

飲酒の実態について述べるとともに、われわれが15年間行ってきた長期縦断疫学研究について紹介し、その解析結果を中心に喫煙、飲酒と生活習慣病との関わりについて述べていく。

1. 喫煙率と飲酒率の動向

わが国の20歳以上の喫煙率は男性で33.7%、女性で10.6%であり、男性の喫煙率は諸外国

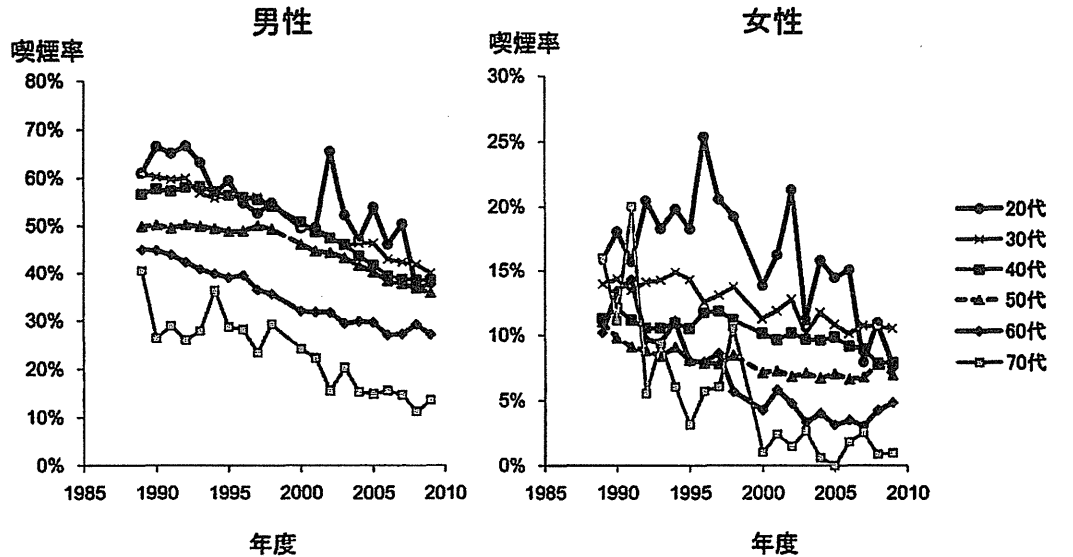


図1 性別・年代別に見た喫煙率の動向
(20年間15万人延べ50万回の大規模健診の調査結果から)

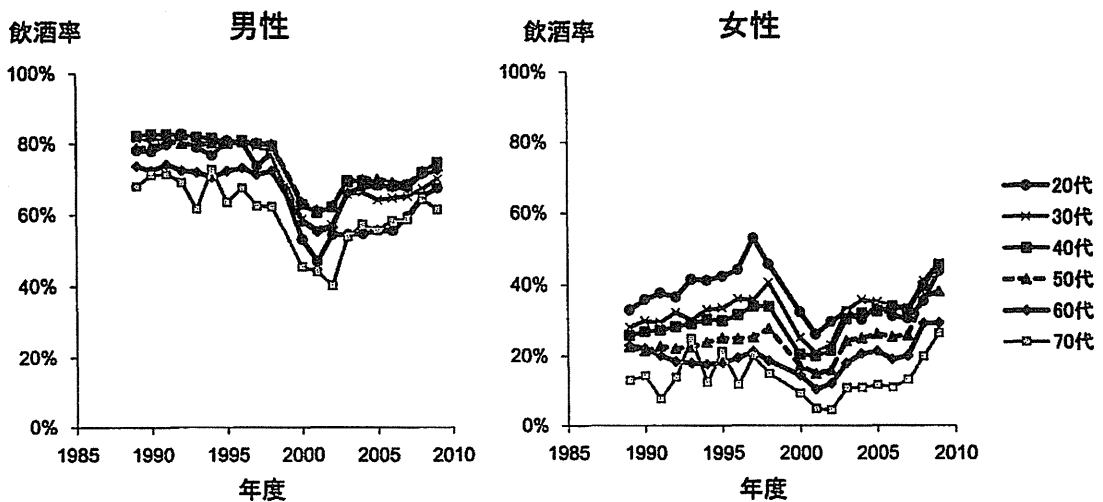


図2 性別・年代別に見た飲酒率の動向
(20年間15万人延べ50万回の大規模健診の調査結果から)

に比べて高いが、女性では低率である³⁾。先進国では喫煙率は年々減少している。日本でも低下傾向にあると言われている。我々は1989年からの20年間の飲酒率、喫煙率の動向を15万人延べ50万回の大規模健診の調査結果から解析した(図1、2)。喫煙率は男性では20代から70代までのどの年齢群でも20年の間、低下する傾向が続いている。女性では20代で1990年代前半に喫煙率は増えていたが、その後は現在まで低下している。30代以降の女性は男性と同様、20年の間、喫煙率が低下する傾向が続いている。また、男女ともにこの20年間一貫して、年齢が高いほど喫煙率は低くなっている。

飲酒習慣はアルコールを「ほとんど飲まない」を飲酒習慣なし、「時々飲む」以上を飲酒習慣ありとして解析した。飲酒習慣は時代の影響を大きく受けていると思われ、1990年代の後半頃に男女ともに飲酒率は大きく低下し、その後ゆっくりと増加している。どの時代でも男性では20代から50代まで飲酒率にほとんど違いはないが、60代以降ではそれより若い年齢群に比べて飲酒率は低くなっている。女性では年齢が高くなるにつれて飲酒率は低くなっている。

2. 老化に関する縦断的研究

高齢社会を迎え、日本では疾病を予防して健康長寿を目指す研究が求められている。どのような生活習慣が、どのような疾病をどのように引き起こすのか、生活習慣の変化が疾病を予防し、あるいは悪化させるのかを明らかにすることが必要である。しかし、疾病罹患には性差や年代差を含めた個人差が大きく、また、さまざまな生活習慣が相互に作用し、

身体的、精神的、あるいは社会的要因が深く関わっている。このために、疾病予防、健康長寿を目指す研究には一般住民において、長期にわたる観察研究が必要である⁴⁾。

ひとりひとりの対象者を長期にわたって観察を続けていく研究を縦断的研究という。縦断研究には長い研究期間と多くの専門家の協力、そして多くの研究費を要するために、実現が難しい。施設での詳細な検査、調査にて縦断的追跡を行っている縦断的研究は、その重要性にもかかわらず世界的に見てもほとんどない。

われわれは平成9年より無作為抽出された地域住民を対象にして「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)」を実施してきた⁴⁻⁶⁾。一日の検査人数は7名とし、火曜から金曜までの週4日、年間1200名、2年で2400人のコホートを、2年ごとに追跡し調査を実施した。検査および調査はほとんどすべて施設内に設けた専用の検査センターで行った。ここでは詳細を紹介することは出来ないが、朝9時から夕方4時までの間に分刻みでスケジュールを組んで、MRIや超音波断層、骨密度測定など最新の機器を利用した医学検査のみならず、詳細な生活調査、食事調査、運動機能調査、心理検査など広汎で、学際的な、しかも精度の高い調査・検査を実施してきた。さらに調査参加者のほぼ全員からDNAが得られている。このように詳細な背景要因が長期にわたって調査された集団におけるDNAの蓄積は他にはほとんどないと思われる。DNAの解析により、個人差に注目した研究が可能となっている。

