九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

コンピュータによる栄養と運動の統合処方システムの開発

太田, 英則
雪印乳業株式会社 健康生活研究所

久保田, 美紀
雪印乳業株式会社 健康生活研究所

大田, 賛行
雪印乳業株式会社 健康生活研究所

堀田, 昇
九州大学健康科学センター

他

https://doi.org/10.15017/601

出版情報：健康科学. 15, pp.147-154, 1993-02-15. 九州大学健康科学センター
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

研究資料

コンピュータによる栄養と運動の統合処方システムの開発

太田英則　久保田美紀　大田賛行
堀田舜*　大柿哲朗*

Development for a Computerized Integration System for Prescription of Exercise and Nutrition

Hidenori OHTA, Miki KUBOTA, Yoshiyuki OHTA
Noboru HOTTA and Tetsuro OGAKI

緒　言

単純性肥満は，長期間にわたって摂取エネルギー量が消費エネルギー量を上まわった結果，過剰のエネルギーが脂肪組織に中性脂肪として異常に増加した状態である。

そのため，肥満者の減量対策としては，運動療法によって消費エネルギー量を増やすか，あるいは，食生活処方による摂取エネルギー量を減少させるかの2つの方法が行われていた。しかし，このどちらかの方法で減量するには限界があると思われる。

肥満者を対象に減量実験を行った山本ら[9]は，減量と運動を組み合わせる方法が最も有効であり，一般健常人にも理想に近い健康管理ができると述べている。運動療法と栄養処方を併せる事により減量が効率的に行われ，さらに健康維持増進にもつながる減量療法の施行は重要である。

しかし，現状では食生活と運動を同時に診断し，指導する方法は極めて少ない。栄養処方や運動処方においては，栄養士や運動指導士が個別のノウハウの範囲内で各処方の提示や指導を行っているのが実態であろう。

ところで，現在，栄養指導と運動指導のコンピュータによるプログラムは栄養関係のみのプログラムが31件，運動関係のプログラムが5件，単に両方をあわせたプログラムが5件市販されている。しかし，運動と栄養の各処方を相互に補完しあうプログラムを構築するのは非常に開発が難しい面があり，実地されていないのが現状である。

そこで，運動処方と栄養処方を補完し合う，平準化させたシステムとして，コンピュータを使用したカウンセリグシステムを開発した。

方　法

本システムの総合フローチャートを図1に示した。

1．栄養摂取状況の把握　（図2参照）

栄養摂取状況は，まず被験者の日常の食事内容（調査日に飲食されたすべての食べ物）を料理名又は材料名で食事記入調査用紙に3日間漏らさず記入させる。次に，その内容を4桁の料理コード又は食品コードに変換し，各々のコードに対し分量をチエックした後，コンピュータに入力を行う。栄養所要量は個人データに基づき第4次改定日本人の栄養所要量[5]によって行い，摂取した食品の栄養素は4訂日本食品標準成分表[3]

