

高校運動部選手における体組成と栄養状態の関連

垣 渕 直 子・綾 田 実 里・高 見 由 利 恵・次 田 一 代

I はじめに

現在の食に関する課題としては、栄養の偏りや不規則な食生活、孤食などの問題が指摘されている¹⁾。2005年に食育基本法²⁾が制定され、特に小学生を中心とした子どもの健全な食生活の推進がなされてきた。また、学校教育活動全体として、体育・健康に関する指導に取組み、健康で安全な生活と豊かなスポーツライフの実現を目指した教育の充実に務めることが示されている³⁾。ただし高校生における食育推進となると充分ではなく、自由に食を選択することができる環境において、それまでの食習慣や個人の食に関する知識によるもので左右される。

若い世代の食事習慣に関する調査結果では、小学生のころの食生活について、現在の健全な食生活実践の心がけ程度別に比較すると、心がけている人ほど、よい食生活習慣を過ごしていたことが指摘されている⁴⁾。高校生の食生活の実態については東條らによるとインスタント食品などの軽食の摂取が多く、女子は菓子の摂取とダイエット経験者が多い結果であると報告されている⁵⁾。また、男子高校生における習慣的運動と食生活および食意識との関係について調査した今村らによると食行動に対する準備性については、習慣的運動が意識的な食行動変容にはつながっていなかったものの、生活時間や朝食摂取、牛乳や野菜の摂取状況などの実際の食生活には影響している様子が伺えたとしている⁶⁾。

そのような状況の中、運動選手が競技力を高めるために、それぞれの競技内容に応じた身体組成に近づけることが重要であるといわれており、適切な身体組成を得るためにはトレーニングだけではなく、栄養状態も関係していると考えられている⁷⁾。筆者らは、前報⁸⁾で運動部所属の高校生において、採血を必要としない近赤外線分光画像計測法に基づきヘモグロビン（以下：Hbと記す）濃度を測定することができる機器を用いたHb測定を実施した。それと併せて骨健康度（Bone Mineral Density 以下：BMDと記す）測定器である骨ウェーブ（ライブエイド社製）を用いたBMD測定および身体測定を行い、これらの測定値と栄養摂取状況などの関連要因を明らかにすることを目的で調査を実施した。その結果、BMDと栄養素等摂取状況については、どの項目においても有意差を示すものはなかったが、BMD高値群はカルシウム、ビタミンB₁、ビタミンB₂、食物繊維においてBMD低値群よりも多く摂取していた。また、Hb濃度と身体特性および栄養素等摂取状況について検討したところ、身体特性においては有意な結果は認められなかったが、ナトリウムと食塩相当量において、Hb低値群で有意の高値を示した。前報の被験者は普段同じ寮生活を送っており、寮の食事以外、特に間食等の選択は自己の判断によるところが大きいと思われるため、食習慣や生活習慣等の意識等を踏まえたうえでの栄養指導をすすめていく必要性が示唆された。

競技種目によって違いはあるが、競技レベルが高い選手は除脂肪量（以下：LBMと記す）が多く⁹⁾、競技に必要な骨格筋を増やし、必要以上に体脂肪を増やさないことが高いパフォーマンスを維持する上で重要であると考えられている¹⁰⁾。その他にも運動

令和5年12月19日受理
連絡先 〒769-0201 香川県綾歌郡宇多津町浜一番丁10番地
香川短期大学 生活文化学科
TEL 0877(49)5530 FAX 0877(49)5252
Email kakibuchi@kjc.ac.jp

後の糖質およびたんぱく質摂取が筋グリコーゲンの回復において重要であることは多くの研究で示されている¹¹⁾。

本研究では運動部所属の男女高校生を対象として、妥当性が検討された簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ)¹²⁾ を用いて食事調査を行うのと同時に、業務用マルチ周波数体組成計 (タニタ製) による測定、骨健康度測定器である骨ウエーブ (ライブエイド社製) を用いたBMD測定およびASTRIMを用いたHb推定値の測定を行い、体組成結果等と栄養素等摂取状況などの関連要因を明らかにすることを目的とした。

II 方法

1. 調査対象者

本研究は、香川県立A高校に在籍し、運動部に所属する生徒94名を対象とし、本研究の身体測定及び食事頻度調査への説明を行い、参加に対する同意を得られた84名に対し調査を行った。

1回目の測定をA高校にて2023年7月上旬に実施した。2回目の測定は2023年9月下旬に実施した。1回目および2回目の測定を受診し、すべての調査項目がそろった被験者は、男子58名 (2回目測定時年齢 16.4 ± 0.9 歳)、女子16名 (2回目測定時年齢 16.3 ± 0.8 歳) の計74名 (2回目測定時年齢 16.4 ± 0.9 歳) であった。各生徒の所属する運動部はサッカー (n=21)、ボート (n=13)、陸上 (n=9)、野球 (n=31) であった。身体特性及び栄養素等摂取状況の結果については、断りがないもの以外は2回目測定の値とした。

