep on the day before the experiment (hour)
A	6	11	143.0	35.5	9.1±0.7
B	6	11	153.5	40.5	9.5±0.3
C	6	11	146.0	30.5	9.3±0.3
D	5	10	134.5	28.0	10.1±0.6
E	5	10	133.0	29.0	9.1±0.9
F	5	10	150.0	41.0	9.2±0.3
G	5	10	150.5	42.5	9.1±0.4
H	4	9	138.5	31.0	8.8±0.6
I	4	9	128.0	26.0	10.4±0.7
J	3	8	131.5	27.0	10.2±0.6
Average	4.9±1.0	9.9±1.0	140.9±9.0	33.1±6.3	9.5±0.6

ロニクス株式会社製BrainPro (ブレインプロ) FM939およびPC用ソフトウェアAnalyzer (アナライザ)を用いて脳波測定を行なった。サンプリング周波数1024 Hzで検出した脳波を高速フーリエ変換 (FFT, 窓関数: 短形) し, 1.0 Hz~30 Hzまで0.5 Hz毎にパワースペクトル解析する。解析されたデータは解析ソフトアナライザにてPCに表示および記録される。センサ電極は10/20法によるFP2 (およびFP1, A1) に装着した。あわせて仮眠後にNRS (Numerical Rating Scale) を用いて眠ることができたかを直接確認し, 短時間の睡眠の成立をもって短時間の仮眠の成立と判断した。NRSについては「0 (まったくねむれなかった)」「10 (さいこうによくねむれた)」の11段階とし, 対象者にチェックをしてもらう際には対象者が言葉を理解しチェックを間違えないようにするために, 検者が口頭にて説明しながら目視にてチェックしている状況を確認した。

結果として, 本事前実験条件下での短時間仮眠により, 睡眠状態であることを示す脳波の状態⁴⁷⁾ (入眠期から睡眠ステージ1にかけて α 波の減衰および連続性の低下と, 睡眠ステージ2における14 Hz前後の紡錘波が断続的に見られている状態) がみられていることを確認した (Fig. 1)。なお, 短時間の睡眠におけるNRSにて「0」をつけたものは1人も存在しなかったことから, 本実験における仮眠については, NRSにて「0 (全く眠れなかった)」以外の「1」以上のチェックしたものを短時間の仮眠が成立したと定めることとした。

また, 運動パフォーマンス測定実施経験の有無により,

本研究における実験結果に影響を与える可能性があるため, 光電管システム WITTY, WITTY-SEM (Microgate社製)を用いた光刺激 (以下, シグナル) に対する反応時間および20 mスプリントのタイム測定を本実験前に4日間に渡って行なった。

実験は, 昼休み (60分間) の間に短時間の仮眠 (20分) を行う日 (以下, 仮眠あり条件) と仮眠をとらずに普段通りの休憩時間とした日 (以下, 仮眠なし条件) をランダムに各3日ずつ設定を行い, 合計6日間測定を行った。なお, 短時間の仮眠をとる際にはアイマスクを着用させた上でマットの上に寝かせた。全ての日程において昼休みは仮眠を含めて60分間とした。練習内容は全日程で同一のものとした。各3回の測定時点 (午前練習後 (12:30), 午後練習開始時 (13:30), 練習終了時 (15:30)) では, 毎回 (1) 主観的疲労度 (NRS) を記入, (2) 光電管システムによる「反応時間」および「20 mスプリントタイム」の測定, の順で統一して行った。

上記の2行程3項目の分析には, 測定値の偶然性を排除するために各条件で3日間の平均値を採用した。

本実験は, 対象者が普段から活動をしている体育館で行った。

本実験での環境条件 (気温, 湿度, WBGT) は以下の通りであった。全6日間では, 気温 $32.1 \pm 4.0^{\circ}\text{C}$, $58.4 \pm 11.9\%$, $28.2 \pm 3.0^{\circ}\text{C}$ であり, うち, 仮眠なし条件3日間では, 気温 $32.0 \pm 5.9^{\circ}\text{C}$, $57.9 \pm 11.4\%$, $28.2 \pm 4.6^{\circ}\text{C}$, 仮眠あり条件3日間では, 気温 $32.2 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$, $58.8 \pm 15.0\%$, $28.2 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ であった。

