

2023年度 3月修了 修士論文

部分断眠が野球パフォーマンスに与える影響の  
生理学的研究

Effect of partial sleep deprivation on  
baseball throwing performance

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科  
スポーツ科学専攻 スポーツ医科学研究領域

5022A062-5

西井 拓

研究指導教員：西多 昌規 教授

# 目次

<b>1. 序論</b> .....	1
1.1. 睡眠不足と認知能力 .....	1
1.2. 睡眠不足とスポーツパフォーマンス .....	2
1.3. 野球のパフォーマンスと睡眠 .....	3
1.4. 本研究の目的 .....	6
<b>2. 方法</b> .....	7
2.1. 対象 .....	7
2.2. 実験手順 .....	8
2.3. 注意力課題 .....	9
2.4. 投球課題 .....	10
2.4.1. コントロール課題 .....	11
2.4.2. スピード課題 .....	11
2.5. 質問紙 .....	11
2.6. 活動量計 .....	12
2.7. 統計解析 .....	12
<b>3. 結果</b> .....	13
3.1. 実験参加者 .....	13
3.2. 実験課題 .....	14
3.2.1. 注意力課題 .....	15
3.2.2. コントロール課題 .....	16
3.2.3. スピード課題 .....	18

3.3. SSS.....	19
3.4. 活動量計.....	20
<b>4. 考察.....</b>	<b>21</b>
4.1. 部分断眠と投球パフォーマンス.....	21
4.2. 部分断眠と PVT.....	22
4.3. 研究の限界.....	24
<b>5. 結論.....</b>	<b>26</b>
<b>6. 参考文献.....</b>	<b>27</b>
<b>7. 謝辞.....</b>	<b>36</b>

# 1. 序論

## 1.1. 睡眠不足と認知能力

睡眠には疲労回復だけでなく、学習記憶の定着、感情の処理など、多くの役割がある (Halsón & Juliff, 2017; Rasch & Born, 2013; Tempesta et al., 2018)。最適な健康状態を促進していくために、成人は毎晩 7 時間以上眠ることが推奨されているが (Watson, N. F. et al., 2015)、日本人の平均睡眠時間は、OECD 加盟国の中で最も短い 7 時間 22 分であったと報告されている (OECD, 2021)。睡眠不足が不安、抑うつ、疲労、緊張活力などの精神状態に悪影響を及ぼすことは、これまでの研究で多数報告されている (Babson et al., 2010; Saadat et al., 2015; Talbot et al., 2010)。

また、睡眠不足と認知能力についての研究も多く存在する。精神運動覚醒検査 (Psychomotor Vigilance Test : PVT) は認知機能の中でも持続的注意を測る検査であり、睡眠不足状態では反応時間が悪化するという報告が多数存在するため、睡眠不足のバイオマーカーとして頻繁に用いられている (Dawson et al., 2014; Moreno-Villanueva et al., 2018)。(Lim & Dinges, 2008) の研究では、睡眠不足の状態では PVT の反応速度が 10% 悪化したことが報告されている。また、認知機能の測定としてはハンド・アイ・コーディネーションも用いられ、睡眠を制限して 17 時間でのパフォーマンスは血中アルコール濃度 0.05%、24 時間では 0.10% に相当するということが報告されている (Killgore, 2010)。以上のように、睡眠不足の状況下では、精神状態、認知能力に悪影響を及ぼすことがこれまでの研究から明らかにされている。

## 1.2. 睡眠不足とスポーツパフォーマンス

睡眠不足は精神状態、認知能力だけでなく、様々なスポーツのパフォーマンスに対しても影響を与えることが報告されている (Watson, A. M., 2017)。睡眠不足は運動パフォーマンスの中でも、最大値以下の長時間の運動に重大な影響を与える可能性があり、自転車エルゴメーターを用いた実験では部分断眠が有酸素経路に障害をもたらし、持久力パフォーマンスの変化に寄与している可能性を示した (Halson, 2014; Mougin et al., 1989)。

また、睡眠不足は、正確性が求められるスポーツパフォーマンスにも大きな影響を与える可能性がある。テニスでは一晩 5 時間の睡眠制限条件でサーブ成功率を評価したところ、サーブの精度が悪化したことが報告されている (Reyner & Horne, 2013)。またゴルフのパッティングにおいても、一晩 4-5 時間の睡眠制限条件では、通常睡眠よりもパッティングの精度が悪化した (Nishida et al., 2022)。その一方、睡眠時間を延長した実験では、テニスのサーブ精度、バスケのフリースローと 3 ポイント成功率も上昇した (Mah et al., 2011; Schwartz & Simon, 2015)。このように、正確性を求められるスポーツにおいては、睡眠時間がパフォーマンスの成否に大きく関わる可能性がある。

その一方、瞬間的に最大の力を発揮する無酸素系の能力が求められる種目では、相反する結果が出ている。(Blumert et al., 2007)の報告によると、一晩の睡眠不足は、参加者をネガティブな気分にしたものの、重量挙げの持ち上げに差が見られなかった。また、(Moore et al., 2018)は垂直跳び、20m 走、イリノイススピード敏捷性テスト、5m のシャトルランといった無酸素運動を 24 時間の睡眠制限後に実施したが、結果は通常睡眠条件との差が見られなかった。

睡眠不足は、スポーツ後の回復にも悪影響を及ぼすことが分かっている。(Skein et al., 2013)の研究では、ラグビーの試合後に一晩の睡眠剥奪を実施したところ、翌朝の垂直跳びの記録が通常時と比較して低下した。また別の研究では、激しい運動をした晩に2-3時間の睡眠を取ったところ、通常の睡眠より翌日のサイクリングでの3kmTTの記録が悪かった(Chase et al., 2017)。このように、激しい運動後に睡眠時間が不十分であると、身体の疲労が十分に回復されず翌日のパフォーマンスにも悪影響を及ぼす可能性がある。

### 1.3. 野球のパフォーマンスと睡眠

日本国内の野球人口は、2022年の時点で約102万人である(日本野球協議会 普及・振興委員会, 2023)。世界での野球の競技人口は2020年時点で約6500万人であるため、全競技人口の約2%が日本人ということになる(WBSC, 2020)。世界的なメジャースポーツであるサッカーと比較してみると、日本国内の競技人口は約82万人である(日本サッカー協会, 2023)。世界での競技人口は2006年の時点で約2億7千万人であったため(FIFA, 2007)、競技人口の割合が約0.003%であることを考えると、野球は日本人の国民的スポーツであると言えるかもしれない。

野球という競技の特徴として、試合時間が比較的長時間であることが上げられる。日本野球機構(Nippon Professional Baseball Organization: NPB)の2023年における公式戦の平均試合時間は3時間7分(延長戦を除く)であった(日本野球機構, 2023)。試合時間について他のメジャー競技と比較すると、サッカーは約90分(Jリーグ、アディショナルタイムを除く)、バスケットボールは約60分(Bリーグ、タイムアウト・

オーバータイムを除く)となっている (Bリーグ, 2024; Jリーグ, 2023)。したがって野球の試合では、より長時間集中力、注意力を持続し続けなければならない可能性がある。前述の通り、いくつかのスポーツでは睡眠不足が注意力、そしてスポーツパフォーマンスに影響を及ぼすことが報告されている。以上のように考えると、野球においても睡眠不足がパフォーマンスに影響を与える可能性が考えられるが、これについての研究は皆無である。