なお、本研究の実施にあたっては、World Medical Associationによって承認されたヘルシンキ宣言の精神に従って計画され、香川短期大学倫理委員会 (2023年7月) において承認されたものであり、すべての対象者から同意書を得て実施した。また被験者の個人情報保護のため全てのデータはIDで匿名化する、氏名が記入された質問紙および個人結果表はA高校で保存するという方法により個人が特定できないようにした。

2. 調査項目及び測定方法

(1) 身体組成

身長は身長計を用いて、体重、体脂肪率、脂肪量、除脂肪量、筋肉量、推定骨量、体水分量はマルチ周波数体組成計 (MC-780A (株) タニタ、東京) を用いて測定した。身長と体重からBody Mass Index (BMI) を算出した。BMIによる肥満度の評価では、25以上を「肥満」、18.5以上25未満を「正常」、18.5未満を「やせ」と判定した。

また、除脂肪指数 (FFMI) は「Fat Free Mass Index」と呼ばれるもので、除脂肪量 (fat free mass: FFM) および脂肪量 (fat mass: FM) を身長²で除したFFMIやFMI (fat mass index) の指数を算定した。FFMIの男子平均値 18.5 kg/m^2 以上の者を高値群 (n=32)、男子平均値 18.5 kg/m^2 未満の者を低値群 (n=26) として評価を行った。測定結果は測定後、すみやかに被験者へ返却した。

(2) 骨密度測定

ライブエイド社製の骨ウエーブを用い、右手首に超音波を伝播させ、透過した波の形から骨強度 (骨波形指数) を測定した。測定結果は骨波形指数が5.326以上をA (密度が高い)、5.115以上5.326未満をB (やや密度が高い)、4.81以上5.115未満をC (普通)、4.51以上4.81未満をD (やや密度が低い)、4.51未満をE (密度が低い) とし評価を行った。

(3) Hb測定

Hb濃度は、シスメックス社製のASTRIM FITを用いて測定した。本機器は採血を必要としない近赤外線分光画像計測法に基づいており、1人あたり約40秒での短時間測定が可能であるため、測定に対する痛みやストレスを感じることはない。測定結果はWHO基準 (貧血<男性 13.0 g/dl 、<女子 12.0 g/dl)¹³⁾ を用いた。なお本調査では、スポーツ貧血の判定基準により男子において 15.0 g/dl 以上の者を高値群 (n=19)、 15.0 g/dl 未満 13.0 g/dl 以上の者を正常値群 (n=30)、 13.0 g/dl 未満の者を貧血群 (n=9) とし比較検討を行った。また女子においては、 12.0 g/dl 以上の者を正常値群、 12.0 g/dl 未満の者を貧血群として比較検討を行った。

(4) 栄養素等摂取状況調査

佐々木らが開発した簡易型自記式食事歴法質問票

(brief-type self-administered diet history questionnaire: BDHQ)¹²⁾を用いて評価し、結果表は被験者へ後日返却した。

被験者はスポーツ選手であり、基礎代謝量が体格、身体組成の影響を受けるため、推定エネルギー必要量の算出には国立スポーツ科学センター(JISS)が提示している $28.5 \text{ (kcal/kg/日)} \times \text{除脂肪体重 (kg)} \times \text{身体活動レベル (PAL)}$ の計算式を用いた¹⁴⁾。身体活動レベル(PAL)は競技種目に合わせて、サッカー部及び野球部を2.0、陸上部及びボート部を1.75に設定した¹⁵⁾。また、推定エネルギー必要量に対する摂取エネルギー量の比率をエネルギー過不足率として算出した。

(5) 結果返却および栄養指導

A高校の被験者へそれぞれの結果返却、および栄養指導を実施した。7月中旬に、陸上部、サッカー

部を対象に行い、10月には野球部、ボート部を対象として行った。指導時間は1時間程度で内容は表1に示すとおりである。7月、9月とも、それぞれの測定結果をグラフ等にまとめたものをスライド及び配布資料で説明を行い、特に「体づくりに必要な補食の内容やタイミング」などについて説明を行った。

3. 解析方法

得られた値は平均値と標準偏差で示した。群間における平均の差の検定には対応のないt検定を用いた。Hb推定値による測定結果の前後比較には、対応サンプルによるWilcoxonの符号付き順位検定を用い、これらの統計解析は、統計ソフトIBM SPSS Statistics Version 21を使用し算出、統計学的有意水準は5%とした。

表1 栄養教育内容等

時 期	指 導 内 容 等
2023年 7月 上旬	・身体測定及び食事頻度調査の実施(全対象者) 1回目
7月 中旬	・栄養指導(対象:陸上部及びサッカー部) 著者らを含む栄養士養成校教員によるプレゼンテーション指導 ヘモグロビン測定について→貧血を防ぐには? 骨密度測定について→骨密度を上げるには? 体組成測定について→脂肪量、除脂肪量、推定骨量、水分量とは? 食事調査結果について→食事頻度調査結果表からわかること 望ましい食生活について→1日の適正量、食品群や目安量を知る 演習:食事バランスガイドを使って自分の適正量を知ろう! 【食事バランスガイドワークシート使用】
9月 下旬	・身体測定及び食事頻度調査の実施(全対象者) 2回目
10月 中旬	・栄養指導(対象:野球部及びボート部) 著者らを含む栄養士養成校教員によるプレゼンテーション指導 ヘモグロビン測定について→貧血を防ぐには? 【鉄及びカルシウムの強化米 サンプルの配布及び説明】 骨密度測定について→骨密度を上げるには? 体組成測定について→脂肪量、除脂肪量、推定骨量、水分量とは? 食事調査結果について→食事頻度調査結果表からわかること 望ましい食生活について→1日の適正量、食品群や目安量を知る 演習:食事バランスガイドを使って自分の適正量を知ろう! 【食事バランスガイドワークシート使用】