NILS-LSAでの調査研究から得られたデータから疾病予防・老化予防に関する数多くの

成果が出ており⁶⁾、こうした研究成果は疾病を予防し健康長寿を達成するために役立つものになると期待される。

3. 遺伝子多型と飲酒

アルコールは肝臓でアルコール脱水素酵素 (ADH) によりアセトアルデヒドになり、アセトアルデヒドはアセトアルデヒド脱水素酵素 (ALDH) でさらに分解されて無害な酢酸となる。アルコールが飲めるかどうかを決める最も影響の大きいのはALDHの遺伝子である。ALDHの活性が悪い遺伝子多型を持つ人では毒性が強いアセトアルデヒドの分解ができず、からだに残って悪酔いや二日酔いの症状が出ることが多い^{7, 8)}。

ALDH2遺伝子の504番目 (以前は487番目とされていた) のアミノ酸がグルタミン酸 (GAA) であるのが野生型の*1アレルであり、この部分がリジン (AAA) へ変異 (Glu504Lys) した*2アレルが変異型のアレルである。野生型 (ALDH2 *1/*1) に比較してヘテロ変異型 (*1/*2) では1/16程度に酵素活性が低下し、ホモ変異型 (*2/*2) の活性はほとんど消失している⁸⁾。

ALDH2の遺伝子多型は生まれつきの体質であるが人種によってその出現率は異なり、アルコールに弱い*1/*2型、アルコールが飲めない*2/*2型はモンゴロイドにのみにしか存在しないと言われる。

アルコールを分解するADHにも酵素活性が異なる多型があることが知られている。ADH1B遺伝子の47番目のアミノ酸が野生型の*1アレルではアルギニン (CGC) であるが、この部分がヒスチジン (CAC) に置換 (Arg47His) されたのが*2アレルである。

ADH1B遺伝子*2/*2型はALDH2とは逆に高活性型であり、ADH1B遺伝子*1/*1型と比較して100倍程度の活性を有している⁷⁾。ADH1B遺伝子多型にも人種差があることが知られている。また、日本国内でもADH1B遺伝子、ADH1B遺伝子の分布に地域差がある。NILS-LSAでの調査ではADH1B遺伝子は*1/*1型60.7%、*1/*2型34.0%、*2/*2型5.4%、ADH1B遺伝子多型は*2/*2型51.4%、*1/*2型39.8%、*1/*1型8.8%であった。

ALDHとADHの酵素活性の強さの組み合わせで、(1) すぐにアルコールを代謝してしまうので酔わずに飲めるタイプ、(2) アルコールが分解されにくく酔いが続くが、アセトアルデヒドはすぐに分解されるため悪酔いをしにくいタイプ、(3) アルコールがすぐにアセトアルデヒドに変化し蓄積して悪酔いをして飲めないタイプ、(4) アルコールが分解されず酔いが続くが、アセトアルデヒドが蓄積して悪酔いしてしまうタイプがある。遺伝子多型では、それぞれの中間的な酵素活性を持つヘテロ変異種がいるため、ALDH2遺伝子多型とADH1B遺伝子多型の組合せとしては3×3の9種類あることになる。NILS-LSA参加者での9種類の多型の組合せ頻度では、最も多いのはすぐにアルコールを代謝しアセトアルデヒドも分解してしまう悪酔いしにくいALDH2遺伝子*1/*1多型とADH1B遺伝子*2/*2多型との組合せであり、全体の30.8%を占める。アルコールがすぐにアセトアルデヒドに変化してさらに蓄積してしまい悪酔いをして飲めないタイプであるALDH2遺伝子*2/*2多型とADH1B遺伝子*1/*1多型との組合せの割合が0.04%と最も少ない (図3)。

NILS-LSAの参加者を対象に遺伝子多型別

に飲酒量を調べてみると、男女では飲酒量は異なるが、男女ともにALDH2遺伝子*1/*1多型とADH1B遺伝子*1/*1多型との組合せで飲酒量が最も多い(図4)。この組合せはアルコールが分解されにくく酔いが続くが、アセトアルデヒドはすぐに分解されるため悪酔い

をしにくい。ALDH2遺伝子*2/*2多型を持つ場合にはアセトアルデヒドが分解できないため悪酔いするので、ADH1B遺伝子多型がどれであっても飲酒量は極めて少ない。このように、飲酒量は個人に定められた量しか飲めず、訓練しても強くはならない。無理をして

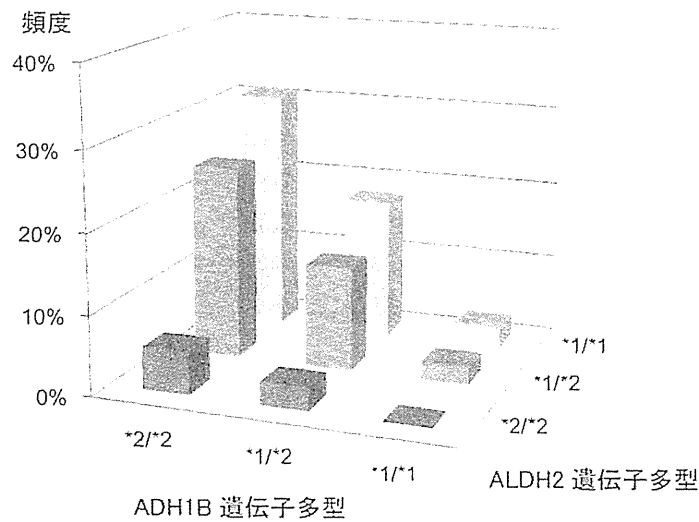


図3 アルコール代謝に関連するふたつの遺伝子多型の頻度 (NILS-LSAの調査結果から)

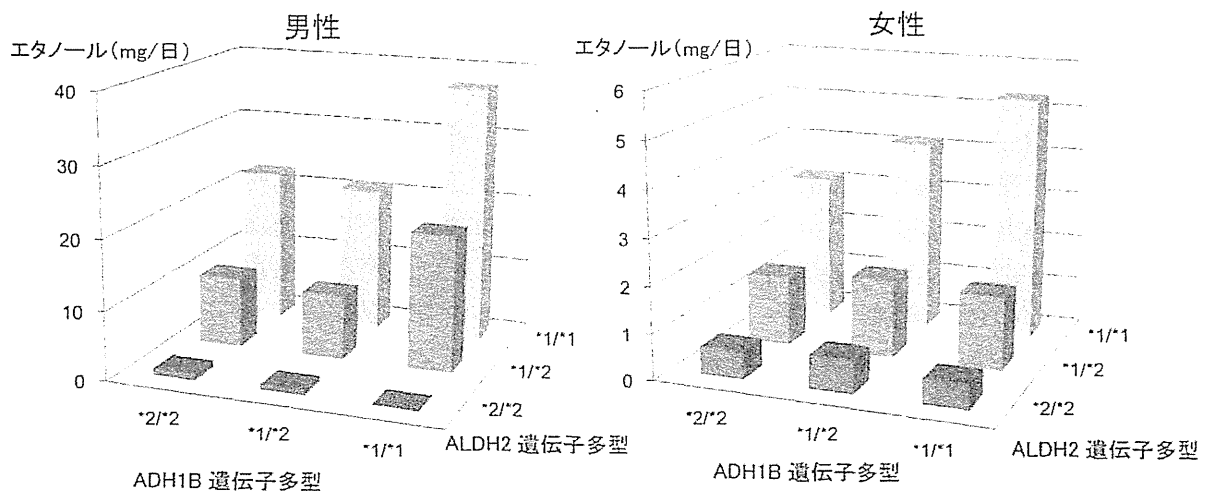


図4 性別にみた飲酒量とアルコール代謝関連遺伝子多型 (NILS-LSAの調査結果から)