野球のパフォーマンスと睡眠についての先行研究としては、MLB (Major League Baseball) での遠征に伴う概日リズムのズレ、いわゆる時差ボケによるパフォーマンスの研究がある (Song et al., 2017)。この研究によると、時差ボケは西方向への移動より東方向への移動で顕著に見られたこと、ホームチームの長打率をはじめとした攻撃パフォーマンスを低下させるが、アウェイチームの攻撃パフォーマンスには影響を与えないこと、両チームは被本塁打数増加の影響による守備指標の低下が見られたことが報告された。この研究は野球のパフォーマンスに対する、概日リズムのズレの特異的な効果を明らかにしたが、睡眠時間とパフォーマンスについては明らかにされていない。

また、睡眠からは離れてしまうが関連した要素として、前述の通り睡眠不足は疲労の回復を妨げることが分かっている。この疲労と野球パフォーマンスの関連については、全米大学体育協会 (National Collegiate Athlete Association : NCAA) ディビジョン I に所属する投手 11 人の投球動作を 1 シーズン通して調査した研究が存在する (Grantham et al., 2014)。この研究によると、1 試合における疲労だけでなく、シーズンを通じた疲労が投手の投球動作に影響を与えることが報告された。(HORE et al., 2002)の報告によれば、ストライクゾーンに安定的に投げ

るためには1-2ミリ秒のタイミング精度が求められるため、短期的・長期的を問わず、睡眠不足による疲労の回復が遅れることによって、野球の投手のパフォーマンスに影響を及ぼす可能性があるのではないかと考えられる。

最後に、野球と近い要素を持つスポーツを参考に、睡眠不足と野球のパフォーマンスについて考えていく。野球を構成する要素について大きく分けると、野球は「打つ」「投げる」「捕る」「走る」の4つの技能が組み合わさって構成されたスポーツである（浅見 俊雄, 1984）。まず「打つ」こと、「捕る」ことについては、クリケットでの先行研究が存在する。

「打つ」ことについては、入眠潜時（Sleep Latency：SL）が長い、つまり寝付きが悪い選手ほど、ストライクレート（クリケットにおける打撃成績の指標）が悪化するという中程度相関が見られたことが報告された（McEwan et al., 2020）。またこの研究では、良いバッティングアベレージと長い総睡眠時間（Total Sleep Time：TST）、高い睡眠効率（Sleep Efficiency：SE）、高い主観的な睡眠の質の評価との間に中程度の相関がみられたということも報告された。次に「捕る」ことについては、一晩の睡眠剥奪によって、キャッチの正確性が下がったことが報告された（Gautam & Kumar, 2018）。また、「投げる」ことには、ダーツにおいて先行研究が存在し、前日に3-4時間の睡眠制限条件と7-8時間の通常睡眠条件では投擲の正確性に悪化が見られた（Edwards & Waterhouse, 2009）。ただし、「走る」ことについては、64時間の睡眠剥奪を実施した実験で、40m走の結果に差は見られなかった（Takeuchi et al., 1985）。このように、野球の要素の多くで睡眠不足によるパフォーマンスへの影響がみられている。

#### 1.4. 本研究の目的

前述の通り、様々なスポーツで睡眠不足がパフォーマンスに悪影響を及ぼすことが明らかになっている。そして、野球に近い要素を持つスポーツにおいても、睡眠不足とパフォーマンスについての研究は進められつつあるが、野球に関しては検討が不十分な現状がある。

そこで本研究では、特に野球における「投げる」ことに着目し、睡眠不足が投球パフォーマンスに及ぼす影響について検討していく。

具体的には、2日間4時間以下の睡眠で行う睡眠制限条件と、2日間8時間の睡眠で行う通常睡眠条件で、投球のコントロールとスピード、そしてPVTによる持続的注意力を測定し、評価・検討を実施していく。

本研究では他のスポーツにおける先行研究の結果をもとに、正確性ではどのスポーツにおいても悪化が見られていたことから、①コントロールは悪化する、スプリント走やウエイトリフティングといった無酸素系の瞬発的な力を発揮する競技では変化が見られなかったことから、②スピードは変化しない、そして③認知能力の低下、という3つの仮説を元に研究を実施していく。

本研究において睡眠不足が野球の投球パフォーマンスに与える影響を明らかにすることで、試合当日にベストなパフォーマンスを発揮したい選手に対し、科学的根拠に基づく新たなコンディショニング調整の知見を提供できる可能性があるため、社会的定義は高いと考える。

## 2. 方法

### 2.1. 対象

本研究では野球経験が5年以上ある男子大学生・大学院生6名(21.5±2.1)を対象に実験を実施した。実験参加者に対しては事前に本研究の説明を行い、同意した者のみが参加をした。心身ともに健康であることを参加の条件とし、睡眠障害、精神障害を持っている者や、身体に怪我を抱えている者は実験から除外した。また、睡眠時間が極端に長時間・短時間である者や、著しい朝型・夜型の者も実験から除外した。なお、参加者の守備位置および利き腕は考慮しなかった。

本研究は、早稲田大学「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の審査を経て承認を得たうえで実施をした(承認番号:2022-429)。

### 2.2. 実験手順

実験スケジュールについて以下の図1、図2に示す。本研究は、2条件下でのクロスオーバーデザインで実施した。実験を行う6日間をそれぞれDAY0からDAY5とする。まず6名の実験参加者をランダムにA群とB群に振り分けた。A群は最初に睡眠制限条件を実施し、その後通常睡眠条件を実施した。B群はA群と順序を入れ替え実施した。なお、各条件間(DAY2とDAY3の間)は学習効果や疲労等を防ぐため、ウォッシュアウト期間を1週間以上設けた。

両睡眠条件において起床時刻は7時に統一した。睡眠制限条件においては4時間程度(3-7時)、通常睡眠条件においては8時間程度(23-7時)の睡眠を2日連続で実施した。また、睡眠覚醒リズム記録のため

夜間（22～7時）には活動量計（ACCEL, ACCEL Stars 社製）を装着してもらった。なお、夜間の睡眠については各参加者の自宅で実施した。

DAY0 には、ピッツバーグ睡眠質問票（Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI）、身長、体重、BMI などの参加者の基本情報を取得した。

主観的眠気を測定するため、全日程の 15 時にスタンフォード眠気尺度（Stanford Sleepiness Scale: SSS）を実施した。また各条件の最終日（DAY2、DAY5）の 15 時に、精神運動覚醒検査（Psychomotor Vigilance Test: PVT）と投球課題を実施した。なお DAY2・DAY5 の検査については、① SSS、② PVT、③ 投球課題の順で実施した。

