

地域、医療機関で実践可能な 食事・運動法合体型演習法の考案

室橋 郁生*1、柳沼 絵美子*2、井原 寛子*3

[要 旨] 食事制限、運動法を用いた減量法の確立が求められている。そのためにはこれらの努力対成果比を提示して意欲を高める必要がある。体重 1kg 当たりの消費カロリー (kcal) は実効運動強度 (METs) × 時間で表され、実効運動量 (Ex) に等しい。これらを基本に計算すると、10% 減の食事制限、毎日 1 時間のウォーキングで体重は 1 年間にそれぞれ 14.19%、8.52% 減少する。毎日缶ビール 350ml 1 缶分を過剰摂取した場合、体重は年に 6.41kg 増加する。実際は食事制限および運動法の影響は体重変化に伴い漸減、消失し体重はプラトーに達する。そこで、体重増減効果を継続できるリセット法を考案した。最後に演習用に我々が考案・作成した運動量計算表を示した。現在、これらの手法を学内外の講義、公開講座、地域出張講座で実践すると共に、ホームページ上でも公開している。

[キーワード] 食事・運動法合体型演習法、運動強度、運動量、地域住民、医療機関

I. 目 的

肥満は世界に蔓延し、2013 年の時点で世界人口の 29% にあたる 21 億人が過体重か肥満である¹⁾。しかし、厚生労働省による平成 23 年 10 月の健康日本 21 「最終評価」²⁾ では 15 項目の栄養・食生活のうち目標値に達したものは 1 項目のみであった。例えば「食事制限」、「運動法」の費用(努力)対効果(成果)比を示して達成体験や自己効力感を喚起していないこともその一因と推測される。健康意識が低い人より高い人の方がより体重減少の改善を示すからである^{3,4)}。

今日まで減量には食事制限と運動法の両者が必要であることが指摘^{5,6)}されてきた。肥満症の改善には、食習慣改善指導(食事療法)と運動療法を同時に行うことが有効であることも明らかにされて

いるが⁷⁻⁹⁾ 確かな減量につなげていくことは容易ではない。実際、「食事制限」、「運動法」、および「食事・運動法合体型」を同一仮想事例で示し比較した報告はない。また、生活習慣の変化を契機にエネルギー摂取、体重が増加する生活習慣病発症過程を示した仮想事例の報告もない。その方法の一つとして、我々は体重増減効果を継続できるリセット法を基盤として用いる食事・運動法合体型演習法を考案した。このシミュレーションを用いた演習法は達成体験と自己効力感に結びつく極めて有効な手法ではないかと考えられる。それを学内外の講義や公開講座、地域出張講座等で実践し、更に学内ホームページでも公開することで「食事・運動法合体型」の重要性を啓発してきたので、その経緯を報告する。

*1 埼玉県立大学保健医療福祉学部共通教育科 murohashi-ikuo@spu.ac.jp

*2 東京福祉大学、*3 埼玉県立大学保健医療福祉学部健康開発学科検査技術科学専攻

II. 対象と方法

1. キーワードの定義¹⁰⁾

(1) 栄養素 1g の生理的エネルギー産生 (kcal) : タンパク質・糖質 4、アルコール 7、脂質 9。

(2) メッツ (metabolic equivalents, METs) : 運動の強さの単位。運動によるエネルギー消費量が安静時の何倍にあたるかを示す指標。安静、座位は 1 メッツ、普通歩行は 3 メッツ。

(3) 実効運動強度 (METs') : METs から基礎代謝の 1 を差し引いたもの (METs-1) である。安静、座位は 0 メッツ、普通歩行は 2 メッツ。

(4) エクササイズ (exercise, Ex) (運動量) : 運動量の単位であり、メッツ×時間で表される。

(5) 実効運動量 (Ex') : 実効運動強度×時間であり、(METs-1)×時間で表される。

(6) 運動によるエネルギー消費量 (kcal/体重 1 kg) : $1.05 \times Ex' \div Ex'$ で表される。

(7) 安静、座位以外の実効運動量 (Ex') の合計 :

$$\sum_{k=1}^n (\text{メッツ}_k - 1) \times (\text{時間}_k)$$

(8) 基礎代謝、食事誘発性熱産生 : 基礎代謝は早朝空腹時の覚醒時、20°C の安静状態で行われる代謝。講演や講習会の演習で使用するため 30 歳未満および 30 歳以降の男女の基礎代謝基準値をそれぞれ 24kcal/体重 1kg/日 (1kcal/体重 1kg/1 時間)、22kcal/体重 1kg/日 (0.92kcal/体重 1kg/1 時間) と簡便化した^{11,12)}。食事誘発性熱産生は摂取エネルギーの 5~15%、平均 10% 程度とされているが、タンパク質、アルコールで高く、脂質で低い消化・吸収で消費される熱量である¹³⁾。今回は簡略化により食事誘発性熱産生は摂取エネルギーの 10% とした。