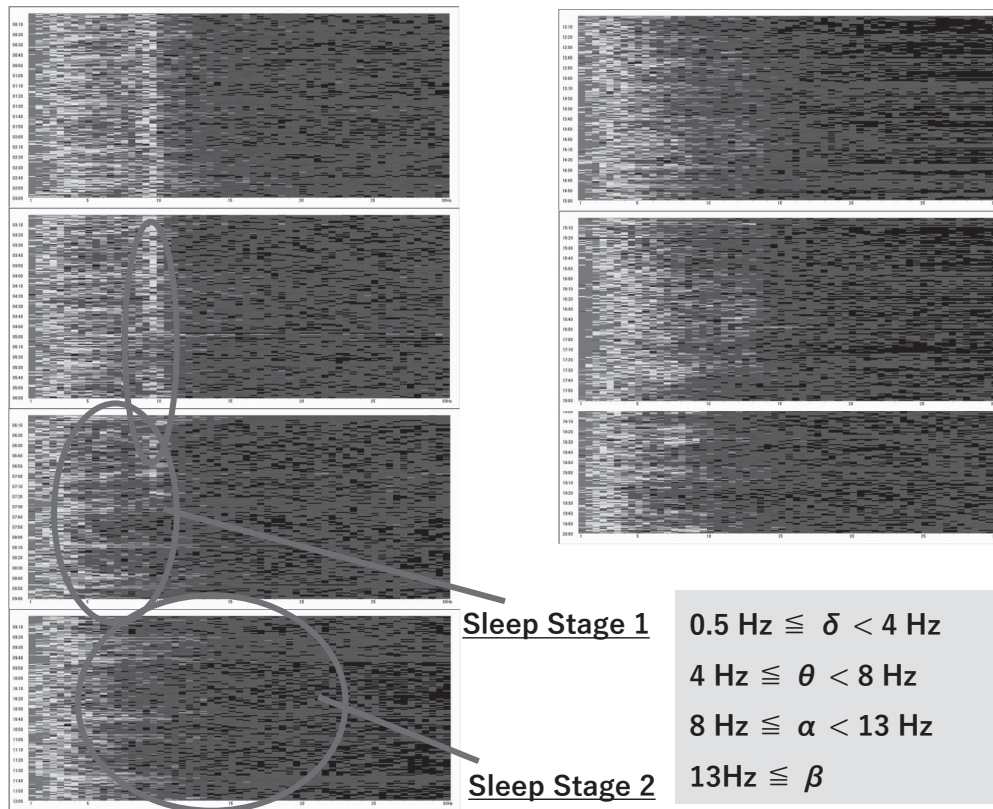


Fig. 1 Sleep EEG distribution map actually measured
 α -wave attenuation and continuity decrease from sleep onset to sleep stage 1.
 Spindles of around 14 Hz can be seen intermittently and sleep stage 2 can be confirmed.

統計処理 統計処理ソフト SPSS Statistics Ver.22 を使用し, 各測定項目に対して二要因の分散分析を行い, 各要因の主効果および交互作用を検討した. 3回の測定時点または交互作用が有意であった場合は, Bonferroni法を用いて多重比較の検定を行った. 全ての統計的有意水準は危険率5%とした.

結 果

反応時間 短時間の仮眠の有無における反応時間 (sec) の結果について Fig. 3 に示した. 以下, 各条件での測定値を午前練習後, 午後練習開始時, 練習終了時の順で示す. 仮眠あり条件では $0.41 \pm 0.04 \text{ sec}$, $0.40 \pm 0.05 \text{ sec}$, $0.42 \pm 0.05 \text{ sec}$, 仮眠なし条件では $0.39 \pm 0.04 \text{ sec}$, $0.41 \pm 0.04 \text{ sec}$, $0.41 \pm 0.07 \text{ sec}$ であった. 主効果, 交互作用ともに有意差は認められなかった.

20 m スプリントタイム 短時間の仮眠の有無における 20 m スプリントタイム (sec) の結果について Fig. 4 に示した. 以下, 各条件での測定値を午前練習後, 午後練習開始時, 練習終了時の順で示す. 仮眠あり条件では $4.12 \pm 0.22 \text{ sec}$, $4.24 \pm 0.24 \text{ sec}$, $4.20 \pm 0.22 \text{ sec}$, 仮眠なし条件では $4.13 \pm 0.22 \text{ sec}$, $4.18 \pm 0.27 \text{ sec}$, $4.23 \pm 0.29 \text{ sec}$ で

あった. 仮眠の有無と測定時点において交互作用が有意であった. 午後練習開始時において, 仮眠なし条件は仮眠あり条件に対して 20 m スプリントタイムが有意に遅かった ($p < 0.05$). 仮眠なし条件では, 午前練習後に対して午後練習開始時の 20 m スプリントタイムが有意に遅かった ($p < 0.05$). 仮眠あり条件・仮眠なし条件ともに午前練習後に対して練習終了時には 20 m スプリントタイムが有意に遅かった ($p < 0.05$).

主観的疲労度 短時間の仮眠の有無における主観的疲労度の結果について Fig. 5 に示した. 以下, 各条件での測定値を午前練習後, 午後練習開始時, 練習終了時の順で示す. 仮眠なし条件では 7.50 ± 1.06 , 7.00 ± 1.19 , 4.93 ± 1.28 , 仮眠あり条件では 7.40 ± 0.93 , 7.10 ± 1.10 , 5.43 ± 1.54 であった. 両条件間に有意な差は無く, どちらも午前練習後と練習終了時, 午後練習開始時と練習終了時において主観的疲労度が有意に悪化した ($p < 0.05$).