雪印乳業株式会社健康生活研究所
*九州大学健康科学センター

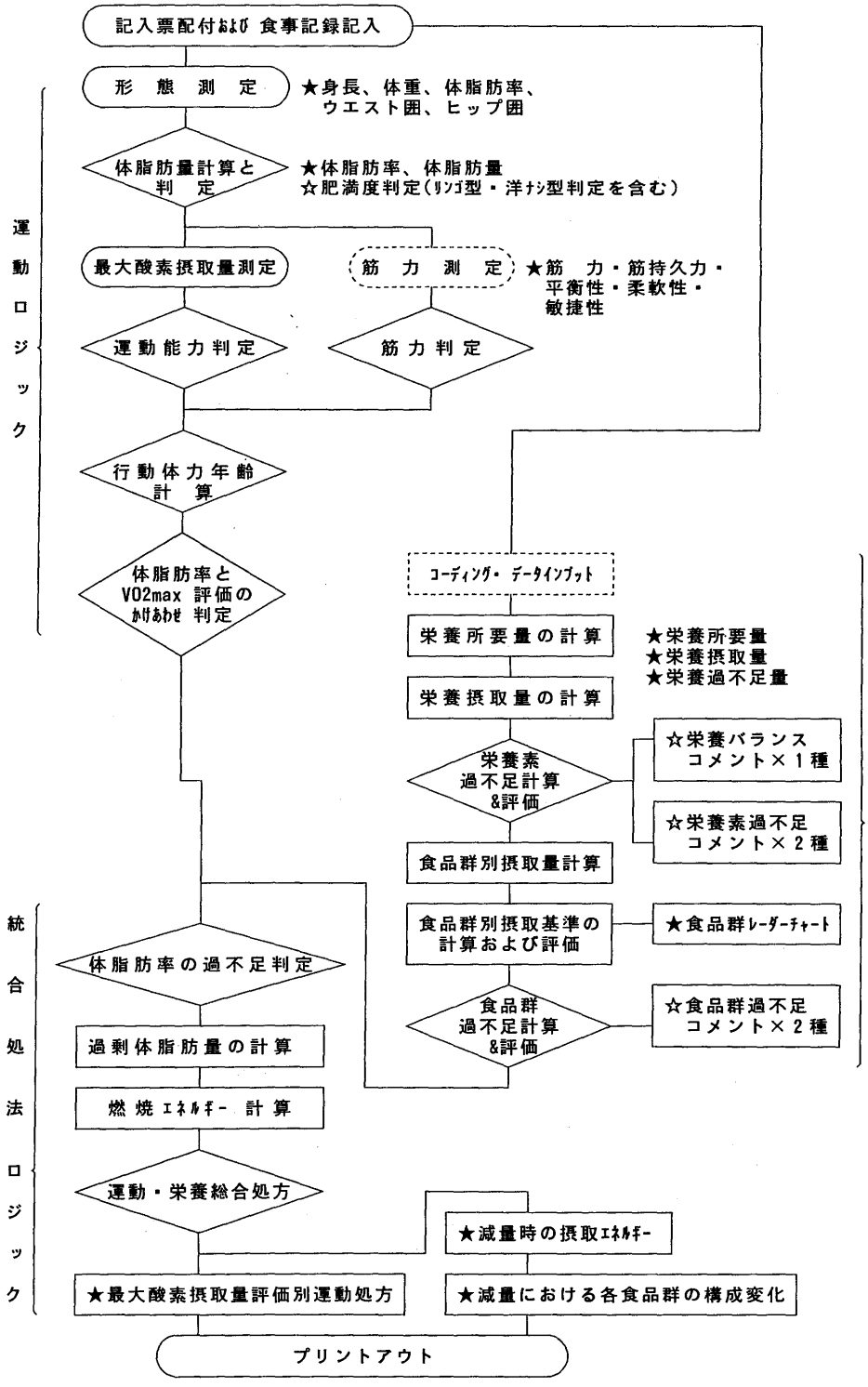

図1　総合フローチャート

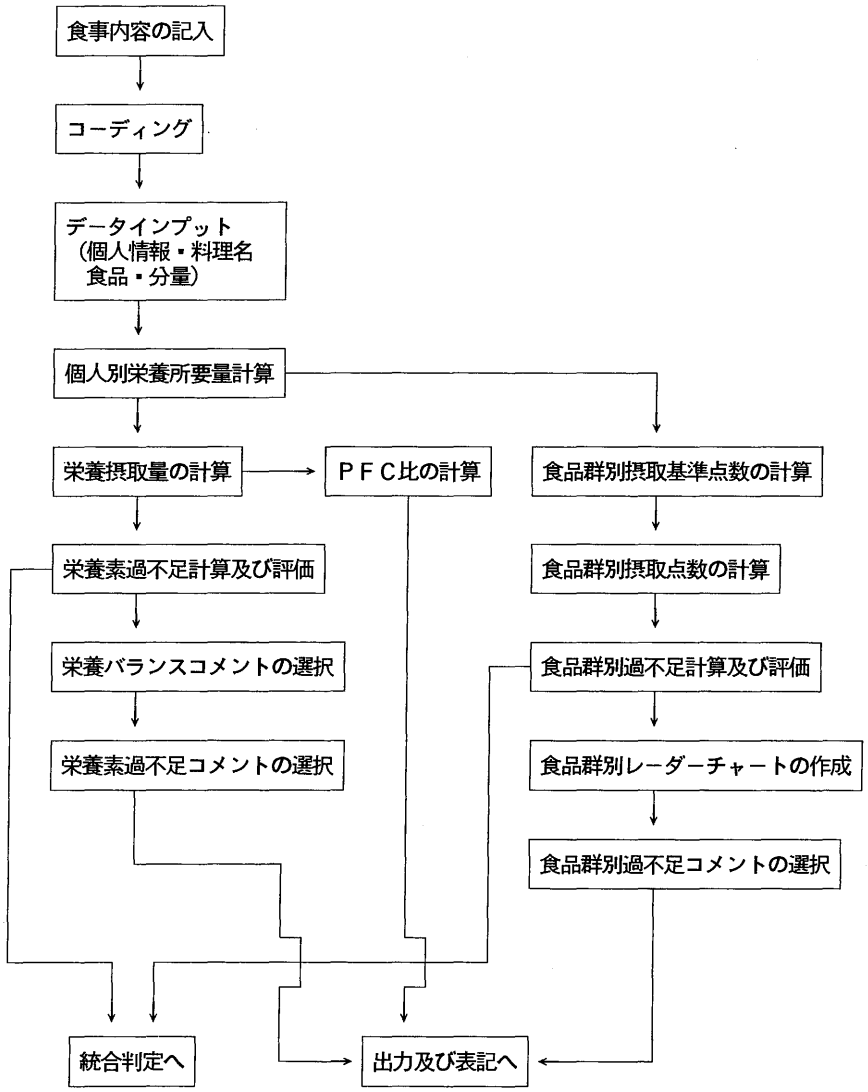

図２　栄養処方ロジックに於ける栄養計算フローチャート

に示された数値にて各栄養摂取量を計算する。これによって，各個人の摂取量を比較し，過不足量及びその評価を行う。又，食品群別充足量等の計算及び評価を行い，統合判定に必要な計算値を算出する。

1）食生活内容の調査

被験者の性別，年齢，身長，体重，生活活動強度，妊娠の有無等の個人データをコンピュータへ入力する。

体重については，厚生省のやせと肥満の判定[6]より身長に対し体重が普通の場合は被験者の現体重を，肥満とやせの場合は，肥満は普通の範囲の上限を，やせは下限を被験者の体重とする。食事内容は日常の朝食，昼食，夕食，間食，夜食の５項目に分けた３日間食事内容記入方式に基づき，平均的な食事摂取状況を把握する。

このデータについて，著者らの研究所において独自に分類，設定した食品４桁コード及び料理４桁コードを用い，被験者が記載した食材の食品・料理のコード化と数量化を行う。この作業をコーディングと言う。

