

別するために用いられる検査値の「正常範囲」を正常値とすべきである。「正常値」は、個人の健康、生命予後や疾患に関する判断を下すための値であり、本来、個人個人によって正常値が異なっているはずである。とくに高齢者では個人差が大きく、集団としての「正常値」を設定することは困難である。

こうした問題をもつ「正常値」に対して、最近では「基準値」という用語が使われることが多い。健康な基準個体を集めて基準母集団を設定し、その中から基準標本群を無作為に抽出し、抽出された集団の検査測定値を基準値とするものである。基準値の分布をもとにして、その95%内に含まれる値が基準範囲とするものである。これはNCCLS（アメリカ臨床検査標準協議会）が定めた検査基準値の設定方法であり、測定値の基準となる値としての検査基準値が求められる³⁾。この基準値は健康者集団における平均的な検査値の範囲を示すものであり、基本的に健康状態の判定や疾患の有無の判断を行うように求められたものでないことに注意する必要がある。

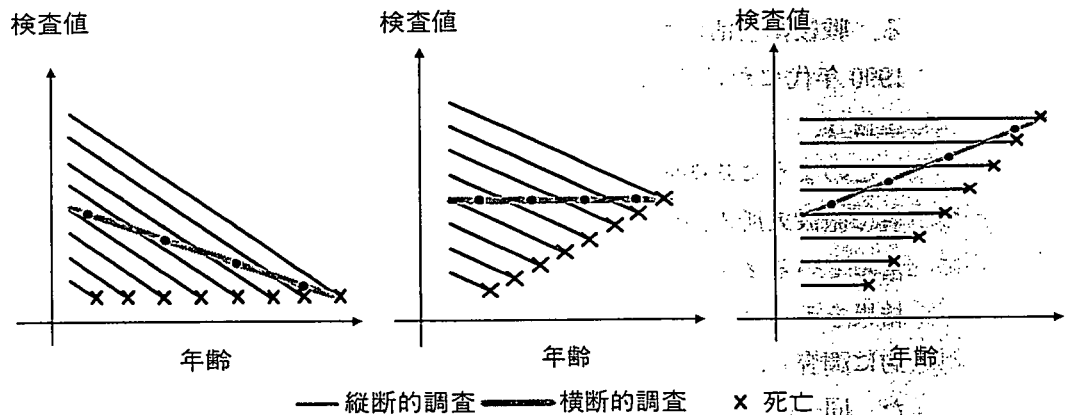
特定の疾患が存在するかどうかの目的に使われる検査値の基準を診断値と言う。判別値とかカットオフ値とも言われる。疾患をもつ患者の検査値の95%上限もしくは下限値、疾患群および健康群の検査値分布の交差点、検査値による疾患識別の感度と特異度から求めた疾患の最良の判定値などが使われる。疾患ごとの患者の検査測定値に加えて健康群での検査測定値が必要であり、一般的な臨床検査では診断値がはっきりと示されていることはほとんどなされていない。

4 高齢者における基準値設定の問題点

高齢者では基準値設定が重要であるにもかかわらず、その具体的な設定には多くの問題がある。通常行われる高齢者における基準値の設定では、「正常な」高齢者をまず定義する必要がある。一般的には日常生活活動に介助を要しておらず、貧血、糖尿病、腎不全、肺機能障害、認知症、高血圧、高脂血症、脳卒中、虚血性心疾患などを有していないなどの基準が設けられるが、このような基準に当てはまる高齢者はきわめて少数の特別な人たちである。ほとんどの高齢者では何らかの慢性疾患をもっている。このため基準となる「正常な」母集団の設定が困難であり、またこうした特別な母集団での検査基準値の設定が臨床の場でどのような意義をもつのかの評価も難しい。また、高齢者は健康状態の良し悪しにかかわらず、最近ではビタミン剤などのサプリメントを含めて何らかの薬物を服用している場合が多い。薬物は検査値に影響を与えることがあり、基準値を設定する際に問題となる。

高齢者では疾患があっても症状や所見が非定型的であり、検査の基準値からは異常として捉えられないことがある。逆に日常生活を送る上で支障となるような障害がなく、また特定の愁訴もない「健常な」高齢者でも検査所見で異常が認められることが多い。たとえば自己抗体の出現は検査データとしては異常であるが、高齢者ではそれ自体が健康の障害を意味するわけではなく、必ずしも異常と捉えられるわけではな

い。このような個人差としての検査値の分布幅は、小児期から青年、中年、初老期と加齢と共に増大していき、高齢者では一般成人よりも大きな分布幅を示すようになる。また、高齢者では予備力が低下していることが多いが、機能的予備力の低下の影響は、検査値としての変化は出にくいが高齢者では一般検査所見よりも負荷検査で大きな加齢変化が認められる。



図② 検査値の横断的調査と縦断的調査による加齢変化 (文献4より引用改変)