2. シミュレーション手法を用いた食事と運動の変更による体重の推移

体重が一定に維持されている場合に開始した 10% の食事制限、毎日 1 時間のウォーキング、毎日缶ビール 350ml 1 缶分を過剰摂取した場合の体重増減効果について体重変化の影響を考慮しない場合とする場合に分けて検討した。食事制限開始前の 1 日当たり体重 1kg 当たりの摂取カロリーを

35kcal とした。これは凡そ生活活動強度が II (やや低い) の場合に相当する。

計算の簡略化のため、9kcal のエネルギー摂取、消費により皮下脂肪 (体重) はそれぞれ 1g 増加、減少すると想定した。但し、脂肪利用率は歩行時 (呼吸商; 0.75) 約 85%、安静時 (呼吸商; 0.85) 約 50% であるが計算法の簡便化のために消費エネルギーを脂肪燃焼とした¹⁴⁾。また、後述するように脂肪組織に占める脂質の割合は 85% 程とされており、脂肪組織 1g の持つエネルギー量は 7.7kcal となるとの報告¹⁵⁾もある。しかし、今回は計算法の簡便化のため体重の中身である身体組成を考慮せず 9kcal とした。

3. 運動量計算表

体重が一定に維持されている場合、ある一日の全ての実施項目、実施時間を記入する運動量計算表を考案した。この運動量計算表作成の意義は、演習者が表を完成することにより自己の一日の全ての実効運動量とその合計を得られることにある。この実効運動量合計から摂取カロリーの算出が可能であり、また推定摂取カロリーから実効運動量合計の算出も可能となり全ての情報を含む演習の基礎資料となる。その記入法、使用法も紹介する。

4. 食事・運動法講義、仮想症例提示と食事・運動法合体型演習法

我々の実践例を紹介する。公開講座 1 件で講座の改善を目指して本学地域産学連携センターと協同で無記名のアンケート調査を行った。口頭で説明後、自発的同意が得られた場合のみアンケート調査を依頼した。今回は全員で同意を得た。一旦同意を頂いた場合でも必要に応じて随時同意の撤回が可能であり、守秘義務を遵守し、不利益が全くない状態で行うことを説明した。

III. 結果

1. シミュレーション手法を用いた食事と運動の変更による体重の推移

a. 体重変化の影響を考慮しない場合 (単なる事実の確認)

(1) 食事制限の効果

◎具体例 : 1 日当たり体重 1kg 当たりの摂取カ

ロリーが 35kcal の場合に開始する 10%の食事制限。

◎方程式：体重 1kg 当たりの摂取カロリーは 1ヶ月(30日)で $3.5 \times 30 \text{kcal}$ 、1年間で $3.5 \times 365 \text{kcal}$ 減少し、体重はそれぞれ $3.5 \times 30 \text{kcal} / 9 \text{kcal/g} = 11.67 \text{g}$ 、 $3.5 \times 365 \text{kcal} / 9 \text{kcal/g} = 141.9 \text{g}$ 減少する。したがって、開始時の体重とは無関係に体重はそれぞれ 1.17%、14.19%減少する(表1)。1年間の体重の推移を図1に示す。

(2)運動の効果

◎具体例：毎日1時間のウォーキングの開始。
◎方程式：体重 1kg、1日当たりの消費エネルギーは $Ex' = (3-1) \times (1 \text{時間}) \times 1.05 = 2 \times 1.05 \text{kcal}$ 増加する。体重 1kg 当たり消費エネルギーは 1ヶ月(30日)で $2 \times 1.05 \times 30 \text{kcal}$ 、1年間で $2 \times 1.05 \times 365 \text{kcal}$ 増加し、体重はそれぞれ $2 \times 1.05 \times 30 / 9 \text{g} = 7.0 \text{g}$ 、 $2 \times 1.05 \times 365 / 9 \text{g} = 85.17 \text{g}$ 減少する。したがって、開始時の体