Ⅲ 結果

(1) 対象者特性

表2には、対象者を男女別に身体特性を示した。
年齢，身長，体重，BMI，体脂肪率，脂肪量，除脂

肪量，FFMI，筋肉量，推定骨量，体水分量，
BMD，Hb濃度を示した。

(2) 徐脂肪指数別の身体特性

FFMIによる群分けを行いFFMI高値群とFFMI
低値群の比較を表3に示した。体重，BMI，体脂肪

表2 対象者特性

男子

		全体 (n = 58)
年齢		16.4 ± 0.9
身長	(cm)	168.8 ± 5.4
体重	(kg)	60.8 ± 9.9
Body Mass Index (BMI)	(kg/m ²)	21.3 ± 2.9
体脂肪率	(%)	12.3 ± 5.5
脂肪量	(kg)	7.9 ± 5.0
除脂肪量	(kg)	52.9 ± 5.6
除脂肪指数 (FFMI)	(kg/m ²)	18.5 ± 1.5
筋肉量	(kg)	50.1 ± 5.3
推定骨量	(kg)	2.8 ± 0.3
体水分量	(kg)	38.6 ± 4.1
体水分率	(%)	64.0 ± 4.0
Bone Mineral Density (BMD)	(骨波形指数)	4.997 ± 0.09
ヘモグロビン濃度	(g/dl)	14.3 ± 1.4
Mean ± SD		

女子

		全体 (n = 16)
年齢		16.3 ± 0.8
身長	(cm)	158.6 ± 6.8
体重	(kg)	51.1 ± 7.8
Body Mass Index (BMI)	(kg/m ²)	20.2 ± 2.3
体脂肪率	(%)	24.3 ± 4.6
脂肪量	(kg)	12.7 ± 4.3
除脂肪量	(kg)	38.4 ± 4.0
除脂肪指数 (FFMI)	(kg/m ²)	15.2 ± 1.0
筋肉量	(kg)	36.2 ± 3.7
推定骨量	(kg)	2.2 ± 0.3
体水分量	(kg)	28.0 ± 3.0
体水分率	(%)	55.2 ± 3.4
Bone Mineral Density (BMD)	(骨波形指数)	4.95 ± 0.40
ヘモグロビン濃度	(g/dl)	11.7 ± 1.3
Mean ± SD		

量、脂肪量、FFMI、筋肉量、推定骨量、体水分量 ($p<0.05$) において有意に低値群で低値を示した。また体水分率 ($p<0.05$) では低値群で有意に高値を示した。

(3) Hb濃度階級別の身体特性及び栄養素摂取状況
Hb濃度をスポーツ貧血の判定基準により階級別に比較した結果を男子のみ示した(表4)。身体特性においては、Hb濃度以外は有意差を示す項目はなかった。栄養素等摂取状況では、正常値群が高値群と比較し、エネルギー過不足率及び炭水化物において有意の低値を示した ($p<0.05$)。また、有意差は示さなかったが、鉄の摂取量が低値群では高値群や正常値群と比し、低値を示した。

(4) 部活動の種目間での比較

それぞれの部活動の種目間での比較検討をするために2群間での対応のないt検定を行ったところ、サッカー部と野球部の間で有意差を示したため表5に示した。身体特性ではサッカー部に比し野球部では、体重 ($p=0.0420$)、BMI ($p=0.0280$)、体脂肪率 ($p=0.0380$)、脂肪量 ($p=0.0280$) で有意の高値を示した。栄養素等摂取状況ではエネルギー ($p=0.0050$)、エネルギー過不足率 ($p=0.0380$)、炭水化

物 ($p<0.0000001$)、ナトリウム ($p=0.0350$)、食塩相当量 ($p=0.0330$) において有意の高値を示していた。

(5) 測定時期による変化

測定時期による変化についての状況を図1および図2に示した。Hb濃度からの貧血の状況(図1)は、男女とも貧血の者の割合が7月に比し9月では減少した。対応サンプルによるWilcoxonの符号付き順位検定では、女子では有意差は認められなかったが、男子では有意 ($p=0.013$) に貧血の者が減少した。

骨密度の変化の状況については図2に示した。男女とも有意差は認められなかったが、男子においては、「A高い」が0人から9人と増加し、「Bやや高い」も2人から5人へ増加した。女子は「A高い」が減少したが、「Bやや高い」が0人から4人に増え、「Dやや低い」や「E低い」の者が0名へと減少した。

IV 考察

運動部所属の男女高校生を対象として身体特性お

表3 徐脂肪指数別の身体特性 (男子)