検査値が悪いと死亡リスクが高くなる場合には検査結果が良い者だけが生き残っていく選択効果のため、横断的調査では検査値の加齢変化を過小評価する結果になる。

さまざまな年齢を含む対象者に同時に検査を行って年齢群ごとの検査値の差を加齢変化として捉える調査方法を横断的調査と言う。横断的調査での検査値を縦軸、年齢を横軸にしてプロットしてみると、超高齢者では検査値には加齢変化がみられなかったり、むしろ高齢になるほど検査値が良くなったりしている。これを選択効果と言う²⁾。加齢と共に検査値が低下していくが、一定の値まで悪くなると死んでしまう場合を考えてみよう。検査値が一定のレベルまで下がってしまった人は死んでしまうため、横断的調査では、生き残った人での検査値の加齢変化は見かけ上、個人を実際に追跡した縦断的変化よりも小さくなってしまふ (図②左)。加齢と共に検査値が低下するが、若い人では低い検査値でも生き残れるが、高齢になるほど低い検査値では生き残れない場合では、横断的調査による見かけ上の検査値では加齢変化はなくなってしまふ (図②中)。さらに個人個人では加齢で検査値は変化しないけれども、検査値が悪い人では長くは生きられないという場合を考えてみる。検査値が悪い人は早く死んでしまうため、生き残った人たちだけの横断的調査では、年齢が高くなるほど検査値は良くなっていってしまう結果になる (図②右)。高齢まで生き残っている人たちは、数々の致命的な疾患にかからずに生き延びてきた、健康に優れたエリートであり、このエリートからさらに健康に優れた少数を選んで設定された基準値は、実際の臨床的に使用できるかどうか疑問がある。

高齢者では生まれた時代の生活環境が現在と大きく異なり、このことが出生年代に

よる検査基準値に影響を与えている。身長は高齢者では明らかに若年者よりも低い。加齢によって椎間の狭小化や、胸腰椎の変形、円背などが生じ、身長は低くなっていくが、断面調査での加齢による身長の差のほとんどは、発育期の栄養状態による世代間の差である。こうした世代間の差をコホート効果と言う。また、戦争などの異常体験、飢餓の経験、戦後の急激な栄養や生活環境の変化の影響など出生世代に関わりなく、時代の影響を受けている検査値もある。たとえば血清コレステロールなどである。戦後の生活の欧米化、とくに食事の変化により、すべての世代で1970年代から1990年代にかけて血清コレステロールの値は大きく増加している。これを時代効果と言う。

このように基準値の決定には多くの問題点がある。病気で医療機関を受診した高齢者や施設入所の高齢者の集団から基準値を求めたりするのではなく、独立した生活を営んでいる多数の健康な高齢者を地域住民から無作為で抽出し、多くの検査を行って結果をデータベース化する。同時に検査値へ影響を与える背景因子をできるだけ網羅的に調査し、検査値への影響を検討する。さらには検査値間の相互の影響をみる。また、同一の人たちを経年的に追跡する縦断的観察をすることで、横断的検査で生じるような多くの偏りを除くことができる。数多くの検査値の老化に伴う変化について明らかにし、高齢者の検査基準値を作り上げていくためには、真の加齢変化を捉えていくような老化の広範な縦断的研究の実施が望まれる。

5 高齢者でとくに留意しなければならない検査基準値

検査値には加齢変化のあまりみられないもの、加齢変化があっても臨床上あまり問題にならないものがある。加齢変化のみられない検査値には、生命維持に直接関わるようなものが多い。一方で、高齢者では一般成人とは別に基準値をとくに設けて判定しなければならないものも多い。

一般血液生化学検査では、正常高齢者では血清蛋白、脂質、肝機能、電解質などには一般成人と別の基準値の設定は必要ない。アルカリフォスファターゼは閉経後の女性で高くなる。血算では白血球数、血小板数などには加齢変化はない。赤血球数、ヘモグロビンは高齢者で低下傾向があるが、健康な高齢者では低下は少なく基準値の設定の必要はない。内分泌機能では血中の性腺ホルモンの低下および性腺刺激ホルモンの

Coffee Break (2) 何歳から高齢者? 国民意識調査

内閣府による平成15年度「年齢・加齢に対する考え方に関する意識調査」では、「何歳以上の人を『高齢者』『お年寄り』だと思うか」についてみると、「およそ70歳以上」が最も多く48.7%と半数近くを占めていた。「およそ65歳以上」は18.5%にじかすぎず、日本では行政上は高齢者を65歳としているが、行政上の高齢者のレベルと国民の意識の間には5歳程度のギャップがあることがわかった。

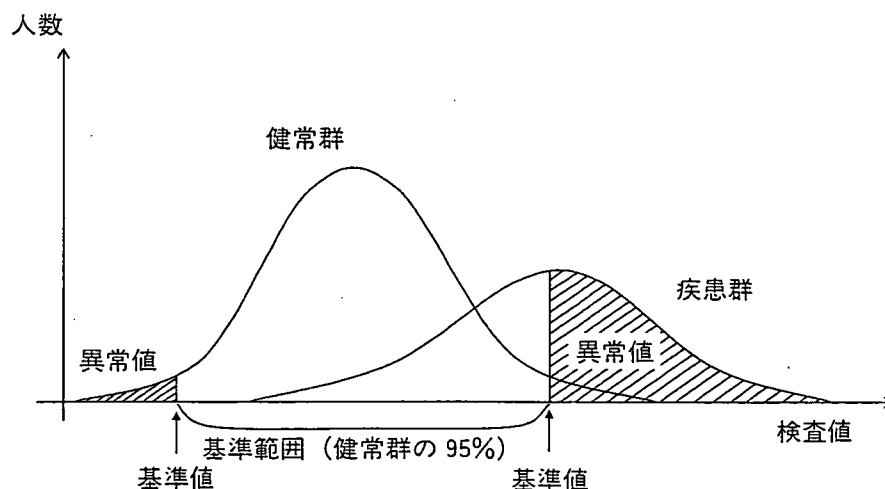
増加がみられ高齢者での基準値が必要であるが、副腎皮質、甲状腺ホルモンに変化はない。肺機能では肺活量、1秒率、1秒量、動脈血酸素分圧の低下、全肺気量、残気量の増加がみられ、年齢を考慮した判定が必要である。免疫グロブリン (IgG および IgA) は増加し、血沈やCRPの増加もみられる。