重や摂取カロリーとは無関係に体重はそれぞれ 0.7%、8.52%減少する(表1)。1年間の体重の推移を図1に示す。

(3)食事制限と運動を併せた効果

◎具体例：1日当たり体重 1kg 当たりの摂取カロリーが 35kcal の場合の 10%の食事制限と毎日1時間のウォーキングの開始。

◎方程式：体重とは無関係に体重は 1ヶ月(30日)で 1.87%、1年間で 22.71%減少する。1年間の体重の推移を図1に示す。

(4)毎日缶ビール 350ml 1缶分を過剰摂取した場合の体重増加

◎具体例：毎日缶ビール 350ml 1缶(158kcal)の過剰摂取の開始。

◎方程式：1年間に $158 \text{kcal} \times 365 = 57,670 \text{kcal}$ の摂取カロリーの増加となる。これを脂肪 1g 当たりの熱量である 9kcal で除した値(6,408g)が蓄積した皮下脂肪量、あるいは体重の増加となる。即ち体重は 1年間に 6.4kg 増加す

表1 10%食事制限と毎日1時間のウォーキングによる体重減少効果(%)の比較

減量期間	10% 食事制限	35 kcal/kg/日での 10% 食事制限	毎日1時間のウォーキング
1ヶ月	A/30	1.17	0.70
1年	A×365/900	14.19	8.52

(A=摂取カロリー、kcal/kg/日)

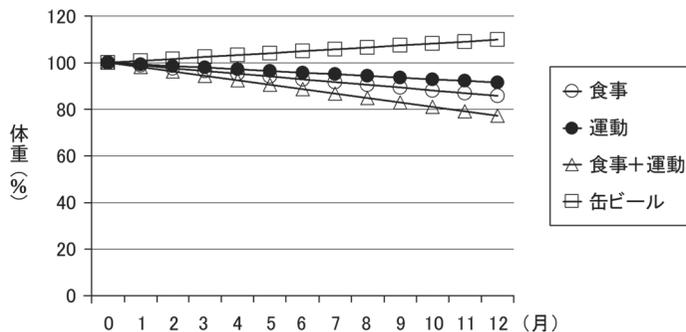


図1 食事と運動の変更による体重の推移(体重変化の影響を考慮しない場合)
食事、食事+運動：摂取カロリーが1日当たり体重 1kg 当たり 35kcal の場合；
運動：体重、摂取カロリーに無関係； 缶ビール：体重 65kg の場合

る。体重が 65kg の場合、体重は 9.9% 増加する。1 年間の体重の推移を図 1 に示す。

b. 体重変化の影響を考慮する場合

次いで、体重変化の影響を考慮する場合の食事と運動の変更による体重変化の推移を比較・検討した。食事と運動の効果が持続するリセット法を用いた体重の推移を提示する。

(1) 食事制限の効果

◎具体例：10%の食事制限効果は体重が10%減少すると消失する。更に、この時点の体重で体重 1kg 当たりの摂取カロリーの 10%減を再開するには、開始前と比較して総摂取カロリーを 19%減にする必要がある(リセット 1)。体重が 19%減少した時、リセット 1 の効果が消失する。この時点の体重で体重 1kg 当たりの摂取カロリーの 10%減を再開するには、開始前と比較して 27.1%の総摂取カロリー減が要求される(リセット 2)。

◎方程式：摂取カロリーが Kkcal/体重 1kg/日で体重が Wkg に維持されている場合を想定す

る。10%の食事制限開始時の総摂取カロリーは $K \times W \times 0.9kcal$ となる。体重が 10%減少して $W \times 0.9kg$ となると摂取カロリーは食事制限開始前の $Kkcal/体重 1kg/日$ に戻り減量効果が消失する。更に、この時点の体重で体重 1kg 当たりの摂取カロリーの 10%減を再開するには、開始前と比較して摂取カロリーは $K \times W \times 0.9 \times 0.9kcal = K \times W \times 0.81kcal$ と 19%減となる(リセット 1)。体重が減少して $W \times 0.81$ の時、即ち体重が 19%減少した時、摂取カロリーは再度食事制限開始前の $Kkcal/kg/日$ に戻りリセット 1 の効果が消失する。この時点の体重で体重 1kg 当たりの摂取カロリーの 10%減を再開するには、 $K \times W \times (0.9)^3 kcal = K \times W \times 0.729kcal$ と開始前と比較して 27.1%の総摂取カロリー減が要求される(リセット 2)。リセット 6 までの体重推移を計算した。リセット 6 終了までの体重推移を図 2 に示す。

