

栄養指導に関する取り組みについて  
～高等教育機関と連携して～

徳島県立鳴門渦潮高等学校

竹内 靖人

## (1) 学校の概要について

徳島県立鳴門渦潮高等学校は今年度で創立 11 年を迎えます。

県下で最も多い系列を持つ「総合学科」と本県初となる体育系学科である「スポーツ科学科」を設置しています。「総合学科」と「スポーツ科学科」との間で、総合選択制を導入し、両学科の科目から幅広く選択でき、将来の進路を見据えた学習が可能です。

## 『総合学科』

総合学科では、普通科目と専門科目を幅広く開設し、将来の進路や自分の興味、関心、適性などによって、学びたい科目を自由に選択できます。進学や就職に完全に対応した授業や商業・工業・福祉系の資格取得に向けた授業など、様々な目的に合わせた科目設定が可能です。2 年次以降は、以下の 5 つの系列に分かれて学びを進めていきます。「自然科学系列」「人文科学系列」「生活福祉系列」「総合ビジネス系列」「情報通信系系列」

## 『スポーツ科学科』

スポーツ科学科は、知・徳・体の調和のとれた豊かな人間性を身につけるとともに、本県競技力向上、スポーツ振興を図るためスポーツや健康に関する専門教育を実施する学科です。以下の 8 つの競技を専門とする生徒が在籍しています。

「男女陸上競技」「男子野球」「男女柔道」「男子バスケットボール」「女子サッカー」「男子剣道」「男女ウエイトリフティング」「女子ラグビー」

(鳴門渦潮高等学校 HP より引用, 加筆)

## (2) 本研究の目的

日本人の多くはビタミン D 不足および欠乏であることが近年の研究で明らかになってきた。このことが高校生アスリートの競技力に影響している可能性が考えられる。

本研究の目的は、高校生アスリートのビタミン D およびタンパク質栄養状態の改善が競技能力の向上に有効であるかを明らかにすることである。そのために次の①～③の検証を行うこととした。

## ①栄養状態を把握する

- ・食事調査によってエネルギー摂取量の把握
- ・血液検査により血中ビタミン D 濃度の把握
- ・水分出納調査によって水分の摂取状況を把握

## ②栄養や水分摂取についての自己管理能力を確立する

## ③ビタミン D およびタンパク質栄養不良の改善が競技能力を改善するかについて検討する

## 《食事調査》

## 2-1. 方法

## (1) 被験者

被験者は鳴門渦潮高等学校スポーツ科学科に在籍する健常な男子生徒 39 名であり、詳細については表 1 に示した。事前にインフォームドコンセントを実施し、被験者となることの同意を得た。

表1 被験者の特徴

No. 3

	人数	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)
陸上部	3	15.7±0.58	169.2±3.10	57.2±1.76
剣道部	12	16.2±0.83	173.1±4.33	67.4±7.23
バスケット部	14	16.2±0.80	172.0±7.40	63.0±6.48
柔道部	10	15.7±0.82	171.7±5.82	80.7±16.54
全体	39	16.0±0.81	172.0±5.81	68.4±12.45

## (2) 栄養調査

2020年8月～11月の期間において、任意の連続する2日間の食事内容を調査した。食事調査および推定摂取エネルギー量の算出については、徳島大学に委託し、データを提供していただいた。

## (3) 推定摂取エネルギー量について

日ごとのばらつきを考慮し、2日間の推定摂取エネルギー量を平均したものを分析の対象とした。分析項目は、「朝食」「昼食」「夕食」「間食」「1日の合計」の5つに分けた。

## (4) 推定エネルギー必要量の算出

「体重×年齢別の基礎代謝基準値(表2)」から基礎代謝量を推定し、「基礎代謝量×身体活動レベル(表3)」から推定エネルギー必要量を算出した。

表2 基礎代謝基準値

年齢	基礎代謝基準値 (kcal/kg/日)	年齢	基礎代謝基準値 (kcal/kg/日)
1-2歳	61	15-17歳	27
3-5歳	54.8	18-29歳	24
6-7歳	44.3	30-49歳	22.3
8-9歳	40.8	50-69歳	21.5
10-11歳	37.4	70歳以上	21.5
12-14歳	31	(厚生労働省HPより抜粋)	

表3 身体活動レベル

身体活動レベル	低い(I)	ふつう(II)	高い(III)
	1.5 (1.40~1.60)	1.75 (1.60~1.90)	2 (1.90~2.20)

(厚生労働省HPより抜粋)