糖代謝では空腹時血糖は上昇するが、わずかであり特別の基準値は不要である。糖負荷試験2時間値は増加するが高齢者の糖尿病診断に特別の基準値が必要かどうかは議論のあるところである。腎機能は加齢と共に低下するが予備力は大きく、クレアチニンの上昇はわずかである。しかし、クレアチンクリアランスには低下がみられることが多い。循環機能では安静時の心拍出量には変化はないが、最大心拍数、最大酸素摂取率は低下し、また左室拡張能などにも低下がみられる。

一般に65歳以上が高齢者と言われるが、65歳以上の者にすべて同一の検査基準値をあてはめるには問題がある場合もある。負荷試験のように初老期から、老年期、超高齢期へと年齢が高くなるにつれて大きな加齢変動を示すこともあり、若年者との区別だけでなく、さらに細かい年齢を加味した基準値の設定が必要になる場合もある。

⑥ 高齢者の異常値の評価、異常値をきたす要因

異常値は健常者での検査値の95%に入らない値であり、臨床検査によって異常値が得られた場合、疾患の罹患などによる身体機能の障害が原因であることが多い。しかし、健常者の5%は基準値をはずれる異常値をもっており、また健常群と疾患群の分布は重なることが多い。健常者でも異常値をもち、疾患群でも基準値の範囲内である場合があり、検査値が基準値をはずれていても必ずしも疾病が原因であるわけではない(図③)。



図③ 基準値および基準範囲の設定と異常値 (文献5より引用改変)

基準値は健常群の95%を含むように設定される。このため健常者でも基準値をはずれる場合があり、また疾患群でも基準値内の場合もある。

表① 高齢者の検査値に異常をきたす要因
(文献5より引用改変)

要 因		内 容
技術的要因	固有誤差	採血および採取器具の問題 検体保存法(室温, 冷蔵, 凍結) 測定器具, 装置の差違
	技術誤差	測定技術の差違 検体採取技術の問題(汚染, 溶血)
個人間変動	遺伝的要因	素因, 性差, 人種
	環境要因	地域(気温, 湿度, 食習慣), 職業
	年 齢	初老期, 老年期, 超高齢期
	潜在的疾患	心不全, うつ病, 骨関節炎, 骨粗鬆症, 糖尿病, 高血圧, 貧血, 慢性気管支炎, 萎縮性胃炎, 慢性尿路感染症
個人内変動	時間的要因	日内変動, 日差, 季節差
	生活習慣	喫煙, 飲酒, 食事, 運動, ADL
	薬 物	測定値への直接作用 生理作用を介した間接作用
	体 位	立位, 臥位, 寝たきり

では、疾病によらない異常値はどのような原因で起こり得るのであろう。検査値は多くの要因によって変動をする。これらの中には高齢者に限らず観察されるものが多いが、高齢者に特徴的にみられるものもある。高齢者の診療にあたっては異常値の評価に十分な注意が必要である(表①)⁵⁾。

検査値には個体差がある。個体差は一般に加齢と共に大きくなっていく。得られた検査値が、ある人では疾病罹患の指標になるような異常値であっても、他の人には異常でないことも多い。個体差には遺伝的要因、環境要因、潜在性の疾患による影響によるものなどが含まれる。遺伝的要因としては、体質性黄疸などのように遺伝的に特定の検査値に異常値がみられるが、とくに身体機能に影響がない場合がある。遺伝的素因は生まれつき保持している要因であるが、環境要因との相互作用により検査値は影響を受けることにも注意しなければならない。高齢者は若年者に比べて移動が少なく、同一環境で長期に過ごしている場合が多い。長期にわたって固定された環境にさらされるため、高齢になるほど遺伝的要因の影響は小さく環境因子の影響が相対的に大きくなる。これは高齢者で個人差が大きくなっていく原因の1つであろう。性差は一般成人では血清脂質、耐糖能など多くの検査値で認められる。しかし、老化に伴って性差の要因である性ホルモンの分泌が減少し、老年期には性差を示すような検査値は少なくなる。

個人個人の差に加えて、同一個人でも測定時の条件で異常値になることがある。こ

Coffee Break (3) 高齢化社会と高齢社会

65歳以上の高齢者の割合を高齢化率と言つ、高齢化率が7%を超えた社会を「高齢化しつつある社会」として「高齢化社会」とし、14%を超えた社会を既に高齢化している社会として「高齢社会」と言つ、さらに21%を超える場合を「超高齢社会」と言つこともある。日本では1970年に高齢化率が7%を超え「高齢化社会」に、1994年に14%を超えて「高齢社会」となった。高齢化率が7%から14%までになるまでの期間を社会の高齢化のスピードとして国際比較に使われることが多い。

これを個人内変動と言ふ。この変動は主として検体採取時の時間や体位、生活習慣による影響、薬物の影響などによって生じる。検査値は1日の時刻による変動（日内変動）、日々の変動（日差）、季節差によって異なることがある。日内変動を示す検査値としては血糖値、血清鉄、中性脂肪、脂肪酸、ビリルビン、副腎皮質ホルモンなどがある。これらの検査では採血の時刻に留意する必要がある。日本のような四季のはっきりしている国では食事や気温が季節によって大きく異なる。これにより検査値が影響を受けることがある。