飲むと健康を損なう可能性がある。また、アルコールは飲むタイプの遺伝子多型を持つ場合でも大量に飲むとアルコール性肝炎、脂肪肝、肝硬変となったり、振戦せん妄などの神経障害、脳萎縮、さらにはアルコール多飲に伴う慢性的なチアミン欠乏が原因のWernicke脳症など引き起こしたりする。脳梁の脱髄を引き起こすMarchiafava-Bignami病はイタリア産の赤ワイン多飲が原因と言われる。

4. 喫煙・飲酒と生活習慣病

生活習慣に起因する疾患は多いが、それらのうちでも頻度が高いのは糖尿病、高血圧症、脂質異常症、高尿酸血症であろう。これらの疾患についてNLS-LSA参加者を対象として、喫煙・飲酒によるリスクを検討した。NLS-LSAの第1次調査から第7次調査まで15年間に参加した総計3,983人、延べ16,338回の調査結果を用いて、飲酒量と生活習慣病リスクとの関連を検討した。解析は喫煙、測定年、BMI、年齢で調整した一般化推定モデル(GEE)で行い、性別・年代別にエタノール換算摂取量10mg/日当たりのオッズ比を算出した。糖尿病はNGSP(国際標準値)HbA1c 6.5%以上、空腹時血糖値126mg/dl以上もしくは糖尿病治療中の場合、高血圧症は血圧が140/90mmHg以上もしくは高血圧症治療中の場合、脂質異常症はLDLコレステロールが140mg/dl以上、HDLコレステロールが40mg/dl未満、トリグリセライドが150mg/dl以上、脂質異常症治療中のいずれかを満たす場合、高尿酸血症・痛風は尿酸値が7mg/dl以上もしくは高尿酸血症・痛風治療中の場合とした。

糖尿病は男女ともに15年間の追跡でも飲酒量との関連は認められなかった。高血圧症は男性で中年群・高齢群ともに飲酒量によりリスクが有意に増加していたが、女性では飲酒量との関連は認められなかった。脂質異常症は男性の高齢群、女性の中年群・高齢群で飲酒量が多いとリスクは低下していた。高尿酸血症・痛風に関しては、男性の中年群でのみで飲酒量が多いとリスクが有意に高くなっていた(表1)。今回の解析では飲酒量と糖尿病との関連は認められなかった。血圧は飲酒によって高くなることは以前から報告されているが⁹⁾、日本人の場合、女性では飲酒量が一般に少ないために有意な関連が認められなかったと思われる。少量の飲酒がHDLコレステロールを増加させる作用があり、脂質異常症を改善する¹⁰⁾。この作用は男女とも中年よりも高齢者ではっきりしていた。飲酒は高尿酸血症や痛風のリスクであるが¹¹⁾、女性や高齢男性では尿酸値が高くなりにくいという結果であった。

喫煙と生活習慣病との関連も同様に検討した(表2)。男女とも喫煙は糖尿病のリスクとはならなかった。高血圧症については、喫煙は男性の中年群、高齢群ともリスクを下げている。脂質異常症は高齢の男性で喫煙がリスクとなっていた。高尿酸血症では喫煙は中年群、高齢群ともに喫煙はリスクを下げている。女性では喫煙率が男性よりも大幅に低く、このため生活習慣病の有意なリスクとはならなかったと思われる。喫煙と血圧については、喫煙後の急性効果として、一過性の血圧上昇が認められるが、慢性的な影響としては、喫煙はむしろ血圧を下げるという報告が多い¹²⁻¹⁴⁾。これは喫煙者の方が肥満度は低いことも影響しているが、肥満の影響を除いてもやはり喫

表1 性別・年齢群別にみた飲酒習慣と生活習慣病リスク

	65歳未満			65歳以上		
	オッズ比	95%信頼区間	p値	オッズ比	95%信頼区間	p値
男性						
糖尿病	1.014	(0.983 - 1.047)		1.020	(0.983 - 1.060)	
高血圧症	1.043	(1.019 - 1.068)	***	1.063	(1.030 - 1.098)	***
脂質異常症	0.982	(0.962 - 1.003)		0.940	(0.905 - 0.977)	**
痛風・高尿酸血症	1.042	(1.017 - 1.068)	**	1.040	(1.000 - 1.081)	
女性						
糖尿病	0.919	(0.803 - 1.052)		1.027	(0.958 - 1.101)	
高血圧症	0.978	(0.929 - 1.029)		1.030	(0.972 - 1.091)	
脂質異常症	0.932	(0.872 - 0.996)	*	0.909	(0.830 - 0.995)	*
痛風・高尿酸血症	1.113	(0.968 - 1.280)		1.027	(0.814 - 1.294)	

エタノール換算摂取量 10mg/日当たりのオッズ比を喫煙、測定年、BMI、年齢で調整した一般化推定モデルで算出した

* p<0.05 ***p<0.001

表2 性別・年齢群別にみた喫煙習慣と生活習慣病リスク

	65歳未満			65歳以上		
	オッズ比	95%信頼区間	p値	オッズ比	95%信頼区間	p値
男性						
糖尿病	1.239	(0.908 - 1.693)		1.194	(0.926 - 1.541)	
高血圧症	0.717	(0.579 - 0.890)	***	0.753	(0.609 - 0.930)	***
脂質異常症	1.189	(0.996 - 1.419)		1.351	(1.076 - 1.697)	**
痛風・高尿酸血症	0.675	(0.536 - 0.851)	***	0.546	(0.398 - 0.750)	***
女性						
糖尿病	0.710	(0.292 - 1.723)		0.786	(0.375 - 1.648)	
高血圧症	1.275	(0.851 - 1.911)		1.239	(0.755 - 2.034)	
脂質異常症	1.158	(0.818 - 1.640)		0.785	(0.464 - 1.326)	
痛風・高尿酸血症	0.138	(0.002 - 9.219)		1.664	(0.495 - 5.596)	