考 察

反応時間については, 今回の実験では仮眠の有無および測定時点の間に有意な差は認められなかった. これについては, 実験条件として夜間睡眠の操作をして行った

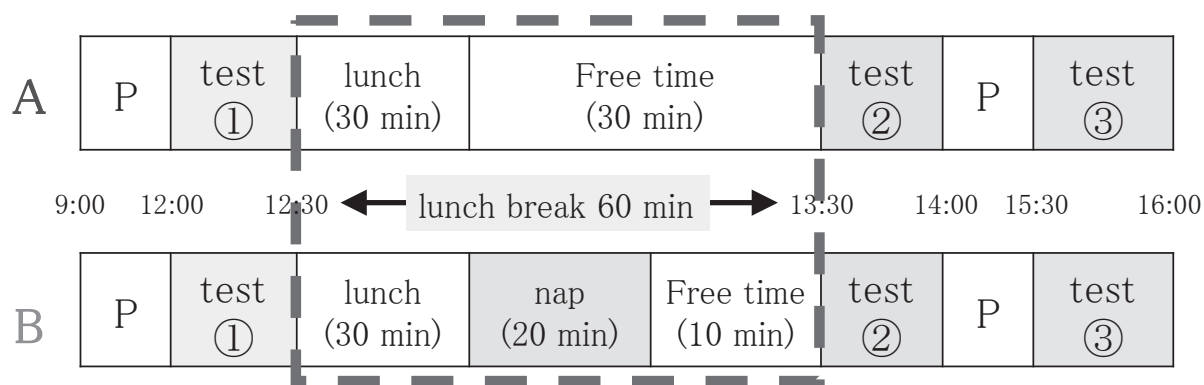


Fig. 2 Experimental protocol
 A : Day with nap, B : Day without nap, P : Practice

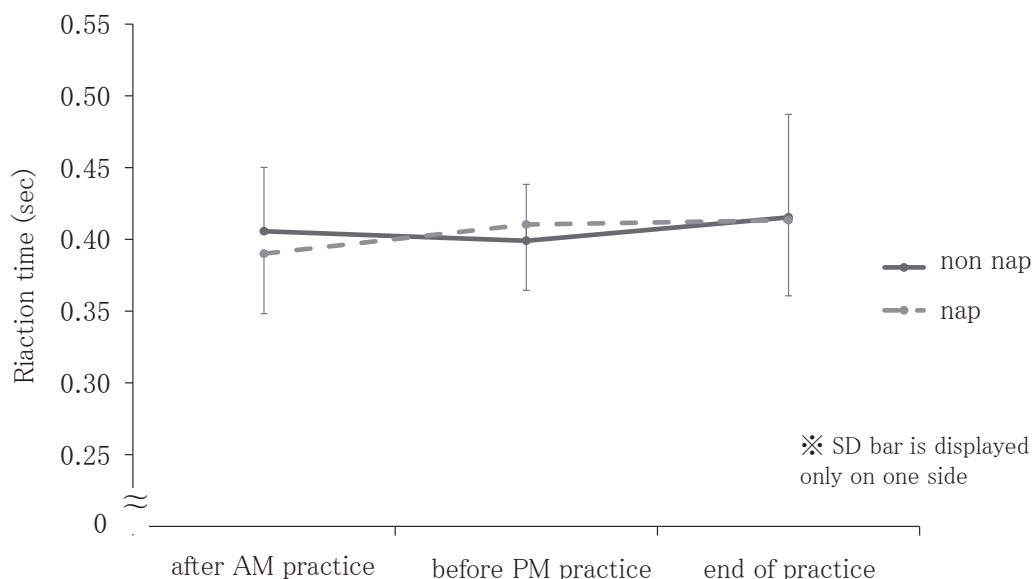


Fig. 3 Reaction time with and without short nap (sec)
 With or without nap : n.s.
 Measurement time : n.s.
 Interaction : n.s.

実験条件なのか、そうでないのかの影響も検討する必要がある。Waterhouseら²⁹⁾は、10名の健康な男性を対象にし、前日の夜間睡眠を4時間に制限し、睡眠不足の状態を作ったうえで、13:00~13:30の間で短時間の仮眠をとる条件と安静座位にて休憩をする2つの条件で仮眠30分後に運動パフォーマンスの実験を行った。その結果、短時間の仮眠をとった条件では、注意力、短期記憶、2m・20mスプリントタイム、選択反応の正確性が改善したが、握力と反応時間には変化が認められなかったと報告している。しかしながら、これらは人為的な睡眠不足の操作がなされた上での結果であるため、通常の夜間睡眠があった場合の昼間の仮眠が運動パフォーマンスに有用かどうかを判断するには至らない。一方、夜間