検査値の運動による影響、食事による影響、飲酒や喫煙による影響が知られている。一般成人では軽度な運動の検査値への影響はほとんどないが、高齢者では軽い運動や打撲によって筋組織からの逸脱酵素であるCPK、GOT、LDHの上昇がみられることがある。その上昇は運動直後よりも翌朝に最大となる。安静に横になっている場合と起立し活動している場合では循環血漿量が異なる。立位で活動をしている場合には血液の濃縮が起こり、血清蛋白質の濃度が上昇する。血清総蛋白量や血清アルブミンのみならず血清蛋白に結合して血清中に存在するカルシウムやビリルビン、コレステロールなどの測定値も立位活動時に上昇し、安静仰臥時では低下する。この低下は立位を30分ほど取ることで回復する。血糖値および中性脂肪、遊離脂肪酸は食後の採血で大きく変動する。飲酒者では γ GTPおよび中性脂肪、尿酸値の上昇がある。喫煙によってCEAが上昇するが、この変化は若年者ではあまり顕著でなく、高齢になるほど上昇が大きくなるので注意が必要である。このように生活習慣による測定値の変化には十分に注意をしなければならない。さらに多くの薬物が検査値に影響を与えることが知られている。高齢者では何らかの薬物を服用していることが多く、こうした薬物の検査値への影響を高齢者における異常値の評価を行う場合に十分に考慮する必要がある。

これらの検査値の個人間変動、個人内変動による異常値に加えて、除外しなければならないのは検査の技術的要因による異常値である。技術的要因には検査機器や検体保存による固有誤差と、検査手技、検体採取時の技術的問題によって生じる技術誤差がある。前者では標準血清によるモニタリングなどを定期的に行うことで防ぐことができる。また、技術的な問題では、採血時の溶血が重要である。とくに高齢者では静脈が脆く採血が困難であることがしばしばあり溶血を起こしやすく、その結果、血清カリウムやLDHなどの測定値が高値になるので注意が必要である。

おわりに

出生率の低下と平均寿命の延びにより、高齢者とくに後期高齢者の数が急速に増加し、高齢者医療の重要性が高まっている。しかし、高齢者医療の場において異常値をどう評価するかが難しい。高齢者では異常値が必ずしも疾病を意味しているわけではないし、基準値に入っていれば健康というわけでもない。検査値の評価は疾病の診断や治療効果の判定にきわめて重要であるが、一方で検査値だけにとらわれて患者の全体像を見失ってはならない。検査値がすべてではない。心身の症状や環境因子などを含めた総合的な判断力が、高齢者に関わる医療を行っていく者には求められている。

文 献

- 1) 内閣府：高齢化の状況。平成18年度高齢社会白書。1996；2-7
- 2) 下方浩史：老年者における正常値，基準値設定の方法。老年者における基準値のみかた。東京，診断と治療社，1997；4-11
- 3) Sasse EA：Determination of reference intervals in the clinical laboratory using the proposed guideline National Committee for Clinical Laboratory Standards C28-P. Arch Pathol Lab Med 1992；116：710-3
- 4) Shock NW, Greulich BC, Andres R, et al：Normal Human Aging：The Baltimore Longitudinal Study of Aging, NIH Publication No. 84-2450, 1984
- 5) 下方浩史：異常値の評価。日本老年医学会編，老年医学テキスト改訂版。東京，メディカルビュー社，2002；121-3

(下方浩史)