喫煙者の非喫煙者に対するオッズ比を飲酒量、測定年、BMI、年齢で調整した一般化推定モデルで算出した

* p<0.05 ***p<0.001

煙者の方が血圧は低い。ニコチンからの代謝産物であるコチニンが、血圧の低下に関与しているという報告もある¹⁵⁾。喫煙者はアル

コールを飲むことが多いため、痛風患者に喫煙者が多いとも言われるが、飲酒量で調整をすると喫煙者ではむしろ尿酸値が低いことは

他のコホート研究でも報告されている¹⁶⁾。たばこの煙に含まれるスーパーオキシドが尿酸値を下げる効果を持つのではないかとされている¹⁷⁾。

おわりに

喫煙・飲酒は生活習慣病の危険因子であることが多いが、高齢になってから初めてたばこを吸い始める人、飲酒を始める人はほとんどいない。青年期から継続して喫煙し、また飲酒をしている人が大部分である。喫煙・飲酒と生活習慣病との関連の大部分も、おそらくは数十年にわたって継続した習慣の結果であろう。

高齢者でも、やはり一般成人同様、喫煙や飲酒は多くの生活習慣病のリスクになると思われる。加齢に伴う生体防御機能の低下や進行した動脈硬化により、一般成人よりも喫煙・飲酒の障害は大きい場合もあろう。しかし喫煙・飲酒による障害は個人差が大きいことも事実である。特に日本人の場合、アルコールの代謝に遺伝子多型が大きく関与しており、飲酒習慣に大きな影響を与えている。喫煙についても90歳を越えて健康を保っているヘビースモーカーもいて、このような高齢者に禁煙を進めるかどうかは判断が難しい。喫煙の生活習慣病への影響は遺伝子多型によって体質として定められている可能性が強い。超高齢まで喫煙して健康に過ごしている人は、喫煙による障害への耐性を有する素因を持っている可能性がある。個人の身体的な健康とQOL、喫煙による健康障害への感受性の違いを考慮せねばならない。

老年医学は疾病治療のための医療だけでなく、家族関係や生活や社会との関わり、生き

がいの支援までふくめた総合医学である。高齢者の生活や立場に応じた個別の生活指導や対策を考えていくべきであろう。

文 献

- 1) 下方浩史, 安藤富士子: 疾病予防のための理想的生活. 生活習慣改善による疾病予防 - エビデンスを求めて. 成人病と生活習慣病 2010; 40: 1026-1031.
- 2) Shimokata H, Shibata K: Assessment of biological aging status. Jpn J Med 1986; 25: 85-87.
- 3) 厚生統計協会 (編): 国民衛生の動向. 厚生指標 2012; 59: 97-99.
- 4) 下方浩史: 長期縦断研究の目指すもの. Geriatric Medicine 1998; 36: 21-26.
- 5) Shimokata H, Ando F, Niino N: A new comprehensive study on aging - the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). J Epidemiol 2000; 10: S1-S9.
- 6) 下方浩史, 安藤富士子: 長期縦断疫学で分かったこと. 日本老年医学会雑誌 2008; 45: 563-572.
- 7) Suzuki Y, Fujisawa M, Ando F, Niino N, Ohsawa I, Shimokata H and Ohta S: Alcohol dehydrogenase 2 variant is associated with cerebral infarction and lacunae. Neurology. 2004; 63: 1711-1713.
- 8) 吉原達也, 笹栗俊之: ALDH2遺伝子多型と臨床医学. 福岡医学雑誌 2012; 103 (4): 82-90.
- 9) Larbi EB, Stamler J, Dyer A, Cooper R, Paul O, Shekelle RB, Lepper M: The population attributable risk of hypertension

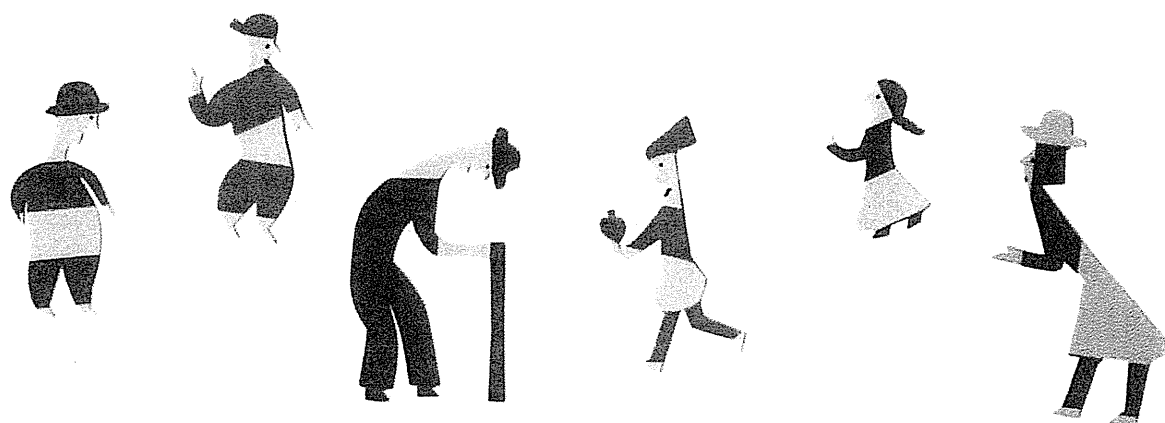
- from heavy alcohol consumption.. Public Health Rep 1984; 99 (3) : 316-319.
- 10) Wang B, Wei D, Wang C, Zhang J, Pan L, Ma M, Xue F, Wu Z, Shan G: Prevalence of dyslipidemia and associated factors in the Yi farmers and migrants of Southwestern China. *Atherosclerosis* 2012; 223 (2) : 512-518.
- 11) Kuzuya M, Ando F, Iguchi A, Shimokata H: Effect of aging on serum uric acid levels: longitudinal changes in a large Japanese population group. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57 (10) : M660-664.
- 12) Green MS, Jucha E, Luz Y: Blood pressure in smokers and nonsmokers: Epidemiologic findings. *Am Heart J* 1986; 111: 932-940.
- 13) Savdie E, Grosslight GM, Adena MA: Relation of alcohol and cigarette consumption to blood pressure and serum creatinine levels. *J Chron Dis* 1984; 37: 617-623.
- 14) Berglund G, Wilhelmsen L: Factors related to blood pressure in a general population sample of Swedish men. *Acta Med Scand* 1975; 198: 291-298.
- 15) Benowitz NL, Sharp DS: Inverse relation between serum cotinine concentration and blood pressure in cigarette smokers. *Circulation* 80: 1309-1312 1989.
- 16) Villegas R, Xiang YB, Cai Q, Fazio S, Linton M, Li H, Elasy T, Zheng W, Shu XO: Prevalence and determinants of hyperuricemia in middle-aged, urban Chinese men. *Metab Syndr Relat Disord* 2010; 8 (3) : 263-270.
- 17) Tomita M, Mizuno S, Yokota K. Increased levels of serum uric acid among ex-smokers. *J Epidemiol* 2008; 18 : 132-134.