コーディング後は，ＮＥＣ　ＰＣ－９８００シリーズのコンピュータを使用した健康管理システムにコード及び数量の入力を行う。

2）栄養摂取量の算出

①個人別栄養所要量の計算

被験者の栄養所要量は入力された個人データに基づき，第4次改定日本人の栄養所要量[5]により各栄養所要量を求める。

②栄養摂取量の計算

摂取した食品の栄養素については4訂日本食品標準成分表[3]に示された数値をデータベース化した。料理については，著者らの研究所において独自に市販の料理（弁当，調理済食品，デリカテッセなど）ごとの各食品使用量を調査してデータベース化したものを用いた。この両データベースを用い，3日間の平均栄養摂取量を計算する。

③栄養素の過不足計算

個人別栄養所要量と実際の栄養摂取量との差を求め各栄養素の差を表示し過不足を調べる。

④栄養バランスのコメント評価

栄養素の過不足の計算値に基づき，栄養素全体の摂取バランス状態を評価する。栄養評価データベースより栄養バランスの総合評価コメントを1種類選択し表示する。

又，各栄養素において過剰もしくは不足の程度に応じて，被験者にとって一番支障があると思われるコメントの重要度順位一覧表を作成し，その中から栄養素コメントデータベースより，被験者の栄養摂取状態の中で問題優先順位の高い順に2種類の栄養素コメントを選択し表示する。

