

睡眠の量と質が高校生アスリートの身体組成に与える影響

松本 茂 重元 賢史 生田 祥也 牛尾 会
(研究協力者) 大林 弘宗

Abstract: In high school athletes, body composition plays a crucial role in both physical development and athletic performance. However, there is a lack of studies demonstrating a connection between sleep and body composition in high school athletes. The aim of this study was to assess the quantity and quality of sleep in high school athletes and explore its relationship with body composition. A cross-sectional analysis confirmed a correlation between sleep quality and body composition, but no such relationship was identified longitudinally. The findings suggest that sleep in high school athletes is partially linked to body composition, emphasizing the significance of adequate sleep.

1. はじめに

十分な睡眠量・質の確保により骨や筋の発育が促進されるため、思春期年代にある高校生にとって、睡眠は特に重要である。睡眠量・質が低下すると、摂食行動をつかさどるホルモンへの影響を介して食欲が亢進し、肥満を惹起することが報告されている (Miller et al. 2018)。さらには、学業成績の低下 (Dewald et al. 2010) や生活の質の低下 (Chaput et al. 2016) といった社会的側面への影響、抑うつ傾向の出現 (Short et al. 2020) といった心理的側面への影響もある。

高強度なスポーツ活動やトレーニングを行うアスリートにとっても、睡眠は極めて重要な要素である。量・質ともに良好な睡眠による十分な回復がえられないと、疲労が蓄積し、パフォーマンスの低下 (Nobari et al. 2023)、さらにはスポーツ外傷発生のリスクが増加する (Rosen et al. 2017) ことが知られている。

これらから、思春期にある高校生アスリートでは睡眠が非常に重要であると考えられるが、高校生アスリートにおける睡眠にかかわる調査はあまり行われておらず、その背景となるエビデンスはまだ不足している。

高校生年代では8~10時間の睡眠時間を確保することが推奨されている (Hirshkowitz et

al. 2015)。しかし、本邦の一般高校生の平均睡眠時間は約8.07時間と推奨時間に達していないものもいる (総務省. 2013)。また、先行研究では不眠や睡眠の質の悪さを訴えるものが20~30%おり (Otsuka et al. 2021) 成人と同率に睡眠の質が不良であるものが存在していると報告されている。思春期アスリートでは、さらに睡眠の量が不足しており、先行研究における高校生エリートアスリートの平均睡眠時間は6.83時間である (山本、2020)。学業、スマートフォンの使用などによる夜更かし習慣に加え、早朝・放課後練習の影響により、高校生アスリートは、心身の発育時期にもかかわらず十分な睡眠の量が確保できていない。一方、成人アスリートにおいては一般人よりも睡眠の質が低いことが報告されている (Gupta et al, 2017) が、高校生アスリートでは不明である。

そこで今回我々は、高校生アスリートの睡眠の量・質を測定し、身体組成との関係を明らかにすることとした。身体組成は身体を構成する組織を表すものであり、アスリートでは骨格筋量、体脂肪量がよく評価される。骨格筋量は発揮筋力・パワーと関連し、体脂肪はエネルギー源となる一方で、体重当たりの筋出力やパワー発揮には悪影響を与えるため競技種目、性

別、年齢に適した体脂肪量を維持することが望ましい。我々は思春期アスリートにおいて、骨格筋量と脂肪量の比、骨格筋の質が下肢筋力、ジャンプ力と相関し、骨格筋量や体脂肪量はパフォーマンスに影響を及ぼすこと、思春期アスリートの身体組成とスポーツパフォーマンスには密接な関係があることを報告している (Ushio et al. 2021)。思春期アスリートの身体組成は身体の発育を示すだけでなく、スポーツパフォーマンスにも影響を与えており、身体組成の向上はパフォーマンス向上にもつながる。高校生アスリートは身体活動が多く、一般的に低い体脂肪量、高い骨格筋量を特徴とした、身体組成を有していると考えられている。しかし、前述のとおり、睡眠の量は不足していることが考えられ、激しい身体活動からの回復が不十分であることが想定される。