Public Health Nutrition

ウェルネス 公衆栄養学

2014
年版

[編集] 前大道教子
松原知子



医歯薬出版株式会社

Chapter 4

栄 養 疫 学

S U M M A R Y

- ▶ 栄養疫学は人の集団を対象として、健康や疾病とその栄養との関係を明らかにすることを目的としている。
- ▶ 基礎情報としての食事調査は、栄養疫学の基本である。このChapterでは、食事調査を実施するときの留意点、測定の方法、そして得られた結果の評価のための指標を学ぶ。

4-1. 栄養疫学の概要

1 栄養疫学の役割

栄養学の基礎研究には動物実験が多く用いられる。特にラットやマウスなどの齧歯類^{げっし}が用いられることが多いが、動物実験で得られた結果が人間でも同じように当てはまるわけではない。生理代謝機能やかかる病気も齧歯類と人間では大きく異なる。栄養学が目指す最終的な目標は、栄養を通して人の健康を守ることである。どのような栄養がどのように人の健康に影響を与えるのかを確認し、その結果から、どのように栄養素を摂取していくことが重要なのかを明らかにして、病気の予防、健康の維持、増進に役立てていく。それが栄養疫学である。

疫学は、1人の人間ではなく人の集団を対象として、健康や疾病とその規定要因との関連を明らかにすることを目的としている。規定要因を危険因子あるいはリスクファクター、曝露要因という。栄養疫学では曝露要因は食事、栄養であり、その量的な指標となる食事摂取量、栄養摂取量は曝露情報である。

曝露 (exposure)
集団になんらかの影響を与えること。曝露要因はその影響を与える要因を示す。

わが国では、悪性新生物、心疾患、脳血管疾患が3大死因であり、これらは生活習慣が主な要因であるために生活習慣病とよばれる。糖尿病、高血圧症、脂質異常症は動脈硬化を進行させ、脳血管障害、心疾患などの循環器疾患を引き起こす。肥満はこれらの疾病の最大の原因であり、食習慣がその基盤にある。栄養疫学は日本人の健康問題を解決するための最も重要な役割を担っている。

2 公衆栄養活動への応用

公衆栄養活動では、疫学により明らかにされた栄養と疾病の関係など、科学的根拠に基づいた活動を行うことが重要である。また、公衆栄養活動はアセスメント、計画、実施、評価というサイクルで実施されるが、対象地域や集団の実態を把握するために、疫学的手法を応用したアセスメントや評価を行う。

4-2. 曝露情報としての食事摂取量

1 食物と栄養素

すべての生物は生命を維持するために、栄養素などを必要とする。動物では栄養素などは食物として摂取される。人では毎日の食事として栄養素を摂取しているが、食事にはまず生命活動を維持するために必要なエネルギーが含まれる。そして、主要栄養素としてのたんぱく質、脂質、糖質、微量栄養素としてのビタミン、ミネラル類などが含まれている。このほかに健康維持や疾病予防には重要ではあるが通常は栄養素には含まれないフラボノイド類などの抗酸化物質やオリゴ糖などの難消化性多糖体なども含まれている。さらに食品添加物や有害物質なども同時に含まれていることも忘れてはならない。

食生活を評価するためには、量的な評価として食事調査による食品別の食物摂取量、栄養素摂取量などの推定が行われる。また、食生活の質的な評価としては、食品への嗜好や食事の様式などの食習慣調査が行われる。

2 食事摂取量の個人内変動と個人間変動

人は毎日毎日、同じ食事をとっているわけではない。多くの人が毎日の生活や好みに応じてメニューを変え、多彩な食生活を楽しんでいる。休日と平日では食事は異なるし、四季の変化が豊かな日本では、それぞれの季節ごとに旬の食品がある。

こうした同じ個人での食事の変動を個人内変動という。1日ごとの変動は日間変動といい、日本のように多くの食材が容易に入手でき、和食、洋食、中華など料理の種類が豊富な国では、その変動は大きい。また、曜日によっても食事内容は異なり、休日には外食を楽しんだりすることも多いだろう。1日だけの食事調査は、集団全体の食事の評価には役立つかもしれないが、特定の個人の食事摂取を正確に評価することはほぼ不可能である。さらにわが国では季節変動にも注意が必要である。たとえば、果物の摂取には季節差の影響が大きく、果物に多く含まれるビタミンCなどの摂取は季節による大きな変動がある。

食事の個人差も大きい。若者と高齢者、男性と女性では食事は大きく異なっている。性別や年齢だけでなく、同じ性別年齢であっても、嗜好、体格、運動量、教育、収入などが異なれば食事の内容は異なってくる。こうした個人ごとの差を個人間変動という。このように食事調査の結果は個人内変動、個人間変動の影響を大きく受けるため、評価が難しいことが多い。調査時期、調査の曜日などにも注意を払って、結果をみていく必要がある。

フラボノイド
天然に存在する化合物で、強い酸化作用があり、色素性をもつものが多い。

抗酸化物質
老化や動脈硬化を促進するような、酸素が関与する有害な反応を減弱もしくは除去する物質。

オリゴ糖
ブドウ糖や果糖などの単糖類が2~10個程度結びついた糖類の総称。腸内のビフィズス菌を増やし、腸内環境を整える働きがある。

個人内変動
同一の個人における特性の変動。1日ごとの変動や年間を通しての変動などを含む。

個人間変動
個人差。個人個人の違いによる特性の変動。年齢や性別、遺伝要因、環境要因などの影響がある。

表 4-1 個人の日常的な食事摂取量を 10% 以内の誤差で推定するのに必要な調査日数

		男性	女性			男性	女性
栄養素など	エネルギー	13	12	食品群	穀類	16	15
	たんぱく質	20	21		いも類	417	335
	脂質	52	43		糖類	341	377
	炭水化物	13	13		菓子類	1,138	462
	カルシウム	47	47		油脂類	307	258
	リン	20	20		種実類	3,403	2,533
	鉄分	28	27		豆類	141	140
	ナトリウム	32	31		魚介類	136	162
	カリウム	29	21		肉類	579	618
	レチノール	2,620	3,810		卵類	205	222
	カロチン	169	140		乳類	255	147
	ビタミンB ₁	45	34		野菜類	71	65
	ビタミンB ₂	28	28		果実類	560	255
	ナイアシン	61	63		きのこ類	874	1,114
ビタミンC	105	80	海藻類	1,316	932		
				嗜好飲料類	106	97	

(Ogawa K, et al. Eur J Clin Nutr 52. 781-785, 1999 より)

3 日常的 (平均的) な食事摂取量

食事には個人内変動があるが、同じ調査を長期間にわたって続ければ、特定の個人の日常的な、平均的な食事摂取量を推定することができる。個人の日常的な食事摂取量を推定するにはどのくらいの日数の調査が必要だろうか。個人内変動は栄養素ごとに異なる。多くの食品に含まれる主要栄養素よりも、特定の食品にしか含まれないような微量栄養素のほうが変動は大きく、調査にはより多くの日数が必要となる。

表 4-1 に個人の日常的な食事摂取量を 10% 以内の誤差で推定するのに必要な調査日数を示した。エネルギーやたんぱく質などの主要栄養素、ミネラル類では 2 週間から 2 カ月近く、ビタミン類では 2 カ月から 3 カ月以上も必要であると推定されている。食品別の摂取量でも、穀類のようにほとんど毎日決まって食べるものについては数日の調査で十分なこともあるが、果物のように季節変動が大きいもの、菓子類のように必ずしも毎日同じように食べるものではない食品では摂取量の推定には数百日を要すると推定されている。