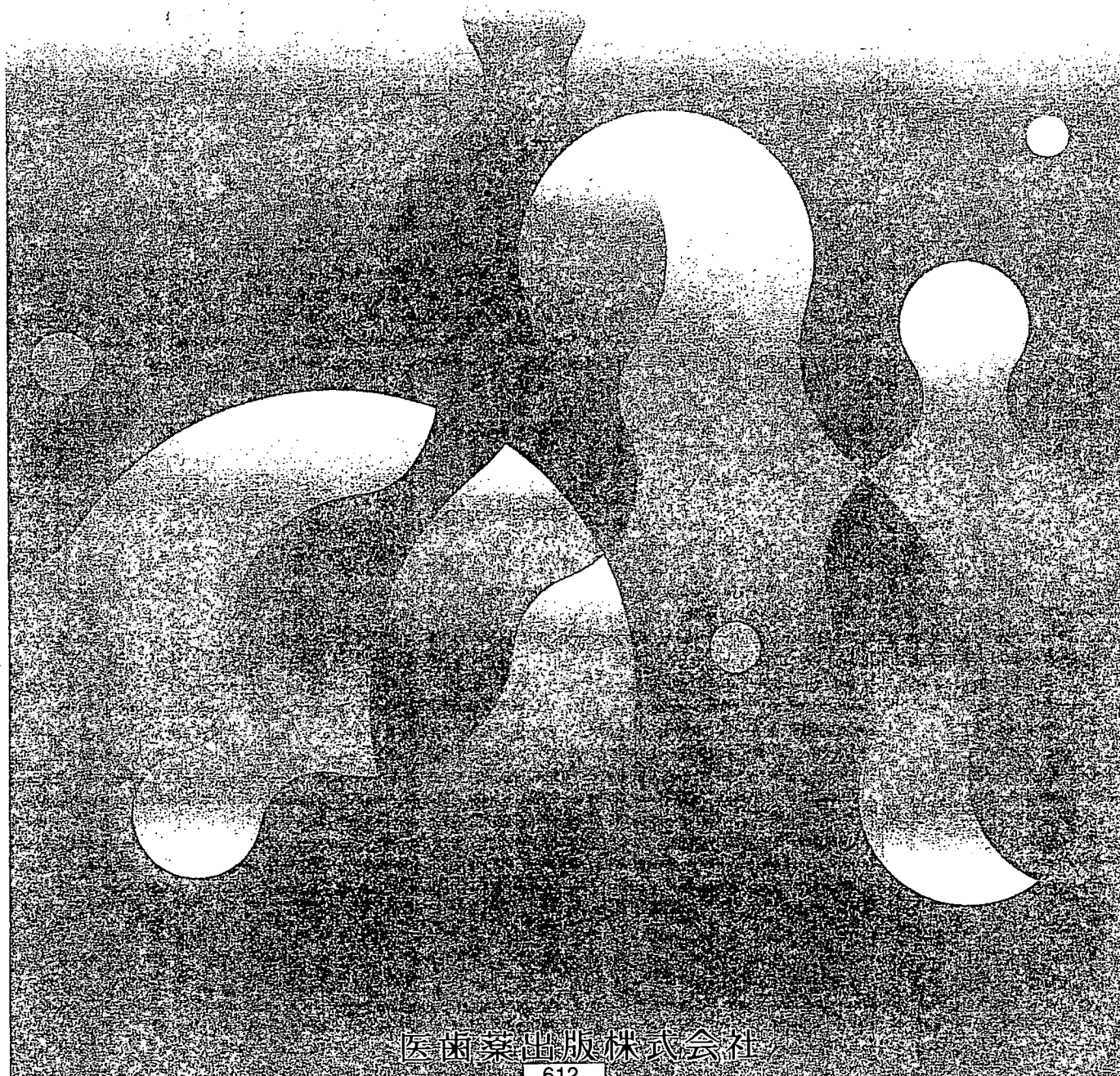
Public Health Nutrition

ウエルネス 公衆栄養学

第7版

●編集 / 沖増 哲

新カリキュラム準拠



医歯薬出版株式会社

SUMMARY

- 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連を明らかにすることを目的としている。
- 食事には個人内変動、個人間変動があり、正確な評価は難しい。
- 多数の集団を対象とした食事摂取量の測定方法には、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う記録法などがあり、これらの食事調査は栄養疫学の基本である。
- 栄養疫学にはさまざまな手法の解析方法があるが、系統誤差や交絡による影響を考えると誤った結論に至ることがある。

1. 栄養疫学の概要

栄養学の基礎研究には動物実験が多く用いられる。とく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。生理代謝機能や罹患す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をとっ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 (nutritional epidemiology) 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 (risk factor)、曝露要因 (exposure) という。栄養疫学では曝露要因は食物、栄養であり、その量的な指標となる食物摂取量、栄養摂取量は曝露情報である。

わが国では、悪性新生物、脳血管疾患、心疾患が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呼ばれる。糖尿病、高血圧症、高脂血症は動脈硬化を進行させ、脳血管疾患、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。

曝露
集団に何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。

2. 曝露情報としての栄養摂取量

1 食物と栄養

すべての生物は生命を維持するために、栄養素等が必要である。動物では栄養素等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、食物摂取の量的指標として食品摂取量、栄養素摂取の量的指標として食事調査による栄養素摂取量の推定が行われる。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。

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活性酸素に電子を供給して消し去る作用をもつ物質。

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、腸内環境を整える動きがある。

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。

2 食事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。

こうした同じ個人における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、わが国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、曜日ごとに食事は異なり、休日には外食を楽しんだりすることも多いだろう。1日だけの食事調査では、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の差による影響が大きく、果物に多く含まれるビタミンCなどの摂取は季節によって大きな変動がある。

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に、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はらって、結果をみていく必要がある。

表 3-1 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	28		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	3,822		卵類	205	222
	カロテン	169	140		乳類	255	147
	ビタミンB ₁	45	33		野菜類	71	65
	ビタミンB ₂	28	28		果実類	560	255
	ナイアシン	61	62		きのこ類	874	1,114
ビタミンC	105	81	海藻類	1,316	932		
				嗜好飲料類	106	97	

(Ogawa K, et al: Inter-and inter-individual variation of food and nutrient consumption in a rural Japanese population. Eur J Clin Nutr,52:781-785,1999' から改変)

3 日常的な, 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 3-1 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 か月近く, ビタミン類では 2 か月から 3 か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な, 平均的な推定はきわめて難しく, 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 日間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。

3. 総エネルギー摂取量の栄養素摂取量に及ぼす影響

1 栄養密度法

毎日の生活のために必要なエネルギー量は、体格、性別、運動量、年齢などによる個人差がある。エネルギー摂取量が多い人では、食物の摂取量が多くなり、栄養素摂取量も多くなる。このため各栄養素摂取量の絶対量ではなく、総エネルギーに対する相対量を栄養密度として求めて使用される場合がある。

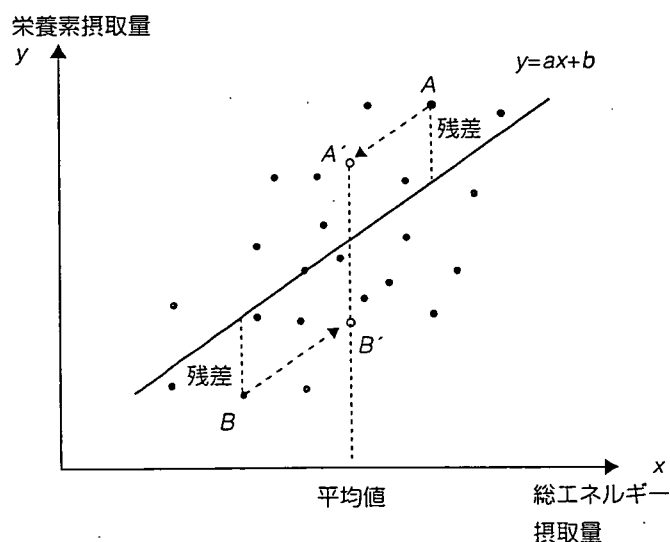
体内でエネルギーとなる栄養素であるたんぱく質、脂質、糖質、アルコールについては総エネルギー摂取量に対する各栄養素によるエネルギー摂取量の割合をパーセントで求めて示すことが行われる。エネルギーを産生しない栄養素では、たとえばエネルギー摂取量 1,000kcal あたりの各栄養素摂取量を計算することで、エネルギー摂取量に依存しない相対的な摂取量を求められる。