睡眠に対して断眠や時間制限を設けるなどの人為的な操作は行わず、日常と同様の睡眠条件下で測定を行った本研究において反応時間に短時間仮眠の有無による変化は認められなかったということは、前日の夜間睡眠時間に著しい不足が無い状況では、運動パフォーマンスとしての反応時間は仮眠による影響を受けにくい可能性があると考えられる。また、本研究の対象者の睡眠時間自体が不足していたことが結果に影響したという可能性も否定できない。現時点において日本の睡眠の指針では小学生年代の子どもを対象とした適切な睡眠時間の明示は見当たらないが、小学生年代の子ども睡眠の推奨時間はNational Sleep Foundation (NSF)²²⁾によると9~10時間であり、許容範囲は7~8時間および12時間以内で

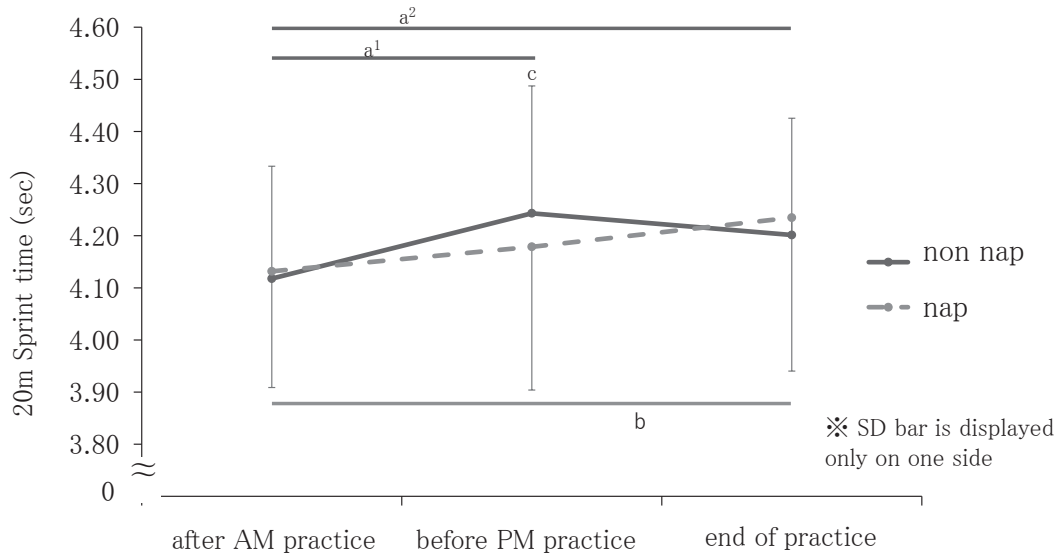


Fig. 4 Sprint time with and without short nap (sec)

a^1 : The time at the start of the afternoon practice was significantly slower than that after the morning practice. ($p < 0.05$)

a^2, b : In both conditions, the time at the end of practice was significantly slower than that after morning practice. ($p < 0.05$)

c : The time without nap was significantly slower than the condition with nap. ($p < 0.05$)

Interaction $p < 0.05$

Multiple comparison by Bornferroni method

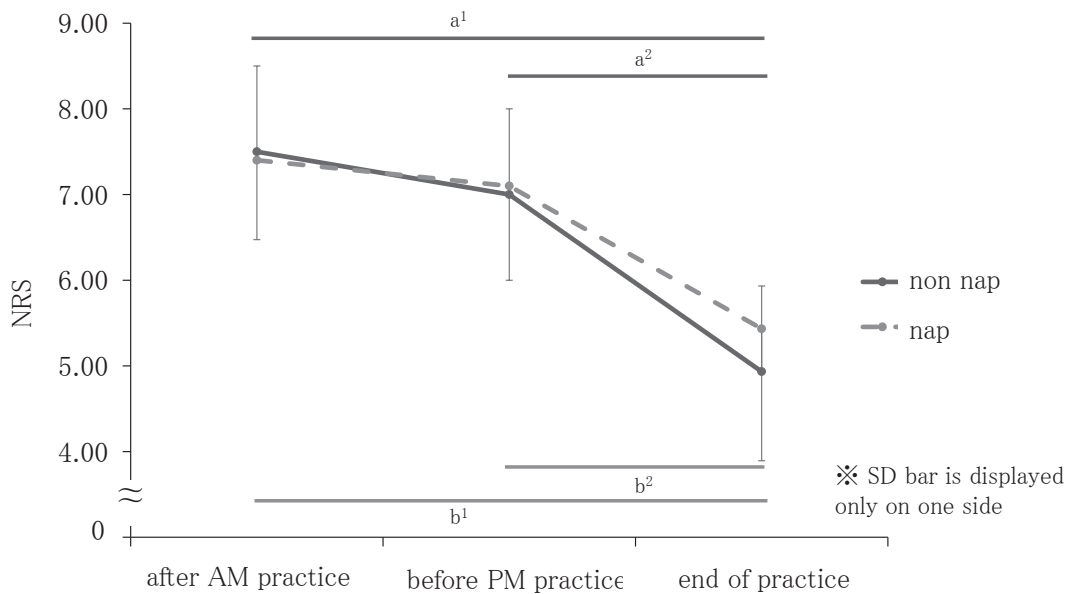


Fig. 5 Subjective fatigue with and without short nap

a^1, b^1 : At the end of the practice, the value was significantly lower than after the morning. ($p < 0.05$)

