施設入所高齢者の ADL 維持に要する亜鉛およびたんぱく質の 栄養状態の Geriatric Nutritional Risk Index による評価

小坂和江*・濱崎絵梨**・小西吉裕***・山下佐知子****・
安藤千夏****・遠藤順朗*****・谷口啓子*****・菊永茂司**

(*美作大学, **ノートルダム清心女子大学, ***国立病院機構鳥取医療センター,
****老人保健施設勝央苑, *****美作市立作東老人保健施設)

(平成27年2月2日受付, 平成27年5月1日受理)

Evaluation by the Geriatric Nutritional Risk Index of the zinc and protein nutritional status required for the Activities of Daily Living maintenance in the institutionalized elderly

Kazue Kosaka*, Eri Hamasaki**, Yoshihiro Konishi***,
Sachiko Yamashita****, Chinatsu Ando*****, Yoriaki Endo*****,
Keiko Taniguchi*****, Shigeshi Kikunaga**

* *Mimasaka University*, 50, Kitazono-cho, Tsuyama-shi, Okayama, 708-8511

** *Notre Dame Seishin University*, 2-16-9, Ifuku-cho, Kita-ku, Okayama-shi, Okayama, 700-8516

*** *National Tottori Medical Center*, 876, Mitsu, Tottori-shi, Tottori, 689-0203

**** *Health Facility, Shououen*, 242-1, Taira, Shoo-cho, Katsuta-gun, Okayama, 709-4344

***** *Health Facility, Sakuto*, 280, Emi, Mimasaka-shi, Okayama, 709-4234

* 〒708-8511 岡山県津山市北園町50

** 〒700-8516 岡山県岡山市北区伊福町2-16-9

*** 〒689-0203 鳥取県鳥取市三津876

**** 〒709-4344 岡山県勝田郡勝央町平242-1

***** 〒709-4234 岡山県美作市江見280

The purpose of this study of the institutionalized elderly was to examine two relationships using the Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI); one between the zinc nutritional status and the Activities of Daily Living (ADL), and the other between the protein nutritional status and ADL. The estimations of the hematological constituents, body index, and dietary survey were made based on the two examinations carried out on a group of 21 elderly patients (3 male, 18 female, mean age 83 ± 7 years; survey 1) and another group of 26 elderly patients (6 male, 26 female, mean age 90 ± 6 years : survey 2).

The results from this study are summarized as follows :

- 1) Compared to the no risk and low risk, the moderate risk and major risk groups of GNRI showed significantly lower levels of body weight, Body Mass Index (BMI), Basal Metabolic Rate (BMR), serum Alb, TP, and zinc values.
- 2) Compared to the no risk and low risk, the moderate risk and major risk groups of GNRI showed significantly higher levels of the level of care, the grade of bedriddenness, and grade of cognitive function.

- 3) Significant positive correlations were found between the GNRI value and 8 other values; body weight, BMI, BMR, serum Alb, TP, A/G ratio, iron, and zinc. On the other hand, significant inverse correlations were found between the GNRI value and 3 other values; the level of care, the grade of bedriddenness, and grade of cognitive function.
- 4) The values calculated from the regression equation indicated that the low risk of GNRI exceeded the reference value of the BMI, serum TP, Alb, A/G ratio and zinc values.

These results indicate that the GNRI is a reliable tool for the evaluation of the zinc nutritional status. In addition, the GNRI is also reliable for the evaluation of seven factors which are subject to change according to the zinc nutritional status; the level of care, the grade of bedriddenness, the grade of cognitive function, BMI, serum TP, Alb values, and A/G ratio.

1. 緒 言

わが国の高齢者の人口割合は、将来推計人口によると、平成22年が23.0%、平成32年が29.1%、平成42年が31.6%、平成52年が36.1%と、経年的に急激に増加すると予測されている¹⁾。この高齢者のQOL維持と健康寿命の伸長は重要な社会問題となっている。

高齢者の栄養評価法には、SGA(Subjective global Assessment)²⁾、MIS(Malnutrition Inflammation Score)³⁾、MNA-SF(Mini Nutrition Assessment-Short Form)⁴⁾、NRS(Nutrition Risk Score)⁵⁾、MUST(Malnutrition Universal Screening Tool)⁶⁾、GNRI(Geriatric Nutritional Risk Index)⁷⁾、MST(Malnutrition Screening Tool)⁸⁾がある。Yamadaらは、これらの評価法を血液透析患者に適用し、GNRIが最も優れた栄養スクリーニング法であったと報告した⁹⁾。また、GNRIは、高齢者の筋肉障害¹⁰⁻¹¹⁾や合併症のリスク^{7, 12)}、在院日数¹³⁾、死亡率^{7, 9, 12, 14, 15)}と関連することが示されており、高齢者の有用な栄養評価法として推奨されている^{12, 16-19)}。