高校生アスリートでは高強度の身体活動による疲労の蓄積のため、質的・量的に良好な睡眠による疲労回復が必要であるが、現状として十分な睡眠が確保できているとは言い難い。高校生アスリートにおいて、身体組成の向上は身体発育およびスポーツパフォーマンス向上の双方において重要であるが、睡眠と身体組成の関係を示す研究は渉猟しえる限り確認できない。本研究では、高校生アスリートにおける睡眠の量・質を評価し、身体組成との関連を横断的・縦断的に明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2-1 対象

広島大学附属高等学校の運動部(サッカー部・陸上部)に所属する男子27名を対象とした。対象の平均年齢は 16.1 ± 0.7 歳であり、初回測定時には第一学年・第二学年であった。

2-2 測定内容

まず初回測定として、身長・体重・座高・体組成を測定した。直前に排尿・排便を可能な限り済ませたのちに測定を実施した。体組成の測定は In Body S10 (InBody 社、韓国)を用いて行った。(図1)対象に背臥位で1分以上安静をとらせた。電解ティッシュにて両母指・中指、両内果・外果下方を十分に清拭したうえで、電極を装着し測定を開始した。測定中、筋放電の影響を避けるために、呼吸以外の四肢・体幹の運動や発声を控えるように指示した。測定したデータより、身長、体重、除脂肪量、骨



図1. 体組成の測定

格筋量、脂肪量を身体組成パラメータとした。また、身長・体重・座高データより、対象の発育段階の推定データを示す Peak Height Velocity Age を算出(マリーナら, 1995)し、実年齢との差を算出し PHVA 差とした。

さらに、栄養学的要素の影響を検討するために、すべての対象で、食物摂取頻度調査票 FFQ NEXT(建帛社、日本)を用いて栄養摂取状況の調査を行った。回答結果から、Excel アドイン栄養 Plus(建帛社、日本)を用いて、1日当たりの推定カロリー摂取量、タンパク質摂取量を算出し、栄養パラメータとした。

その後、睡眠の量・質の測定 GT9X アクチグラフリンク(ActiGraph 社、米国)を用いて測定した(図2)。対象へは入浴、激しい身体接触を伴う身体活動実施時以外は常時非利き手側の手首に機器を装着するように依頼した。測定を依頼した日の18時から測定開始、1週間後の18時に測定終了するように設定した。測定終了後、ActiLife 6(ActiGraph 社、米国)を用いて睡眠の量・質の分析を行った。1週間のデータのうち、明らかに装着できていなかったと考えられるデータを除き、すべての対象で平日4日以上、休日1日以上が含まれる状況で分析を行った。分析結果から睡眠の量を示すパラ



図2. アクチグラフによる睡眠測定

メータとしてとして、総床上時間、総睡眠時間、睡眠の質を示すパラメータとして睡眠効率（総睡眠時間／総床上時間）、中途覚醒時間（睡眠中に覚醒していた時間）、総睡眠断片化指数（睡眠中の体動や覚醒で、断片化した睡眠の指数）を算出した。

初回測定から6か月後に身体組成の最終測定を同様の手順でおこなった。6か月間での発育状況を示す、身体組成変化パラメータとして、身長・体重・除脂肪量・骨格筋量・脂肪量の初回測定と最終測定間の測定値の差を算出した。

2-3 統計学的検定

測定したデータから、横断的な検討として、初回測定での身体組成パラメータと睡眠量・質パラメータの関係性を確認した。検定にはスピアマンの順位相関係数を用いた。さらに、縦断的な検討として、身体組成の変化が生じているか確認するために、初回・最終測定時の身体組成パラメータを比較した。検定にはデータの正規性に応じて、対応のあるt検定、もしくはマン・ホイットニーのU検定を行った。さらに、身体組成変化パラメータと睡眠量・質パラメータ、栄養パラメータの関係性を確認した。検定には、データの正規性に応じて、ピアソンの相関係数、もしくは、スピアマンの順位相関係数を用いた。すべての検定は、統計ソフトR3.6.3を用いて行い、有意水準を5%と設定した。

表1 身体組成パラメータと変化量

		初回測定	最終測定	p	変化量
身長	(cm)	169.8 ± 4.3	170.9 ± 4.6	<0.01	1.1±0.8
体重	(kg)	57.4 ± 5.4	60.1 ± 5.4	<0.01	2.7±2.2
座高	(cm)	91.9 ± 2.8	—	—	—
PHVA 差	(年)	2.1 ± 0.7	—	—	—
除脂肪量	(kg)	50.4 ± 4.4	51.2 ± 4.1	0.03	0.8±2.2
骨格筋量	(kg)	28.0 ± 2.8	28.6 ± 2.5	0.06	0.6±1.6
脂肪量	(kg)	7.0 ± 3.1	8.8 ± 2.9	0.02	1.8±2.0