2 残差法

集団を対象とした栄養素等摂取量の調査を行って、特定の個人がその集団における平均的な総エネルギー摂取量であったならば、各栄養素の摂取量はどのくらいであるかを推定する方法である。

実際には図 3-1 に示すように、調査を行った集団について横軸にエネルギー摂取量、縦軸に目的とする栄養素摂取量として回帰直線を求める。この回帰直線を用いて、各個人について回帰直線からの残差を求め、集団全体の総エネルギー

残差
観察値から予想値を引いた残りの量。予想値は回帰分析などで求められることが多い。



総エネルギー摂取量 (x) と栄養素摂取量 (y) とのあいだに回帰直線 ($y=ax+b$) を求める。この回帰直線を用いて、各個人についての実際の値 (A, B) の回帰直線からの残差を求め、集団全体の総エネルギー摂取量の平均値における栄養素摂取量にその残差を加えることで、総エネルギー摂取量を調整した栄養素摂取量、すなわち平均的な総エネルギー摂取であると仮定した場合の栄養素摂取量推定値 (A', B') を求めることができる。

図 3-1 残差法による総エネルギーで調整した栄養素摂取量の求め方

摂取量の平均値における栄養素摂取量にその残差を加えることで、総エネルギー摂取量を調整した栄養素摂取量の推定値を求めることができる。栄養素摂取量の評価を行う場合に、総エネルギー摂取量の影響を除くためには有用な方法であり、得られる数値のもつ意味がはっきりしない密度法と異なり、測定値としてわかりやすい値が得られる。しかし、集団が異なれば回帰直線は異なったものになり、同じ栄養素摂取量でも集団が異なれば値は大きく変わってしまう。個人への栄養指導などに用いることには不向きであろう。

4. 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う記録法などがある。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 食事記録法

本人または家族の食事の内容を1日から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煩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注意しなければならない。

1◎秤量法（国民健康・栄養調査方式）

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。1つ1つの食品を計量して記録していくことは面倒であり、食器を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。以前の国民栄養調査は、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が、1995年（平成7）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。秤を各家庭に提供する必要もある。

2 ●目分量法

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、ビンや缶の本数、個数などを単位とした目分量で記録する方法である。目分量の把握の仕方には個人差が大きい。食品ごとの目分量の決め方、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。

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。

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。食事の前後を撮影することで、実際に何をどれだけ食べて、何を残したかが判定できる。写真記録法単独で行われることもあるが、秤量法や目分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、加えてカメラを用意したり、フィルムの現像、焼きつけなど、調査のための費用がかかることも問題である。

2 思い出し法

1 ●24 時間思い出し法

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、協力が得やすい。食事内容には日々の変動が大きく、個人の栄養素摂取の判定には適さないが、多数の集団で行えば、集団全体としての栄養素摂取状態を判断することができる。24 時間思い出し法による調査を同じ人に何度も繰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。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聴き出す。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。しかし、食事記録法と異なり、調査によって食事の内容が変容してしまうということはない。

2 ●食物摂取頻度調査法と妥当性・再現性

食物や食品の摂取頻度を調査して、食習慣や栄養素等摂取の状況を調査する方法を食物摂取頻度調査という。英文名を略して 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。また、日常的な平均的摂取量を推定することができる。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かして、1 日の栄養摂取量を推定することもできる。各食品の 1 食あたりの摂取量を 3 段階から 5 段階ほどに分けて、摂取頻度

食物摂取頻度調査 (food frequency questionnaire; 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。

とともに調査して摂取量を推定する方法を半定量式食物摂取頻度調査という。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か月、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なかで、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かたちで1食あたりの摂取量が調査されるが、ごはん茶碗は“夫婦（めおと）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、それらのデータをもとにしてFFQを作成することが望ましい。

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。

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を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。

3 ● 食事摂取の判定

判定項目を表3-2に示した。集団として、性別、年齢別、身体活動レベル別に栄養素別摂取量を検討する。食品別摂取量についても、同様に区分別食品構成表と比較できる。エネルギー比率（PFCエネルギー比）や塩分使用量も検討される。

表 3-2 栄養調査の判定項目

- 栄養素別摂取量
- 栄養比率(PFC比, 動物性たんぱく質比率)
- 食事比率(3食, 間食, 夜食への比率)
- 栄養素摂取のパターン化(高エネルギー型, 低たんぱく型など)
- 1日あるいは1食あたりの食品数・料理数
- 料理形態・料理の組み合わせ
- 特定食品の出現頻度
- 加工食品(半・完全調理済み食品, 冷凍食品など)の利用状況
- 自然食品・健康食品の利用状況
- 嗜好傾向
- 塩分使用量

表 3-3 食生活調査

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

3 食生活調査

食生活調査の主な項目を表3-3に示す。

食習慣を含めた食生活調査は、栄養素等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、地域の特性、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。

4 食事摂取量を反映する生化学的指標

1 血液検査

コレステロール
脂質の成分のひとつ。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
中性脂肪とも呼ばれ、脂質の成分のひとつである。脂肪細胞中にエネルギーとして蓄えられる。

HDL コレステロール
高密度リポたんぱく質(high density lipoprotein; 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。

γ GTP
肝機能検査の項目のひとつ。アルコール摂取で高値となるが、肝炎などでも高値になることがある。

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(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呼ばれ、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。逆に運動や適度なアルコールはHDLコレステロールを上昇させる。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、低栄養状態がかなり進まないと低値とならない。血糖値は糖尿病などがなければ栄養状態に大きくは影響を受けない。