一方、高齢者の多くに亜鉛不足が観察されている²⁰⁻²³⁾。また、施設入所高齢者は血清亜鉛値が低く^{24, 25)}、亜鉛欠乏状態にあると報告されている^{20, 23, 26, 27)}。高齢者に亜鉛が欠乏すると、食欲不振²⁸⁾、創傷治癒遅延²⁸⁾、神経障害^{29, 30)}、易感染症³¹⁾、ADL低下³²⁾、生存率低下³²⁾、味覚異常の発症³³⁾などが指摘されている。また、高齢者に広く認められる栄養上の問題としてPEM(Protein Energy Malnutrition)がある³⁴⁻³⁶⁾。高齢者のPEMは、免疫応答の低下³⁷⁻⁴³⁾、在院日数の延長⁴⁴⁾、感染症リスクの増大⁴⁵⁾、合併症の増加⁴⁶⁾、ADLの低下⁴⁷⁾、死亡率の増加⁴⁸⁾の原因となることが知られている。そして、高齢者のPEMでは常に亜鉛欠乏が認められている^{21, 37, 42)}。このことは、高齢者の亜鉛欠乏で観察される症状が、上記の高齢者のPEMで発現する症状ときわめて類似していることから裏付けられる。

このように、亜鉛がPEMの発症に密接にかかわっていることから、PEMの改善にはたんぱく質やエネルギーの補給^{39, 49-51)}に加えて、亜鉛の栄養状態の改善が必

要であることを示唆している。

著者らは、施設入所高齢者を対象にして、血清亜鉛値とたんぱく質栄養や鉄栄養の指標との間に正の相関を示し⁵²⁾、これらの成分値は、軽い要介護度(要介護度1, 2, 3)の対象者は重い要介護度(要介護度4, 5)の者に比して高く、さらにBMI18.5以上の対象者は18.5未満の者に比して高いことを見出した⁵³⁾。また、亜鉛の栄養状態によってBMI, ADLの判定要因となる要介護度、寝たきり度、認知度が変動することを見出した⁵⁴⁾。これらの結果は、亜鉛の栄養状態の改善によって高齢者の低栄養状態・PEMが好転し、ADLとQOLが向上する可能性を示唆している。

そこで、高齢者の亜鉛の栄養状態の改善、およびたんぱく質栄養状態の好転とADLの向上を導く栄養処方論理的な判断指標を得るために、亜鉛の栄養状態で変化し、ADLを決定する要因でもある血清アルブミン値、BMI、寝たきり度、認知度をGNRIで疫学的に評価した。そして、ADLを良好に維持するその値の設定を試みた。

2. 方 法

(1) 調査対象者と調査期間

1) 調 査 1

対象者は、特別養護老人ホーム1施設に入所中の要介護高齢者で、延べ人数は21名(男性3名、女性18名)であった。調査は、2006年6月1日から12月31日の半年間に、対象者に対して1～2回行った。GNRI値は、Bouillanneら⁷⁾の次の式から求めた。 $GNRI = [1.489 \times \text{血清アルブミン(Alb)値(g/dL)} \times 10] + [41.7 \times \text{測定体重(kg)} \div \text{理想体重(kg)}]$ である。なお、理想体重(IBW)は、Bouillanneら⁷⁾に従いLorentsの式(男性:身長(cm) - 100 - [(身長(cm) - 150] ÷ 4)、女性:身長(cm) - 100 - [(身長(cm) - 150] ÷ 2.5))で求めた。対象者の属性は、table 1に示した。年齢の平均値は、83 ± 7歳(男性76歳、女性84歳)であった。対象者の身体計測は、次の方法で行った。体重は車椅子用体重計を用い、身長はメジャーを用いた5点法⁵⁵⁾でそれぞれ計測した。また、要介護度

