

トレーニングプログラムに適した栄養と食事

－水泳部女子大学生の食行動－

女子栄養大学教授 鈴木久乃

はじめに

スポーツ選手の栄養状態を良好に保持することは、トレーニング効果をあげる必要条件である。しかし、スポーツ選手の食事は、栄養計画に基づいてなされていることは少ない。その理由は、彼らの食事をとる環境は栄養的な食物を選択することが難しい上に若年者の食嗜好や食行動は結果的に栄養素のバランスが取りにくい食事になること、また競技種目やトレーニング量に対応した適正な栄養補給の方法を食事の中に具体化するには検討すべき課題が残されていることが考えられる。

本研究は、年間を通じてトレーニングを行っている大学女子水泳部員を対象に栄養状態の調査を行い、トレーニングの量と栄養状態との関連を解析して、栄養状態を良好に保つための栄養計画、食事計画の問題について検討することを試みた。

方 法

<対象>

調査対象のN体育大学女子水泳部は、全日本大学選手権のシード校である。部のトレーニングは、年間300日余り行われ、通常は午前または午後の2時間、年3回（3月、5月、8月）の強化合宿の約1週間は1日4～5時間である。

1日平均の水泳距離は約6000mである。

月別のトレーニング量は8月が最も多く、12月は少なく、中間は4月である。そこで調査時期を8月、12月、4月に設定し、1992年8月、12月、1993年4月、8月、12月とした。

<調査項目・方法>

1. 食事記録によるエネルギー・栄養素摂取量調査は各時期とも連続した7日間を行っ

た。食事記録の記載には可能な限り重量（携帯秤を貸与）の秤量と同時に使い捨てカメラによって食事ごとに撮影を依頼した。さらに、調査期間中に調査員が面接して摂食量の確認を行い、重量換算は調査者の同一人が行い、外食、加工食品は写真から商品名を同定して栄養成分値を調べ、摂取頻度の高い外食、調理済み加工食品は、秤量実測を行うなど摂食量の精度を可能な限りよくするような配慮をした。栄養摂取量は、大型計算機によって算出し、個人別、日別のエネルギー・栄養素量を算出した。

2. 身体計測は、各時期に二重エネルギーX線分析法（Dual Energy X-ray Absorptiometry；Lunar社製・DPXL）を用いて体重・体脂肪量を測定し、体脂肪率、除脂肪体重（BMI）を算出した。
3. 血液生化学検査は、各時期に早朝空腹時採血を行い、鉄、タンパク質、脂質の栄養状態に関する分析を分析センターに依頼した。

結 果

水泳部員総数31～34名中の3回以上の食事記録のある25人を分析対象とした。（年度が変わり卒業、新人部員があること、試合、就職試験等によって調査時期に不在であったことによる）

1. 栄養素摂取量

調査時期別の栄養摂取量に有意の変動はなく、全期間の平均エネルギー摂取量は 2420 ± 50.4 kcalで栄養所要量のやや重いに相当する。タンパク質は 76.6 ± 15.9 g、脂質 86.6 ± 20.1 g（脂質エネルギー比33%）、ミネラル、ビタミンの摂取量はやや重いのが所要量に対する充足率で、鉄78%、カルシウム91%、ビタミンA98%、B₁77%、B₂80%、C100%であった。

体重当たりのエネルギー・栄養素摂取量を連続した時期を比較すると（対応のあるt検定）数種の栄養素に差がみられた（表1）。

2. 身体計測値

分析対象者の身体計測値は、身長 162.5 ± 4.6 cm、体重 58.0 ± 6.6 kg、BMI 21.9 ± 2 、体脂肪率 23.7 ± 4.3 %であった。これらの調査時期による有意の変動はなかつ

たが、連続した2期間を対応させて比較すると(対応のあるt検定)1992年の8月に対して同年12月は体重、体脂肪率は有意に増加し、1993年4月より同年8月は有意に減少していた。

3. 生化学検査値

調査時期別の生化学検査値を表2に示す。表中下段は標準値外的人数(%)である。検査項目によって時期による出現率が異なるものの潜在的鉄欠乏の可能性をもつ者が多かった。

4. 体重、体構成の変動と栄養状態

身体計測値の時期による変動はなかったが、連続した2時期で個人別に増減をみると体重、LBMともに時期による違いがみられ、トレーニングの少ない12月は増加者が多く、トレーニングが量、質ともにもっとも高くなる8月は減少者が多くなる(表3)。