	全体 (n=58)	高値群 (n=32)	低値群 (n=26)
年齢	16.4 ± 0.9	16.5 ± 0.8	16.3 ± 0.9
身長 (cm)	168.8 ± 5.4	169.6 ± 4.9	167.9 ± 6.0
体重 (kg)	60.8 ± 9.9	63.6 ± 10.3	57.4 ± 8.4*
Body Mass Index (BMI) (kg/m ²)	21.3 ± 2.9	22.1 ± 3.1	20.3 ± 2.4*
体脂肪率 (%)	12.3 ± 5.5	13.7 ± 5.4	10.4 ± 5.0*
脂肪量 (kg)	7.9 ± 5.0	9.2 ± 5.1	6.3 ± 4.3*
除脂肪量 (kg)	52.9 ± 5.6	54.4 ± 5.7	51.1 ± 4.9*
除脂肪指数 (FFMI) (kg/m ²)	18.5 ± 1.5	18.9 ± 1.5	18.1 ± 1.3*
筋肉量 (kg)	50.1 ± 5.3	51.6 ± 5.4	48.4 ± 4.7*
推定骨量 (kg)	2.8 ± 0.3	2.9 ± 0.3	2.7 ± 0.3*
体水分量 (kg)	38.6 ± 4.1	39.7 ± 4.1	37.3 ± 3.7*
体水分率 (%)	64.0 ± 4.0	62.9 ± 4.0	65.4 ± 3.7*
Bone Mineral Density (BMD) (骨波形指数)	4.997 ± 0.09	5.001 ± 0.09	4.991 ± 0.09
ヘモグロビン濃度 (g/dl)	14.3 ± 1.4	14.1 ± 1.6	14.5 ± 1.2
Mean ± SD		高値群と	* : $p<0.05$

表4 ヘモグロビン濃度階級別の身体特性および栄養素摂取状況（男子）

骨密度		全体 (n=58)	高値群 (n=19)	正常値群 (n=30)	貧血群 (n=9)
年齢		16.4 ± 0.9	16.5 ± 0.8	16.4 ± 0.9	16.2 ± 0.7
身長	(cm)	168.8 ± 5.4	168.3 ± 6.9	168.5 ± 4.6	170.9 ± 4.5
体重	(kg)	60.8 ± 9.9	59.0 ± 10.7	60.6 ± 8.7	65.4 ± 11.7
Body Mass Index (BMI)	(kg/m ²)	21.3 ± 2.9	20.7 ± 2.8	21.6 ± 2.7	22.4 ± 3.7
体脂肪率	(%)	12.3 ± 5.5	11.2 ± 5.5	12.0 ± 4.7	15.5 ± 7.2
脂肪量	(kg)	7.9 ± 5.0	7.1 ± 5.0	7.6 ± 4.1	10.8 ± 6.8
除脂肪量	(kg)	52.9 ± 5.6	51.9 ± 6.4	53.0 ± 5.1	54.6 ± 5.5
除脂肪指数 (FFMI)	(kg/m ²)	18.5 ± 1.5	18.3 ± 1.5	18.6 ± 1.5	18.7 ± 1.6
筋肉量	(kg)	50.1 ± 5.3	49.2 ± 6.0	50.2 ± 4.9	51.8 ± 5.2
推定骨量	(kg)	2.8 ± 0.3	2.8 ± 0.3	2.8 ± 0.3	2.9 ± 0.3
体水分量	(kg)	38.6 ± 4.1	37.8 ± 4.4	38.6 ± 3.8	40.0 ± 4.0
体水分率	(%)	64.0 ± 4.0	64.8 ± 4.2	64.2 ± 3.4	61.9 ± 5.2
Bone Mineral Density (BMD)	(骨波形指数)	4.997 ± 0.086	5.001 ± 0.210	4.993 ± 0.130	5.000 ± 0.210
ヘモグロビン濃度	(g/dl)	14.3 ± 1.4	15.4 ± 0.2	14.3 ± 0.60	11.9 ± 1.00***ttt
推定必要エネルギー量	(kcal)	2987 ± 347	2909 ± 411	3002 ± 313	3101 ± 307
エネルギー	(kcal)	2568 ± 897	2793 ± 962	2402 ± 742	2645 ± 1193
エネルギー過不足率	(%)	86.8 ± 31.4	96.4 ± 30.7	80.6 ± 24.8*	87.4 ± 48.2
たんぱく質	(g)	93.8 ± 40.1	100.8 ± 45.1	90.3 ± 36.5	90.8 ± 43.5
脂質	(g)	77.5 ± 32.0	81.6 ± 33.3	75.3 ± 30.2	76.1 ± 37.8
炭水化物	(g)	362.5 ± 132.6	401.4 ± 131.4	330.0 ± 112.0*	388.6 ± 179.8
ナトリウム	(mg)	5371 ± 2033	5732 ± 2280	5879 ± 1803	5266 ± 2347
カルシウム	(mg)	630 ± 326	634 ± 365	612 ± 307	556 ± 312
鉄	(mg)	9.6 ± 4.7	10.4 ± 5.1	9.3 ± 4.3	9.0 ± 4.9
レチノール当量	(μgRE)	1013 ± 983	1049 ± 1051	964 ± 874	792 ± 499
ビタミンD	(μg)	15.7 ± 13.4	14.6 ± 12.0	15.4 ± 13.1	12.2 ± 9.0
ビタミンB ₁	(mg)	1.01 ± 0.45	0.94 ± 0.48	0.96 ± 0.43	1.05 ± 0.51
ビタミンB ₂	(mg)	1.60 ± 0.77	1.51 ± 0.77	1.54 ± 0.71	1.48 ± 1.01
ビタミンC	(mg)	124 ± 87	133 ± 79	115 ± 80	135 ± 126
食物繊維総量	(g)	13.7 ± 6.4	14.7 ± 6.3	14.7 ± 6.9	12.8 ± 8.7
食塩相当量	(g)	13.6 ± 5.1	14.5 ± 5.8	14.9 ± 4.5	13.3 ± 5.9
Mean ± SD				高値群と 高値群と 中群と	*** : p<0.001 * : p<0.05 ttt : p<0.001