表2 睡眠パラメータ

睡眠の量	総床上時間	(分)	360.2 ± 52.0
	総睡眠時間	(分)	304.2 ± 52.2
睡眠の質	睡眠効率	(%)	84.4 ± 6.2
	中途覚醒時間	(分)	46.0 ± 12.9
	総睡眠断片化指数	(分)	25.6 ± 7.4

2-4 倫理的配慮

本研究はXX倫理審査委員会の許可を得て行った。すべての対象は未成年であったため、本人・保護者へ研究内容の説明を行い、書面にて同意を得たうえで研究に参加していただいた。

3. 結果

3-1 身体組成、睡眠の量・質、栄養パラメータの平均値

対象の初回測定・最終測定における身体組成、身体組成変化パラメータの平均を表1に示す。初回・最終測定での身体組成パラメータをそれぞれ比較したところ、身長、体重、体脂肪、除脂肪量は有意に増加しており、骨格筋量に関しても、増加傾向がみられた。

睡眠の量・質パラメータの平均を表2に示す。栄養パラメータは、摂取カロリー平均が2158.0±167.1kcal、接種たんぱく質平均が82.0±4.5gであった。

3-2 身体組成と睡眠の量・質の関係

初回測定での身体組成パラメータそれぞれと、睡眠の量・質の関係を示す相関係数を表3に、散布図を図2-1～2-2に示す。睡眠の量と身体組成には有意な相関関係は見られなかった。一方で、睡眠の質に関しては、睡眠効率と身長に中等度の正の相関が、中途覚醒時間と身長に中等度の負の相関が、総睡眠断片化指数と身長・除脂肪量・骨格筋量に中等度の負の相関がみられた。

表3 身体組成と睡眠の量・質の相関関係(横断的検討)

睡眠の量		総床上時間	総睡眠時間
身長	r	-0.26	-0.05
	p	0.18	0.80
体重	r	0.23	0.39
	p	0.26	0.05
除脂肪量	r	0.08	0.25
	p	0.68	0.21
骨格筋量	r	-0.04	0.03
	p	0.85	0.88
脂肪量	r	0.23	0.30
	p	0.26	0.13

睡眠の質		睡眠効率	中途覚醒時間	総睡眠断片化指数
身長	r	0.52	-0.55	-0.41
	p	0.01	<0.01	0.03
体重	r	0.20	-0.04	-0.30
	p	0.31	0.86	0.13
除脂肪量	r	0.27	-0.17	-0.47
	p	0.17	0.40	0.01
骨格筋量	r	0.29	-0.26	-0.54
	p	0.12	0.18	<0.01
脂肪量	r	-0.02	0.07	-0.01
	p	0.92	0.73	0.98