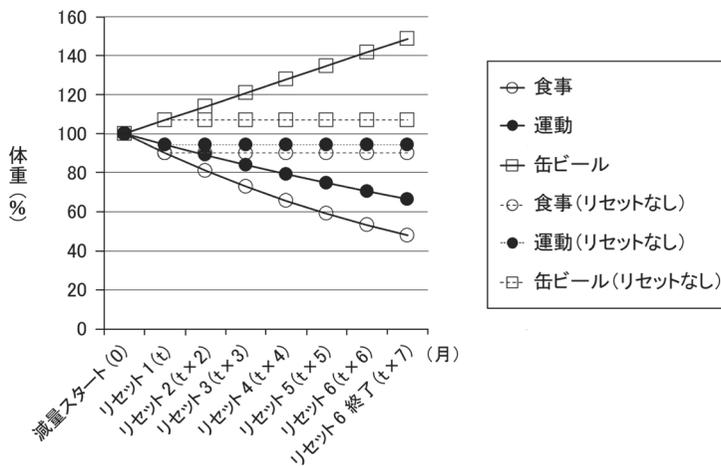


図 2 食事と運動の変更による体重の推移(体重変化の影響を考慮した場合)

()内に時間を月単位で示した。10%の食事制限、毎日 1 時間のウォーキング、毎日の缶ビールの過剰摂取の場合 t はそれぞれ 8.5、8.1、8.5 ヶ月となり、リセット 6 終了はそれぞれ 4 年 11 ヶ月、4 年 9 ヶ月、4 年 11 ヶ月後となる。

食事、食事(リセットなし)：摂取カロリーは 1 日当たり体重 1kg 当たり 35kcal の場合；
 運動、運動(リセットなし)：体重、摂取カロリーに無関係；
 缶ビール、缶ビール(リセットなし)：体重 65kg の場合

(2) 運動の効果

◎具体例: 35kcal/体重 1kg/日の摂取カロリーを変えず 1日 1時間のウォーキングを開始する。体重が 94.3%に減少すると運動効果が消失する。更に摂取カロリーを開始前の 35kcal/体重 1kg/日に戻すには、総摂取カロリーを当初の 94.3%に減らす必要がある(リセット 1)。次いで体重が 89%に減少すると再度運動効果が消失する。リセット 2 では総摂取カロリーを当初の 89%に減らすことで 35kcal 体重 1kg/日に戻すことができる。体重が 84%に達すると再度減量効果が消失する。

◎方程式: 摂取カロリー Kkcal/体重 1kg/日を変えず 1日 1時間のウォーキングを開始する。体重が Wkg から W'kg に減少し、 $(K \times W/W') - K = 2 \times 1.05$ の時運動効果が消失する。 $W'/W = 1/(2 \times 1.05/K + 1) = 0.943$ で、K を 35 とすると $W'/W = 0.943$ 、即ち体重が 5.7%減少した時である。更に摂取カロリーを開始前の 35kcal/体重 1kg/日に戻すには、総摂取カロリーを $K \times W \times 0.943$ 、即ち当初の 94.3%に減らす必要がある(リセット 1)。次いで体重が $W \times (0.943)^2 = W \times 0.89$ に達すると再度減量効果が消失する。リセット 2 では総摂取カロリーを当初の 89%に減らすことで 35kcal/体重 1kg/日に戻すことができる。体重が $W \times (0.943)^3 = W \times 0.84$ に達すると再度減量効果が消失する。リセット 6 までの体重推移を計算した。リセット 6 終了までの体重推移を図 2 に示す。

(3) 毎日缶ビール 350ml 1 缶分を過剰摂取した場合の体重増加

◎具体例: 開始前の体重を 65kg、摂取カロリーを 35kcal/体重 1kg/日とする。毎日缶ビール 350ml 1 缶分の過剰摂取の開始。

◎方程式: 摂取カロリーは 37.43kcal/体重 1kg/日に増加する。体重が 69.51kg に増加すると開始前の 35kcal/体重 1kg/日に戻り体重増加効果は消失する。この時点で缶ビールを 2 缶に増量すると(リセット 1)、摂取カロリーは 37.3kcal/体重 1kg/日に増え体重も増加する。しかし、体重が 74kg に達するとその効果も消失する。リセット 6 までを計算した。リセット 6 終了までを図 2 に、リセット 6 までを表 2 に示す。