よび骨密度やHb濃度と栄養素等摂取状況について検討を行った。今までに高校生を対象に体組成と栄養関連指標との関係性を検討した調査報告は少ない。今井ら¹⁶⁾は若年女性に対し体組成と栄養状態の関係性を検討し、全身筋肉量の低下が、たんぱく質量の低下、ミネラル量の低下に関係している可能性があること、筋肉量の計測はたんぱく質量、ミネラル量の指標になることを示唆している。また、身体組成からみた思春期の体格と体力・運動能力の関係をみた石原ら¹⁷⁾の研究では、BMIが体重を一括りにした体格指標であるが故の問題であると推察され、

体力総合点に体格を考慮する際、少なくともBMIよりも身体組成カテゴリーが適していると考えられたことを報告している。またその中で、特定の体力要素に対する身体組成カテゴリーの影響を検討するため、カテゴリー別に体力・運動能力8項目（体力要素）をレーダーチャート（Zスコア）で示し、その結果、男女ともに高FFMIであるカテゴリー3、4が正八角形に近く、かつ他のカテゴリーに比し大きな形を描いたことから、体力要素の面からもカテゴリー3、4が体力・運動能力の発揮に適した体格であると考えている。本調査では、FFMIによる群わ

表5 身体特性および栄養素摂取量（サッカー部と野球部の比較）

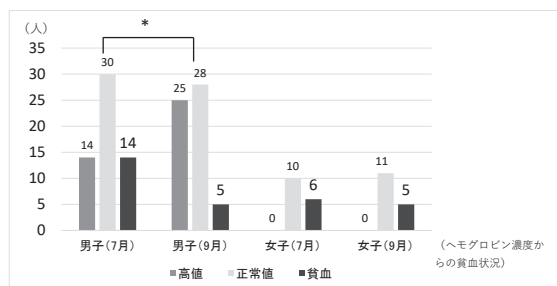
		サッカー部 (n=21)	野球部 (n=31)	P値
年齢		16.9 ± 0.9	16.0 ± 0.7	0.0000
身長	(cm)	169.1 ± 6.2	169.7 ± 4.7	0.7320
体重	(kg)	58.6 ± 7.9	63.9 ± 10.5	0.0420
Body Mass Index (BMI)	(kg/m ²)	20.4 ± 2.3	22.1 ± 3.0	0.0280
体脂肪率	(%)	10.8 ± 3.8	13.8 ± 6.2	0.0380
脂肪量	(kg)	6.6 ± 3.0	9.4 ± 5.9	0.0280
除脂肪量	(kg)	52.0 ± 5.4	54.5 ± 5.2	0.1020
除脂肪指数 (FFMI)	(kg/m ²)	18.2 ± 1.5	18.9 ± 1.3	0.0670
筋肉量	(kg)	49.3 ± 5.2	51.6 ± 5.0	0.1050
推定骨量	(kg)	2.7 ± 0.3	2.9 ± 0.3	0.0590
体水分量	(kg)	37.7 ± 3.8	39.9 ± 3.8	0.0490
体水分率	(%)	64.7 ± 3.1	63.1 ± 4.5	0.1445
Bone Mineral Density (BMD)	(骨波形指数)	4.985 ± 0.09	5.009 ± 0.08	0.3370
ヘモグロビン濃度	(g/dl)	14.5 ± 1.1	14.0 ± 1.6	0.1780
推定必要エネルギー量	(kcal)	2967 ± 305	3103 ± 288	0.1080
エネルギー	(kcal)	2202 ± 726	2895 ± 959	0.0050
エネルギー過不足率	(%)	75.2 ± 26.6	94.2 ± 34.6	0.0380
たんぱく質	(g)	88.5 ± 41.0	101.7 ± 40.9	0.2610
脂質	(g)	73.1 ± 29.4	83.0 ± 35.4	0.2980
炭水化物	(g)	287.9 ± 103.0	422.4 ± 134.2	0.0000
ナトリウム	(mg)	4768 ± 1800	5957 ± 2129	0.0350
カルシウム	(mg)	561 ± 287	702 ± 364	0.1250
鉄	(mg)	9.3 ± 4.9	10.3 ± 4.7	0.4790
レチノール当量	(μgRE)	1049 ± 1051	1036 ± 1023	0.0450
ビタミンD	(μg)	14.6 ± 12.0	18.0 ± 14.8	0.3750
ビタミンB ₁	(mg)	0.94 ± 0.48	1.10 ± 0.45	0.2100
ビタミンB ₂	(mg)	1.51 ± 0.77	1.73 ± 0.81	0.3220
ビタミンC	(mg)	108.4 ± 84.4	141.1 ± 91.2	0.1920
食物繊維総量	(g)	13.1 ± 6.3	14.4 ± 7.0	0.4730
食塩相当量	(g)	12.1 ± 4.5	15.1 ± 5.4	0.0330