各実験期間（DAY0～2、DAY3～5）が終了するまでの間、実験参加者に対してアルコールとカフェインの摂取、激しい運動を控えるよう指示を行った。

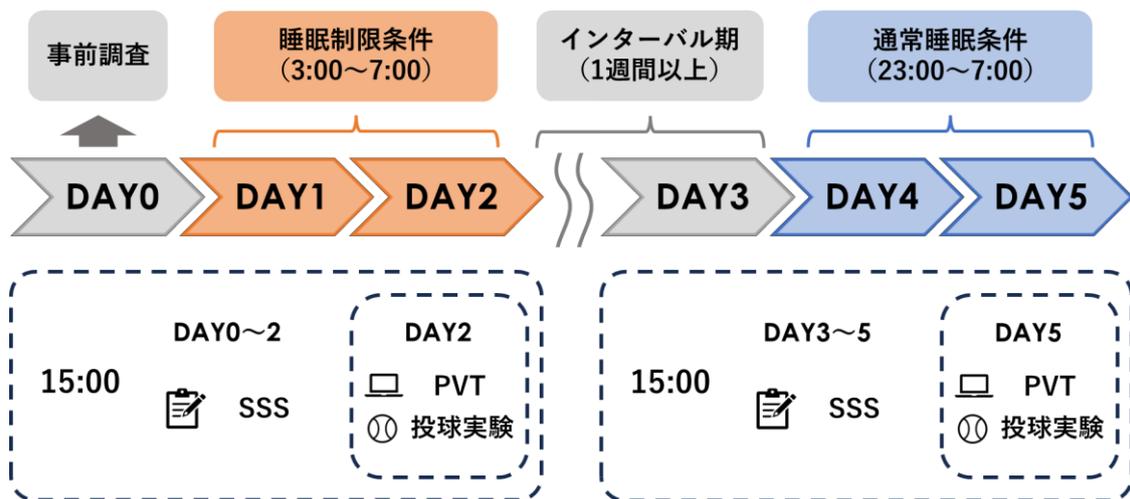


図 1 実験スケジュール（A 群）

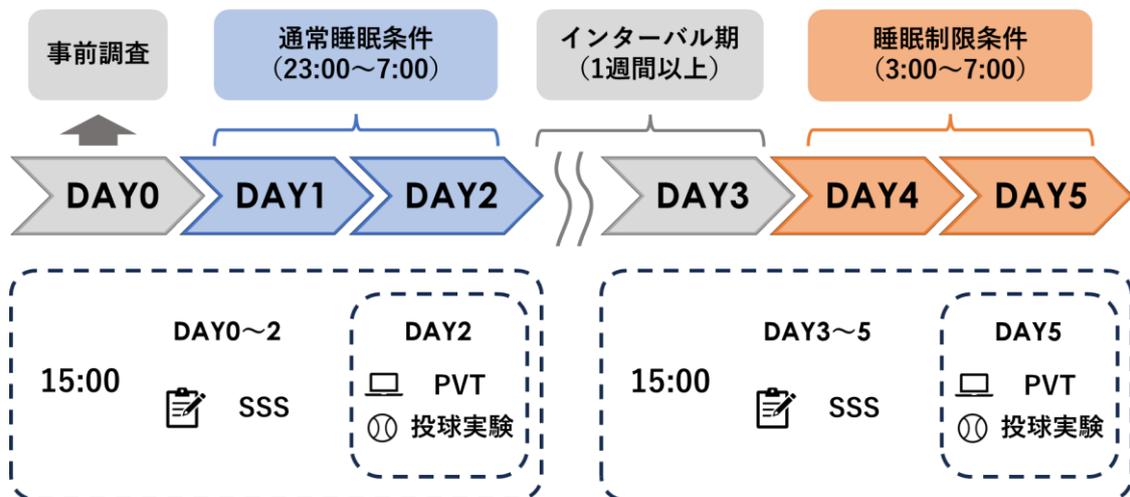


図 2 実験スケジュール (B 群)

### 2.3. 注意力課題

参加者の注意力を測定、評価するため、精神運動覚醒検査 (Psychomotor Vigilance Test: PVT) を実施した。検査はノートパソコン (Surface Laptop, Microsoft 社製) で行った。参加者にはランダムな間隔で画面上に表示される“×”に対して、表示されたら可能な限り早くスペースキーを押下するよう指示し、その反応時間を測定し評価を行った。

## 2.4. 投球課題

投球パフォーマンスを測定、評価するために、コントロール課題、スピード課題の2つの試行を実施した。(勝亦 陽一 et al., 2004)を参考に、実験は平らなグラウンド上で行い、参加者からのまでの距離は20mとした。本実験で用いた的は縦横20cmの十字形とし、交点が地面から100cmとなるよう集球ネット(高さ240cm×横幅245cm)に設置した。なお、投球には硬式野球の公認球(ビクトリー, ミズノ社製, 145g)を用いた。コントロール試行、スピード試行の順で行い、各試行間には5分程度の休憩時間を設けた。各試行について投球フォームは参加者の任意としたが、各睡眠条件において同一のフォームで実施するよう指示を行った。

実験で使用した的の概要図を以下の図3に示す。

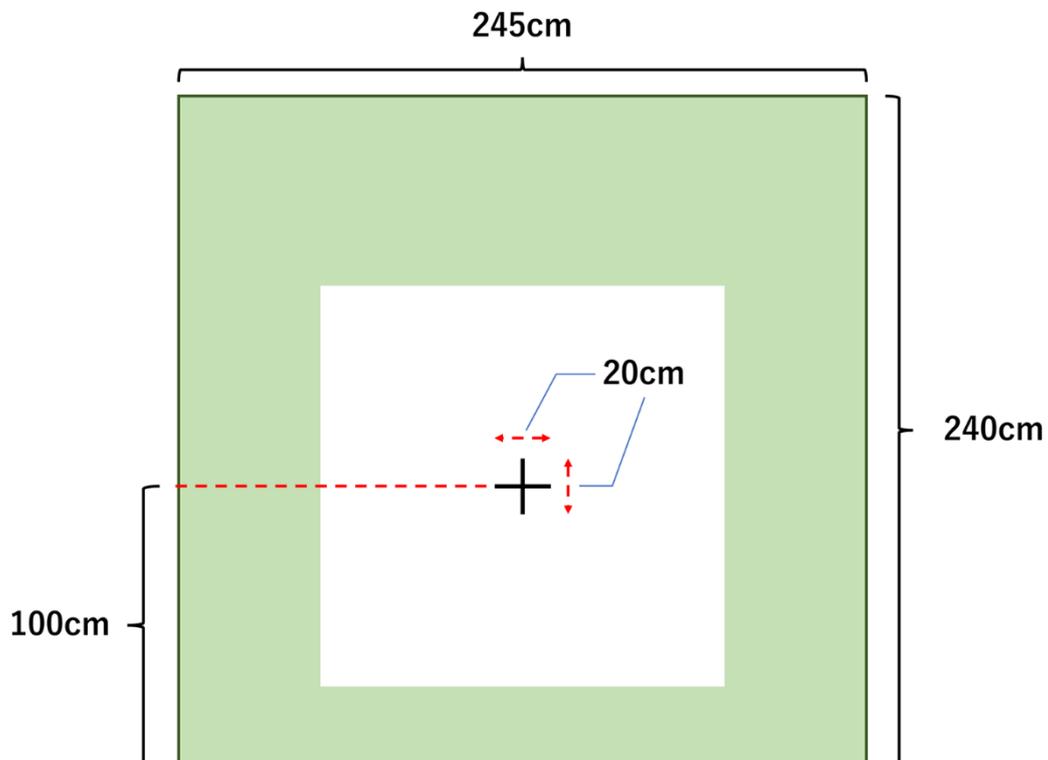


図3 的の概要図

#### 2.4.1. コントロール課題

参加者には的の中心に正確にボールを当てるよう指示した。投球は10球実施し、カメラ（EOS 70D, Nikon 社製）を用いて、的の中心からの距離を測定し、評価した。なお、集球ネットから外れた投球については、一律 150cm として評価した。

#### 2.4.2. スピード課題

参加者には的に向かって全力投球するよう指示した。投球は10球実施し、スピードガン（YUPITERU, 16jym10000, ミズノ社製）を用いて計測し、評価した。記録されたデータのうち、明らかに誤計測と思われるデータについては、解析から除外した。

### 2.5. 質問紙

質問紙はピッツバーグ睡眠質問票（Pittsburgh Sleep Quality Index : PSQI）、スタンフォード眠気尺度（Stanford Sleepiness Scale : SSS）を用いた。PSQI への回答は DAY0 に実施し、SSS への回答は全日程において 15 時に実施した。