a^2, b^2 : At the end of the practice, it was significantly lower than at the start of the afternoon practice. ($p < 0.05$)

Interaction $p < 0.05$

Multiple comparison by Bornferroni method

ある。本研究の対象者の睡眠時間は平均して9.5時間であった。日本の小学生年代の子どもを対象とした先行研究⁴⁸⁾によると平日の平均睡眠時間は約8.6時間、週末の平均睡眠時間は約9.0時間であるが、本研究の対象者の平均睡眠時間は概ねNSFの推奨時間内であり、睡眠時

間を確保できている方であると言える。Dolezalら⁴⁹⁾は中高年層では運動介入をすることによって睡眠の質が改善したが、小学生年代の子どもについては結果が混在していると報告している。また、Brandら⁵⁰⁾は青年期の運動選手では一般の生徒よりも睡眠の質が高く、寝付く

までの時間が早かったと報告している。これらの睡眠の質の向上については小学生年代の子どもでも同様のことを推測することはできるが、このことが明確にされた報告は見当たらない。若年成人以上のアスリートの睡眠時間についても、アスリートは非アスリートよりも疲労回復に時間が必要であるという報告⁵¹⁾が見られるが、研究報告が1980年代のものであり、更なる検証が必要である。また、アスリートは非アスリートよりも睡眠時間が短い⁵²⁾、多くのアスリートは推奨されている睡眠時間の確保ができていない⁵³⁾とする報告などがある。さらに、Kanderら⁵⁴⁾は大学生の健常者に対して睡眠時間の延長を行うことでパフォーマンスが向上したとしており、Mahら¹⁵⁾やSchwartzとSimon¹⁶⁾は大学生アスリートに対して睡眠時間の延長を行うことでパフォーマンスが向上したと報告している。これらのことから、大学生は健常者であってもアスリートであっても睡眠負債を抱えている可能性がある。また、これらの研究の対象者の睡眠の推奨時間はNSFによると7~9時間であり、対象者全体の平均値で推奨睡眠時間の下限である7時間前後である。即ち数値だけを見るならば、対象者の中には推奨睡眠時間を下回っていて慢性的な睡眠負債を抱えていた対象者がいた可能性もある。アスリートであっても非アスリートであっても睡眠時間の延長を行うことでパフォーマンスが向上したという報告に加えて個人差を考慮すると、アスリートであることが明確な根拠となって睡眠時間の推奨値以上の睡眠時間をとるべきであるとまでは言えないが、アスリートは可能な限り推奨される睡眠時間の範囲内での睡眠時間の確保が重要であるとは言える。これらを踏まえると、小学生年代の子どもは成人よりも必要とされる睡眠時間は長い、運動をしている子どもであるということを根拠として運動をしていない子どもに比べて特別に必要な睡眠時間が長くなるということは現時点では言及することはできない。しかしながら、運動の有無に関わらずどの年代においても睡眠時間は推奨される範囲内で長いことが望ましい可能性があるとは言える。したがって、特に運動をしている子どもについては怪我や精神衛生面、学業成績の面など総合的に考えると、睡眠時間は推奨される範囲で長い方が良い可能性がある。即ち、本研究における対象者においてもNSFの推奨する睡眠時間は満たしているものの、睡眠時間が十分であったとは言い切ることはできず、これによって反応時間の改善がなされなかった可能性は否定できない。

20 mスプリントタイムについては、午後練習開始時(仮眠直後の測定時点)の20 mスプリントタイムでは、仮眠なし条件では仮眠あり条件に対してスプリントタイムの有意な遅れが認められた。このことは、午前練習後および練習終了時では両条件間に有意な差は無く、かつ