Mean ± SD

けを行いFFMI高値群とFFMI低値群の比較を行ったところ、FFMI低値群では体重、BMI、体脂肪量、脂肪量、FFMI、筋肉量、推定骨量、体水分量 ($p < 0.05$) において有意に低値を示した。また勝亦ら¹⁸⁾ が身体形態の特性についてまとめたデータによると一般高校野球選手は体脂肪率が12.1～18.1%，除脂肪量指数が 17.6～19.7kg/m²，脂肪量指数が 2.5～3.9kg/m²であるとしている。それと比較する

と本研究の被験者も同等の値であった。

その一方、海老ら¹⁹⁾ の調査では、全国大会に出場した高校野球選手の平均値はBMIが22.8kg/m²，体脂肪率が15.1%，FFMIが19.4kg/m²であるとしている。表5に示す本被験者の野球部の平均は体脂肪率が13.8 ± 6.2%，FFMIが18.9 ± 1.3kg/m²であり、特に体脂肪率が全国レベルの選手との違いが大きく、低かった。また、競技レベルが高いほどFFMIつま



対応サンプルによるWilcoxonの符号付き順位検定
* $p = 0.013$

図1 ヘモグロビン濃度 推定値からの貧血の状況

り除脂肪量指数が高い傾向であり、身長、体重、BMIも高値を示す傾向にあるが、体脂肪率および脂肪量指数は競技レベル間に大きな差がみられないとされる²⁰⁾。

また、成長期における骨量の年齢別推移および身体組成との関連をみた伊藤ら²¹⁾の研究では、音響的骨評価値 (OSI) を骨量をあらわす指標とし、9歳から22歳までの幅広い年齢層を対象とし、横断的に発育に伴う骨量の変化の特徴を検討した結果、OSIは9歳から14歳までは男女間に差はなく、年齢とともに増加し、15歳以降は男子の方が女子よりも有意に高値を示し、男子では18歳、女子では15歳で成人と同レベルに達していたことを明らかにしている。また、どの年代ともOSIと身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率との間に有意な正の相関関係が認められたが、男子の19-22歳では、OSIと身体組成と相関関係はみられなくなったとしている。そのため、OSIと食習慣や運動習慣などの生活習慣との関連を検討する場合、年齢によって身体組成の影響が異なることを考慮する必要があることが示唆されている。本調査ではBMD (骨波形成指数) を骨評価値の指標としているが、表3に示す様に、FFMI高値群において、低値群に比し、BMDは高値の傾向は示したが、有意差は示さなかった。

Hb濃度階級別の身体特性は表4に示した様に、有意差は示さなかったが、体重、BMI、体脂肪率において、低値群が高い傾向にあったが、BMDはHb濃度高値群が最も高かった。栄養素摂取状況では有意差は示さなかったが、Hb濃度高値群が最も鉄の摂取量が高値を示し、エネルギー摂取量、たんぱく

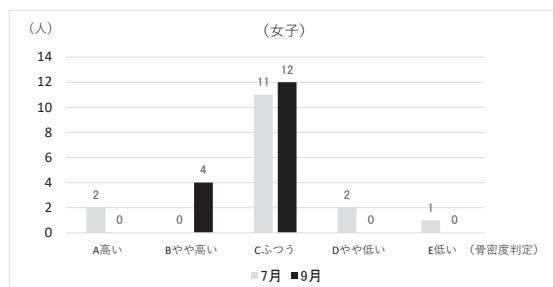
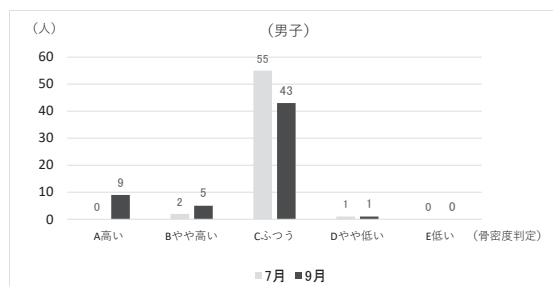


図2 骨密度判定の変化の状況

質摂取量、炭水化物摂取量などほとんど項目で高値を示した。また、Hb濃度高値群は正常値群と比し、エネルギー過不足率及び炭水化物で有意 ($p < 0.05$) の高値を示した。

