

高校女子サッカー部への栄養指導の取り組み

Food and nutrition education for high school women's soccer club

土橋 典子^{1,2}・小林 睦美³・岩崎 陸³・土橋 敏明⁴・大森 玲子⁵

DOBASHI Noriko, KOBAYASHI Mutsumi, IWASAKI Atsushi,

DOBASHI Toshiaki, OHMORI Reiko

¹宇都宮大学地域創生科学研究科先端融合科学専攻

²宇都宮短期大学食物栄養学科

³宇都宮短期大学附属高校

⁴群馬大学

⁵宇都宮大学地域デザイン学部

高校女子サッカー部への栄養指導の取り組み

Food and nutrition education for high school women's soccer club

土橋 典子^{1,2}・小林 睦美³・岩崎 陸³・土橋 敏明⁴・大森 玲子⁵

DOBASHI Noriko, KOBAYASHI Mutsumi, IWASAKI Atsushi,

DOBASHI Toshiaki, OHMORI Reiko

アスリートへの栄養指導の研究は数多く報告されているが、高校女子運動部員を対象とした報告は十分ではない。本研究では、高校女子サッカー部員1,2年生12名を対象として、パフォーマンス向上に必要な栄養に対する意識を高め、不足しがちな栄養素の摂取を促し、さらに効率的な指導方法を見出すための栄養指導とその前後における食物摂取頻度調査を実施した。約8か月の間に全体栄養指導を4回と個別栄養指導を2回行った。全体栄養指導では、食事バランスの重要性とともに、女性アスリートが抱える主な健康上の問題である三主徴に関するエネルギー、たんぱく質、鉄、カルシウム、ビタミンDの5項目について解説と指導を行った。個別栄養指導では、日本人の食事摂取基準2020の推奨量（または目安量）と食物摂取頻度調査から推定された摂取栄養素量との比較に基づき、具体的な食事改善提案を行った。栄養指導前後での栄養素摂取量変化について、栄養素間（5項目）と個人間（12名）を要因として繰り返しのない二元配置分散分析を有意水準0.05にて行った。その結果、栄養素間では p 値が0.10となり有意差が得られなかったのに対して、個人間では p 値が 7×10^{-8} であり、有意に異なることが確認された。したがって、エネルギーと栄養素に関しては大きな偏りなく栄養指導が行われた一方、個人によって栄養指導の効果が異なっており、個別の意識付け及び環境要因の把握の必要性が示唆された。

キーワード：高校女子サッカー部、栄養指導、食物摂取頻度調査、食事摂取基準

I. はじめに

スポーツ選手に必要な持続力や瞬発力などの身体能力向上にはトレーニングとともにそれを支える栄養摂取が必要であることが先駆的な研究によって明らかになっている^[1,2]。アスリートに対する栄養摂取の方法に関して多くの研究がなされており^[3]、プロスポーツやオリンピックのレベルでは栄養摂取の指針が定められ^[4,5]、一般のアスリートに対する栄養プログラムに関する総説も多く報告されている^[6]。一方、中学高校年代のジュニアアスリートや運動部での活動を行う生徒に対する栄養指導の効果に関する報告は国内外ともに限られている^[7]。また、特に女性の場合、ジュニア

¹ 宇都宮大学地域創生科学研究科先端融合科学専攻

² 宇都宮短期大学食物栄養学科

³ 宇都宮短期大学附属高校

⁴ 群馬大学

⁵ 宇都宮大学地域デザイン学部

年代の中でも中学生と高校生では成長と発達といった生理的機能に大きな違いがあり、一括りで指導方法をまとめることはできない。さらに、長時間に渡る強度の高いトレーニングが課される全国のトップを競う強豪校の部活動と一般の学校の部活動とも区別して扱う必要がある。サッカークラブに所属する女子高生は文化部に所属する女子高生に比べて栄養摂取の意識が高く、実際に栄養摂取量が高いという報告もあり^[8]、栄養指導の効果も期待できる対象と考えられる。女性アスリートの三主徴とされる「摂食障害の有無に関わらない低エネルギー・アベイラビリティ」、^[9]「機能性視床下部性無月経」、^[9, 10]「骨粗鬆症」^[9, 10]は、競技レベルの違いによる重症度の違いはあるものの、一般の女性にもみられる傾向である。三主徴に関わる鉄やカルシウムの不足は女性全体の問題となっており、将来に渡る栄養課題に繋がることから、ジュニア期からの栄養指導は早期に意識付けを行う上でも大変重要である。