Table 1 Characteristic of the subjects

		Survey 1			Survey 2		
		Whole	Men	Female	Whole	Men	Female
<i>n</i>		21	3	18	26	6	20
Age		83±7	76±2	84±6	90±6	86±8	91±5
Body Weight (kg)		42.7±6.3	45.0±1.8	42.3±6.8	41.3±8.3	51.1±8.5	38.4±5.7
Height (cm)		148.4±9.7	163.7±1.2	145.9±8.0	145.8±9.2	159.2±5.1	141.8±5.7
IBW (kg)* ¹		49.4±6.4	60.3±0.9	47.5±4.8	47.8±6.1	56.9±3.8	45.1±3.4
BMI		19.4±2.7	16.8±0.9	19.8±2.6	19.4±3.2	20.2±3.3	19.2±3.2
BMR (kcal/day)		888±134	967±39	875±140	865±185	1098±183	795±118
Level of Care		3.4±1.4	4.7±0.6	3.2±1.4	3.6±1.1	2.7±0.8	3.9±1.1
Grade of Bedriddenness					2.3±0.7	2.2±0.4	2.3±0.7
Grade of Cognitive Function					2.6±0.8	2.2±0.8	2.7±0.8
Type of Feeding* ²	Orally (Regular)	6	1	5	10	3	7
(Type of Diet)	Orally (Rice Gruel)	11	0	11	8	2	6
	Enterally	4	2	2	8	1	7

Each values is mean ± SD.

* 1 The values show Ideal Body Weight (IBW). The IBW values calculated according to the Lorents formula.

(Men: Height (cm)-100-([Height (cm)-150] ÷ 4), Female: Height (cm)-100-([Height (cm)-150] ÷ 2.5))

* 2 The values show the numbers of type of feeding and type of diet.

は、診療録より確認した。なお、要介護度は、わが国の介護保険制度によって要介護認定審査会で決定されている⁵⁶⁾。

調査開始時の体格の平均値は、体重42.7±6.3 kg (男性45.0 kg, 女性42.3 kg), 身長148.4±9.7 cm (男性163.7 cm, 女性145.9 cm), IBW は49.4±6.4 kg (男性60.3 kg, 女性47.5 kg), BMI19.4±2.7 (男性16.8, 女性19.8) であった。基礎代謝量 (BMR) は、性別および年齢別の基礎代謝基準値に対象者の体重を乗じて算出し、その平均値は、888±134 kcal/日 (男性967 kcal/日, 女性875 kcal/日) であった。また、要介護度の平均値は3.4±1.4 (男性4.7, 女性3.2) で、対象者の栄養補給法は、経口栄養法が17名 (男性1名, 女性16名), 経腸栄養法が4名 (男性2名, 女性2名) であった。経腸栄養者の栄養剤は、CZ-Hi (森永乳業株式会社)⁵⁷⁾ であった。

2) 調査 2

対象者は、老人保健施設 2 施設に入所中の要介護高齢者26名 (男性6名, 女性20名) である。調査は、2011年11月14日から12月13日までの1か月間に1回行った。対象者の属性は、table 1 に示した。年齢の平均値は、90±6 歳 (男性86歳, 女性91歳) であった。調査1と同様の身体計測項目は、調査1と同じ手法で行った。対象者の寝たきり度と認知度は、日常生活自立度判定基準⁵⁸⁾と認知症である老人の日常生活自立度判定基準⁵⁸⁾に基づいて判定されている。寝たきり度と認知度のランクは、介護の必要度が高まるほど数値が大きくなるように点数化した。具体的には、寝たきり度は、ランク A を1点, ランク B を2点, ランク C を3点として点数化した。

認知度は、ランク I を1点, ランク II を2点, ランク III を3点, ランク IV を4点として点数化した。

調査開始時の体格の平均値は、体重41.3±8.3 kg (男性51.1 kg, 女性38.4 kg), 身長145.8±9.2 cm (男性159.2 cm, 女性141.8 cm), IBW は47.8±6.1 kg (男性56.9 kg, 女性45.1 kg), BMI19.4±3.2 (男性20.2, 女性19.2) であった。BMR の平均値は、865±185 kcal/日 (男性1,098 kcal/日, 女性795 kcal/日, 要介護度の平均値は3.6±1.1 (男性2.7, 女性3.9) であった。寝たきり度の平均値は、2.3±0.7 (男性2.2, 女性2.3), 認知度の平均値は、2.6±0.8 (男性2.2, 女性2.7) であった。対象者の栄養補給法は、経口栄養法が18名 (男性5名, 女性13名), 経腸栄養法が8名 (男性1名, 女性7名) であった。経腸栄養者の栄養剤は、MA-R2.0 (クリニコ)⁵⁹⁾, サンエット-SA (三和化学研究所)⁵⁹⁾ であった。