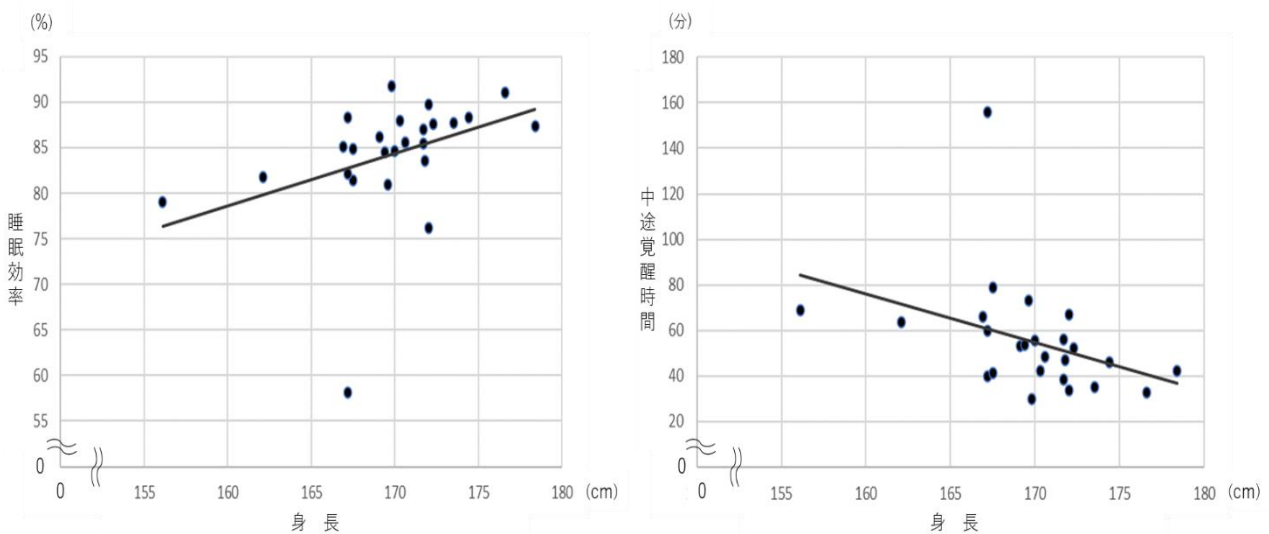


図2-1 身体組成と睡眠の量・質の関係(横断的検討)

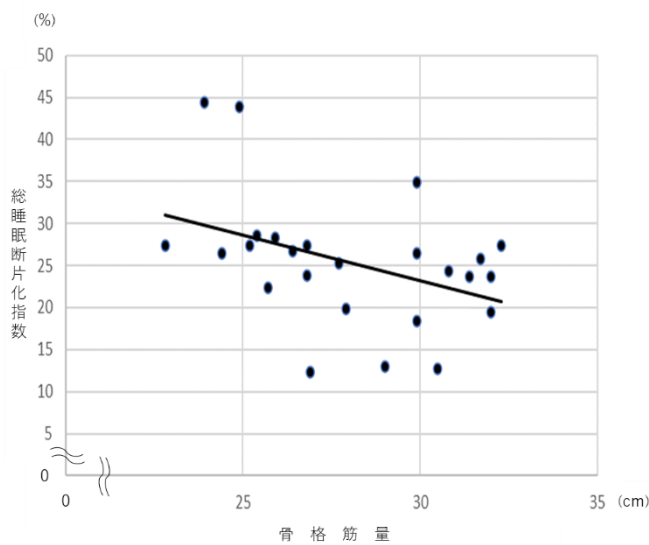
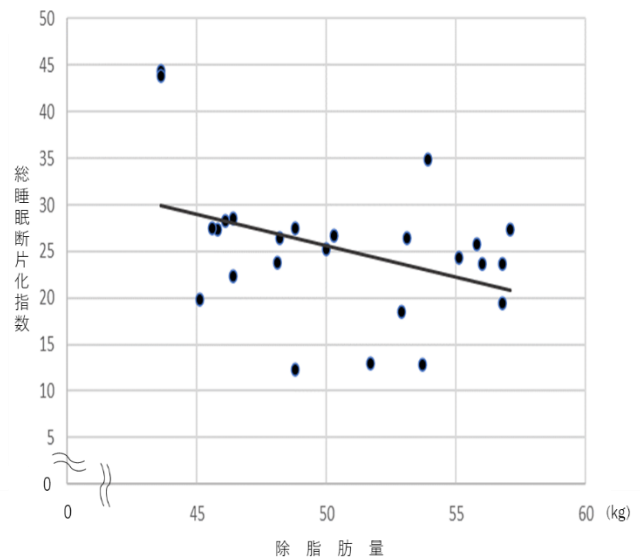
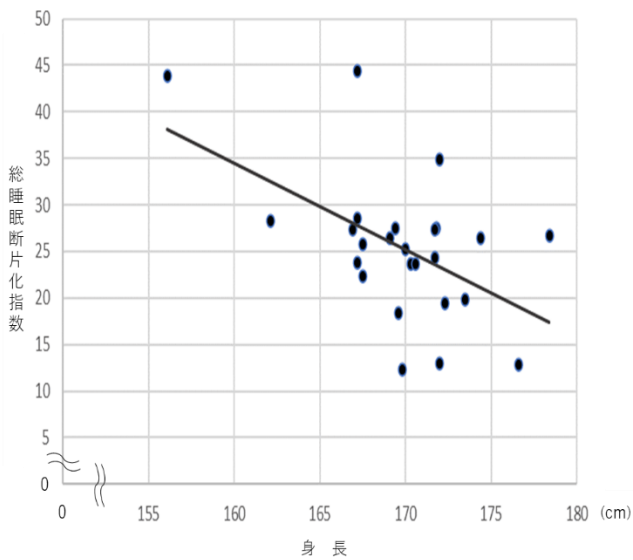