本研究では、平均として週 4 日、1 日当たり 90 分程度のトレーニングを行う一般の高校女子サッカー部員を対象として、栄養指導前後の三主徴に関わる栄養素摂取量を比較して栄養指導の効果を確認するとともに、効率的な栄養指導法を見出すことを試みた。

II. 調査対象と方法

対象者は F 高校（宇都宮市）女子サッカー部員 1, 2 年生 12 名であり、全員が自宅生である。対象者の体格指数 BMI は 21.1 ± 2.8 であり、同年代の平均 20.2 ± 2.2 ^[11]と同程度である。食物摂取頻度調査は 2021 年 12 月と 2022 年 7 月に行った。食物摂取頻度調査には Food Frequency Questionnaire Based on Food Groups (FFQg), Ver. 6 (建帛社) ^[12]を用いた。FFQg は食品群をベースにして調理法による調味料の見積もりを取り入れて作られた食物摂取頻度調査票であり再現性があること、また、1 週間の食事記録から摂取栄養素量を求める古典的な記録法による分析との比較により妥当性もあることが確かめられている^[13]。FFQg は記録法に比べて対象者の負担が少ないことから多くの研究で用いられている^[14]。FFQg では最近 1 か月程度における食事内容についての設問が設けられていることから、1 か月程度の期間における栄養素摂取量を把握することができると考えられている。また、対象者から朝昼夕の 3 食と補食の写真を随時、携帯電話のアプリ (One Tap Sports) ^[15]により提出させた。

栄養指導は 2021 年 12 月から 2022 年 7 月の期間に全体指導 4 回と個別指導 2 回を行った。全体指導では、食事バランスの重要性に加えて、ジュニア女性アスリートが特に抱える健康上の問題である三主徴^[9, 10]に関連して、エネルギーおよびたんぱく質、鉄、カルシウム、ビタミン D について特に詳しく解説した。個別指導では、各対象者について 2021 年 12 月の食物摂取頻度調査から推定された摂取栄養素量の解析結果を食事摂取基準 2020 の推奨量（または目安量）^[16]と比較して、それぞれの対象者に足りない栄養素について説明し、対象者から提出された朝昼夕の 3 食と補食の写

真をもとに、具体的な食事の改善について提案した。なお、本研究は宇都宮短期大学研究倫理委員会の承認を得て行われた。

III. 結果と考察

栄養指導において特に着目したエネルギー、たんぱく質、鉄、カルシウム、ビタミンDについて FFQg で分析した対象者 12 名の 1 日当たりの摂取量の平均は、それぞれ、 $2,260 \pm 592$ kcal、 77 ± 27 g、 8.3 ± 3.2 mg、 510 ± 233 mg、 6.0 ± 3.2 μ g であった。これは、令和元年度の 15 歳から 20 歳 ($n = 119$) に対して記録法により求められた値 $1,896 \pm 464$ kcal、 71.8 ± 21.9 g、 7.0 ± 2.2 mg、 454 ± 210 mg、 5.3 ± 6.3 μ gRAE^[11] に対して、1.19 倍、1.07 倍、1.19 倍、1.12 倍、1.13 倍である。サッカークラブに所属する女子高校生 ($n = 8$) に対する FFQ による調査において得られたエネルギー $2,056 \pm 536$ kcal、たんぱく質 69.6 ± 23.0 g、鉄 7.8 ± 4.5 mg、カルシウム 543 ± 298 mg^[8] とは同程度であった。

図 1 の青棒は、栄養指導前における対象者の各栄養素平均摂取量の日本人の食事摂取基準 2020 に基づく 15 歳から 17 歳に対する推奨量（ビタミン D については目安量）（1 日当たりのエネルギー $2,300$ kcal（身体活動レベル II）、たんぱく質 55 g、鉄 10.5 mg、カルシウム 650 mg、ビタミン D 8.5 μ g）に対する比 f を示す。たんぱく質については 1 以上であるが、エネルギーと他の栄養素は 1 未満であり、平均として摂取量が足りていない状況が把握できる。また、たんぱく質についても個人によって推奨量に至っていない場合があった（図 2(a), (b) 参照）。