3) インフォームド・コンセント

両調査の対象者は、インフォームド・コンセントの後に、本人または家族 (本人が意思の疎通が困難な場合は家族のみ) から書面で調査への参加の同意が得られた者である。インフォームド・コンセントの内容は、本調査の目的、意義、研究内容とその方法、本調査によって受けるメリットとデメリット、調査への参加中においても自由意志により随時に調査を辞退することができること、費用の負担は一切伴わないことなどについてである。

両研究は、美作大学研究倫理委員会によって承認を得た (調査1: 2005年5月19日承認, 調査2: 2011年9月26日承認)。また、本研究は、ヘルシンキ宣言の精神に則り、「臨床研究に関する倫理指針 (厚生労働省, 2004

年12月28日改正および2008年7月31日改正)」に基づいて実施した。

(2) 食事調査および血液検査

1) 食事調査

i) 調査1

1回目を調査開始時の2006年6月1日から6月30日、2回目を同年の12月1日から12月31日に実施した。なお、調査期間中は、いかなる介入も行っていない。栄養価計算は、各調査期間内の献立表と診療録により、朝、昼、夕食の栄養素摂取量を栄養価計算ソフト（五訂増補日本食品標準成分表／日本人の食事摂取基準2005年版対応エクセル栄養君、株式会社建帛社）を用いて求めた。各調査期間の栄養素摂取量は、1日あたりに換算した。なお、調査施設における献立および経腸栄養法の投与プランは、調査当時に使用していた日本人の食事摂取基準（以下、食事摂取基準とする）2005年版の70歳以上身体活動レベルⅠの推奨量（RDA）、目安量（AI）および目標量（DG）⁶⁰⁾に従って作成されていた。経腸栄養者は、個々の活動度を考慮してエネルギー投与量が決定されていた。したがって、たんぱく質、亜鉛や他の栄養投与量は、食事摂取基準と異なる。

ii) 調査2

1か月間（2011年11月14日～12月13日）の栄養素摂取量は、調査1と同様に算出して1日あたりに換算した。なお、調査1同様、調査期間中はいかなる介入も行っていない。栄養素摂取量の算出に使用した栄養価計算ソフトは、調査1と同様である。なお、施設で用いられている献立および経腸栄養法の投与プランは、食事摂取基準2010年版の70歳以上身体活動レベルⅠの推奨量（RDA）、目安量（AI）および目標量（DG）⁶¹⁾に基づいて作成されていた。経腸栄養者の投与量については、調査1と同じである。

2) 血液検査

i) 調査1

1回目、2回目ともに、調査期間内の最終週の2日間に血液検査を行った。血液検査の項目は、白血球（WBC）、赤血球（RBC）、ヘモグロビン（Hb）、ヘマトクリット（Ht）、総たんぱく質（TP）、アルブミン（Alb）、血清亜鉛、鉄、銅の濃度である。採血は、早朝空腹時が望ましいが、施設において一度に多人数の対象者の採血を早朝の空腹時に行うことは人的に困難であった。そのため、亜鉛の日内変動⁶²⁾を考慮して、採血時刻は14時から15時の間に、肘静脈、または手背ないし足背の表在静脈より行った。なお、WBC、RBC、Hb、Htの測定は国立病院機構鳥取医療センター（鳥取：鳥取）で行い、TP、Alb、血清亜鉛、鉄、銅の濃度の測定は岡山医学検査センター（岡山：倉敷）に委託した。亜鉛値の測定は原子吸光法で行われた。

ii) 調査2

血中成分値の測定は、調査1と同様に調査の最終週に

1回実施した。採血時間、採血部位も調査1と同様である。なお、血中成分値の測定は分析センター（岡山医学検査センター）に委託した。血清亜鉛値の測定は調査1と同様である。

(3) 統計処理

結果はすべて平均値±標準偏差で示した。栄養素摂取量および血液検査の統計処理はMann-Whitney検定、Kruskal Wallis検定を用い、有意水準はすべて5%未満とした。また、対象者の属性とGNRI値、WBC、RBC、Hb、Ht、TP、Alb、血清亜鉛、鉄、銅値の統計処理は、単相関係数を用い有意水準はすべて5%未満とした。結果の統計処理には、SPSS 22.0J for Windows（エス・ピー・エス・エス株式会社）を使用した。