3）食品群別摂取点数の計算

①　食品群別摂取点数と評価

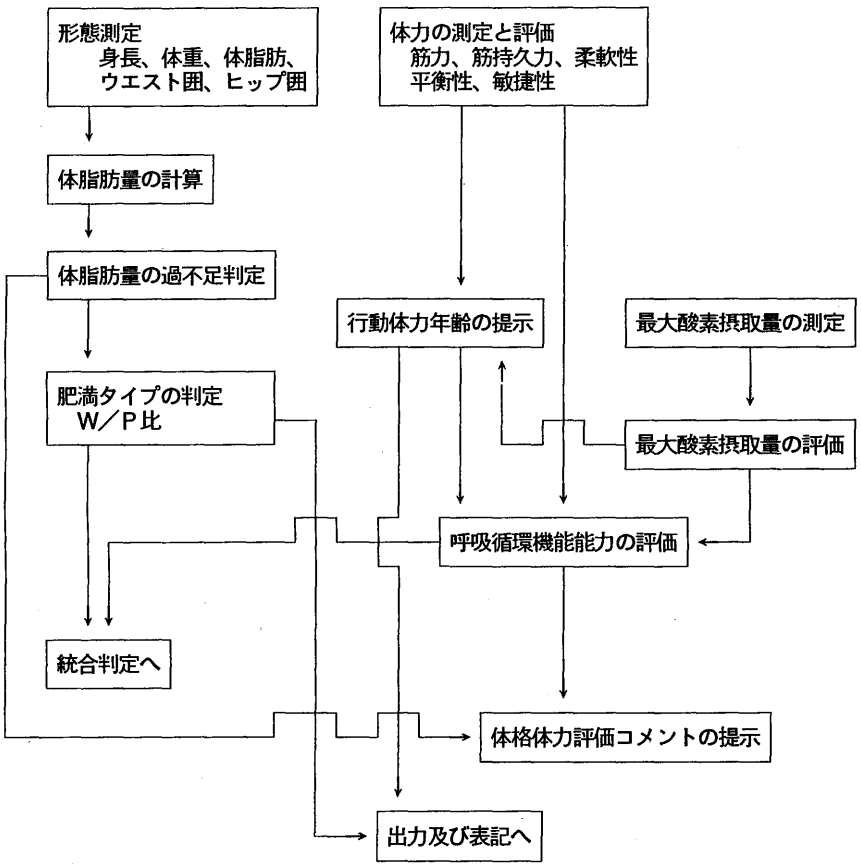

図3　運動処方ロジックに於ける体格・体力評価フローチャート

著者らの研究所において食品群を9群に分け，食品エネルギー量別に1点80カロリー[4]で各食品群別に点数割り付けを行ったデータベースに基づき評価を行う。食品群別の必要摂取基準を設定し，実際の食品群別摂取点数との過不足量を算出する。

② 食品群別レーダーチャート

各食品群の充足率バランスが一目で分かる様にレーダーチャートで表示する。

③ 食品群別の過不足コメントの選択

食品群の過不足計算に基づき，各食品群において過剰もしくは不足の程度に応じて個人にとって支障のあると思われる順番に食品群別コメントの優先順位を作成する。それを被験者の食品群別摂取状態に基づき，食品群別コメントデータベースより食品当該優先順位上位2種類の食品群別コメントを選択し表示する。

4）ＰＦＣ比の計算

4訂日本食品標準成分表[3]よりたんぱく質（P），脂質（F），炭水化物（C）のエネルギー比を算出しＰＦＣのパーセント割合で，3大栄養素の偏りを表記する。

2．運動能力の現状把握　（図3参照）

被験者の運動歴や，現在の食行動，生活活動強度などを含む生活様式をアンケートにより調査し，被験者の生活パターンを把握する。又，被験者の形態及び体力を把握するため形態測定及び体力の測定を行う。

被験者の形態及び体力測定後に，形態については体脂肪量(率)，肥満タイプ等を評価し，体力については体力評価点と最大酸素摂取量の評価点により行動体力年齢を計算し，最大酸素摂取量の測定値より呼吸循環機能能力の評価を行う。

又，体脂肪評価と最大酸素摂取量評価より形態・体力評価コメントの選択を行う。

1）アンケートによる被験者の現状把握

被験者が日常生活に対してどのような考え方を持ち生活しているか，又運動に対する意識及び生活活動強度に対する行動を事前に調べることにより，被験者の食行動や運動に関する関心度を事前に把握する。

2）測定項目

① 形態測定による肥満タイプの判定

形態測定値より被験者の体脂肪量を算出する。

$$Y = Y0 + Y1$$

$$F = (4.570 \div D - 4.142) \times 100$$

$$gF = W \times F / 100$$

Y0：上腕背側　　F：体脂肪率

Y1：肩甲骨下角　　D：体密度

Y：皮下脂肪厚　　gF：体脂肪量

W：体重

次に体脂肪率の判定を，男女別に5段階で行う。

② 体力測定

(a) ＴＨＰ基準評価に基づく測定

ＴＨＰ（トータル・ヘルス・プロモーション・プラン）は，労働省が推進している心とからだの両面からトータルな健康づくりをすすめる運動である。このＴＨＰに対応できるように項目を選定した。その項目は筋力，筋持久力，柔軟性，平衡性，敏捷性の5項目であり，実測後，評価・判定を行う。