図 2-2 身体組成と睡眠の量・質の関係
(横断的検討)

3-3 身体組成変化と睡眠の量・質の関係

身体組成変化パラメータそれぞれと、睡眠の量・質の相関係数を表4に示す。身体組成変化に関しては睡眠の量・質ともに有意な相関関係がみられなかった。

3-4 身体組成変化と栄養パラメータの関係

身体組成変化パラメータそれぞれと栄養パラメータの相関関係を表5に示す。1日当たりの推定カロリー摂取量、タンパク質摂取量とも相関関係はみられなかった。

4. 考察

4-1 身体組成と睡眠の量・質の横断的関係

本研究の結果から、横断的には睡眠の質が身長・除脂肪量・骨格筋量と関係があることが示唆された。先行研究において、大学生アスリートの睡眠初期のノンレム睡眠の深さが骨格筋量に影響を及ぼすことが報告されている

(Kitamura et al. 2021)。年代は若干異なるが、高校生アスリートにおいても同様に、睡眠の質が骨格筋量に影響している可能性がある。一方で、睡眠の量に関しては相関関係がみられなかった。本研究の対象である高校生年代の推奨睡眠時間は8～10時間で、少なくとも7時間以上の睡眠が必要であることが提唱されている。一方で本研究の対象では平均床上時間は約6時間、総睡眠時間に至っては約5時間と推奨時間に対して1時間以上少ない状況であった。そのため、睡眠の量のパラメータに関しては、身体組成との関係性がみられなかったと考えられた。

4-2 身体組成と睡眠の量・質の縦断的関係

初回測定・最終測定において、身体組成の変化を比較検討したところ、増加している、もしくは増加傾向にはあった。しかしながら、発育状況を検討するために、6カ月の間において身体組成の変化量と睡眠の量・質のパラメータ

表 4 身体組成変化と睡眠の量・質の相関関係(縦断的検討)

		睡眠の量		
		総床上時間	総睡眠時間	
身長	r	-0.16	0.01	
	p	0.43	0.98	
体重	r	-0.35	-0.27	
	p	0.09	0.19	
除脂肪量	r	0.01	0.03	
	p	0.95	0.90	
骨格筋量	r	-0.16	0.01	
	p	0.43	0.98	
脂肪量	r	-0.35	-0.27	
	p	0.09	0.19	
		睡眠の質		
		睡眠効率	中途覚醒時間	総睡眠断片化指数
身長	r	0.24	-0.10	0.34
	p	0.24	0.62	0.10
体重	r	-0.35	-0.27	-0.11
	p	0.61	0.31	0.71
除脂肪量	r	0.11	0.13	-0.09
	p	0.62	0.53	0.66
骨格筋量	r	0.10	0.20	-0.03
	p	0.63	0.33	0.87
脂肪量	r	-0.27	0.08	0.08
	p	0.20	0.71	0.71

表 5 身体組成変化と栄養パラメータの相関関係(縦断的検討)

		推定カロリー 摂取量	タンパク質 摂取量
身長	r	-0.26	-0.05
	p	0.18	0.80
体重	r	0.23	0.39
	p	0.26	0.05
除脂肪量	r	0.08	0.25
	p	0.68	0.21
骨格筋量	r	-0.04	0.03
	p	0.85	0.88
脂肪量	r	0.23	0.30
	p	0.26	0.13

との関係の検証を行った結果、身体組成の変化量と睡眠の量・質パラメータとの有意な関係性は見られなかった。

一般的に思春期の身体組成は生物学的成熟度、遺伝的要素、栄養学的要素、身体活動量に関係している(Rogol et al. 2023)。本研究の対象では身長・体重・座高測定から、身長の発育ピークを示す PHVA を算出しており、すべての対象において、PHVA を過ぎていた。除脂肪量や骨格筋量の発育ピークは身長発育のピークの後にみられることが報告(鳥居ら, 2016, Rauchet et al. 2004.) されており、本研究の対象では除脂肪量発育のピークにあるとみられ、発育段階はほぼ同一の対象であったと考えられる。また、簡易調査ではあるが、栄養摂取状況の調査も行い、摂取カロリーや接種たんぱく質量との関係も検証したが、相関は見ら