## (5) エネルギーの充足率について

推定エネルギー必要量を推定摂取エネルギー量で除したものをエネルギー充足率とした。

(6) 食事ごとの推定摂取エネルギー量の割合の検討について

No. 4

朝食・昼食・夕食・間食の推定摂取エネルギー量の割合について算出するとともに、間食を除く、主要な食事 3 食のエネルギー割合についても算出し、理想的な割合といわれる朝食・昼食・夕食のエネルギー比 (3 : 3 : 4 or 3 : 4 : 3) との比較を行うこととした。

(7) 統計処理

すべてのデータは平均値±標準誤差で示した。2 群間の平均値の差の検定には t 検定を、3 群間の多重比較検定にはボンフェローニの方法を用いた。

3-1. 結果

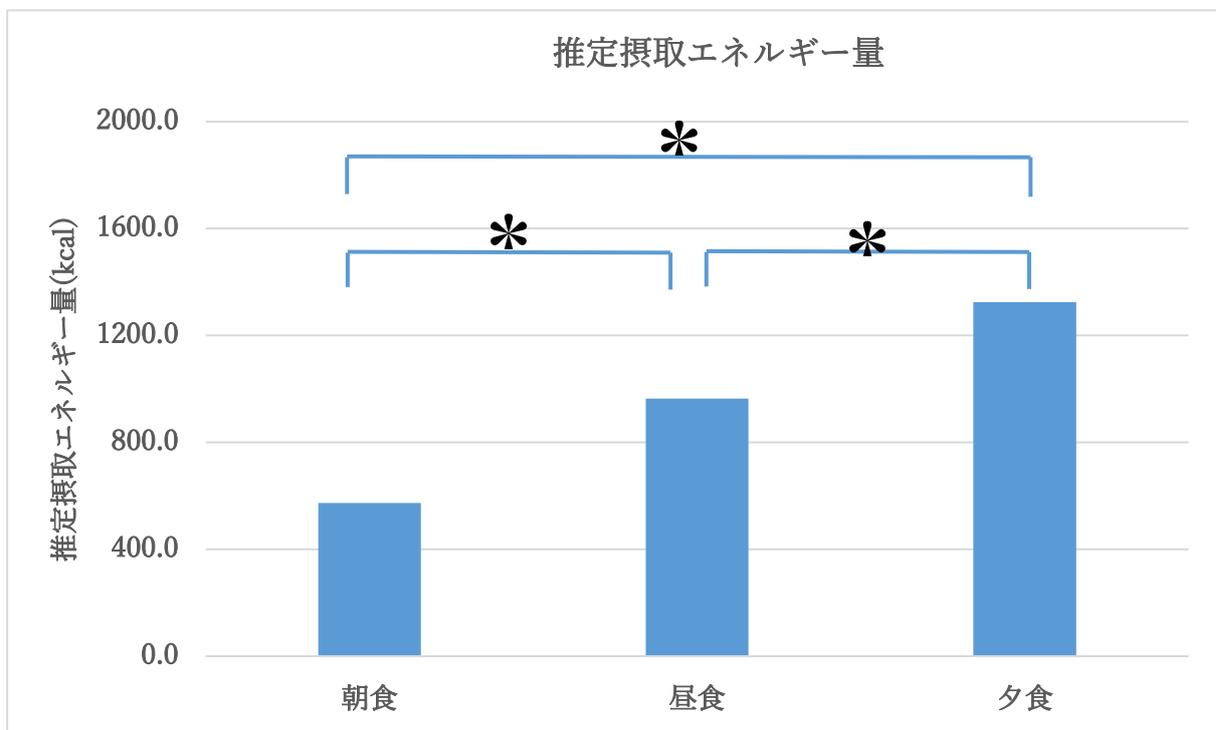
1 日および食事毎の推定摂取エネルギー量については表 4 に示した。

表 4 1 日および食事毎の推定摂取エネルギー量 (2 日間の平均値)

朝食(kcal)	昼食(kcal)	夕食(kcal)	間食(kcal)	合計(kcal)
572.8±51.88	964.3±64.29	1324.9±82.81	462.6±98.62	3324.6±211.66

図 1 には、朝食・昼食・夕食の推定摂取エネルギー量の比較を示した。朝食と昼食、昼食と夕食、朝食と夕食について、それぞれ推定摂取エネルギー量に有意な差が認められた。

図 1 朝食・昼食・夕食の推定摂取エネルギー量の比較



\* : p<0.01

推定エネルギー必要量に対する推定摂取エネルギー量の充足率は表 5 に示した。推定摂取エネルギー量と推定エネルギー必要量に有意な差は認められなかった。

推定摂取エネルギー量(kcal)	推定エネルギー必要量(kcal)	充足率(%)
3324.6±211.66	3696.2±107.72	89.9

推定摂取エネルギー量 vs 推定エネルギー必要量 : n. s

朝食・昼食・夕食・間食の推定摂取エネルギー量の割合については表6に示した。

表6 朝食・昼食・夕食・間食の推定摂取エネルギー量の割合

	朝食	昼食	夕食	間食
推定摂取エネルギー量(kcal)	572.8±51.9	964.3±64.3	1324.9±82.8	462.6±98.6
1日の推定摂取エネルギーに対する割合(%)	17.2	29.0	39.9	13.9