(b) 最大酸素摂取量の測定

全身持久力を調べるため，自転車エルゴメーターにより4分毎の3段階，計12分間の負荷漸増運動を行い，最大下の各個人の心拍数と酸素摂取量との関係から最大酸素摂取量を間接的に求める。

3）形態評価

① 体脂肪率判定

体脂肪率は，上腕背部と肩甲骨下角部の2部位の皮下脂肪厚をキャリパーで測定し，その和よりNagamine[8]の式を用いて求める。その後，体脂肪率による肥満度を5段階で評価する。

② 肥満タイプ判定

ウエスト囲とヒップ囲の比（W／H比）を算出し，男性の場合0.904，女性の場合0.941 の計算値を基準上にして，りんご型(内臓脂肪蓄積タイプ)，洋なし型(皮下脂肪蓄積タイプ）かの肥満タイプに判定する。

③ 肥満判定

体脂肪率による肥満度の判定と肥満タイプの判定に基づき，肥満判定を男女別に8段階に分けて行う。男性は体脂肪率15%以上，女性は20%以上[7]の場合標準および肥満を判定し，りんご型と洋なし型に分けて肥満度別に3段階の評価を選択する。また，体脂肪率が男性15%未満，女性20%未満の場合は，肥満タイプ判定は行わず，2段階の評価を選択する。この評価に基づ

き，評価コメントを選択してコメントを提示する。

4）体力評価

① 最大酸素摂取量の評価

最大酸素摂取量の測定値に基づき，被験者の全身持久力を調べ，呼吸循環系能力の評価を5段階に評価し，コメントを提示する。

② 行動体力年齢の計算

筋力，筋持久力，柔軟性，平衡性，敏捷性の各項目の評価点数（各5段階評価）と最大酸素摂取量の評価点（5段階評価）により，下記の行動体力年齢算定式に基づいて，行動体力年齢を算出し，提示する。