このように特定の個人の栄養素摂取量の日常的・平均的な推定は極めて難しく、食事調査に基づいて栄養指導などを行う場合には、注意が必要である。一方、集団としての平均的な栄養素摂取量の推定は調査人数を増やすことで、短い調査期間で可能となる。3 日間の食事調査で数十人から数百人の対象者があれば、集団全体としての平均的な栄養素摂取量の推定が可能である。1

日だけの調査でも人数を増やせば十分可能であり、厚生労働省の国民健康・栄養調査は現在では1日の調査となっている。

特定の集団の平均的な食事摂取量の評価には、対象の選定も重要である。全員の調査ができない場合には、集団の一部に対して調査を行うことになるが、協力的な人たちだけに調査を行えば、健康に関心をもつ人たちが多くなってしまい、全体の平均からは離れた調査結果になってしまうことに注意しなければならない。

4-3. 食事摂取量の測定方法

地域住民や特定の集団での栄養問題を発見しようとするときには、その集団に対しての食事摂取量の測定および評価は欠かせない。多数の集団を対象とした食事摂取量の測定方法には、被験者の記憶による思い出し法、実際に摂取した食事の内容を記録してもらった記録法などがある。また、食事として実際に摂取した量ではなく、血液検査、尿検査などによる生化学的指標の評価、体重や体脂肪率などの身体計測値による評価によって、食事摂取量が足りないのか、過剰なのかを判定することもできる。

生化学的指標
血液や尿の生化学的な分析によって求められた成分量からの指標

1 24時間食事思い出し法

24時間思い出し調査は通常、管理栄養士・栄養士による面談で行われ、被験者に前日の24時間もしくは過去24時間のあいだに摂取した食事の内容をすべて思い出してもらい、栄養素摂取量を求めるものである。対象者の負担が少なく、協力を得やすい。食事内容には日々の変動が大きく、個人の栄養摂取の判定には適していないが、多数の集団で行えば集団全体としての栄養素摂取状態の判断を行うことができる。24時間思い出し法による調査を同じ人に何度もくり返すことで精度を上げることも可能である。調査は対象者の記憶力に左右されることが多いため、高齢者や小児では実際に摂取したものをすべて思い出してもらうことは難しい。フードモデルや実物大写真、食器などを用いて各食品の摂取量を聞き出す。面接を行う管理栄養士・栄養士の技量による影響も大きい。

フードモデル
実物大で実物そっくりに作られた食品模型、食事調査や栄養指導に使われることが多い。

2 記録法

本人または家族の食事の内容を1~7日間程度にわたってすべて記録してもらい、その結果をもとに栄養素摂取の解析を行うものである。摂取量を秤で計量する秤量法、大きさや形状を記録する目安量法、カメラを使う写真記録法がある。実施に際しては、管理栄養士・栄養士による指導や確認が必要で

ある。食事記録法は思い出し法に比べて、記録をするための作業が繁雑であり対象者の負担が大きい。調査期間が長くなるほど精度は増すが、負担はさらに大きくなる。また、調査を意識して料理が日常と異なった内容になることもあることに注意しなければならない。

①秤量法

秤を用いて対象者の食物摂取量を正確に計測する方法である。一つひとつの食品を計量して記録していくことは面倒であり、食器と一緒に計測してしまうなど秤の使い方の間違いもある。レストランなどに秤を持って行くわけにはいかないため、外食がある場合には秤量法は事実上不可能である。調味料など少量しか使用しない食品では秤量が難しい。このように秤量を行うのが難しい場合には目安量が使われる。国民栄養調査は、以前は3日間の秤量法による世帯ごとの食事記録法が採用されてきた。1995年から1日だけの調査に切り替わっている。秤量法による調査を行うには秤が必要であるが、正確な秤が必ずしもすべての家庭にもあるわけではないことにも留意しなければならない。

②目安量法

食品の摂取量を計量スプーンでの換算、パンの枚数、果実の個数、びんや缶の本数、個数などを単位とした目安量で記録する方法である。目安量の把握の仕方には個人差が大きい。食品ごとの目安量の決め方、記録の仕方について、実際の調査の前にフードモデルなどを用いての管理栄養士・栄養士による十分な教育、訓練が必要である。

③写真記録法

対象者に毎食、食事の前後に食事の内容を撮影してもらう。あらかじめ用意したスケールと一緒に撮影してもらうと食器のサイズがわかり、摂取量の判定精度が上がる。使い捨てカメラやデジタルカメラが使われる。食事の前と後で撮影することで、実際に何をどれだけ食べて、何を残したかを判定できる。写真記録法単独で行われることもあるが、秤量法や目安量法による調査の精度を上げるために写真記録が併用されることもある。高齢者ではカメラの操作に不慣れであったりすることもあり、またカメラを用意する必要があり、費用がかかることが問題である。

3 食物摂取頻度調査法とその妥当性・再現性

食物や食品の摂取頻度を調査して、食習慣や栄養素などの摂取の状況を調査する方法を食物摂取頻度調査 (food frequency questionnaire) という。略してFFQといわれる。代表的な数十種類から200種類くらいまでの食品について、その摂取頻度を調査し、食品の摂取量を推定しようとする調査法である。対面調査だけでなく郵送での調査も可能で、簡便に行うことができる。

定性的 FFQ
摂取量の調査を行わず、摂取頻度のみで食習慣を調査する食物摂取頻度調査法。

半定量式 FFQ
代表的な食品や料理の摂取頻度と平均的な1回摂取量を質問票にて調査し、食習慣や食品摂取量を検討する調査方法。

ポーションサイズ
特定の食品や料理についての1食あたりの平均的な摂取量、地域、性別や年齢などで異なることが多い。

摂取頻度だけの調査を定性的 FFQ という。頻度に加えて摂取量の調査も行うか、あるいは各食品の日本人における1回の平均的摂取量を用いることにより、日常的な平均的な栄養素摂取量を推定することもできる。また、各食品の1食あたりの摂取量を3~5段階ほどに分けて、摂取頻度とともに調査して摂取量を推定する方法を半定量式 FFQ という。調査する食品数は限られており、食品リストになければ反映されない。一般に過去1カ月、あるいは1年間の食物摂取頻度を調査するが、みかんなど特定の季節にしか食べられない食品に関しては、出回る時期での平均的な摂取頻度、量から、1年間の平均値を求める作業も必要である。推定された栄養素摂取量について個人が集団の中で、どのくらいの順位にいるかを判定することはできるが、対象集団の栄養素摂取量の推定には用いることは難しい。