長嶋²²⁾らの調査では、炭水化物 (糖質) は必要量に対し、摂取量が少なく、課題として認められ、エネルギーと炭水化物 (糖質) との相関係数が最も高く、エネルギーの摂取には炭水化物 (糖質) の摂取が重要であることが示唆されている。本調査でもエネルギー摂取量が推定エネルギー必要量と比し不足している者が多く、全体のエネルギー過不足率は $86.8 \pm 31.4\%$ であり、エネルギー摂取不足が認められた。そのような状況の中、Hb濃度高値群のエネルギー過不足率は $96.4 \pm 30.7\%$ となっており、他の群と比較しエネルギーが充足されていた。

次にサッカー部と野球部の身体特性と栄養素等摂取量についてみてみると体重、BMI、体脂肪率、脂肪量、体水分量で有意差が認められた。

両方の種目の身体組成を比べた調査がほとんどなく、比較することができないが、それぞれの部活動における考え方の相違が、体力トレーニングの内容、さらには身体形態における両者の差に影響している¹⁸⁾ かもしれない。本調査でも高校1年生野球部員に対する海老らの調査におけるエネルギー摂取量

と同様、目標エネルギー摂取量に対する不足が見られた。特にサッカー部では $75.2 \pm 26.6\%$ と低く、さらなる栄養指導が望まれる。大滝らが行ったJクラブ育成チームに所属する小・中・高校男子サッカー選手の食生活の特性²³⁾では、中学生や高校生の家族と関わる行動の頻度に思春期の特性が反映していると考えられ、QOLと食生活の構成要因との関連から、高校生はセルフ・エフィカシーをキーワードにしたプログラムというように学校種により食教育介入のアプローチを変える必要性が示唆されている。また、川原ら²⁴⁾は栄養サポートにより選手の体重は3カ月で $1.9 \pm 1.3\text{kg}$ の増加を示し、この増加の理由として混ぜご飯の栄養補給が理由の一つに考えられ、すなわちプラスされた $130 \sim 150\text{kcal/日}$ のエネルギー摂取量が練習後のゴールデンタイムにおける筋肉の回復（グリコーゲンならびに筋重量）と合わせて体重増加に結びついたものと推測している。今後の栄養指導を行うにあたり、このような先行事例をよく参考にした上での介入を行うことが望まれる。

次にHb濃度からの貧血の状況について、7月と9月の測定値を比較したところ、女子においては有意差が認められなかったが、男子では貧血の者が有意 ($p=0.013$) に減少し、高値者が増加していた。これは、7月に初めてHb濃度測定をし、その判定からHb濃度が低いことを意識したことと、その後の栄養指導の介入による効果が示唆された。ただ、女子生徒では貧血の者が7月測定時で60%、9月測定時でも46%となっており、大学生長距離運動選手の女性23名を対象とし55~60%に鉄欠乏状態が認められたとする先行研究とほぼ同じ値であった。また、保科ら²⁵⁾の女子バスケットボール部に所属する症例では貧血の者が19.2%であり、それと比較しても本研究の被験者の貧血の割合が高かった。これらの先行研究で、貧血群は運動によるエネルギー消費量が高いにも関わらず、エネルギー摂取量が少ないことで負のバランスとなり、蓄積されるはずのエネルギー量も消費され、脂肪酸をエネルギー源として利用した結果、BMI、体脂肪率の有意な減少に繋がったと考えられたとしており、本研究でも同様の結果が示唆された。

骨密度判定の変化では有意差が認められなかった

が、男女ともに「A高い」や「Bやや高い」の割合が増えていた。佐伯ら²⁷⁾の若年成人女性に対する研究では、中学時・高校時の運動歴と共に、ビタミンDといった栄養素の摂取が女子大学生において骨密度を高めることを明らかにしている。また運動強度については一定強度の運動を長く継続することが効果的であることが確認できたとしている。このことから、今後本被験者に対する栄養指導においては、現在の運動を継続すると共にカルシウムだけではなく、ビタミンDをより積極的に摂ることなどを盛り込んだプログラムとすることが大切である。男子高校生に対する最大骨量を高めるための健康教育の方策と効果について研究を行った西田ら²⁸⁾の報告によると、特に、教育群の測定値が低かった者では、栄養面や運動の実践などによって骨の強化を図ろうとして努力したと思われ、この面からは教育効果があったとも考えられている。骨粗鬆症に対して危機感の少ないと思われる男子高校生にとっては、悪戯に危機感を煽る必要はないが、特に、男子では、高校の時期が骨の健康に最も重要であるとの指摘もあることから、根気よく頻繁に骨密度の維持・増加に繋がるような健康教育が大切であることが示唆される。

V まとめ

運動部所属の男女高校生を対象として身体特性および骨密度やHb濃度と栄養素等摂取状況について検討を行った。特に男子生徒では体脂肪率が全国レベルの選手との違いが大きく、低かった。エネルギー摂取量が推定エネルギー必要量と比し不足している者が多く、全体のエネルギー過不足率は $86.8 \pm 31.4\%$ であり、エネルギー摂取不足が認められた。また、Hb濃度からの貧血の状況について、7月と9月の測定値を比較したところ、男子では貧血の者が有意に減少し、高値者が増加していた。このことから今後の栄養指導を行うにあたり、このような先行事例をよく参考にした上での介入を行うことが望まれる。特に女子生徒への貧血に対する栄養指導の重要性が示唆された。