## 2.6. 活動量計

実験期間中の睡眠状況について調査するために、実験参加者は夜間（22時～7時）に活動量計（ACCEL, ACCEL Stars 社製）を装着してもらった。データの取り込みは Analysis Platform  $\beta$  版（ACCEL Stars 社製）を用いた。活動量計からは総睡眠時間（Total Sleep Time : TST）、睡眠効率（Sleep Efficiency : SE）、睡眠潜時（Sleep Latency : SL）の3点について評価した。実験参加者には就寝時（23時、3時）に入眠意思を示すため、活動量計本体のスイッチを押下するよう指示を出し、その押下した時間から入眠時間までを SL とした。なお、参加者がスイッチを押し忘れていた場合は、活動量計の体動データから目視で確認して就床時刻を推測し、SL を算出した。

## 2.7. 統計解析

本研究では IBM SPSS Statistics 28.0（IBM 社製）を用いて解析を行った。Kruskal-Wallis 検定を行い、有意水準は 5% 未満とした。

### 3. 結果

#### 3.1. 実験参加者

本研究への参加者 6 名の基本情報（年齢、身長、体重、BMI）及び質問紙から得られた PSQI の結果について、以下の表 1、図 4 に示す。

参加者 6 名のポジションについては、投手 3 名、捕手 2 名、内野手 1 名であり、全員が右投げであった。

n=6	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	PSQI
平均	21.5	172.5	66.3	22.2	3.3
標準偏差	2.1	5.0	6.1	1.1	1.8

表 1 実験参加者の基本情報

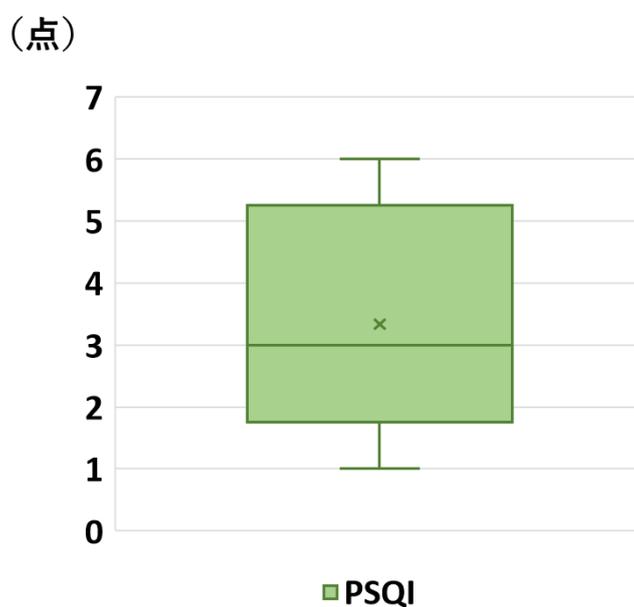


図 4 PSQI 得点

### 3.2. 実験課題

本実験で実施した注意力課題、コントロール課題、スピード課題の結果について以下の表 2 に示す。

		PVT 反応時間 (秒)	コントロール 中心距離 (cm)	スピード 球速 (km/h)
通常睡眠	平均	0.269	41.4	110.9
	95%CI	[0.252 – 0.285]	[27.3 – 55.5]	[107.4 – 114.4]
睡眠制限	平均	0.270	53.6	108.7
	95%CI	[0.255 – 0.286]	[32.6 – 74.7]	[105.3 – 112.0]

表 2 実験課題の結果一覧

### 3.2.1. 注意力課題

各睡眠条件における PVT の反応時間について比較した結果を以下の図 5 に示す。今回の実験において、通常睡眠条件と睡眠制限条件との間に有意差は得られなかった ( $H=0.332$ ,  $p=0.564$ ,  $SD=0.025$ )。

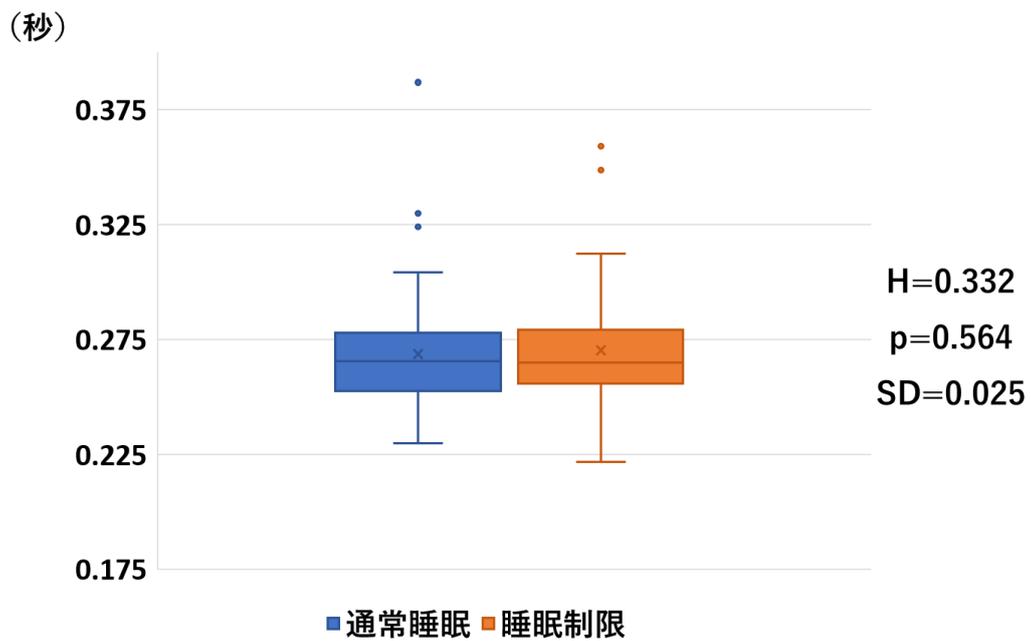


図 5 注意力課題の比較

### 3.2.2. コントロール課題

各睡眠条件における投球のコントロールの差について比較した結果を以下の図 6、図 7 に示す。今回の実験において、通常睡眠条件と睡眠制限条件との間に有意差が得られた ( $H=4.244$ ,  $p=0.039$ ,  $SD=28.900$ )。