図 1 の赤棒は栄養指導後における対象者の各栄養素平均摂取量の推奨量（または目安量）に対する比 f であるが、栄養指導前と比較して、たんぱく質、鉄、カルシウム、ビタミン D は増えているが、栄養指導後も推奨量に至っていない状況であった。

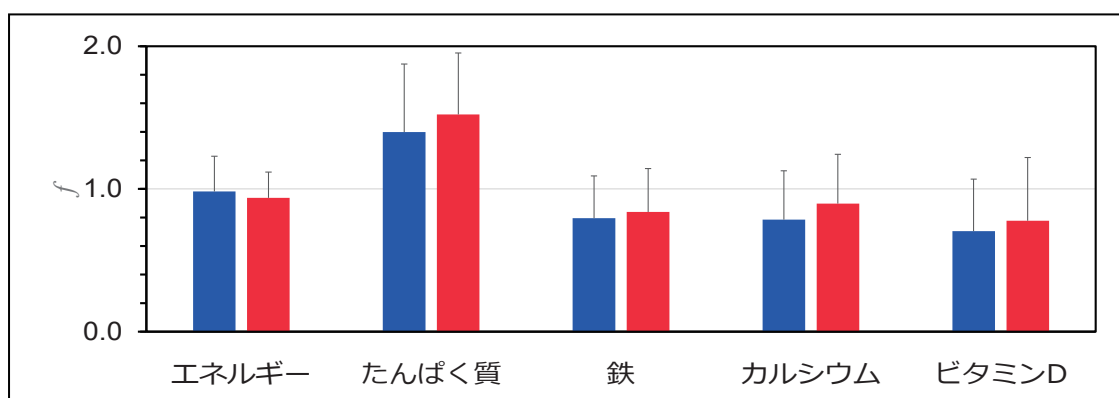


図 1 栄養指導前後における対象者の各栄養素平均摂取量の食事摂取基準 2020 の推奨量（ビタミン D については目安量）に対する比
青棒と赤棒はそれぞれ栄養指導前と栄養指導後の値を示す。

図2(a), (b), (c), (d), (e)は、それぞれ、エネルギー、たんぱく質、鉄、カルシウム、ビタミンDの栄養指導前と後における1日当たりの摂取量の関係を示す。横軸と縦軸は、それぞれ、栄養指導前と栄養指導後の1日当たりの各栄養素摂取量である。図中の傾き1の直線は栄養指導前後で摂取量の変化がなかった場合を表し、この線より上側は栄養指導により摂取量が増加、下側は栄養指導により摂取量が減少したことを示す。緑の縦線と横線は各栄養素の推奨量（または目安量）を示す。それぞれの点は各対象者に対する値をプロットしたものである。