2. 運動量計算表

運動量計算表を用い自己を対象に行う食事量、運動量決定法を表 3 に示す。1 日当たりの実効運動量合計を Ex' 合計、摂取カロリーを Kkcal/体重 1kg/日とすると、

(1) 30 歳以降の場合

◎具体例: 摂取カロリーが 35kcal/体重 1kg/日で体重が一定の場合を考える。その場合、体重 1kg、1 日当たりの摂取カロリー = 消費カロリーである。即ち、 $35kcal/体重 1kg/日 = Ex' 合計 \times 1.05kcal + 22kcal$ (基礎代謝基準値) $+ 35/10kcal$ (食事誘発性熱産生) の式が成立する(表 3)¹⁰⁾。この場合、体重 1kg 当たり、1 日当たりの Ex' 合計が 9.05 であれば体重は一定に維持されることになる。

表 2 飲用缶ビール数を増やした時の体重増加と所要期間

習慣の変更	缶ビール飲用影響消失時体重(kg)	缶ビール以外の総摂取カロリー(kcal)	飲用缶ビール数	摂取カロリー(kcal/体重 1kg/日)	所要期間(月)
開始	69.5	2275	1	37.4	0.0
リセット 1	74.0	2275	2	37.3	8.5
リセット 2	78.5	2275	3	37.1	17.0
リセット 3	83.1	2275	4	37.0	25.5
リセット 4	87.6	2275	5	36.9	34.0
リセット 5	92.1	2275	6	36.8	42.5
リセット 6	96.6	2275	7	36.7	51.0

表3 運動量計算表

$Ex' \text{ 合計} \times 1.05 + 22 \text{ (基礎代謝)} + 35/10 \text{ (食事誘発性熱産生)} = 35$

摂取カロリーが 35kcal/体重 1kg/日の場合、 Ex' 合計(表)が 9

なら一定体重を維持できる

内 訳	実施項目のチェック	METS'	時間	Ex'
睡眠		0	()時間	0
横になる、ゆったり座る		0	()時間	0
トイレ・入浴・身の回り・裁縫・趣味・娯楽		0.5	()時間 ()	
立ち仕事		0.5	()時間 ()	
デスク・ワーク		0.6	()時間 ()	
車の運転		0.5	()時間 ()	
屋内歩行 3,000m		1.5	0.5時間	0.75
通勤(乗り物)		1	()時間 ()	
買い物		1.2	()時間 ()	
洗濯(電気洗濯機)		1.2	()時間 ()	
掃除(電気掃除機)		1.7	()時間 ()	
掃除・雑巾がけ		3.5	()時間 ()	
蒲団の上げ下ろし		3.5	()時間 ()	
ラジオ・テレビ体操		3.5	()時間 ()	
ウォーキング		2	()時間 ()	
軽い筋トレ		2	()時間 ()	
バレーボール		2	()時間 ()	
自転車		3	()時間 ()	
子供と遊ぶ		3	()時間 ()	
速歩		3	()時間 ()	
ゴルフ		3	()時間 ()	
軽いジョギング		5	()時間 ()	
エアロビクス		5	()時間 ()	
階段昇降		5	()時間 ()	
ランニング		7	()時間 ()	
水泳		7	()時間 ()	
重い荷物を運ぶ		7	()時間 ()	
屋外急ぎ足		3.5	()時間 ()	
テニス		6	()時間 ()	
合 計			24	()

◎方程式：この式から、 $Ex' \text{ 合計} = 0.86 \times K - 21$ となり、 $K = 1.17 \times Ex' \text{ 合計} + 24.4$ となる。

◎実 例：例えば、 Ex' 合計 9.05 の内訳を、デスクワーク 8 時間、屋内歩行 3,000 歩(1 分間 100 歩の速度で 30 分)、通勤往復 2 時間 30 分、駅から自宅までの自転車での往復 10 分、通勤時階段昇降 6 分とすると、それぞれ 4.8、