そこで、体重及びLBM増減別に栄養素摂取量と生化学的検査値を分析した。

栄養素摂取量は、体重増減による違いはみられなかったが、LBM増減別でみると減少群が有意に低値で、エネルギーは $44.4 \pm 12.8 \text{kcal}$: $39.8 \pm 7.7 \text{kcal}$ 、タンパク質は 1.4 ± 0.3 : 1.3 ± 0.2 、脂質は 1.6 ± 0.5 : 1.4 ± 0.3 であった。

鉄とタンパク質の検査値では、体重増加群及びLBM増加群で有意に低値になったのはヘモグロビン、ヘマトクリット、A/G比であり、減少群ではヘマトクリット、TIBCで、LBM減少群のフェリチンは有意に高値になった。

考 察

女子水泳選手として年間を通じてトレーニングを行っている25人の16カ月間の5時期の栄養状態の調査を行った。調査時期は水泳部としてのトレーニング量の異なる時期を選定したが個別の身体活動量は把握していない。

トレーニングの量の大きい時期と小さい時期の食物摂取量に時期による大差がなく、そのことと個人別の身体活動量の差が、体重やLBMの変動となって現れていると考えられる。しかし、エネルギー摂取量と体重変動からトレーニングを行っている場合の消費エネルギー量の回答は得られなかった。全体に文献値の水泳のエネルギー消費

量よりはるかに低い値であり、体重変動のない選手権出場者間（トレーニングを充分に行っていると考えられる）でも摂取エネルギーは高くなく、個人間変動がみられた。水泳時のエネルギー消費量の研究が今後の課題のひとつである。

次に、各栄養素の摂取すべき水準を体重、LBMの変動、生化学検査値と実態から検討した。エネルギー・栄養素摂取量と生化学検査値の間には説明できる有意の相関関係はみられなかった。また、潜在的鉄欠乏と考えられるグループとそうでないグループとで栄養素摂取に違いがみられなかった。対象者の栄養素摂取水準は、運動選手の所要栄養量からみれば低い摂取量である。例えば、体重当たりのタンパク質量は平均1.3gで日本人の栄養所要量である1.08gを大部分の者が充足しているが、トレーニングによる運動負荷が大きく、LBMの増加が起こる場合には、タンパク質や鉄の栄養状態に変化が起きることが考えられる。この場合、その変化がいわゆる正常値の範囲ならば現象として容認することなのか、運動能力の観点からの正常範囲があるのかを検討課題であり、身体の栄養状態としてある水準の値を維持することが必要ならば摂取量をどの位にすべきかの研究が必要である。

栄養状態と食物摂取量の研究は特定の栄養素の補給で解決されない。エネルギーの適正值とその構成及び各種の栄養素の相互作用できまり、それを食事に具現化するまでのつながりが必要である。

長期間の栄養状態の調査によって、スポーツと栄養の実践的研究課題を整理することができた。

本研究は日本体育大学井川正治教授、小早川ゆり子助教授、東京大学医学部本郷哲郎助手、女子栄養大石田裕美講師、亀井明子助手の共同研究である。

表1 体重1kg当たりのエネルギー 栄養素摂取量

項目	1992年8月	1992年12月	1993年4月	1993年8月	1993年12月	ANOVA
n	21	22	24	19	19	
エネルギー (kcal)	41.4±9.6	42.4±14.9	43.3±11.4 [] ★ []	38.8±6.8	44.4±2.1	n.s
たんぱく質 (g)	1.3±0.3	1.4±0.4	1.3±0.3	1.3±0.3	1.4±0.3	n.s
脂質 (g)	1.4±0.4 [] ★ []	1.6±0.6	1.5±0.4	1.5±0.3	1.6±0.5	n.s
糖質 (g)	5.7±1.3	5.6±2.0	6.0±1.8 [] ★★ []	4.9±1.0 [] []	5.9±1.7 [] ★ []	n.s
繊維 (g)	0.05±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02	n.s
カルシウム (mg)	10.8±3.5	9.8±4.1 [] ★ []	11.5±4.9 [] ★ []	10.0±3.7	10.9±3.7	n.s
鉄 (mg)	0.17±0.04 [] ★ []	0.19±0.07 [] []	0.17±0.03 [] ★ []	0.18±0.04	0.17±0.04	n.s
ビタミンA (IU)	23.7±10.6	42.4±53.4	29.3±8.5	38.1±24.0	29.2±7.8	n.s
ビタミンB ₁ (mg)	0.016±0.006	0.014±0.006	0.014±0.003	0.015±0.006	0.015±0.006	n.s
ビタミンB ₂ (mg)	0.019±0.006	0.019±0.008	0.019±0.005	0.022±0.006	0.020±0.006	n.s
ビタミンC (mg)	0.8±0.5	0.8±0.5 [] []	1.0±0.4 [] ★ []	0.9±0.7	1.5±2.7	n.s