謝 辞

本研究にご協力いただいたA高等学校の教諭、生徒の皆様には深く謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 大井加壽子：高校生・大学生の食生活の実態と意識について，四天王寺大学紀要，54，549-567. (2012)
- 2) 農林水産省：食育基本法，<https://www.aff.go.jp/j/syokuiku/attach/pdf/kannrenhou-20.pdf> (2023年11月18日)
- 3) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 総則編，2017
- 4) 農林水産省消費・安全局消費者行政・食育課：若い世代の食事習慣に関する調査結果，令和元年度食育活動の全国展開委託事業食育に関する課題検討および事例収集，pp 1-37，2019
- 5) 東條仁美：高校生と大学生の食生活と健康意識に関する調査．思春期学，18（1），103-112. (2000)
- 6) 今村佳代子，久永まゆみ，染川真里佳，池田ちほみ，大小田桃子，野村 果代，和田麻希：男子高校生における習慣的運動と食生活および食意識との関係，鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要，22，48～54. (2018)
- 7) 菅洋子：大学男子運動部選手における食意識と食行動，身体組成の関連，日本栄養士会雑誌，66（4），29-40. (2023)
- 8) 垣渕直子，渡辺ひろ美，上北采佳，村川みなみ，次田一代：男子高校運動選手における骨密度及びヘモグロビン濃度と摂取栄養素の関連，香川短期大学紀要，48，61-60. (2020)
- 9) 中島徹哉，香川雅春，高田和子，他：日本人大学ラグビー選手における公式戦メンバーと非公式戦メンバーの体格・身体組成の比較，Football Science，18，15-21. (2021)
- 10) 宮森隆行，吉村雅文，青葉幸洋他：サッカー選手の体力評価．理学療法科学，23，189-195. (2008)
- 11) Burd NA, West DWD, Moore DR, et al.: Enhanced amino acid sensitivity of myofibrillar protein synthesis persists for up to 24 h after resistance exercise in young men, 141, 568-573 (2011)
- 12) Kobayashi, S., Murakami, K., Sasaki, S., et al., Comparison of relative validity of food group intakes estimated by comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires against 16 dietary records in Japanese adults. Public Health Nutr., 14（7），1200-1211. (2011)
- 13) 日本臨床検査医学会，2019，貧血，臨床検査のガイドラインJSLM 2018，192-199.
- 14) 厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2020年版）」，第一出版，2019.
- 15) 小清水孝子，柳沢香絵，横田由香里：「スポーツ選手の栄養調査・サポート基準値策定及び評価に関するプロジェクト」報告，栄養学雑誌，64,205-208. (2006)
- 16) 今井祐子，久保晃：若年女性における体組成と栄養状態の関係，理学療法科学34（2），259-263. (2019)
- 17) 石原勇次郎，村木里志：身体組成からみた思春期の体格と体力・運動能力の関係，発育発達研究，94，75-86. (2022)
- 18) 勝亦陽一，押川智貴，池田達昭：野球選手における身体形態の特性，NSCA JAPAN，27（4），2-11. (2020)
- 19) 海老久美子，中尾美美子，上村香久子，八木典子：高校1年生野球部員の身体組成に及ぼす栄養指導の効果，栄養学雑誌，64：13-20. (2006)
- 20) 渡邊瑠音，松本千晶，石坂正大，久保晃，井川達也：高校男子サッカー部員の競技力と身体機能および体組成成分の特徴と関連性，理学療法科学，38（5），345-349. (2023)
- 21) 伊藤千夏，小泉暁子，田中絵里香，金子佳代子：成長期における骨量の年齢別推移および身体組成との関連，日本栄養・食料学会誌，59（4），221-227. (2006)
- 22) 長嶋智子，平岡満里奈：高校生女子スポーツ選手のエネルギーバランスおよび栄養素等摂取状況，聖霊女子短期大学紀要，48，40-48. (2020)

- 23) 大滝裕美, 稲山貴代, 西川誠太: Jクラブ育成チームに所属する小学生・中学生・高校生男子サッカー選手の食生活の特性ならびにQOLとの関連, 栄養学雑誌, 70 (4), 219-235. (2012)
- 24) 川俣幸一, 富口由紀子, 伊澤正臣: 栄養マネジメントに準じて高校野球部員の体重増加を試みた事例-栄養補給計画に混ぜご飯を提供して-, 運動とスポーツの科学, 22 (1), 87-94. (2016)
- 25) 川野因: スポーツ貧血, 臨床スポーツ医学, 26, 臨時増刊号, 184-185. (2009)
- 26) 保科由智恵, 西川正純, 菅原詩緒理: 女子高校生運動選手の貧血発症に係わる主な栄養学的因子, 運動とスポーツの科学28 (1), 69-78. (2022)
- 27) 佐伯綾希子, 山下美保, 小見山百絵, 戸田雅裕: 若年成人女性の骨密度と運動ならびに栄養摂取量との関係, 日本衛生学雑誌, 78, 1-5. (2023)
- 28) 西田弘之, 鷲野嘉映, 杉浦春雄, 麻草淳, 山本浩貴, 久世早苗: 男子高校生における最大骨量を高めるための健康教育の方策と効果, 教育医学51 (3), 253-262. (2006)