0.75、2.5、0.5、0.5 Ex' となる。一方、通勤が徒歩で往復 30 分の場合、通勤往復 2 時間 30 分、駅から自宅までの自転車での往復 10 分、通勤時階段昇降 6 分のそれぞれ 2.5、0.5、0.5 Ex' の合計からウォーキングの通勤往復 30 分の 1 Ex' を差し引いた 2.5 Ex' 分だけ消費カロリーが減少する。即ち、体重を一定に維持するに

は、運動量を $2.5Ex'$ 追加するか摂取カロリーを $35 - 2.5 \times 1.05 = 32.4 \text{ kcal/体重 } 1 \text{ kg/日}$ に減ずる必要がある。

(2) 30 歳未満の場合

◎具体例：摂取カロリーが $35 \text{ kcal/体重 } 1 \text{ kg/日}$ で体重が一定の場合を考える。その場合、 $35 \text{ kcal} = Ex' \text{ 合計} \times 1.05 \text{ kcal} + 24 \text{ kcal} + 35 \text{ kcal}/10$ の式が成り立ち、 $Ex' \text{ 合計}$ は 7.14 となる。即ち 30 歳以降より約 $2Ex'$ 少ない運動量で体重を一定に維持することができる。あるいは $Ex' \text{ 合計}$ が 9.05 と同じであれば摂取カロリーが $37 \text{ kcal/体重 } 1 \text{ kg/日}$ に増えても体重を一定に維持することができる。

◎方程式：この式から、 $Ex' \text{ 合計} = 0.86 \times K - 22.9$ となり、 $K = 1.17 \times Ex' \text{ 合計} + 26.7$ となる。 $Ex' \text{ 合計}$ 、 K の両者が算出できた場合には確かめ算が可能となる。

3. 運動・食事法講義、仮想症例提示と運動・食事法合体型演習の実践

(1) 埼玉県鳩ヶ谷市民健康づくり講演会「メタボリックシンドロームと運動の効果」(平成 21 年 2 月 8 日、参加人数 100 名)：運動・栄養法の講義、質疑応答を行った。

(2) 埼玉県立大学 一般公開講座「分かりやすい運動・栄養教室」(平成 22 年 6 月 17 日、参加人数 7 名)：運動・栄養法の講義、運動・食事法合体型演習法を行った。7 名の参加者への口頭での説明後、講座についての無記名のアンケート調査を行った。回答数 7 名。男性 2 名、女性 5 名。30、40 歳代各 1 名、50 歳代 3 名、60 歳代 2 名。内容が理解できた 2 名、おおむね理解できた 5 名。役に立った 4 名、おおむね役に立った 3 名。「とてもよかった。これからはむけて気づきを頂いた。」「とても身近なことですで大変勉強になった。」「食品・栄養を身近に感じて良かった。」「2 日分位の自分の食事を記録・持参して講義のまとめでチェックしてみるのが良いのでは。」「糖尿病の食品交換表を持参することを薦める。」などの感想があった。

(3) 埼玉県立大学 一般公開講座「分かりやすい運動・栄養演習講座」(平成 23 年 10 月 20 日、参加

人数 47 名)：運動・栄養法の講義、運動・食事法合体型演習法を行った。相互に議論し合った。

(4) 埼玉県立大学ホームページ 産学連携研究テーマ「誰でもできる健康改善への取り組み～運動量に見合った栄養摂取とは～」<http://www.spu.ac.jp/view.rbz?ik=1&nd=286&pnp=228&pnp=286&cd=1796>

(5) Y 団地出張講座「誰でもできる自分の運動・食事法合体型演習法」(平成 23 年 9 月 18 日、参加人数 18 名)：運動・栄養法の講義、運動・食事法合体型演習法を行った。自分や家族の計画を立てて、相互に議論し合った。

(6) P マンション出張講座「誰でもできる自分のための運動・食事法合体型演習法」(平成 23 年 11 月 27 日、参加人数 15 名)：運動・栄養法の講義、運動・食事法合体型演習法を行った。相互に議論し合った。

(7) 学内の学部講義(先端医療)「運動・食事法」(平成 26 年後期、参加人数 3 名)：運動・食事法の講義、双方向性議論を行った。

(8) 学内の大学院前期課程講義(予防医学特論)「運動・食事法合体型演習法」(平成 23 年～平成 26 年前期、平均参加人数 3 名)：運動・食事法の講義、運動・食事法合体型演習法、双方向性議論を行った。