両条件間とも有意に20 mスプリントタイムが遅かったことから、昼間に短時間の仮眠をとったことで、一時的に20 mスプリントタイムの悪化が抑えられたものと考ええる。Mahら¹⁵⁾は夜間睡眠の量自体を延長することによりスプリントタイムの改善を認めたことを報告している。また、O'Donnellら³⁰⁾はエリートネットボール選手に対して試合当日にカウンタームーブメントジャンプを測定し仮眠条件の違い(仮眠なし、20分未満の短時間の仮眠、20分以上の長時間の仮眠)によって比較した結果、短時間の仮眠条件が仮眠なし条件に対してピークジャンプ速度が有意に優れていたと報告している。ピークジャンプ速度の向上は、即ち瞬発的な能力の向上を意味し、このことはスプリント能力の向上に繋がる一要因であると考えられる。また、Post-lunch dipの時間帯には、覚醒水準の減衰や作業効率などのパフォーマンスの低下、さらには運動パフォーマンスについても低下すること²⁷⁾が報告されている。これらを踏まえて考察すると、本研究において20 mスプリントタイムに差が生じた要因の一つとして、昼間の短時間仮眠による覚醒水準の低下防止効果の可能性があるかと推察される。したがって、前日の夜間睡眠時間に人為的な操作を行わず、選手の日常生活の状況に近い状態で実施した本研究は、多くの先行研究に比べて、より現実的で実践的な結果が得られたと考える。

主観的疲労度については、どの測定時点においても両条件間に有意な差は認められなかった。また、両条件間ともに午前練習後と練習終了時、さらには午後練習開始時と練習終了時の間に同じように有意な疲労感の悪化が認められた。このことから、昼間の短時間の仮眠の有無では疲労感に対して影響はないと考えられる。一方で、20分間の昼間の短時間の仮眠は、仮眠後の倦怠感を引き起こすことなく午後の疲労感を増加させないということを示唆するものである。

昼間の仮眠は夜間睡眠の補助としての一面も持っているが、子どもの運動パフォーマンスの発揮という観点から、通常の夜間睡眠をとっている状態の競技者に対する有効性が明らかにされた報告は見当たらない。したがって、本研究はこれまでの報告に比べて一步現場に踏み込んだ研究であると考えられる。

本研究の限界は、1) 持久的な能力の評価についても検証をする必要があること、2) 他の年代および他の競技種目についても昼間の短時間仮眠の効果を検証する必要があること、3) 今後睡眠の質と短時間仮眠の時間の最適化を検討するために睡眠ポリグラフ等を用いた睡眠の段階及び質について検証する必要があること、4) 運動をしている子どもと運動をしていない子どもの間で必要とする睡眠時間や質の違いがあるのか検証をする必要があることなどが挙げられる。

結 語

本研究は、日常的にスポーツ活動を行なっている子どもを対象として、昼間にとる短時間の仮眠が午後の運動パフォーマンスの低下を抑えることができるかを検討することを目的とした。その結果、昼食後の短時間の仮眠は、反応時間や主観的疲労度に影響は与えず、その上で午後の20 mスプリントタイムの悪化を抑えることができたことから、日常的にスポーツ活動を行なっている子どもに対する昼間の短時間の仮眠は、午後の運動パフォーマンスの低下を抑える可能性があることが明らかとなった。本研究の結果は、あくまでも本研究の条件下における小学生バスケットボール選手に対するものである。しかしながら、本研究の結果は、普段通りの夜間睡眠を保持していたとしても長時間に及ぶ子どものスポーツ活動が行なわれている現状において、昼間の短時間の仮眠が日中の時間帯のスプリントパフォーマンスの低下を抑える可能性を示唆したものである。このことは、バスケットボール競技と同じように高いレベルでのスプリントパフォーマンスの発揮が必要とされる競技を行っている子どもに対してもコンディショニングの一助となる可能性があることを意味する。

謝 辞

本研究に参加ならびにご協力いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。また、多大なるご協力をいただきました千葉工業大学創造工学部の佐藤和先生に心から感謝申し上げます。

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

著者の資格と著者貢献

すべての著者は研究デザインとプロトコルを概念化し、得られたデータの解釈を担当した。著者K.S.は、データの収集と分析を担当した。草稿は著者K.S.が担当した。すべての著者は、原稿を批判的にレビューし、修正し、投稿を承認した。