行動体力年齢判定式

$$A0 = 5\ (19 - 2\ (Mn) - B0)$$

A0 ：行動体力年齢

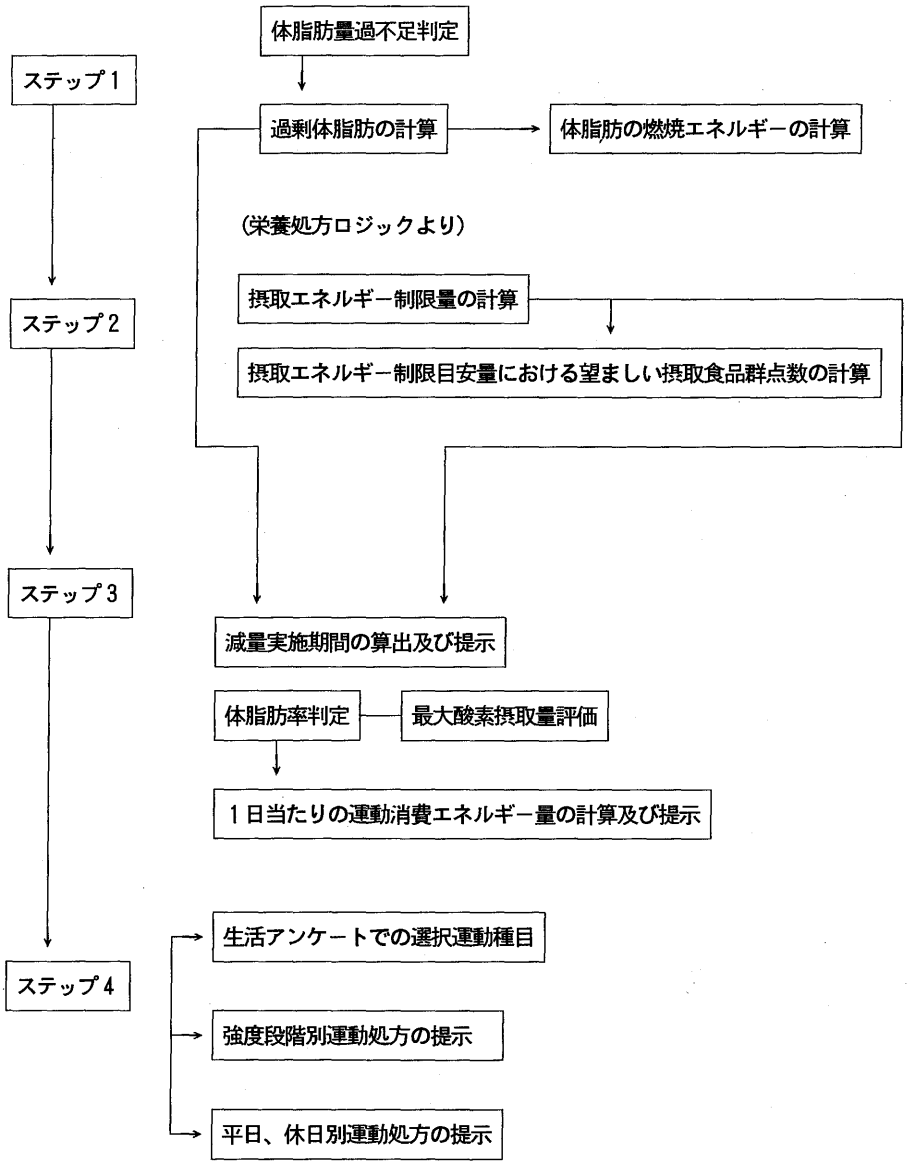

図4　統合判定フローチャート

Mn：各項目評価の和の平均値
B0：最大酸素摂取量の評価点

5）測定評価

体脂肪率評価と最大酸素摂取量評価に基づいた測定評価コメントデータベースより被験者の測定評価コメントを選択し，被験者の体力・形態における評価をコメントする。

3．統合判定　（図4参照）

栄養摂取調査，形態測定，体力測定により被験者の栄養を含めた食生活状況と運動能力の現状を分析把握する。この現状分析より，被験者の健康状態の維持増進を行うための栄養面と運動面の両方を結びつけた統合判定を提示する。

統合判定は被験者の形態に対し体脂肪量を適正水準に減量もしくは維持させる為に，呼吸循環機能の現状を把握する事により適正な運動処方を提示させ，栄養摂取エネルギー量の制限と食品群別摂取量の調整による体脂肪の減量化を図り，減量期間の計算提示を行う。

又，適正な運動種目や強度の提示の為に，最大酸素摂取量測定評価と体脂肪評価に基づき，3段階の平日運動種目及び運動量，週末に於ける運動種目及び運動量の提示を行う。

〔ステップ1〕過剰体脂肪の計算

①　過剰体脂肪の計算

被験者の体脂肪量を計算し，適正体脂肪量より過剰体脂肪量を求める。

男性　V＝（gFAT-0.15 ×W ）÷0.85
女性　V＝（gFAT-0.20 ×W ）÷0.80
V: 過剰体脂肪量
gFAT: 体脂肪量
W：体重

②　過剰脂肪のエネルギー換算

過剰体脂肪をエネルギー換算[2]し，徐すべき脂肪量に対し，消費しなければならないエネルギー量を算出し，栄養摂取制限，運動量，減量期間等の算出基準とする。

TE＝ 7.70 kcal×V×1000
TE：消費すべきエネルギー量
V：過剰体脂肪量

〔ステップ2〕摂取エネルギー制限量および食品群点数

①　摂取エネルギー制限量の計算

摂取エネルギー制限目安量として Hagan[1]らは通常の食事で摂取エネルギーを低下させ，規則的な運動を行わせる場合，摂取エネルギーが1日1,200kcal 程度であれば，栄養学的に最低限レベルが保持されると述べている。これにより1日1,200kcal を下限として，制限摂取エネルギー量を提示し，食事による減量を図る。

②　エネルギー制限目安量の食品群点数への換算

被験者の食事によって摂取した摂取食品群別点数とエネルギー制限目安量より，著者らの研究所において開発した食品群点数データベースを用いて食品群別制限点数を比較表示し，現在多く摂取しているいる点数と制限すべき点数との差を被験者に認識させ食事内容の改善を判りやすく指導できるようにする。