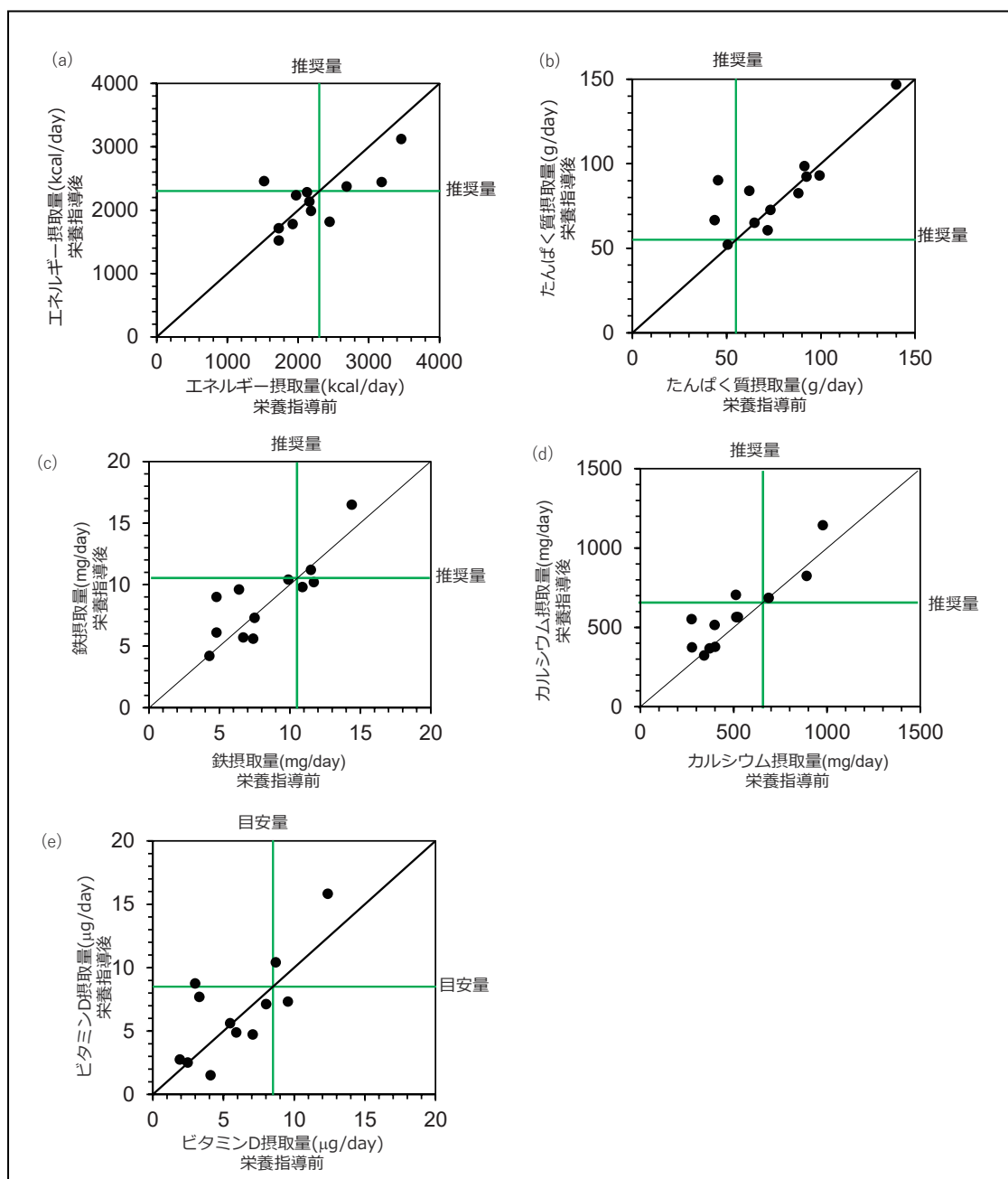


図2 栄養指導前の栄養素摂取量に対する栄養指導後の栄養素摂取量の分布
 緑線は食事摂取基準2020の推奨量（または目安量）を示す。
 (a)エネルギー、(b)たんぱく質、(c)鉄、(d)カルシウム、(e)ビタミンD

図 2(a)のエネルギー摂取量においては、傾き 1 の直線より下側に点が多く、栄養指導前に比べて栄養指導後にエネルギー摂取量が減少した対象者が多かった。図 2(b)のたんぱく質摂取量については、栄養指導前には 3 名が推奨量に足りていないが、栄養指導後には 1 名を除き全員が推奨量を超えた。図 2(c)の鉄摂取量については、栄養指導により摂取量が数名増えた一方、推奨量との比較では、栄養指導前は推奨量以上が 4 名だったのに対して栄養指導後は 2 名に減った。図 2(d)のカルシウム摂取量については、ほとんどの点が傾き 1 の直線より上側にあり、栄養指導によってほぼ全員の摂取量が増加したことを示すが、栄養指導前は推奨量以上が 3 名、栄養指導後は 4 名と微増であり、栄養指導後も推奨量に足りていない対象者が多かった。食物摂取頻度調査の項目を詳しく見ると、カルシウムの増加は、主に、牛乳の摂取量の増加によるものであることがわかった。図 2(e)のビタミン D 摂取量については、栄養指導前後で目安量に足りている人数はともに 3 名であり、栄養指導後も目安量に達していない対象者が多かった。

たんぱく質摂取量は栄養指導後、1 名を除き対象者全員が推奨量を上回ったのに対して、その他の栄養素については栄養指導後も推奨量に満たない対象者が多かった。特に、エネルギー摂取量が増加したのは全体の 1/4 にあたる 3 名のみであった。個別指導における聞き取り調査では、対象者全員に筋肉量を増やしたいという意識があったことを考えると、この結果は、「筋肉を作るためにたんぱく質が必要である」ことは理解されていたが、「エネルギー摂取が十分でないと摂取したたんぱく質が代謝に使われ筋肉の生成には使われない」ということへの理解不足である可能性も高い。また、エネルギー摂取量については栄養指導後に減少する対象者も過半数いたが、女子高校生は、体型維持のための過剰な食事制限によるやせが問題となっており^[17]、本対象者においても関係している可能性がある。また、エネルギー摂取量が不足する場合、他の栄養素も不足する傾向があることが指摘されており^[18]、鉄、カルシウム、ビタミン D の摂取不足に繋がっているものと推察された。