IV. 考 察

体重は食事制限および運動法の両者で直線的に減少する可能性を示した。この場合、食事法は運動法と比較して約 1.7 倍の効果があった。このように、運動法として毎日 1 時間のウォーキングの追加を用いることは最も分かり易い指標と考えられた。また、食事法としても分かり易く実践が容易な摂取カロリー ($35 \text{ kcal/体重 } 1 \text{ kg/日}$) の場合の 10% の食事制限とした。具体的には、体重 65 kg の場合 1 日当たりご飯軽く二膳を一膳に、あるいはバター 8g を塗った食パン 6 枚切り 2 枚を 1 枚に減らすことで 228 kcal 減を達成できる。しかし、これは代表的な例であり、内容の変更により両者の効果が逆転する場合も有り得ることは言うまでもない。

国民の健康の増進の総合的な推進を図るために、「健康づくりのための身体活動基準 2013」¹⁶⁾ および「健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド)」¹⁷⁾ を策定して現行の基準および指針としている。この基準および指針は、3METs 以上の身体活動を 23METs・時/週(3.3METs・時/日)で行うことは、約 6,000 歩(1 分間 100 歩の速度で 1 時間)に相当し、3METs 未満の日常の身体活動量に相当する 2,000~4,000 歩を加えると、8,000~10,000 歩となり、健康日本 21(第二次)の目標との整合がとれる。

肥満者が理想体重に近づくためには、食事摂取量の減少(食習慣改善)のみの減量法でも可能である。我々は今回 9kcal の摂取カロリー減で体重が 1g 減少すると仮定した。しかし、Hall ら¹⁸⁾ は、計算通り単純にはいかないことを以下のように指摘した。毎日 100kj(24kcal に相当、1kcal=4.184kj) の食事摂取の減少を試みた場合、1 年間(365 日)で 24kcal×365 日=8,760kcal の総摂取カロリーの減少となる。3,500kcal per pound(453g) rule¹⁹⁾ によれば、7.7(3,500/453) kcal の摂取カロリー減により体重が 1g 減少することになる。このことからすると、1 年もあれば体重は約 1kg 強(8,760/7.8g=1,124g)減少するはずである。しかし、このエネルギー消費に基づく体重計算は「体重減少により身体活動によるエネルギー消費と基礎代謝率の両者が変化する」という体重減少への動的生理学的適応(dynamic physiological adaptation)を考慮していない。この動的生理学的適応の影響により、1kg の体重減少に至るまでの経過期間については 1 年では半分の 0.5kg に過ぎず、3 年かけて漸くほぼ 95%(1kg)に到達すると報告している。

今回、計算法の簡便化を考慮して 9kcal のエネルギー消費により皮下脂肪(体重)は 1g 減少すると想定した。しかし、脂肪は脂肪組織に貯蔵されているが、脂肪組織は全部が脂質ではなく、細胞膜など実質部分を包含しており、脂肪組織に占める脂質の割合は 85%程とされており、脂肪組織 1g の持つエネルギー量は、9kcal/g×0.85=7.7kcal/g となるとの報告も考慮する必要がある¹⁵⁾。

次いで、食事制限、運動法の効果を持続させる

リセット法を考案した。ビール飲用が習慣化し増量するとリセット法機序により体重増加が長期持続する。このように、「気がつかないうちに徐々に缶ビールの缶数が増加する」という行動変容を転機に「摂取カロリーの顕著な増加」という生活習慣の悪化が容易に誘発される可能性も示した。しかし、食事制限および運動法では体脂肪率と筋肉量の比率が異なり、基礎代謝も変化するより複雑な要素が関与することは言うまでもない。全身持久性トレーニングでも除脂肪体重量はトレーニング期間終了後に増加していることが報告されている²⁰⁾。除脂肪体重量の増加は基礎代謝量の増量を意味しているので実際に運動の効果は、質量としての身体を動かす熱によるエネルギーの消費だけでなく、安静時の基礎代謝量の増加に寄与する。身体で実際に起こっていることはこのように複雑であるが、教育効果を狙って分かり易くするために簡便法を用いた。