間食を除く、主要な食事3食の推定摂取エネルギー量の割合については表7に示した。

表7 間食を除く、主要な食事3食の推定摂取エネルギー量の割合

	朝食	昼食	夕食
推定摂取エネルギー量(kcal)	572.8±51.9	964.3±64.3	1324.9±82.8
間食を除く、1日の推定摂取エネルギーに対する割合(%)	20.0	33.7	46.3
理想的な割合(%)	30	30 (40)	40 (30)

#### 4-1. 考察

図1より、朝食・昼食・夕食の3食すべての比較において、推定摂取エネルギー量に有意な差が認められたため、食事ごとに摂取しているエネルギーについてばらつきがあることが分かった。理想的なエネルギーの摂取割合は3:3:4もしくは3:4:3であるといわれており、偏りがあることによって、エネルギー不足、エネルギー過多の状態が生じていることが推察される。朝食の摂取エネルギー量が少ないため、休日等で午前中に運動を実施すると、エネルギーが足りず、集中力を欠いたり、練習の後半でバテてしまったりと十分なトレーニングができない可能性が示唆される。逆に夕食の摂取エネルギーが多いため、過剰なエネルギーは脂肪として蓄積され、体脂肪量が増える可能性も示唆される。

表5に示した推定エネルギー必要量に対する推定摂取エネルギー量の充足率については89.9%であり、推定エネルギー必要量と推定摂取エネルギー量に有意な差は認められなかったことから、1日の摂取エネルギー量は十分にとれていることがわかり、問題点は朝食・昼食・夕食の摂取エネルギー量のバランスを整えることにありそうであると考えられる。

表6に示した朝食・昼食・夕食・間食の推定摂取エネルギー量の割合によると、間食によるエネルギー摂取割合は13.9%となっており、割合としては適正範囲(10~20%)内ではあるが、間食の内容、間食のタイミ

ング等が適切なものであるかどうかは、検討できていないため、今後検証する必要がある。1日に3000kcalを超える食事を3食だけで補おうとすると難しい場合もあるため、適切な間食（補食）に関する知識等はスポーツをする生徒にとっては必要であると考えます。

表7に示した、間食を除く、主要な食事3食の推定摂取エネルギー量の割合から理想的な割合との比較をすると朝食のエネルギー摂取割合が10%程度少ないことがわかった。このことから朝食の摂取エネルギー量の割合を増やす方策について考えることとし、追加の検証を行うこととした。

表5に示した充足率は89.9%であったが、推定エネルギー必要量と推定摂取エネルギー量に有意な差は認められなかったことから、1日の摂取エネルギー量は十分とれていると判断したが、充足率を100%に近づけるために「推定エネルギー必要量－推定摂取エネルギー量＝エネルギー不足分」とし、その不足分を朝食で摂取すると、3食のエネルギー比率が理想的なものに近づくのではないかと考え検証した結果を表8に示した。

（参考1）エネルギー不足分の計算

$$\begin{array}{rcl} \text{推定エネルギー必要量} & - & \text{推定摂取エネルギー量} = \text{エネルギー不足分} \\ (3696.2) & - & (3324.6) = (371.6) \end{array}$$

表8 エネルギー不足分を朝食に足した場合の  
主要な食事3食の推定摂取エネルギー量の割合

	朝食	昼食	夕食
推定摂取エネルギー量(kcal)	944.4 (572.8+371.6) (不足分)	964.3	1324.9
1日の摂取エネルギーに対する割合(%)	29.2	29.8	41.0
理想的な割合(%)	30	30 (40)	40 (30)

表8の結果から、エネルギー不足分を朝食に足すことにより、3食のエネルギー摂取割合がほぼ理想的なものとなった。

以上のことから本研究における被験者については、エネルギー摂取量という観点だけにおいて言えば、朝食の量を増やすことでエネルギーの摂取割合が理想的な割合に近づき、エネルギーの充足率も100%に近づくということが分かった。

（参考2）朝食の量をどの程度増やせばいいか（371.6kcal）

例 計410kcal

バナナ1本（86kcal）＋牛乳1杯200ml（138kcal）＋コーンフレーク50（186kcal）

## 《血液検査》

### 2-2. 方法

#### (1)被験者

被験者は食事調査と同様の39名とした。

## (2) 血中ビタミンD濃度の測定

No. 7

血中 25 水酸化ビタミン D(25(OH)D)濃度を測定した。血中 25(OH)D 濃度は 30 ng/ml 以上が正常値、20 - 29 ng/ml が不足、19 ng/ml 未満が欠乏である。