引用文献

- Venter RE. Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *Eur J Sport Sci* 14 Suppl 1: 69-76, 2014.
- Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and Athletic Performance: The Effects of Sleep Loss on Exercise Performance, and Physiological and Cognitive Responses to Exercise. *Sport Med* 45: 161-186, 2015.
- Roberts SSH, Teo WP, Warmington SA. Effects of training and competition on the sleep of elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 53: 513-522, 2019. doi: 10.1136/bjsports-2018-099322.
- Skein M, Duffield R, Edge J, Short MJ, Mündel T. Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep deprivation. *Med Sci Sport Exer* 43: 1301-1311, 2011.
- Oliver SJ, Costa RJ, Laing SJ, Bilzoon JL, Walsh NP. One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *Eur J Appl Physiol* 107: 155-161, 2009.
- Souissi N, Chtourou H, Aloui A, Hammouda O, Dogui M, Chaouachi A, Chamari K. Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *J Strength Cond Res* 27: 2473-2480, 2013.
- Souissi N, Souissi M, Souissi H, Chamari K, Tabka Z, Dogui M, Davenne D. Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiol Int* 25: 1062-1076, 2008.
- Abdelmalek S, Souissi N, Chtourou H, Denguezli M, Aouichaoui C, Ajina M, Aloui A, Dogui M, Haddouk S, and Tabka Z. Effects of partial sleep deprivation on proinflammatory cytokines, growth hormone, and steroid hormone concentrations during repeated brief sprint interval exercise. *Chronobiol Int* 30: 502-509, 2013.
- Taheri M, Arabameri E. The effect of sleep deprivation on choice reaction time and anaerobic power of college student athletes. *Asian J Sport Med* 3: 15-20, 2012.
- Jarraya S, Jarraya M, Chtourou H, and Souissi N. Effect of time of day and partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biol Rhythm Res* 45: 183-191, 2014.
- Philip P, Sagaspe P, Taillard J, Moore N, Guilleminault C, Sanchez-Ortuno M, Åkerstedt T, Bioulac B. Fatigue, sleep restriction and performance in automobile drivers: a controlled study in a natural environment. *Sleep* 26: 277-280, 2003.
- 窪田千恵, 塩田耕平, 守田優子, 内田直：5日間の睡眠時間の短縮が運動能力, 認知機能および睡眠脳波に及ぼす影響, 日本臨床スポーツ医学会誌, 22: 80-89, 2014.
- Edwards BJ, Waterhouse J. Effects of one night of partial sleep deprivation upon diurnal rhythms of accuracy and consistency in throwing darts. *Chronobiol Int* 26: 756-768, 2009.
- Reyner LA, Horne JA. Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiol Behav* 120: 93-96, 2013.
- Mah CD, Mah KE, Kezirian EJ, Dement WC. The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep* 34: 943-950, 2011.
- Schwartz J, Simon RD. Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiol Behav* 151: 541-544, 2015. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.08.035.
- Gradisar M, Gardner G, Dohnt H. Recent worldwide