食事制限および運動法の効果は体重減少に伴い消失するので体重 1kg 当たりの摂取カロリーをそれぞれ開始前の 10%減および開始前に戻すことでそれぞれの効果を復活させるのがリセット法である。即ち、食事制限と運動法のリセット法は異なりリセット時期にも微妙な相違があるため両者の効果を加算することはできない。もし加算しても約 2 倍の摂取カロリー減がリセットされるため極めて強い体重減少効果が算出される。食事制限と運動法のリセット法の合体は可能である。例えば開始前の 10%の食事制限と毎日 1 時間のウォーキングを同時に開始し効果消失時に体重 1kg 当たりの摂取カロリーを開始前の 10%減に戻すことでより強力な効果が期待できる。

今までの学習の応用を目的として食事・運動法合体型演習法を考案、実践した。実効運動強度(METs')、実効運動量(Ex')を用いることで運動量計算表の作成が可能となった。自己を対象としてある一日の全ての実施運動項目と継続時間を運動量計算表に記載して実効運動量合計を算出する。実効運動量合計から摂取カロリーが算出され、逆に推定摂取カロリーから実効運動量合計も算出される。そこから双方向性議論が開始された。

臨床検査技師に於いても健康食品管理士資格者として食品や健康食品を安全で科学的根拠のもとに取り扱う能力が求められている。また、健康増進・予防医学を推し進める上で、栄養サポートチーム(NST: Nutrition Support Team)、ポイントオブケア検査(POCT: Point of Care Testing)の重要なメンバーである。今後、在宅医療、医療機関などの地域包括ケアの一員として運動・食事法も含めた多領域での活躍が期待される。

V. 結 語

運動・食事法合体型演習法を考案した。保健医療福祉に関わる多職種がこのような手法を理解・実践することは国民の健康促進に大きく貢献する期待される手法の一つであると考えられる。

文 献

- Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* 2014; 384: 766–81.
- 健康日本 21「最終評価」. 平成 21 評価作業チーム—厚生労働省(平成 23 年 10 月): <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/...att/2r9852000001r5np.pdf>
- 斎藤長徳, 森永八江, 駒田亜衣, 高橋サツ, 熊谷貴子, 藤田修三. 黒石市での肥満改善健康教育プログラムの実施効果. *青森保健大学雑誌* 2007; 8: 91–8.
- 草野洋介, 金ヶ江光生, 青柳 潔. 地域住民の高血圧, 高脂血症, 耐糖能異常に対する健康教育の試み. *現代社会学部紀要* 2005; 3: 15–20.
- 魏 丞完, 田中喜代次, 中田由夫, 李 東俊, 大河原一憲, 藤村透子. 食事療法と運動療法の併用が肥満女性の内臓脂肪に及ぼす効果: VO_2max の増加度からみた検討. *体力科学* 2004; 53: 311–20.
- Blumenthal JA, Babyak MA, Hinderliter A, Watkins LL, Craighead L, Lin PH, et al. Effects of the DASH diet alone and in combination with exercise and weight loss on blood pressure and cardiovascular biomarkers in men and women with high blood pressure: The ENCORE study. *Arch Intern Med* 2010; 170(2): 126–35.
- 荒川浩久. 運動と肥満の関係. *日本健康医学誌* 2005; 14: 3–8.
- 厚生労働省, 肥満の治療 (2014): <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/himan/treatment.html>
- Yanovski SZ, Yanovski JA. Obesity. *N Engl J Med* 2002; 346: 591–602.
- 厚生労働省, 運動所要量・運動指針の策定検討会, 健康づくりのための運動基準 2006～身体活動・運動・体力～報告書: <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou02/pdf/data.pdf>
- 厚生労働省, 「日本人の食事摂取基準」(2010 年版): <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sessyu-kijun.html>
- FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Technical Report Series No. 724. Geneva: World Health Organization. 1985.
- Westerner KR. Diet induced thermogenesis. *Nut Metab (London)* 2004; 1: 1–5.
- Astrand P, Rodahl K 著 朝比奈一男監訳 浅野克己訳: 運動生理学. 大修館書店; 1982. p.343–70.
- 北川 薫. 運動とスポーツの生理学. 東京: 市村出版; 2009. p.47.
- 厚生労働省, 健康づくりのための身体活動基準 2013: <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xprt.pdf>
- 厚生労働省, 健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド): <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpr1.pdf>
- Hall KD, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet* 2011; 378: 826–37.
- Hall KD, Chow CC. Why is the 3500 kcal per pound weight loss rule wrong? *Int J Obes* 2013; 37: 1614–15.
- 北川 薫. 運動が身体組成に及ぼす効果. *体育の科学* 1985; 35(10): 772–75.