地域の特産品のように、地域によって特徴的に食べられる食品もある。また、同じ“うどん”でも関西と関東では、調味料使用や食品構成の内容が大きく異なる。年齢によっても同じ料理が若者では量が多く油っこい内容であり、高齢者では量が少なめであっさりした内容となっていることが多い。米飯の摂取量に関しては、ごはん茶碗何杯というような形で1食あたりの摂取量が調査されるが、ごはん茶碗は“夫婦茶碗”の例でもわかるように、男性用と女性用ではサイズが異なる。女性では摂取量を過大に評価されてしまう可能性がある。調査をする地域で、対象となる年齢層や性別を考慮して FFQ の調査票を作成する必要がある。そのためには地域で食事記録調査を行い、料理や食品の摂取頻度、標準的な1食あたりの摂取量（ポーションサイズ）、各料理の食品構成を調査し、それらのデータを元にして FFQ を作成することが望ましい。

FFQ の再現性は、同一の人に同じ FFQ の調査票を用いて一定の期間において調査を繰り返して行い、食事摂取量の一致度を調べることで検討できる。対象者に調査結果を返すことで、特定の栄養素摂取量や食品の摂取が過剰あるいは不足しているということがわかると、食習慣を変更してしまうことがある。このように対象者が食習慣を変化させている場合には再現性は悪くなる。また、季節によっても摂取する食品が異なるため調査結果が変化してしまうことにも注意が必要である。

FFQ の妥当性は、FFQ で推定された栄養素摂取量がどれだけ真の摂取量に近いかで検討する。実際には真の摂取量を知ることはほぼ不可能であり、一般には3日間以上の食事記録法を季節ごとに行い、それらの平均値と FFQ での栄養素摂取量との推定値との差や相関を計算することで妥当性の検討が行われる。24時間思い出し法が用いられることもある。また、妥当性の検討には血液検査など生化学的生体指標との比較で行われる場合もある。

4 陰膳法とマーケットバスケット法

一般的な食品に含まれる栄養素や成分は日本食品標準成分表に掲載されており、これを用いて食事記録と照合し、個々の栄養素や成分の摂取量を求めることができる。しかし、食品成分表にない栄養成分や化学物質の摂取量を推定する場合には、食品の化学的分析を行い、摂取量を推定しなければならない。こうした解析のために陰膳法やマーケットバスケット法が用いられることが多い。化学的分析を行うために分析法ともいわれる。

①陰膳法

実際に対象者が摂取した食事と同じものを、たとえば各家族でもう1人前多く食事をつくってもらうなどして収集する。集めた食事内容を化学的に分析し、食事に含まれる栄養成分や化学物質の量を推定する。このような調査に協力してもらった場合、食事の内容が普段とは異なるものに変更されやすいことに気をつける必要がある。

②マーケットバスケット法

マーケットバスケットは買物かごのことであるが、マーケットバスケット法は、日常摂取される代表的な食品を一般小売店で購入して、それらの食品に含まれる特定の成分を化学的に分析して含有量を求める方法である。それぞれの食品の平均的な摂取頻度や摂取量を対象集団で求めて、これを用いて食品ごとの成分の摂取量を推定し、全食品についての合計の摂取量を求める。

5 食生活状況調査

食習慣を含めた食生活状況調査は、食事の摂取状況と密接な関連をもち、重要である。食事の時間や摂取状況、地域特性、食器など食生活に関連する道具（食具）、過去の食生活について調査する食事歴調査などもこれに含まれる。食生活状況調査の主な項目を表4-2に示す。

食事調査や食生活状況調査では、質問票による調査が行われることが多い。質問票による調査については、「Chapter 5 公衆栄養マネジメント」を参照されたい。

6 食事摂取量を反映する身体測定値・生化学的指標

1 体格・身体組成

①体重、体格指数

一般に肥満は栄養過多の指標であり、やせ（るいそう）は栄養不良の指標である。ただし、体格には遺伝的要因も大きく影響し、一概に肥満者は栄養摂取過剰、やせた人は栄養不足であるわけではないことに留意せねばならない。体重の減少は、栄養不良の重要な指標である。1年で10%以上あるいは

表 4-2 食生活状況調査

● 外食、欠食、間食、夜食の状況	● 料理伝承
● 共食者（食事をともにする者）	● 食事儀礼（行事食、食卓作法、食物禁忌）
● 食事時間	● 食事歴（過去の食生活）
● 食事所要時間	● 食具調査
● 食事場所	所有する調理道具の種類、数、使用状況
● 調理担当者	食器の種類、数および使用状況
	台所・食事室の設備

半年間で5%以上の体重減少がみられた場合には、病的要因による栄養不良である可能性がある。しかし、やせていても体重減少が6カ月以内にみられなかった場合は必ずしも病的というわけではない。

肥満、やせの判定には体格指数（BMI）を用いられることが多い。世界基準であるWHOの判定基準ではBMI 30以上を肥満としているが、日本肥満学会では肥満とする基準をBMI 25以上としている。日本人ではBMIが30未満であっても、25を超えていれば、25以下の人に比べて糖尿病や高血圧症、脂質異常症の発症リスクが2倍以上に高くなることが知られている。一方、BMIによるやせの基準は、BMIが18.5未満である場合とされている。

生後3カ月を過ぎた乳幼児に適用されるカウプ指数は体重(g)/[身長(cm)]²×10で計算され、BMIと同じ値になる。乳児16～18、幼児満1歳で15.5～17.5、満4、5歳で14.5～16.5程度が標準である。学童期は主にローレル指数=体重(kg)/[身長(m)]³×10が用いられている。120～130が標準であり、160以上で肥満と判断される。

ブローカ指数は成人の標準体重を表す指数で、身長(cm)－100で求める。日本では身長が高い人で標準体重としては大き過ぎる値をとるため、(身長(cm)－100)×0.9で求めるブローカ式桂変法が用いられる。

㊦ウエスト周囲径

メタボリックシンドロームの診断で用いられるウエスト周囲径は、立位、軽呼気時、臍レベルで測定をする。脂肪蓄積が著しい場合には、腹部の皮下脂肪が垂れ下がってしまい、臍の位置が下がっている場合がある。この場合には肋骨下縁と前上腸骨棘（腰骨の一番上の部分）の midpoint の高さで測定する。男性で85 cm以上、女性で90 cm以上あれば内臓脂肪蓄積と診断される。内臓脂肪量の判定のためには、腹部CTスキャンやMRIによる内臓脂肪面積の計測がより正確である。

㊧体脂肪率・体脂肪量

最近では体脂肪計が安価に売り出されており、体脂肪率を容易に測ることができるようになった。現在使われている体脂肪率計はインピーダンス法を用いるものがほとんどである。脂肪組織が筋肉組織に比べて電気を通しにくい性質を利用し、身体に微量の電流を流して、身体の電気抵抗から体脂肪量を

内臓脂肪面積

腹部CTスキャンなどで臍部を通る腹部断面を撮影し、腹腔内の脂肪の面積を測定する。100 cm²以上で内臓肥満(内臓脂肪型肥満)と診断される。

体脂肪率

体重に占める体脂肪の割合。BMIが正常でも体脂肪率が高い場合には、筋量の低下が疑われる。

インピーダンス法

体内に軽い電流を流して、体内水分量を測定して、体脂肪率を計算する測定方法。体重と組み合わせて乗るタイプ、手で握るタイプなどがある。

表 4-3 体脂肪率による肥満の判定

	非肥満	軽度肥満	中等度肥満	重度肥満
男性 (全年齢)	20%未満	20.0~24.9%	25.0~29.9%	30%以上
女性 (10~14歳)	25%未満	25.0~29.9%	30.0~34.9%	35%以上
女性 (15歳以上)	30%未満	30.0~34.9%	35.0~39.9%	40%以上