3. 結 果

(1) GNRI リスク別における属性の比較

1) 調査1

対象者のGNRI値は、Bouillanneら⁷⁾に準じ、GNRIリスク別（リスクなし群：GNRI値>98、低リスク群：GNRI値92to≤98、中リスク群：GNRI値82to<92、高リスク群：GNRI値<82）に分類し、属性の比較を行った（table 2）。この結果、BMIにのみ有意差が認められ、リスクなし群に比して中リスク群は有意に低かった（ $p<0.01$ ）。

GNRI値91以下の中リスクおよび高リスクの3年生存率は不良であるとの報告がある⁶³⁾。そこで、GNRIリスクなしおよび低リスク（リスクなし・低リスク）群と中リスク・高リスク（中・高リスク）の2群に分類して検討した。この結果、リスクなし・低リスク群に比して、中・高リスク群が有意に低かった項目は、体重（ $p<0.05$ ）、BMI（ $p<0.01$ ）、BMR（ $p<0.05$ ）であり、有意に高かった項目は要介護度であった（ $p<0.01$ ）。

2) 調査2

調査1同様に、対象者のGNRIリスク別における属性の比較をtable 2に示した。体重、BMI、BMR、要介護度、認知度に有意差が認められた。

体重は、リスクなし群に比して低リスク群、中リスク群、高リスク群において有意に低かった（すべて $p<0.05$ ）。BMIは、リスクなし群に比して、中リスク群と高リスク群が有意に低かった（すべて $p<0.05$ ）。また、低リスク群に比して、高リスク群は有意に低かった（ $p<0.01$ ）。BMRは、リスクなし群に比して、低リスク群、中リスク群、高リスク群において有意に低かった（すべて $p<0.05$ ）。要介護度は、リスクなし群に比して高リスク群で有意に高かった（ $p<0.05$ ）。認知度は、リスクなし群に比して中リスク群で有意に高かった（ $p<0.05$ ）。また、低リスク群に比して、中リスク群で有意に高かった（ $p<0.05$ ）。

調査1同様にリスクなし・低リスク群と中・高リスク

Table 2 The characteristic of the subjects by the Geriatric Nutritional Risk Index

GNRI values ^{*1}	Survey 1					Survey 2				
	Whole	No Risk 1) > 98	Low Risk 2) 92 to ≤98	Moderate Risk 3) 82 to < 92	Major Risk 4) < 82	Whole	No Risk 1) > 98	Low Risk 2) 92 to ≤98	Moderate Risk 3) 82 to < 92	Major Risk 4) < 82
<i>n</i>	21	8	4	6	3	26	5	6	8	7
Sex ^{*2}	M:3 F:18	M:0 F:8	M:0 F:4	M:3 F:3	M:0 F:3	M:6 F:20	M:3 F:2	M:0 F:6	M:1 F:7	M:2 F:5
Age	83±7	85±7	86±1	82±7	76±6	90±6	84±8	89±5	92±5	90±6
Body Weight (kg)	42.7±6.3	47.3±2.2	39.8±9.6	42.9±2.9	33.8±3.1	41.3±8.3	54.0±6.3 ^{*,3)}	39.3±3.7	39.4±5.9	36.1±5.8
Height (cm)	148.4±9.7	147.2±5.3	141.0±15.0	154.7±10.5	149.3±1.2	145.8±9.2	151.1±14.3	139.2±6.1	144.9±5.5	148.9±8.4
IBW (kg)	49.4±6.4	48.3±3.2	44.6±9.0	53.8±7.4	49.6±0.7	47.8±6.1	51.7±9.7	43.5±3.7	47.0±3.4	49.7±5.7
BMI	19.4±2.7	21.9±1.2 ^{**3)}	19.8±0.7	18.0±1.6	15.2±1.3	19.4±3.2	23.9±2.7 ^{*,3)}	20.3±1.3 ^{*,3)}	18.7±1.9	16.2±1.4
BMR (kcal/day)	888±134	978±45	824±199	905±77	700±64	865±185	1145±152 ^{*,3)}	814±76	821±132	757±132
Level of Care	3.4±1.4	2.8±1.3	2.0±1.2	4.5±0.5	4.7±0.6	3.6±1.1	2.6±0.5 ^{*,3)}	3.2±1.2	4.0±1.3	4.1±0.7
Grade of Bedriddenness						2.3±0.7	2.0±0	1.7±0.5	2.5±0.8	2.7±0.5
Grade of Cognitive Function						2.6±0.8	1.6±0.5 ^{*,3)}	2.2±0.4 ^{*,3)}	3.3±0.5	2.9±0.7
Type of Diet ^{*3}	Regular:6 Rice Gruel:11 Enterally:4	Regular:4 Rice Gruel:4 Enterally:0	Regular:0 Rice Gruel:4 Enterally:0	Regular:2 Rice Gruel:2 Enterally:2	Regular:0 Rice Gruel:1 Enterally:2	Regular:10 Rice Gruel:8 Enterally:8	Regular:3 Rice Gruel:2 Enterally:0	Regular:5 Rice Gruel:1 Enterally:0	Regular:2 Rice Gruel:3 Enterally:3	Regular:0 Rice Gruel:2 Enterally:5