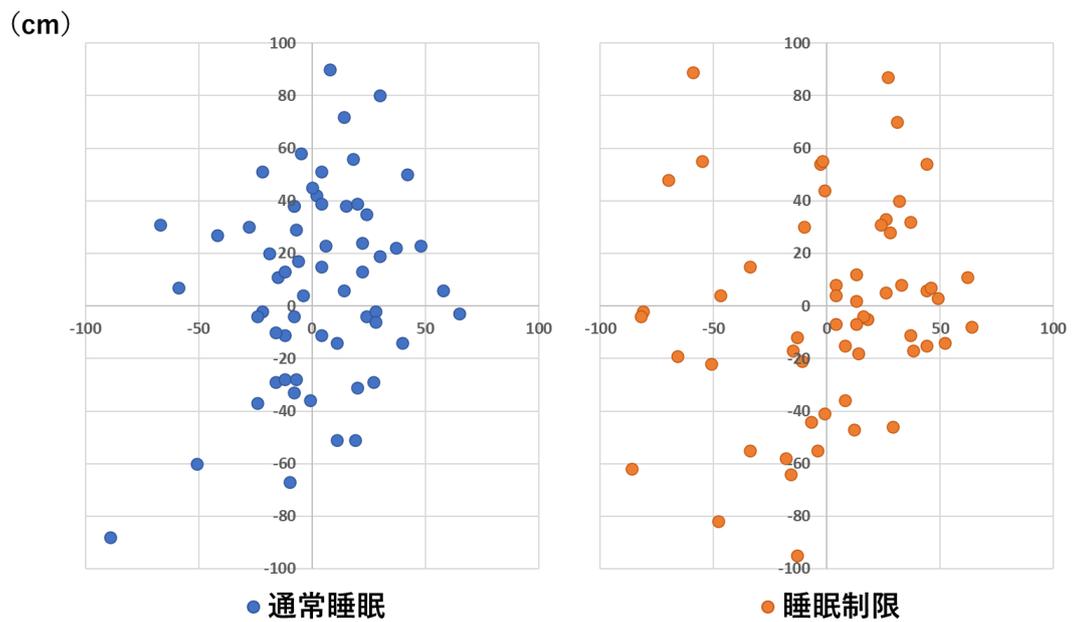


図 6 コントロール課題の分布図

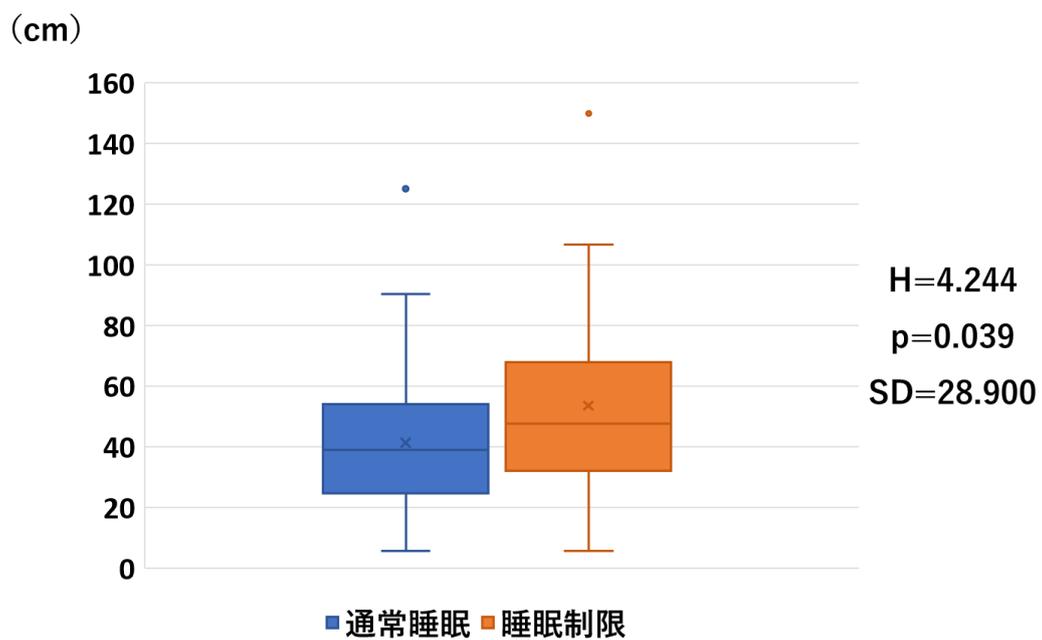


図 7 コントロール課題の比較

### 3.2.3. スピード課題

各睡眠条件における投球スピードについて比較した結果を以下の図 8 に示す。今回の実験において、通常睡眠条件と睡眠制限条件との間に有意差が得られた ( $H=5.650$ ,  $p=0.017$ ,  $SD=5.525$ )。

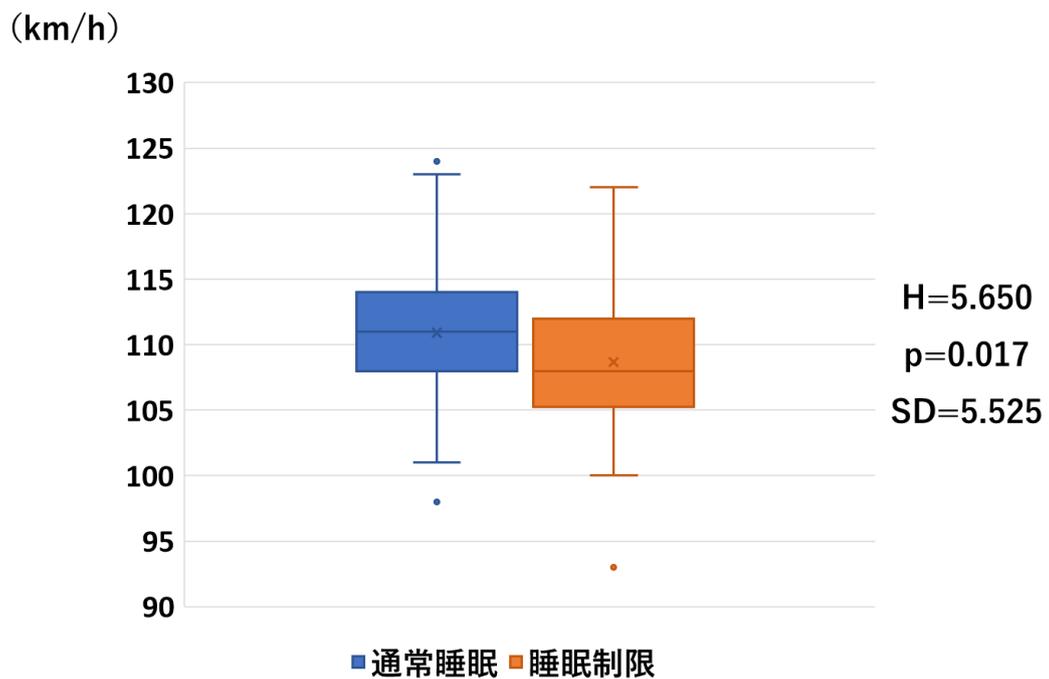


図 8 スピード課題の比較

### 3.3. SSS

各睡眠条件における3日目（DAY2、DAY5）の主観的眠気について比較した結果を以下の図9に示す。今回の実験において、通常睡眠条件と睡眠制限条件との間に有意差が得られた（ $H=7.138$ ,  $p=0.008$ ,  $SD=1.240$ ）。

なお、通常睡眠群の平均得点は1.67、95% CI [1.25–2.09]、睡眠制限群の平均得点は3.50、95% CI [2.65–4.35]であった。

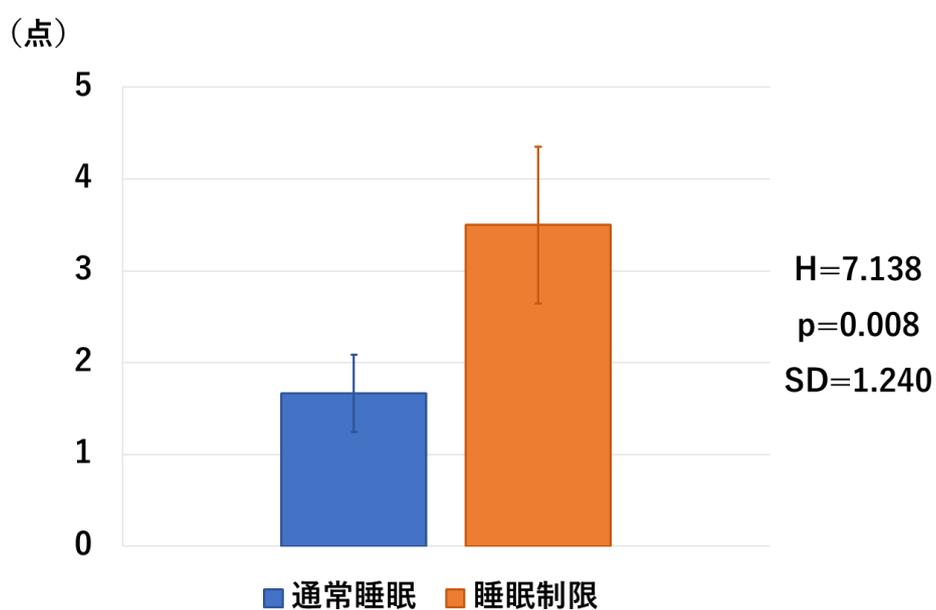


図 9 SSS の比較

### 3.4. 活動量計

活動量計から得られた総睡眠時間（Total Sleep Time：TST）について比較した結果を以下の図 10 に示す。今回の実験において、通常睡眠条件と睡眠制限条件との間に有意差が得られた（ $H=16.803$ ,  $p < 0.001$ ,  $SD=117.389$ ）。