図 3(a)は、対象者 12 名について栄養指導による各栄養素摂取量の変化量 ΔX を栄養指導前の平均値 X_0 で除した値 $D \equiv 100\Delta X/X_0$ (パーセンテージ)である。個人によって大きな偏りが見られるが、栄養素による違いは大きくないように見える。そこで、栄養素摂取量の変化率 D が栄養素間 (5 項目) および個人間 (12 名) で差があるのかを調べるために、それら二つを要因として繰り返しのない二元配置分散分析を有意水準 0.05 で行った。その結果、栄養素間では p 値が 0.10 となり有意差が認められなかったものの、個人間では p 値が 7×10^{-8} であり、有意に異なることが確認された。図 3(b)は栄養指導後の各栄養素の摂取量 X_F の推奨量 (または目安量) X_R に対する比 $S \equiv X_F/X_R$ を表す。図 3(a)と同様に、栄養素間 (5 項目) と個人間 (12 名) を要因として繰り返しのない二元配置分散分析を行った。その結果、栄養素間では p 値 4×10^{-15} 、個人間では 3×10^{-15} であり、有意に異なることが確認された。栄養指導による各栄養素摂取量の変化率 D に栄養素間では有意差がなかつ

たことから、本栄養指導では、エネルギーおよび4栄養素に関しては大きな偏りなく指導が行われたと考えられた。

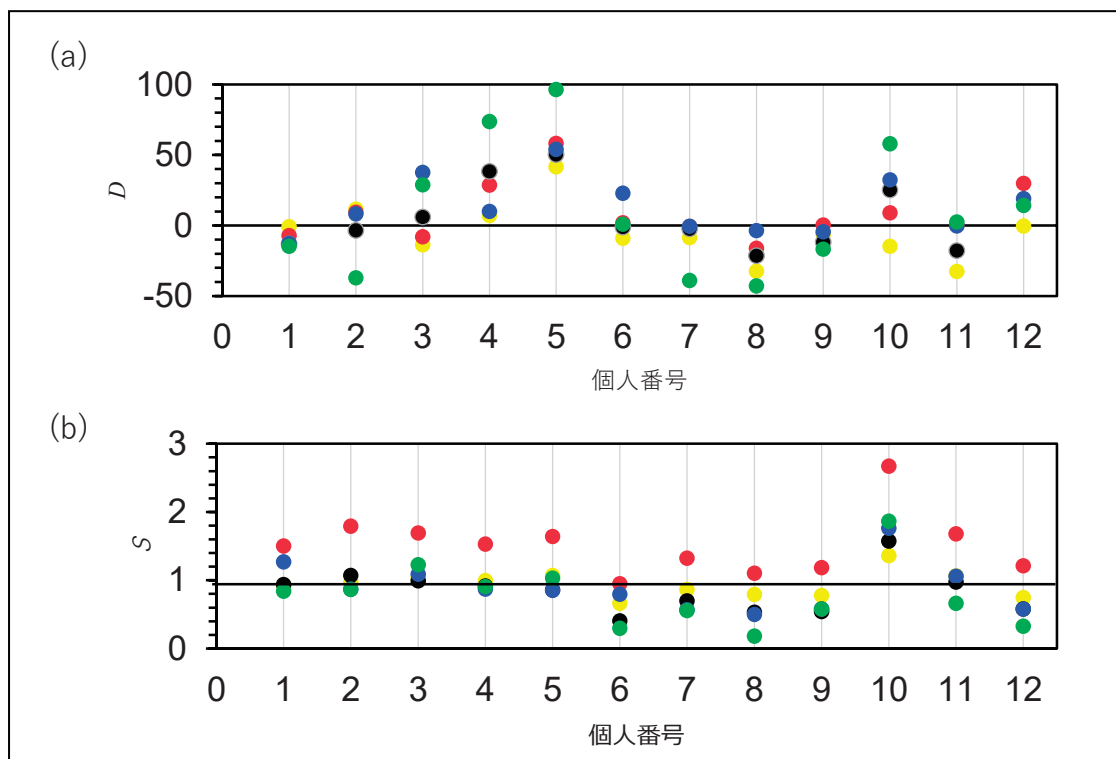


図3 各対象者についての (a) 栄養指導による各栄養素の摂取量増加 ΔX の栄養指導前の平均摂取量 $\langle X_0 \rangle$ に対する比 $D = 100\Delta X / \langle X_0 \rangle$ (パーセンテージ) と (b) と栄養指導後の各栄養素の摂取量 X_F の推奨量 (または目安量) X_S に対する比 $S = X_F / X_S$
 ●エネルギー、●たんぱく質、●鉄、●カルシウム、●ビタミンD

個人間に有意差が見られた原因については、意識付けの段階で個人差があった、あるいは適切な食材が自身や家庭で調達できるかできないかなどの経済格差がある、あるいは、試合時における先発と控えのモチベーションの差などの環境要因も考えられるが、現段階では不明である。経済格差が要因である場合は、対象者への個別指導においてそれぞれの家庭の状況に合わせた食材を用いたメニューを提案することが必要かもしれない。一方、栄養指導後の栄養素摂取量の推奨量 (または目安量) に対する比 S について栄養素間で有意差が見られたことは、各栄養素の摂取に繋がる食材の摂取しやすさやしにくさがあるものと推察される。また、やせ願望がエネルギー摂取量に影響を及ぼし、そのことが微量栄養素の摂取量にも影響していたと考えると、個人間にも栄養素間にも有意差が認められたことと符合している。