(日本肥満学会編：肥満・肥満症の指導マニュアル第2版、医歯薬出版、1997)

推定する。測定は簡便だが、体内の水分量に影響を受けやすい。特に飲食や運動、排尿などの影響が強く、測定時の状況により得られる値が大きく異なることがある。さらに電気抵抗から体脂肪率を導く推定式がメーカーによって異なり、測定値が違ってしまうことがある。推定式は一般成人を対象にしているため、幼児や高齢者、妊婦、筋肉量の多い人などでは正確な結果が得られないなどの問題点がある。適正とされる体脂肪率は成人男性で20%未満、成人女性で30%未満であり、これを超えれば肥満と判定される(表4-3)。

皮下脂肪の評価には皮脂厚計が用いられてきた。皮脂厚計で皮膚をつまみ、皮下脂肪厚の測定を行う。上腕背面中央部(上腕三頭筋部)、肩甲骨下端で測定が行われることが多い。簡便に測定できるが、測定の再現性に乏しい。超音波断層を用いての皮下脂肪厚の測定は、手技の差による影響が少なく、皮脂厚計よりも正確に実施できるが、機械が高価で疫学調査などでは使用しにくい。また、放射線を用いた二重エネルギーX線吸収法(DXA法)では、正確な体脂肪量、体脂肪率を求めることができるが、装置が大規模で、高額であり、また放射線被曝もあることから、一般の疫学調査では使用されない。

④ 筋肉量・除脂肪体重

加齢に伴う筋肉量の減少をサルコペニアという。高齢者の低栄養は筋肉量の低下をきたし、転倒や歩行困難など日常生活を送るうえでの支障となる。筋肉量の評価は難しい。放射線を用いて全身のスキャンを行うDXA法では、体脂肪量だけでなく、骨量、骨密度も頭部、体幹、上肢、下肢などの部位別に測定することができる。DXA法では筋肉量を直接測定することはできないが、体重から体脂肪重量を引いて求めた除脂肪体重(LBM)や、さらに骨量を引いて求めた除脂肪除骨体重が筋肉量の指標として用いられる。筋肉量の評価やサルコペニアの診断にはDXA法が最も正確であるが、原則として医療機関でしか実施することができない。このため簡便に測定できる上腕周囲長、大腿周囲長、下腿周囲長などが筋肉量の指標として用いられることがある。上腕周囲長から上腕筋圍(AMC)を推定して指標とすることもある。最近ではインピーダンス法でも筋肉量の推定が可能な装置が開発されている。

2 生化学的指標

① 血液検査

栄養状態を評価する血液検査としては、血清コレステロールやトリグリセリド

二重エネルギーX線吸収法
低レベルの放射線を用いた装置で、全身や特定の部位をスキャンして、骨密度、体脂肪量などを測定する方法。

サルコペニア
高齢者にみられる筋肉量の減少をいう。筋量の減少に伴い筋力が低下し、日常生活に支障をきたすようになる。

除脂肪体重
脂肪重量を除いた体重。骨や内臓、体内の水分などが含まれるが、一般的には筋量の指標として使われる。

上腕筋圍(AMC)
上腕周囲長(AC)と上腕三頭筋部皮脂厚(TSF)から $AMC = AC - \pi \times TSF$ で計算できる。さらに、 $AMC^2 / 4\pi$ で上腕筋面積(AMA)が求められる。

コレステロール
脂質の成分の1つ。細胞膜の構成成分やホルモンの前駆体として重要だが、過剰になると動脈硬化を促進させる。

トリグリセリド
中性脂肪ともよばれ脂質の成分の1つである。脂肪細胞中にエネルギーとして蓄えられる。

表 4-4 栄養評価指標としての血清たんぱく質

	栄養指標	半減期	特徴
静的指標	アルブミン	21日	測定時付近の平均的栄養状態を反映する指標
	コリンエステラーゼ	11日	
動的指標	トランスフェリン	7日	短期間の栄養状態の変化を評価する指標
	プレアルブミン	1.9日	
	レチノール結合たんぱく	0.5日	

イド（中性脂肪）などの血清脂質，血清たんぱく，特にアルブミンなどが用いられる。

血清脂質は一般に高栄養では高値になり，低栄養では低くなるが，体質や遺伝による影響も強い。HDL コレステロールは善玉コレステロールともよばれ，その値が高いと動脈硬化の進行を予防し，長寿につながるといわれるが，肥満や糖尿病，喫煙で低下する。反対に運動や適度な飲酒はHDL コレステロールを上昇させる。

血清中には多くのたんぱく成分が含まれ，栄養評価に用いられるが，半減期の長さで，測定時付近の平均的栄養状態を反映する静的指標，短期間の栄養状態の変化を評価する動的指標に分類される（表 4-4）。血清たんぱくの約 60% を占めるアルブミンは低栄養の指標となるが，半減期が長いので低栄養状態がかなり進まない限り低値とならない。また，重症の肝障害やネフローゼ症候群のような疾患では大きく低下するので判定には注意が必要である。コリンエステラーゼは肝細胞で産生されるたんぱく質であるが，高栄養で高値となり，低栄養で低値となる特徴をもつ。ただし，アルブミン同様，肝疾患や肝機能障害の影響を受けるので，判定に用いる際には注意が必要である。プレアルブミン（トランスサイレチン）も肝細胞で産生されるたんぱく質で，血中半減期がアルブミンの約 21 日と比べて，約 2 日と短い。このためプレアルブミンの測定で低栄養の進行を早期に判定することができる。トランスフェリンは血中で鉄と結合する糖たんぱく質であるが，半減期は約 7 日であり同様に早期の低栄養の判定に役立つ。

ヘモグロビンは赤血球中に含まれている鉄と結合したたんぱく質であり，酸素を運ぶ重要な働きを担っている。鉄分の摂取が少なくなると，血中ヘモグロビン濃度が減り，栄養摂取の指標となる。血中尿素窒素（BUN）は腎不全など腎機能が低下したときに上昇する。たんぱく質の分解により生じたアミノ酸からアンモニアが生成され，肝臓で代謝されて尿素となる。血中に放出された尿素は，腎臓の尿細管で再吸収され残りが尿中に排出される。腎機能が低下したり，脱水で尿量が低下したりすると再吸収量が増加し，BUN は増加することになる。血清クレアチニン（Cr）も腎機能の指標であり，腎不全などでは BUN と Cr が同時に高値となるが，脱水では BUN のみが高くな

HDL コレステロール
高密度リポたんぱく質（HDL）中に含まれるコレステロール。動脈硬化を防ぐ善玉コレステロールといわれる。

半減期
ある物質の量が半分になるのにかかる期間。血清中のたんぱく質のような生体成分では，代謝によって半分の量に減ってしまう時間数または日数で示される。