*平均値±標準偏差

*検定は対応のあるt-test, ★P<0.05, ★★P<0.01

表2 タンパク質・脂質・鉄の栄養状態

項目	1992年8月	1992年12月	1993年4月	1993年8月	1993年12月	ANOVA
n	20	22	23	19	18	
TP(g/dl) ^{1,2)}	7.3±0.4	7.4±0.4	7.1±0.3	7.1±0.2	6.9±0.3	p<0.001
<6.4(g/dl)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(6)	
paired t-test		└★★┐	└┐	└┐	└★┐	
n	20	22	23	19	18	
A/G	1.8±0.2	1.7±0.2	1.5±0.1	1.7±0.1	1.8±0.2	p<0.001
<1.4 ^{1,2)}	0(0)	1(5)	2(9)	1(5)	2(11)	
paired t-test	└★★★★┐	└★★★★┐	└★★★★┐	└┐	└★┐	
n	20	22	23	18	18	
T-cho(mg/dl)	189±34	197±26	204±47	188±43	200±44	n.s
<230(mg/dl) ^{1,2)}	3(15)	1(5)	5(22)	1(6)	3(17)	
paired t-test						
n	20	22	23	18	18	
HDL-C(mg/dl)	73±13	77±12	73±11	73±14	67±15	n.s
>40(mg/dl) ^{1,2)}	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	
paired t-test		└★★┐	└┐			
n	20	22	23	18	18	
TG(mg/dl)	95±30	69±38	81±37	91±24	86±57	n.s
>150(mg/dl) ^{1,2)}	0(0)	1(5)	1(4)	0(0)	2(11)	
paired t-test	└┐	└★┐	└┐			
n	20	22	23	19	18	
Hb(g/dl) ^{1,2)}	13.5±0.8	13.1±0.7	13.2±0.8	13.2±0.9	12.7±1.0	n.s
<12(g/dl)	1(5)	0(0)	3(13)	2(11)	4(22)	
paired t-test	└┐	└★┐	└┐	└┐	└★┐	
n	20	22	23	19	18	
Ht(%)	42.9±2.3	39.5±1.9	40.7±2.0	39.5±2.4	39.6±2.9	p<0.001
<36(%) ^{1,2)}	0(0)	0(0)	1(5)	1(5)	2(11)	
paired t-test	└★★★★┐	└┐	└★★┐	└┐		
n	20	20	23	19	18	
Fe(μg/dl)	81±33	82±37	91±37	85±31	91±29	n.s
<60(μg/dl) ^{1,2)}	5(25)	14(70)	5(22)	4(21)	1(6)	
paired t-test						
n	20	20	23	19	18	
TIBC(μg/dl)	376±57	399±55	388±50	385±44	385±68	n.s
>360(μg/dl) ^{1,2)}	11(55)	8(40)	14(61)	13(68)	11(61)	
paired t-test						
n	20	20	20	16	15	
Ferr(μg/dl)	24.5±18.5	28.2±15.0	24.9±17.1	23.8±16.1	33.2±25.0	n.s
<20(μg/dl) ^{1,2)}	9(45)	8(40)	10(50)	9(56)	6(40)	
paired t-test						

上段：対象者数

中段：平均値±標準偏差

下段：範囲外者数(%)

*検定は対応のあるt-test, ★p<0.05, ★★p<0.01, ★★★p<0.001

表3 連続した2時期の体重・LBMの変化 人数(%)

	体重増加		体重減少		合計(%)
	LBM増加	LBM減少	LBM増加	LBM減少	
1992年8月→1992年12月	10 (47.6)	7 (33.3)	1 (4.8)	3 (14.3)	21 (100)
1992年12月→1993年4月	6 (42.9)	0 (0.0)	5 (35.7)	3 (21.4)	14 (100)
1993年4月→1993年8月	1 (9.1)	0 (0.0)	1 (9.1)	9 (81.8)	11 (100)
1993年8月→1993年12月	6 (40.0)	5 (33.3)	2 (13.3)	2 (13.3)	15 (100)
合計	23 (37.7)	12 (19.7)	9 (14.8)	17 (27.9)	61 (100)

χ^2 検定 ★★★:P<0.001