なお、TST の平均時間は通常睡眠群で 412.9 分（ $\pm 36.9$ ）、睡眠制限群で 203.1 分（ $\pm 55.1$ ）であった。また、睡眠効率（Sleep Efficiency：SE）は通常睡眠群で 93.0%（ $\pm 3.0$ ）、睡眠制限群で 88.6%（ $\pm 5.6$ ）であった。睡眠潜時（Sleep Latency：SL）は通常睡眠群で 31.1 分（ $\pm 24.3$ ）、睡眠制限群で 21.6 分（ $\pm 16.2$ ）であった。

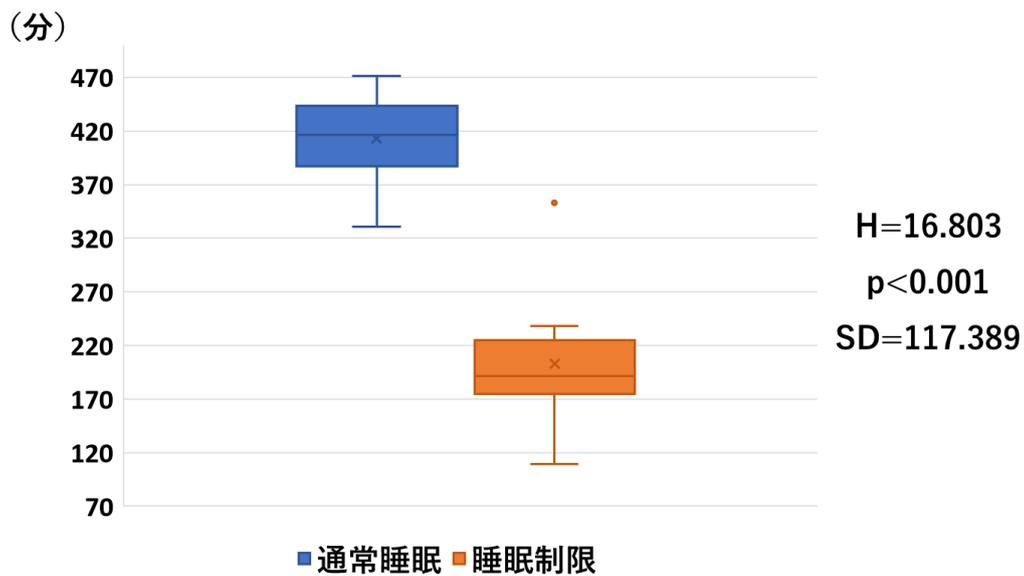


図 10 総睡眠時間の比較

## 4. 考察

### 4.1. 部分断眠と投球パフォーマンス

本研究では、部分断眠による投球パフォーマンスの低下を検証することを目的として実験を行った。

その結果、コントロール課題では通常睡眠と睡眠制限の間に有意差が得られた。睡眠制限条件では中心からの距離の悪化が見られ、これは野球と同様に投動作を伴う競技である、ダーツにおける断眠状態でのコントロールの悪化を支持するものであった (Edwards & Waterhouse, 2009)。

コントロールのズレに関する研究としては、8m先にある直径 20cm の的に対してボールを当てるためには、リリース時に 1 ミリ秒以下のタイミング精度が求められることが報告されており (Calvin, 1983; CHOWDHARY & CHALLIS, 1999)、リリースポイントでの僅かなズレが大きなコントロールのズレにつながるということが分かっている。また、オーバースロー動作では視覚的なフィードバックが固有感覚フィードバックと組み合わせられ運動軌道の誤差を補正していることが報告されている (Urbin, 2012)。これらを踏まえると、本研究の PVT では認知能力の低下は確認できなかったが、検査で感知できなかった微細な認知力の低下がコントロールの悪化と関係している可能性があるかもしれない。

スピード課題についても同様に、通常睡眠と睡眠制限の間に有意差が得られた。睡眠制限状態では投球スピードの低下が見られたが、これは瞬発系であるスプリント走で、断眠と通常条件との間で有意差が得られなかった先行研究と反するものであった (Pallesen et al., 2017)。

これについて、野球のオーバースロー動作は、足から手までの身体部分の動きが複雑に相互作用するものであるという報告がある

(Calabrese, 2013)。そして、投球スピードを最大化するためには、体全体の筋肉部分の協調的な使用を最適化し、位置エネルギーを生成して上肢に順次伝達してから、ボールをホームベースに向かう運動エネルギーに変換する必要がある (Calabrese, 2013)。つまり、スピードを出すためには体全体を下半身から上半身、指先へとスムーズに連動させていく必要があると考えられる。これに対してコントロールと同様に、PVTでは感知できない微細な認知機能の低下により、フォームの連動性が崩れることでスピードが低下した可能性があると考えられることができるかもしれない (Urbin, 2012)。

また、睡眠の質と睡眠時間の短さは、精神的疲労をもたらすことが報告されている (Charest & Grandner, 2022)。そして、眠気が身体的および社会的活動に参加する動機を低下させることも報告されており (Axelsson et al., 2020)、コントロール・スピードの両課題において、精神的疲労、眠気によるモチベーションの低下によって睡眠制限条件では記録が悪化した可能性も考えることができる。

## 4.2. 部分断眠と PVT

本研究では部分断眠により注意力が低下することを検証するため PVT を実施した。

完全、部分に関わらず、断眠が注意力の低下を引き起こすことによる PVT の反応時間の悪化が多数報告されている (Basner et al., 2015)。しかし本研究においてはこれらに反して、通常睡眠条件と睡眠制限条件との間の注意力について、PVT の反応時間に関する統計的な有意差は得られなかった。

標準的な PVT の検査時間は 10 分間ではあるが、本研究では時間的な制約から 3 分間の PVT を実施した。この 3 分間の PVT について、結果の妥当性は過去の研究から実証されているものの (Grant et al., 2017)、10 分間の PVT と比較して反応時間が短かったという報告が存在する (Basner et al., 2011)。それに加えて、3 分間の PVT は 10 分間の PVT と比較して、断眠中の注意力を評価する上で妥当性が不十分であるとする報告もある (Antler et al., 2022)。

また、PVT は概日リズムの影響を受けると報告されている (Wyatt et al., 1999)。本研究では PVT を 15 時に実施したことで、実施時間が身体活動のピークと重なってしまったために、部分断眠の影響が現れづらかった可能性が考えられる。

これらを踏まえると、今回の実験で実施した PVT では感知できなかった微細な注意力の低下が見られていた可能性があり、今後より正確な注意力を測定するためには 10 分間の PVT を、適切な時間に実施することが望ましいと考えられる。

### 4.3. 研究の限界

本研究では実験への参加者が6名と少なかった。そのため、コントロール課題で中心からの距離のみを測定したが、高低や左右といったズレの詳細については検討することができなかった。同様に主観的眠気や朝型-夜型とコントロール、スピードの関係性、そしてコントロール課題の分布図から中心への集まり度合いについてもサンプル数が少なかったために検討することができなかった。今後はより正確な結果を得るために、データを増やして検討していく必要があると考える。