過度のアルコール摂取や肥満は肝細胞に脂肪を蓄積させ、肝機能を障害する。特に肝機能検査のひとつである γ GTPはアルコール摂取量をよく反映し、習慣性のアルコール摂取の客観的判断にも用いられる。また、アルコール摂取が多いとトリグリセリドや血清尿酸も高くなる。

ヘモグロビンは赤血球中に含まれており、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、栄養素等摂取の指標となる。

2 尿検査

ナトリウムは一部が汗などとして排出されるが、ほとんどは尿中に排泄される

ため、尿検査で食塩の摂取量を推定することができる。しかし、尿中のナトリウム濃度は1日を通して一定ではないため、1日の食塩摂取量をみるためには、1回の尿だけでは判定できず、24時間蓄尿する必要がある。一方、カリウムは多くが糞便中に排泄されるため、尿による摂取量の判定は正確には行えない。

栄養素等摂取の不足が続くと脂肪が分解されて、代謝産物としてのケトン体が尿中に出るようになる。尿中クレアチニンは全身の筋量の指標としても使われることがある。

尿中クレアチニン
筋肉のなかに含まれるクレアチンが分解されてできた老廃物。直接尿に排泄されるので筋肉量や運動量に相関する。

5 食事摂取量を反映する身体測定値

1 ○ 体格

一般に肥満は栄養過多の指標であり、やせ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、一概に肥満者が栄養素等摂取の過剰であり、やせた人が栄養素等不足であるわけではないことに留意しなければならない。

2 ○ 身体所見

医師の診察により栄養に関連する身体所見が見いだされることがある。栄養不良時にみられる身体所見としては、貧血によって眼瞼結膜が赤味を失い、毛髪の色素が薄くなり、黒髪が茶色くなる。毛髪が抜け落ちることもある。爪は薄くなり、スプーンのように反り返ってしまう。これをスプーン爪 (spoon nail) という。また、栄養不良で血清たんぱくが低下すれば、血清浸透圧が維持できず、浮腫が生じる。ビタミンB₁が欠乏するとやはり浮腫が生じ、腱反射が失われる。とくにビタミンB₁の欠乏症の診断には膝蓋腱反射の消失が診断に役立つ。

膝蓋腱反射
膝蓋骨の下の膝蓋靭帯を軽く叩くと、大腿四頭筋が収縮して膝関節が伸展する反射。ビタミンB₁欠乏による脚気などでは反射が消失するのが特徴とされる。

一方、栄養過多の身体所見としては高コレステロール血症による黄色腫がある。アキレス腱などにコレステロールが付着し肥厚する腱黄色腫、肘や膝などの皮下にできる結節性黄色腫、上眼瞼 (まぶた) などにできる扁平黄色腫などがある。高コレステロール血症では眼球結膜周辺に角膜環がみられることがある。習慣性飲酒者では鼻の毛細血管が拡張し赤鼻となる。アルコールを多量に摂取していると肝臓機能に障害を与えることがある。肝機能障害が進み、肝硬変になると手掌の母指側が赤くなる手掌紅斑や、皮下の末梢動静脈が短絡して、くも状血管腫と呼ばれる小さな赤いクモの巣のような模様が手背、腕、前胸部、顔面などに現れることもある。

5 栄養疫学の方法

1 健康問題を発見するには

観察集団に潜在する健康問題を発見するには、他の集団や、わが国全体との、あるいは世界との比較を行うことが基本となる。国勢調査、人口動態統計や生命

表、あるいは患者調査や国民生活基礎調査、家計調査年報などの医療統計や生活に関する統計は、地域の健康状態をほかと比較して問題を発見するための基礎的な統計資料である。地域住民や特定の集団での健康問題を発見し、その特徴をみようとするときには、通常その集団に対しての健康調査を実際に行うことが必要となる。

1 健康調査の方法

健康調査には、質問票（アンケート）だけによる調査と、運動機能検査、採血や医師の診察による身体検査などを組み合わせた調査がある。

2 調査対象者

地域住民全体を対象とする調査、企業や学校内の集団、老人ホーム入居者など特定の年齢や特性をもつ集団を対象とする調査など、対象により健康問題は大きく異なるので、対象の特性に対応した調査が必要である。

対象者が少数の場合は全員を対象とした調査（全数調査、悉皆調査）を行うが、対象者が多数の場合、全員に調査を行うのは困難であり、集団全体から対象者を選び出し選ばれた人たちに対してだけ実際に調査が実施される（標本調査、標本抽出調査）。対象者の抽出は乱数などを使って行われる。この場合もとの全集団と抽出された集団で性別や年齢などの分布に差が出ないようにすることが望ましい。それには全集団を性別、10歳ごとの年齢群などに分け、各群で一定の割合で無作為抽出を行えば分布に差が生じる危険はなくなる。これを層化無作為抽出という。もとの全集団の全体としての健康問題ではなく、たとえば性別・年齢ごとの健康問題についての比較検討を行いたい場合には、性別・年齢群別に分けた各群の人数が等しくなるようにしたほうがよい。この場合には各群の抽出率を変えて抽出人数が一定になるように層化無作為抽出を行う。全国調査などでは、まず全国から市町村を無作為に選び、選ばれた市町村から個人あるいは世帯を選ぶという多段階抽出法が行われることが多い。