*1 The Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) values calculated according to the Bouillanne et al formula⁷⁾, GNRI = $[1.489 \times \text{serum Albumin (Alb)} (\text{g/dL}) \times 10] + [41.7 \times [\text{Body Weight}(\text{kg}) \div \text{IBW} (\text{kg})]]$. GNRI values were classified into four grades of nutrition-related risk: no risk (GNRI: >98), low risk (GNRI: 92 to ≤98), moderate risk (GNRI: 82 to <92), and major risk (GNRI: <82)⁷⁾. The average values of the characteristic were indicated by the GNRI classification (no risk, low risk, moderate risk, and major risk).

Each values is mean ± SD

*2 M means male and F means female.

*3 The number shows the type of diet.

Significant difference: *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$ (Kruskal Wallis test)

群の2群に分類して検討すると、リスクなし・低リスク群に比して、中・高リスク群が有意に低かった項目は、体重 ($p < 0.05$), BMI ($p < 0.01$), BMR ($p < 0.05$) であり、有意に高かった項目は、要介護度 ($p < 0.05$), 寝たきり度 ($p < 0.01$), 認知度 ($p < 0.01$) であった。

(2) GNRI リスク別における血中成分の比較

1) 調査 1

対象者の1または2回の血中成分値を GNRI リスク別に示した (table 3)。この結果、Alb 値にのみ有意差が認められ、リスクなし群に比して中リスク群は有意に低かった ($p < 0.01$)。

また、GNRI のリスクをリスクなし・低リスク群と中・高リスク群の2群に分類して検討すると、リスクなし・低リスク群に比して中・高リスク群が有意に低かった血中成分は、TP, Alb, 鉄, 亜鉛値であった (すべて $p < 0.01$)。

2) 調査 2

調査1同様に対象者の1回の血中成分値を GNRI リスク別に示した (table 3)。この結果、Alb 値にのみ有意差が認められ、リスクなし群および低リスク群に比して高リスク群は有意に低かった (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$)。

また、調査1同様にリスクなし・低リスク群と中・高リスク群の2群に分類して検討すると、リスクなし・低リスク群に比して中・高リスク群が有意に低かった血中成分は、RBC ($p < 0.05$), Hb ($p < 0.05$), Ht ($p < 0.05$), TP ($p < 0.05$), Alb ($p < 0.01$), A/G 比 ($p < 0.05$), 亜鉛値 ($p < 0.01$) であった。

(3) GNRI リスク別における栄養素摂取量の比較

1) 調査 1

対象者の栄養素摂取量は、1または2回目の各調査期間の摂取量を1日あたりに換算し GNRI リスク別に比較した。この結果、有意差の認められた栄養素はなかった。

2) 調査 2

対象者の栄養素摂取量は、調査1同様に調査期間の摂取量を1日あたりに換算し GNRI リスク別に比較した。この結果、有意差の認められた栄養素はなかった。

(4) GNRI 値と属性および血中成分値の関係

1) 調査 1

対象者の GNRI 値の1または2回の算出値と属性 (年齢, 体重, 身長, IBW, BMI, BMR, 要介護度) および血中成分値 (WBC, RBC, Hb, Ht, TP, Alb, A/G 比, 鉄, 銅, 亜鉛) の1または2回の値との単相関を行い、有意差の認められた項目のみ示した (table 4)。この結果、GNRI 値との間に有意な正の相関が認められた項目は、体重 ($p < 0.01$), BMI ($p < 0.01$), BMR ($p < 0.05$), TP ($p < 0.01$), Alb ($p < 0.01$), A/G 比 ($p < 0.05$), 鉄 ($p < 0.05$), 亜鉛 ($p < 0.01$) であった。また、GNRI 値との間に有意な負の相関が認められた項目は、要介護度であった ($p < 0.01$)。