次に、本研究でのコントロール課題では的の中心からの距離、スピード課題では投球速度、という投球の結果に着目して検討を行った。しかし、投球のコントロール、スピードに大きな要因を与える可能性がある、投球フォームの差については検討することができなかった。今後の研究では、ハイスピードカメラを用いて各条件間でのフォームの差について検討していくことが求められる。

また、本研究でのコントロール課題、スピード課題の実施時間について、疲労を避ける目的やスケジュールの観点から、全て15時の実施とした。しかし、MLBやNPBをはじめとした、各国のプロ野球リーグにおいてはナイター開催が主流であり、日本のアマチュア野球では、午前中に公式戦が開催されることもある。そのため、実験の結果をより実際の競技に反映させていくため、今後の研究では夜間や午前中といった様々な時間帯に実施し、日内変動を調査していくことが望ましいと考える。

最後に、コントロール課題、スピード課題の実施環境について、本研究では平坦なグラウンド上で、集球ネットに設置された的に対して投球を行った。しかし、実際の野球における投球の場面を考えると、投手であればマウンドから打者と対峙し、捕手に対して投球を行うため、試合

展開や走者の状況など様々な要因からのプレッシャーが生じる。野手においても同様であり、実際の試合では走者が存在するため素早く、正確に送球しなければならない。そのため、今後の研究では実際の競技に活かしていくため、より試合に近い環境で実施していくことが望まれる。

## 5. 結論

今回は、部分断眠が投球パフォーマンスに与える影響を検証することを目的として実験を行った。その結果、2日連続4時間以下の睡眠という睡眠制限条件下では、認知能力の差については確認することができなかったものの、コントロール課題、スピード課題については、通常時の睡眠と比較してパフォーマンスが低下することが明らかになった。コントロール課題については、睡眠不足によって正確性が低下するという先行研究と同じ結果であったが、スピード課題については、瞬間的に最大の力を発揮するという、無酸素系運動との先行研究とは異なる結果となった。

今回の研究は、これまで検討が不十分であった、睡眠不足が野球の投球パフォーマンスに悪影響を与えるという、試合でのベストパフォーマンス発揮を目指す人々にとって非常に重要な知見を得ることができた。

今後としては、調査の精確性を上げていくために実験参加者の数を増やすこと、概日リズムとの関連を調査するために朝・昼・夜と様々な時間に調査を実施していくことが望まれる。

## 6. 参考文献

- Antler, C. A., Yamazaki, E. M., Casale, C. E., Brieva, T. E., & Goel, N. (2022). The 3-Minute Psychomotor Vigilance Test Demonstrates Inadequate Convergent Validity Relative to the 10-Minute Psychomotor Vigilance Test Across Sleep Loss and Recovery. *Frontiers in Neuroscience, 16*, 815697. 10.3389/fnins.2022.815697
- Axelsson, J., Ingre, M., Kecklund, G., Lekander, M., Wright, K. P., & Sundelin, T. (2020). Sleepiness as motivation: a potential mechanism for how sleep deprivation affects behavior. *Sleep, 43*(6), zsz291. doi: 10.1093/sleep/zsz291. 10.1093/sleep/zsz291
- Babson, K. A., Trainor, C. D., Feldner, M. T., & Blumenthal, H. (2010). A test of the effects of acute sleep deprivation on general and specific self-reported anxiety and depressive symptoms: An experimental extension. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 41*(3), 297-303. 10.1016/j.jbtep.2010.02.008
- Basner, M., Mcguire, S., Goel, N., Rao, H., & Dinges, D. F. (2015). A new likelihood ratio metric for the psychomotor vigilance test and its sensitivity to sleep loss. *Journal of Sleep Research, 24*(6), 702-713. 10.1111/jsr.12322
- Basner, M., Mollicone, D., & Dinges, D. F. (2011). Validity and sensitivity of a brief psychomotor vigilance test (PVT-B) to

- total and partial sleep deprivation. *Acta Astronautica*, 69(11), 949-959. 10.1016/j.actaastro.2011.07.015
- Blumert, P. A., Crum, A. J., Ernsting, M., Volek, J. S., Hollander, D. B., Haff, E. E., & Haff, G. G. (2007). The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national-caliber male collegiate weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1146-1154. 10.1519/R-21606.1
- Bリーグ. (2024, ゲームルール解説). B.LEAGUE. Retrieved Jan 10, 2024, from [https://www.bleague.jp/basketball\\_rule/](https://www.bleague.jp/basketball_rule/)
- Calabrese, G. J. (2013). Pitching mechanics, revisited. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5), 652-660.
- Calvin, W. H. (1983). A stone's throw and its launch window: Timing precision and its implications for language and hominid brains. *Journal of Theoretical Biology*, 104(1), 121-135. 10.1016/0022-5193(83)90405-8
- Charest, J., & Grandner, M. A. (2022). *Sleep and Athletic Performance*. Elsevier. 10.1016/j.jsmc.2022.03.006
- Chase, J. D., Roberson, P. A., Saunders, M. J., Hargens, T. A., Womack, C. J., & Luden, N. D. (2017). One night of sleep restriction following heavy exercise impairs 3-km cycling time-trial performance in the morning. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(9), 909-915. 10.1139/apnm-2016-0698
- CHOWDHARY, A. G., & CHALLIS, J. H. (1999). Timing Accuracy in Human Throwing. *Journal of Theoretical Biology*, 201(4), 219-

229. 10.1006/jtbi.1999.1024

Dawson, D., Searle, A. K., & Paterson, J. L. (2014). Look before you (s)leep: Evaluating the use of fatigue detection technologies within a fatigue risk management system for the road transport industry. *Sleep Medicine Reviews, 18*(2), 141-152.

10.1016/j.smrv.2013.03.003

Edwards, B. J., & Waterhouse, J. (2009). Effects of One Night of Partial Sleep Deprivation upon Diurnal Rhythms of Accuracy and Consistency in Throwing Darts. *Chronobiology International, 26*(4), 756-768. 10.1080/07420520902929037

FIFA. (2007). *FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football*

Gautam, R. K., & Kumar, M. (2018). Effects of deprivation of sleep on the catching accuracy in cricket. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education, 3*(2), 14-16.

<https://doi.org/10.22271/journalofsport>

Grant, D. A., Honn, K. A., Layton, M. E., Riedy, S. M., & Van Dongen, H. P. A. (2017). 3-minute smartphone-based and tablet-based psychomotor vigilance tests for the assessment of reduced alertness due to sleep deprivation. *Behavior Research Methods, 49*(3), 1020-1029. 10.3758/s13428-016-0763-8

Grantham, W. J., Byram, I. R., Meadows, M. C., & Ahmad, C. S. (2014). The Impact of Fatigue on the Kinematics of Collegiate Baseball Pitchers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2*(6), 2325967114537032. 10.1177/2325967114537032

- Halson, S. L. (2014). Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine (Auckland)*, 44, 13-23. 10.1007/s40279-014-0147-0
- Halson, S. L., & Juliff, L. E. (2017). Sleep, sport, and the brain. *Progress in Brain Research*, 234, 13-31. 10.1016/bs.pbr.2017.06.006
- HORE, J., TIMMANN, D., & WATTS, S. (2002). Disorders in Timing and Force of Finger Opening in Overarm Throws Made by Cerebellar Subjects. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 978(1), 1-15. 10.1111/j.1749-6632.2002.tb07551.x
- Jリーグ. (2023, Dec 3,). 順位表. J.LEAGUE Data Site. Retrieved Jan 10, 2024, from <https://data.j-league.or.jp/SFRT08/search?competitionYearEx=2023&competitionIdEx=1&selectedCompetitionName=%E6%98%8E%E6%B2%BB%E5%AE%89%E7%94%B0%E7%94%9F%E5%91%BD%EF%BC%AA%EF%BC%91%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%82%B0&selectedCompetitionYear=2023%E5%B9%B4&competitionYear=2023&competitionId=1>
- Killgore, W. D. S. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. *Human Sleep and Cognition*, 185, 105-129. 10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep Deprivation and Vigilant Attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 305-322. 10.1196/annals.1417.002
- Mah, C. D., Mah, K. E., Kezirian, E. J., & Dement, W. C. (2011). The

- effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball players. *Sleep (New York, N.Y.)*, 34(7), 942-950. 10.5665/SLEEP.1132
- McEwan, K., Davy, J., & Christie, C. J. (2020). Get sleep or get stumped: sleep behaviour in elite South African cricket players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 38(19), 2225-2235. 10.1080/02640414.2020.1776928
- Moore, J., McDonald, C., McIntyre, A., Carmody, K., & Donne, B. (2018). Effects of acute sleep deprivation and caffeine supplementation on anaerobic performance. *Sleep Science (Sao Paulo, Brazil)*, 11(1), 2-7. 10.5935/1984-0063.20180002
- Moreno-Villanueva, M., Von Scheven, G., Feiveson, A., Bürkle, A., Wu, H., & Goel, N. (2018). The degree of radiation-induced DNA strand breaks is altered by acute sleep deprivation and psychological stress and is associated with cognitive performance in humans. *Sleep (New York, N.Y.)*, 41(7), 1. 10.1093/sleep/zsy067
- Mougin, F., Davenne, D., Simon-Rigaud, M., Renaud, A., Garnier, A., & Magnin, P. (1989). Disturbance of sports performance after partial sleep deprivation. *Comptes Rendus Des Seances De La Societe De Biologie Et De Ses Filiales*, 183(5), 461-466.
- Nishida, M., Chiba, T., Murata, Y., & Shioda, K. (2022). Effects of Sleep Restriction on Self-Reported Putting Performance in Golf. *Perceptual and Motor Skills*, 129(3), 833-850. 10.1177/00315125221087027

OECD. (2021, Feb 18,). *Time use*. OECD Statistics. Retrieved Jan 10, 2024, from

[https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TIME\\_USE#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=TIME_USE#)

Pallesen, S., Gundersen, H. S., Kristoffersen, M., Bjorvatn, B., Thun, E., & Harris, A. (2017). The Effects of Sleep Deprivation on Soccer Skills. *Perceptual and Motor Skills, 124*(4), 812-829.  
10.1177/0031512517707412

Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological Reviews, 93*(2), 681-766.  
10.1152/physrev.00032.2012

Reyner, L. A., & Horne, J. A. (2013). Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiology & Behavior, 120*, 93-96.  
10.1016/j.physbeh.2013.07.002

Saadat, H., Bissonnette, B., Tumin, D., Thung, A., Rice, J., Barry, N., & Tobias, J. (2015). Time to talk about work-hour impact on anesthesiologists: The effects of sleep deprivation on Profile of Mood States and cognitive tasks Time to talk about work-hour impact on anesthesiologists : The effects of sleep deprivation on Profile of Mood States and cognitive tasks H. Saadat et al. *Pediatric Anesthesia, 10.1111/pan.12809*

Schwartz, J., & Simon, R. D. (2015). Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiology & Behavior, 151*, 541-544.  
10.1016/j.physbeh.2015.08.035

- Skein, M., Duffield, R., Minett, G. M., Snape, A., & Murphy, A. (2013). The effect of overnight sleep deprivation after competitive rugby league matches on postmatch physiological and perceptual recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *8*(5), 556-564. 10.1123/ijsp.8.5.556
- Song, A., Severini, T., & Allada, R. (2017). How jet lag impairs Major League Baseball performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, *114*(6), 1407-1412. 10.1073/pnas.1608847114
- Takeuchi, L., Davis, G. M., Plyley, M., Goode, R., & Shephard, R. J. (1985). Sleep deprivation, chronic exercise and muscular performance. *Ergonomics*, *28*(3), 591-601. 10.1080/00140138508963173
- Talbot, L. S., McGlinchey, E. L., Kaplan, K. A., Dahl, R. E., & Harvey, A. G. (2010). Sleep Deprivation in Adolescents and Adults: Changes in Affect. *Emotion (Washington, D.C.)*, *10*(6), 831-841. 10.1037/a0020138
- Tempesta, D., Soggi, V., De Gennaro, L., & Ferrara, M. (2018). Sleep and emotional processing. *Sleep Medicine Reviews*, *40*, 183-195. 10.1016/j.smr.2017.12.005
- Urbin, M. A. (2012). Sensorimotor control in overarm throwing. *Motor Control*, *16*(4), 560-578. 10.1123/mcj.16.4.560
- Watson, A. M. (2017). Sleep and Athletic Performance. *Current Sports Medicine Reports*, *16*(6), 413-418.

10.1249/JSR.0000000000000418

Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D., Dinges, D. F., Gangwisch, J., Grandner, M. A., Kushida, C., Malhotra, R. K., Martin, J. L., Patel, S. R., Quan, S. F., & Tasali, E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, *38*(6), 843-844. 10.5665/sleep.4716

WBSC. (2020, Dec 3,). *2020: Global baseball-softball development doesn't stop amid global pandemic*. WBSC.

<https://www.wbsc.org/en/news/2020-global-baseball-softball-development-doesnt-stop-amid-global-pandemic>

Wyatt, J. K., Cecco, A. R., Czeisler, C. A., & Dijk, D. (1999).

Circadian temperature and melatonin rhythms, sleep, and neurobehavioral function in humans living on a 20-h day.

*American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, *277*(4), 1152-R1163.

10.1152/ajpregu.1999.277.4.r1152

浅見 俊雄. (1984). *現代体育・スポーツ大系. 第23巻 / 浅見俊雄 [ほか]編*. 講談社.

勝亦 陽一, 東 香寿美, & 金久 博昭 他. (2004). 投球速度とコントロールの関係におけるポジション特性. *ヒューマンサイエンスリサーチ*, *13*, 203-210.

日本サッカー協会. (2023, Apr 26,). *種別区分別男女区分別登録数集計表*. 日本サッカー協会. Retrieved Jan 10, 2024, from

[https://www.jfa.jp/about\\_jfa/organization/databox/2022\\_category\\_detail.pdf](https://www.jfa.jp/about_jfa/organization/databox/2022_category_detail.pdf)

日本野球機構. (2023). *統計データ*. 日本野球機構. Retrieved Jan 10, 2024, from <https://npb.jp/statistics/2023/time.html>

日本野球協議会 普及・振興委員会. (2023, Mar 1,). *野球普及振興活動状況調査 2022 【報告書】*. 日本野球機構. Retrieved Jan 10, 2024, from [https://npb.jp/kyogikai/report\\_promotion\\_2022.pdf](https://npb.jp/kyogikai/report_promotion_2022.pdf)

## 7. 謝辞

はじめに、本研究においていかなる時にも暖かくご指導くださった指導教官の西多昌規教授に深く感謝いたしますとともに、心より御礼申し上げます。

また、副査を快くお受けくださった正木宏明教授、前田清司教授にこの場を借りて感謝申し上げます。

さらに、本研究を指導するにあたり多くの助言をくださった西多研究室 OB の須山崇太郎さん、Youn Sumi さん、市瀬敦士さん、Jian Yutong さんに深く感謝いたします。

最後に、実験参加者として本研究にご協力いただいた皆さま、ならびに修士課程の2年間で共に過ごし、様々な場面で有意義な意見交換をしてくださった西多研究室の橋爪彩さんに感謝いたします。

2023 年 1 月 12 日

西井 拓