- sleep patterns and problems during adolescence: A review and meta-analysis of age, region, and sleep. *Sleep Med* 12: 110-118, 2011. doi: 10.1016/j.sleep.2010.11.008.
- 18) Wolfson AR, Carskadon MA. Sleep schedules and daytime functioning in adolescents. *Child Dev* 69: 875-887, 1998.
- 19) Takemura T, Funaki K, Kanbayashi T, Kawamoto K, Tsutsui K, Saito Y, Aizawa R, Inomata S, Shimizu T. Sleep habits of students attending elementary schools, and junior and senior high schools in Akita prefecture. *Psychiatry Clin Neurosci* 56: 241-242, 2002.
- 20) NHK放送文化研究所. 2015年国民生活時間調査. http://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/20160501_8.html (accessed 2018-12-30).
- 21) 厚生労働省. 平成27年「国民健康・栄養調査」の結果. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000142359.html> (accessed 2018-12-30).
- 22) Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, Hazen N, Herman J, Katz ES, Kheirandish-Gozal L, Neubauer DN, O'Donnell AE, Ohayon M, Peever J, Rawding R, Sachdeva RC, Setters B, Vitiello MV, Ware JC, Adams Hillard PJ. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health* 1: 40-43, 2015. doi: 10.1016/j.sleh.2014.12.010.
- 23) Juliff LE, Halson SL, Peiffer JJ. Understanding sleep disturbances in athletes prior to important competitions. *J Sci Med Sport* 18: 13-18, 2015.
- 24) 星川雅子, 内田直, 藤田淑香: 日本人トップアスリートを対象とした睡眠習慣に関する質問紙調査, 日本臨床スポーツ医学会誌, 23: 74-87, 2015.
- 25) 林光緒, 堀忠雄: 午後の眠気対策としての短時間仮眠, 生理心理学と精神生理学, 25: 45-59, 2007. doi: 10.5674/jjppp1983.25.45.
- 26) Carskadon MA. Ontogeny of human sleepiness as measured by sleep latency. In DF Dinges, RJ Broughton (Eds.), *sleep & alertness: chronobiological, behavioral, and medical aspects of napping*. Raven Press, New York, 53-69, 1989.
- 27) Javierre C, Ventura JL, Segura R, Calvo M, Garrido E. Is the post-lunch dip in sprinting performance associated with the timing of food ingestion? *Rev Esp Fisiol* 52: 247-254, 1996.
- 28) 山本哲朗, 林光緒: 短時間仮眠が午後の運動パフォーマンスに及ぼす効果, 生理心理学と精神生理学, 24: 249-256, 2006.
- 29) Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, and Reilly T. The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *J Sports Sci* 25: 1557-1566, 2007.
- 30) O'Donnell S, Beaven C, Driller M. The influence of match-day napping in elite female netball athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 13: 1143-1148, 2018.
- 31) Fukuda K, Asaoka S. Delayed bedtime of nursery school children, caused by the obligatory nap, lasts during the elementary school period. *Sleep Biol Rhythms* 2: 129-134, 2004.
- 32) Fukuda K, Ishihara K. Evening naps and delayed night-time sleep schedule typically found in Japanese adolescents is closely related with their daytime malfunctioning. *Sleep Biol Rhythms* 2: 45-46, 2004.
- 33) Fukuda K, Ishihara K. Routine evening naps and night-time sleep patterns in junior high and high school students. *Psychiatry Clin Neurosci* 56: 229-230, 2002. doi: 10.1046/j.1440-1819.2002.00986.x.
- 34) Chervin RD, Ruzicka DL, Arndhold KH, Dillon JE. Snoring predicts hyperactivity four years later. *Sleep* 28: 796-797, 2005.
- 35) Corkum P, Tannock R, Moldofsky H. Sleep disturbances in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 37: 637-646, 1998.
- 36) Garrison MM, Liekweg K, Christakis DA. Media use and child sleep: the impact of content, timing, and environment. *Pediatrics* 128: 29-35, 2011.
- 37) Yoo SS, Gujar N, Hu P, Jolesz FA, Walker MP. The human emotional brain without sleep - a prefrontal amygdala disconnect. *Curr Biol* 17: 877-878, 2007.
- 38) Zohar D, Tzischinsky O, Epstein R, Lavie P. The effect of sleep loss on medical residents' emotional work events: a cognitive-energy model. *Sleep* 28: 47-54, 2005.
- 39) Yoo SS, Hu PT, Gujar N, Jolesz FA, Walker MP. A deficit in the ability to form new human memories without sleep. *Nat Neurosci* 10: 385-392, 2007.
- 40) Rhodes SK, Shimoda KC, Waid LR, O'Neil PM, Oexmann MJ, Collop NA, Willi SM. Neurocognitive deficits in morbidly obese children with obstructive sleep apnea. *J Pediatr* 127: 741-744, 1995.
- 41) Van Dongen HPA, Rogers NL, Dinges DF. Sleep debt: Theoretical and empirical issues. *Sleep Biol Rhythms* 1: 5-13, 2003.
- 42) 服部伸一, 野々上敬子, 多田賢代: 中学生の授業中の居眠りと学業成績, 自覚症状及び生活時間との関連について, 学校保健研究, 52: 305-310, 2010.
- 43) Ng EP, Ng DK, Chan CH. Sleep duration, wake/sleep symptoms, and academic performance in Hong Kong Secondary School Children. *Sleep Breath* 13: 357-367, 2009.
- 44) Hayashi M, Watanabe M, Hori T. The effects of a 20 min nap in the mid-afternoon on mood, performance and EEG activity. *Clin Neurophysiol* 110: 272-279, 1999.
- 45) Brooks A, Lack L. A brief afternoon nap following nocturnal sleep restriction: which nap duration is most recuperative? *Sleep* 29: 831-840, 2006.
- 46) Fushimi A, Hayashi M. Pattern of slow-wave sleep in afternoon naps. *Sleep Biol Rhythms* 6: 187-189, 2008.
- 47) 大熊輝雄. 4. 正常脳波, 臨床脳波学(5), 医学書院, 東京, 119-135, 1999.
- 48) 根本裕太, 北島義典, 稲山貴代, 荒尾孝: 小学校高学年児童および中学生における身体活動, スクリーンタイムと睡眠指標との関連の検討: 横断研究, 運動疫学研究,

- 21: 28-37, 2019.
- 49) Dolezal BA, Neufeld EV, Boland DM, Martin JL, Cooper CB. Interrelationship between sleep and exercise: a systematic review. *Adv Prev Med* 2017: 1364387, 2017. doi: 10.1155/2017/1364387.
- 50) Brand S, Gerber M, Beck J, Hatzinger M, Pühse U, Holsboer-Trachsler E. High exercise levels are related to favorable sleep patterns and psychological functioning in adolescents: a comparison of athletes and controls. *J Adolesc Health* 46: 133-141, 2010.
- 51) Shapiro CM, Bortz R, Mitchell D, Bartel P, Jooste P. Slow-wave sleep: a recovery period after exercise. *Science* 214: 1253-1254, 1981.
- 52) Leeder J, Glaister M, Pizzoferro K, Dawson J, Pedlar C. Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *J Sports Sci* 30: 541-545, 2012. doi: 10.1080/02640414.2012.660188.
- 53) Sargent C, Halson S, Roach GD. Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers. *Eur J Sport Sci* 14: 310-315, 2014. doi: 10.1080/17461391.2012.696711.
- 54) Kamdar BB, Kaplan KA, Kezirian EJ, Dement WC. The impact of extended sleep on daytime alertness, vigilance, and mood. *Sleep Med* 5: 441-448, 2004. doi: 10.1016/j.sleep.2004.05.003.