れなかった。さらに、身体活動量に関しても、同一時期にほぼ同様の生活習慣を送る集団に対して測定を行っているため、大きな差異は見られないと考えられる。遺伝的要素に関しては、検討できるデータを持ち合わせていないため、言及できない。本研究の結果から、高校生アスリートの身体組成に及ぼす要因を特定することは困難ではあるが、検討できていない遺伝的要素、また、横断的検討では関係のみられた睡眠の質、また、睡眠の量、栄養、運動量の要素が複合的・相互作用をもって影響している可能性がある。しかし、その検証を行うにはデータ数が不足しており、今後の課題としたい。

5 まとめ

本結果より、高校生アスリートの睡眠量は世界的に推奨されている睡眠時間である8～10時間より少なく、充足していないことが明らかとなった。

横断的検討では睡眠の量ではなく質と、身体組成との関係性がみられた。このことは、そもそも、今回の対象が睡眠の量が不足していることに起因していると考えられた。まずは、生活習慣を見直し、睡眠の量を確保できるように努めること、どうしても量が確保できない場合でも睡眠の質を高めるような習慣を作っていくことが肝要であることが示唆された。

一方で縦断的検討では睡眠パラメータと身体組成には有意な関係がみられなかった。身体組成の変化には遺伝的要素、栄養学的要素、身体活動量など様々な要因が影響しており、また相互に影響しあっている可能性もある。

本研究より高校生アスリートの身体組成の発達に睡眠要素が関与している可能性が示唆された。今後、複合要素の相互作用を検討するために、さらに多くのデータを収集していく必要がある。

参考文献

- 1) Miller et al. (2018). Sleep duration and incidence of obesity in infants, children, and adolescents: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*. 41.
- 2) Debalde et al. (2010). The influence of sleep quality,

sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep medicine*. 41, pp179-189.

- 3) Chaput et al. (2016). Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 41, ppS266-282.
- 4) Short et al. (2020). The relationship between sleep duration and mood in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Review*. 52, 101311.
- 5) Nobari et al. (2023). Overview of the impact of sleep monitoring on optimal performance, immune system function and injury risk reduction in athletes: A narrative review. *Science Progress*. 106, 368504231206265.
- 6) Rosen et al. (2017). Too little sleep and an unhealthy diet could increase the risk of sustaining a new injury in adolescent elite athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 27, pp1364-1371.
- 7) Hirshkowitz et al. (2015). National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations. *Sleep Health*. 1, pp233-243.
- 8) 総務省統計局令和3年社会生活基本調査 .<https://www.stat.go.jp/data/shakai/2021/index.html>
- 9) Otsuka et al. (2021). Trends in sleep problems and patterns among Japanese adolescents: 2004 to 2017. *Lancet Regional Health*. 9, 100107.
- 10) 山本. (2020). 陸上競技研究紀要. 第16巻, pp29-33.

- 1 1) Gupta et al. (2017). Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. Sports Medicine. 47, pp1317-1333.
- 1 2) Ushio et al. (2021). Decreased Muscle-to-Fat Mass Ratio Is Associated with Low Muscular Fitness and High Alanine Aminotransferase in Children and Adolescent Boys in Organized Sports Clubs. Journal of Clinical Medicine. 10, 2272.
- 1 3) マリーナら. (1995). 身体の発育/生物学的成熟：概念と評価，事典発育・成熟・運動，大修館書店，pp38-100, pp200-243.
- 1 4) Kitamura et al. (2021). The relationship between body composition and sleep architecture in athletes. Sleep Medicine. 87, pp92-96.
- 1 5) Rogol et al. (2023). Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. The American Journal of Clinical Nutrition. 72, pp521S-528S.
- 1 6) 鳥居ら. (2016). 日本人健康男子中学生における身長，除脂肪量，骨量の最大増加時期. 発育発達研究. 31, 7011-7016
- 1 7) Rauch et al. (2004). The 'muscle-bone unit' during the pubertal growth spurt. Bone. 34, pp771-775.