〔ステップ3〕減量期間の算出および運動消費エネルギーの提出

①　減量実施期間の算出

運動による消費エネルギーの1日最大消費量を300 kcal として，ステップ1で計算された過剰体脂肪量を燃焼しきるための総消費エネルギーから差し引き，残りの消費すべきエネルギー量は被験者のエネルギー所要量から制限する。エネルギー所要量から減した値が1,200kcal 以上となるような1日あたり消費すべきエネルギーを算出し，理想体重までの減量実施期間を設定する。

R－（TE／Nx－300）≧1200
TE：消費すべきエネルギー量
R　：栄養所要量
Nx：減量実施期間

減量実施期間の設定において減量を長期間実施する事は現実との乖離を大きくするため，1週間単位換算で24週（168日間）を最長期とする。

②　1日当たりの運動消費エネルギー量の提示

体脂肪率測定と最大酸素摂取量評価より被験者の運動能力にあわせた運動強度を選択し，1日の運動消費エネルギー量を100kcal，200kcal，300kcal の3段階に分け，被験者にとって最適段階で運動ができる消費エネルギー量を提示する。

〔ステップ4〕運動処方の提示

① 強度段階別運動処方の提示

ステップ3で示された各強度段階毎に，被験者が日常無理なく行う事が出来る運動種目を，著者らの研究所で開発した運動種目データベース（表1）より選択し，運動時間を算出し提示する。

次に，各強度段階において実施していく期間を提示し，その期間内において次の強度段階に進んで行くための体力をつけて，無理なく運動能力の向上を図る。

表1　運動種目データベース

No.	運動種目名	METS値
01	歩く（60m/分）	3.0
02	速めに歩く（80m/分）	4.0
03	急歩（100m/分）	5.0
⎪	⎪	⎪
60	テニス	6.0
61	バトミントン	5.0
62	ゴルフ	4.0
⎪	⎪	⎪
83	サッカー	7.0
84	ゲートボール	3.0

② 平日，休日別運動処方の提示

各強度段階において運動による消費エネルギーを1週間単位で考え，平日の運動種目と週末の運動種目の強度と内容を変える事により，平日に無理のない運動処方を行う事ができるようにする。

平日の運動種目は，被験者が日常簡単に実行可能な種目を2～3種目組み合わせる。週末の運動種目は，少し強度の高い運動種目又は被験者が好むか，従来経験した種目を組み合わせて提示する。

尚，提示する週末用の運動種目に関しては，被験者へのアンケート調査より好きな運動種目，現在行っている運動種目を優先的に提示するロジックをプログラム・ソフトの中に組み，被験者が積極的に運動メニューを消化できるような動機付けも行っている。

まとめ

本システムは，近い将来の健康管理を行うための運動処方，栄養処方を総合的に行えるカウンセリングシステムであり，コンピュータによる栄養面と運動面を同時に提案，指導できるシステムである。運動指導士と管理栄養士の両方の資格を有したばかりで運動生理学，栄養学の知識が低くても，ある一定水準までの指導が本システムによって被験者に行える。

個人の健康管理においては，運動と栄養のみではなく心理面をも含めた総合的な健康管理を行う必要があり，現在のシステムではまだその段階に達していない，今後はこの運動と栄養のシステムをさらに改善し，完全なものとしたい。また，それと平行して，心理面を含めた総合健康管理システムの開発をめざすことが課題である。

文　献

1) Hagan,R.D.,S.J.Uptom,and J.Whittan：The effects of aerobic conditioning and/or caioric restriction in over-weight men and women. Med.Sci.Sports Exerci.,18:87-94, 1986.
2) 橋本勲：基礎・運動栄養学，日本エアロビックフィットネス協会：東京，1989.
3) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品標準成分表，女子栄養大学出版部：東京，1982.
4) 香川綾編：食品80カロリー成分表，女子栄養大学出版部：東京，1979.
5) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修：第4次改定　日本人の栄養所要量，第一出版：東京，1990.
6) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編：肥満とやせの判定図・表，第一出版：東京，1990.
7) 増田卓二，小宮秀一，千綿俊機編：ヘルス&フィットネス，ナカニシヤ出版：京都，1991.
8) Nagamine, S.：Evaluation of body fatness by skinfold measurments, JIBP Synthesis, 34:16-20, 1975.
9) 山本久徳，堀田昇，青木純一郎：食事提供方法による肥満成人の減量に及ぼす運動の効果，体育学研究，33:193-199,1988.