本研究では、対象者の負担を考慮して食物摂取頻度調査を約8か月間の栄養指導前後でのみ実施した。また、個別指導の際には、食物摂取頻度調査をもとに栄養素全般にわたって、特に、不足摂取量の基準を設けずに指導を行った。今後は、個人間の違いを考慮して、摂取量と推奨量との差の

程度によって割付し、それぞれのグループに対して最も適切な指導をすることや、食物摂取頻度調査を全体指導に合わせて1か月または2か月の短い期間ごとに実施し、それぞれの期間における栄養指導の効果と長期的傾向を把握できるよう、指導及び調査の効率的な統括・管理を実施する必要がある。具体的には、栄養指導1回目では、推奨量に足りている人、推奨量に足りていない人に分け、それぞれ栄養摂取の持続の方法と推奨量に近づける方法を指導することや、栄養指導2回目では、栄養指導1回目の後の調査でも推奨量に達していなかった対象者を、栄養素摂取量が1回目の調査から減少または変化がなく推奨量に達していなかった場合と摂取量が増加したが達していなかった場合に分けて、それぞれ、原因を聞き取った後、解決策を提案する方法、栄養摂取をさらに増加させる方法を指導することが考えられる。

本研究の対象者は全員が自宅生であった。そのため、全国の強豪校のように寮生活によって食事からトレーニングまでにわたり一元管理することはできなかった。寮生活などを行っている場合は、集団給食管理に、ナッジにより自然に望ましい栄養を摂取できるような栄養・健康支援も可能である^[19]。一方、自宅生に対しては、食事を提供する家族を巻き込んだプログラムを考える必要がある。実際に、料理を作る家族の栄養指導が子どもの栄養改善促進に大きな影響を与えることが知られている^[20]。また、スポーツクラブに通う児童の母親への指導が子どもの食態度や食生活を変えることが報告されている^[21]。競技のパフォーマンスを上げたいという意欲が大きいジュニア世代がそれに協力したいと願う保護者（料理を提供する人）の栄養改善へのモチベーションに繋がり、家族全体の栄養改善支援に結び付く可能性も期待できる。

IV. まとめ

本研究では、高校女子サッカー部員を対象として、全体及び個別の栄養指導を行い、栄養指導前後の栄養素摂取量の増減を調べた。たんぱく質以外については、栄養指導後も、食事摂取基準2020の推奨量または目安量に到達しない対象者が多く見られた。エネルギー摂取量については栄養指導後に減少する対象者が過半数みられた。エネルギー摂取量の減少は、近年問題となっている若年層のやせの問題と関連するほか、鉄、カルシウム、ビタミンDの摂取不足に繋がっている可能性がある。なお、栄養指導後における栄養素摂取増加量に対する二元配置分散分析の結果は、栄養素間に有意差は認められなかったが個人間には有意差が認められた。このことから、個別の意識付け及び環境要因の把握の必要性が示唆された。やせの問題解消のために考えられている様々な工夫^[22]を駆使する等、より強い個人の意識付けのための方法を試みる必要があるほか、栄養指導及び調査の効率的な統括・管理の必要性についても示唆された。