3 質問票による健康問題の調査

質問票による調査方法については、Chapter 2を参照。質問票での質問事項は、そのすべてを網羅しようとするれば膨大な数になってしまう。調査項目が多いと記入に手間取り、回収率も悪くなる。健康問題のうちどのような項目を知る必要があるのか、焦点を絞る必要がある。表3-4に一般的に用いられる質問事項について簡単にまとめてみた。これらは健康に直接関係するものと、直接的な健康問題ではないが、人の健康に大きな影響を与える可能性のある毎日の生活習慣などの項目が含まれる。以下、それぞれの内容を簡単に説明していく。

① 健康に直接関連する項目

自分の健康状態を自分で判断したものを主観的健康度もしくは健康状態自己評価といい、“非常によい” “よい” “ふつう” “少し悪い” “非常に悪い” などの段階での判定を行うような質問が使われる。過去にかかった病気、過去にあった健

健康調査
集団の健康問題を発見するための調査。アンケート調査やさまざまな検査が含まれる。

層化無作為抽出
調査対象を性別、年齢などで分け、そのなかから一定の割合で乱数表などを用いて対象の一部を選び出すこと。

主観的健康度
疾患の有無などとは別に自分自身の判断による健康度をいう。死亡リスクとの関連が大きいと言われる。

表 3-4 健康問題発見のための調査項目の例（質問票による項目）

健康に直接関連する項目
<ul style="list-style-type: none"> ●健康状態自己評価 (self-rated health : SRH) ●現症（現在の自覚症状） ●アレルギーの有無 ●現病歴、治療中の疾患（病名、治療法、薬物） ●既往歴（過去に罹患した疾患） ●家族歴（家族の罹患した疾患） ●かかりつけの医療機関、主治医
生活歴
<ul style="list-style-type: none"> ●家族構成、家系調査 ●職歴 ●結婚歴 ●学歴、教育歴 ●社会的経済的状况 ●ライフイベント
環境
人口、騒音、大気汚染、受動喫煙、住居、移動、日光、子どものころの環境
生活習慣
<ul style="list-style-type: none"> ●運動習慣、運動量：運動の種類、時間、頻度、強度 ●睡眠 ●嗜好：喫煙、飲酒、嗜好品（コーヒー、紅茶など）
ADL（日常生活活動）
基本的 ADL、手段的 ADL、社会的 ADL
精神的問題
QOL(生活の質)、生きがい、生活満足度、知能、性格、個性、ストレス、うつスコア、家族関係 その他
<ul style="list-style-type: none"> ●健康診断の受診状況 ●健康問題への関心 ●文化的背景、俗信、価値観

康上の問題を既往歴といい、重要な健康上の情報である。現在自覚している症状や健康上の問題を現症という。神経症状、消化器症状から、婦人科的症状まで分け方によっては数百にも及ぶ、多くの項目がある。

治療中の疾患があれば、病名とその治療法、服用中の薬物などを調査する。薬物名がわからなければ、できれば薬を実際に見せてもらい、薬剤に記載されている記号を手がかりに薬品集などを利用して薬物名を調べる。健康問題には遺伝的・体質的要因、文化的背景、環境要因などが大きく関与するため、こうした要因を共有する家族についての調査も重要である。家族が現在かかっている、あるいは過去にかかった病気を家族歴として十分調査する。また、かかりつけの医療機関・主治医があれば聞いておくとよい。

②生活歴に関する項目

職歴、結婚歴、教育歴、社会的経済的状况、家族構成などが生活歴として調査される。また、家族の死など人生での重要な出来事はライフイベントといわれ、健康と重要なかかわりをもつ。表 3-5 に主なライフイベントを重要なものから

ライフイベント (life event)
人生での重要な出来事。健康と大きなかかわりをもつことが多い。

表 3-5 重要度の高いものから順に並べた主なライフイベント

- 配偶者の死亡
- 離婚
- 別居
- 留置場その他の施設への拘禁
- 配偶者に次いで近い家族の死亡
- 大きなけがや病気
- 結婚
- 仕事を解雇されること
- 配偶者との和解
- 退職
- 家族の健康上の大きな変化
- 妊娠
- 性的不満足
- 新たな家族を得ること（出産、養子、親との同居など）
- 大きな職業的变化（合併、組織の改変、破産など）
- 収入の大きな変化（悪化、向上）
- 親友の死
- 異なる業務への異動
- 配偶者との会話回数の顕著な変化
- 大きな買い物（家庭、ビジネス）のための抵当やローン
- 抵当物件流れ
- 仕事の責任の重大な変化（昇進、降格、左遷など）
- 息子や娘が家を離れる（結婚、就学に際してなど）
- 姻戚者とのトラブル
- 個人的な顕著な業績
- 妻の就業、退職
- 学業を始めたり、やめること
- 生活条件の大きな変化（自宅の新築、自宅や近隣の改造や状況劣化）
- 個人的習慣の改変（着衣、つき合い、生活マナー）
- 上司とのトラブル
- 就労時間・条件の大きな変化
- 転居
- 新しい学校への転校
- レクリエーションのあり方と量の変化
- 社会活動の変化（クラブ、ダンス会、映画、訪問交遊関係）
- 車やテレビ、冷蔵庫など比較的小さな買い物でのローン
- 睡眠習慣の変化
- 家族の集いの回数の変化（増加、減少）
- 食習慣の大きな変化
- 休暇
- 軽犯罪（交通違反など）

(Holmes TH and Rahe RH: The social readjustment rating scale. Psychosom Res, 11:213-218,1967? から一部改変)

順に並べて示した。

③ 環境に関する項目

環境は健康と深いかわりをもつ。気温や地勢などの自然環境と人口や騒音、大気汚染など住んでいる地域の様子、集合住宅か一戸建てか、日当たりなど住居の様子、通勤手段や時間などの社会的物質的環境がそれである。そして、現在の