### 3-2. 結果

血中ビタミンD濃度の測定結果を表9に示した。

表9 血中ビタミンD濃度の測定結果

	正常値	不足	欠乏
人数 (人)	22	15	2
割合 (%)	56.4	38.5	5

### 4-2. 考察

血中ビタミンD濃度について、約43%の被験者が不足または欠乏という結果から、本校生徒についてもビタミンDが不足している実態が明らかとなった。

#### 《水分出納調査》

### 2-3. 方法

#### (1) 被験者

被験者は鳴門渦潮高等学校スポーツ科学科に在籍する健常な男子生徒7名、女子生徒1名であり、事前にインフォームドコンセントを実施し、被験者となることの同意を得た。

#### (2) 水分出納調査

2021年9~10月の期間において、任意の2日間に、2時間の安静時と2時間の運動時の水分出納について調査することとした。安静時については、試験開始後に排尿し、500mlを飲水後、体重を測定し、2時間後に体重測定と尿量の計測を実施した。運動時の試験も同様の手順で実施したが、運動中は自由に飲水させた。

#### (3) 不感蒸泄量

不感蒸泄量は「不感蒸泄量(ml) = 試験開始時体重(g) - 2時間後体重(g) + 水分摂取量(ml) - 尿量(ml)」の式を用いて算出した。<sup>1)2)</sup>

#### (4) 統計処理

すべてのデータは平均値±標準誤差で示した。2群間の平均値の差の検定にはt検定を用いた。

### 3-3. 結果

安静時2時間および運動時2時間の水分出納についてまとめたものを表10に示した。

運動時の飲水量は安静時の500mlに対して834±426mlに増加したが、運動時の尿量は安静時の249±117mlに対して64±346mlと有意に減少した。運動時の不感蒸泄量は安静時の306±155mlに対して運動時は1764±1243mlと5.8倍に有意に増加した。安静時2時間の尿量と不感蒸泄量の割合は、48%対52%であったが、運動時は8%対92%であった。

表 10 安静時 2 時間および運動時 2 時間の水分出納

No. 8

	飲水量(ml)	尿量(ml)	不感蒸泄量(ml)	尿量：不感蒸泄量の割合 (%)
安静時	500±0	249±117	306±155	48：52
運動時	834±426 *	64±34 *	1764±1243 *	8：92

\*(安静時 vs 運動時) : p&lt;0.01

#### 4-3. 考察

今回検討した高校生アスリートでは、安静時の尿量と不感蒸泄量はほぼ同レベルであったが、運動時 2 時間では尿量が減少し、不感蒸泄（呼気、発汗）が著明に増加した。不感蒸泄は、運動により生じる 10-20 倍の発熱から体温上昇を軽減させるために重要である。<sup>3)4)</sup>すなわち、高校生アスリートの運動時に見られる不感蒸泄量の著明な増加は、脱水になる危険性があっても運動による高体温から身体機能を護るために重要と考えられる。

本研究の結果から、運動時には不感蒸泄量の増加から身体は脱水状態になる危険性があるということを理解し、飲水への欲求に合わせて水分摂取をするだけでなく、加えて、こまめに水分補給をする必要があることを知り実践することが重要である。

#### 5. 今後の研究予定

今後は、さらに競技力向上へつながる栄養指導として、ビタミン D とタンパク質の同時摂取による筋量の増加について関係機関と連携しながら検討していく予定である。

##### (参考文献)

- 1) Galanthe, C.; Hus-Citharel, A.; Li, B.; Llorens-Cortes, C. Apelin in the control of body fluid homeostasis and cardiovascular functions. *Curr. Pharm. Des.* 18: 789-798, 2012
- 2) Azizi, M.; Iturrioz, X.; Blanchard, A.; Peyrard, S.; De Mota, N.; Chartrel, N.; Vaudry, H.; Corvol, P.; Llorens-Cortes, C. Reciprocal regulation of plasma apelin and vasopressin by osmotic stimuli. *J. Am. Soc. Nephrol.* 19: 1015-1024, 2008
- 3) McDermott, B.P.; Anderson, S.A.; Armstrong, L.E.; Casa, D.J.; Cheuvront, S.N.; Cooper, L.; Kenney, W.L.; O' Connor, F.G.; Roberts, W.O. National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for the physically active. *J. Athl. Train.* 52: 877-895, 2017
- 4) Gagnon, D.; Jay, O.; Kenny, G.P. The evaporative requirement for heat balance determines whole-body sweat rate during exercise under conditions permitting full evaporation. *J. Physiol.* 591: 2925-2935, 2013