謝辞

本研究についてご助言くださいました宇都宮大学石川由美子教授、古賀誉章准教授、阪本公美子教授、佐藤栄治准教授、本取り組みをサポートしてくださいました宇都宮短期大学須賀英之学長、百田裕子教授に深謝申し上げます。

参考文献

- [1] J. Bergström, L. Hermansen, E. Hultman, B. Saltin, *Acta Physiol. Scand.*, Vol. 71, pp.140-150(1967).
- [2] E. H. Christensen, O. Hansen, *Arbeitsfähigkeit und Ernährung. Scan. Arch. Physiol.*, Vol.81, pp.160-171(1939).
- [3] D. Benardot, *ACSM's nutrition for exercise science*, Wolters Kluwer (2019).
- [4] IOC consensus on sports nutrition 2003, *J. Sports Sci.* Vol. 22 (2004).
- [5] T. R. Ackland, T. G. Lohman, J. Sundgot-Borgen, R. J. Maughan, N. L. Meyer, A. D. Stewart, W. Muller, *Sports Med.*, Vol. 42, pp.227-249(2012).
- [6] A. Boidin, R. Tam, L. Mitchell, G. R. Cox, H. O'Connor, *Br. J. Nutr.*, Vol. 125, pp.1359-1373(2021).
- [7] 堀川昭子, 高増雅子, *日本女子大学大学院紀要*, Vol. 27, pp.257-268(2021).
- [8] 曾我部夏子, 岡田昌己, 土岐田佳子, 下橋淳子, 芝山正治, 西山一朗, *日本食育学会誌*, Vol. 8, pp.41-47(2014).
- [9] A. Nattiv A. B. Loucks, M. M. Manore, C. F. Sanborn, J. Sundgot-Borgen, M. P. Warren MP., *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 39, pp.1867-1882(2007).
- [10] 能瀬さやか, *女性アスリートの三主徴. 講座スポーツ整形外科学, 整形外科医のためのスポーツ医学概論*, 中山書店 (2021).
- [11] 令和元年国民健康栄養調査、厚生労働省. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku_00002.html, 参照日 2023年4月8日.
- [12] 吉村幸雄, *Food Frequency Questionnaire Based on Food Groups (FFQg)*, Ver.6., 建帛社, 2020.
- [13] 高橋啓子, 吉村幸雄, 開元多恵, 國井大輔, 小松龍史, *栄養学雑誌*, Vol. 59, pp.221-232(2001).
- [14] 亀田沙季, 須藤紀子, *日本健康学会誌*, Vol. 87, pp.3-14(2021).
- [15] ONE TAP SPORTS 3つのポイント, ONE TAP SPORTS, <https://one-tap.jp/>; 石丸出穂, 中村祐太郎, 真野芳彦, 白坂牧人, 藤本晋也, 梅津龍, 安部祐馬, 溝上拓志, *スポーツ産業学研究*, Vol. 32, pp.453-462(2022).
- [16] 食事摂取基準 2020, 厚生労働省.

- [17] 健康日本 21（第 2 次），厚生労働省. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21.html, 参照日 2023 年 4 月 8 日.
- [18] 上野鈴加, 中山和子, 古屋美知, 高松和永, 高知学園短期大学紀要, Vol. 44, pp.1-8(2014).
- [19] 中村彩希, 中西明美, 衛藤久美, 會退友美, 坂本達昭, 新保みさ, 日健教誌, Vol. 29, pp.290-297(2021).
- [20] 中堀伸枝, 関根道和, 山田正明, 立瀬剛志, 日本公衛誌, Vol. 63, pp.190-201(2016).
- [21] 大木薫, 稲山貴代, 栄養学雑誌, Vol. 69, pp.135-147(2011).
- [22] 野中美津枝, 日本家政学会誌, Vol. 66, pp.342-350(2015).