2) 調査 2

調査1同様に、対象者の GNRI 値の算出値と属性 (調査1に寝たきり度と認知度を追加する) および血中成分値との単相関を行い、有意差の認められた項目のみ示した (table 4)。この結果、GNRI 値との間に有意な正の相関が認められた項目は、体重 ($p < 0.01$), BMI ($p <$

Table 3 The classification of constituents in serum by the Geriatric Nutritional Risk Index

GNRI values *1	Survey 1					Survey 2				
	Whole	No Risk 1) > 98	Low Risk 2) 92 to ≤98	Moderate Risk 3) 82 to < 92	Major Risk 4) < 82	Whole	No Risk 1) > 98	Low Risk 2) 92 to ≤98	Moderate Risk 3) 82 to < 92	Major Risk 4) < 82
n	21	8	4	6	3	26	5	6	8	7
WBC (/μL)	6048 ± 1589	5650 ± 1106	7825 ± 1261	5133 ± 1343	6567 ± 2050	6346 ± 1497	6860 ± 1476	5667 ± 824	6500 ± 1514	6386 ± 1984
RBC (10 ³ /μL)	401 ± 76	420 ± 75	370 ± 113	417 ± 31	362 ± 96	402 ± 50	453 ± 47	412 ± 44	368 ± 48	398 ± 30
Hb (g/dL)	11.9 ± 2.3	12.3 ± 2.7	11.1 ± 2.3	12.3 ± 1.3	11.1 ± 3.2	12.2 ± 1.5	13.9 ± 1.4	12.3 ± 1.0	11.2 ± 1.4	12.2 ± 0.9
Ht (%)	35.6 ± 6.5	37.3 ± 7.5	32.9 ± 7.2	36.7 ± 4.0	32.6 ± 8.2	36.9 ± 4.5	41.6 ± 4.7	37.7 ± 3.3	33.6 ± 4.1	36.8 ± 3.0
TP (g/dL)	7.0 ± 0.6	7.4 ± 0.5	7.3 ± 0.3	6.7 ± 0.5	6.2 ± 0.2	6.7 ± 0.5	6.9 ± 0.4	7.0 ± 0.6	6.6 ± 0.3	6.2 ± 0.4
Alb (g/dL)	3.8 ± 0.4	4.1 ± 0.2** ³⁾	3.9 ± 0.1	3.5 ± 0.2	3.3 ± 0.5	3.6 ± 0.4	4.1 ± 0.3** ³⁾	3.9 ± 0.2** ³⁾	3.5 ± 0.3	3.2 ± 0.2
A/G ratio	1.18 ± 0.18	1.28 ± 0.16	1.12 ± 0.12	1.11 ± 0.19	1.14 ± 0.26	1.20 ± 0.24	1.46 ± 0.32	1.24 ± 0.15	1.13 ± 0.19	1.07 ± 0.13
Iron (μg/dL)	43 ± 16	50 ± 18	50 ± 15	34 ± 6	32 ± 19	57 ± 22	68 ± 22	61 ± 26	52 ± 25	50 ± 13
Copper (μg/dL)	107 ± 22	119 ± 19	100 ± 9	103 ± 15	95 ± 47	124 ± 19	128 ± 18	130 ± 20	115 ± 19	127 ± 20
Zinc (μg/dL)	85 ± 17	94 ± 6	91 ± 16	76 ± 22	68 ± 7	56 ± 8	65 ± 8	60 ± 5	54 ± 5	50 ± 6

*1 The Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) values calculated according to the Bouillanne et al formula⁷⁾, GNRI = [1.489 × serum Albumin (Alb) (g/dL) × 10] + [41.7 × [Body Weight (kg) ÷ IBW (kg)]]

GNRI values were classified into four grades of nutrition-related risk: no risk (GNRI: >98), low risk (GNRI: 92 to ≤98), moderate risk (GNRI: 82 to < 92), and major risk (GNRI: <82)⁷⁾. The average value of the constituents in serum of the subjects were indicated by the GNRI classification (no risk, low risk, moderate risk, and major risk).

Each value is shown with mean and ±SD.

Significant difference: *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$ (Kruskal Wallis test)

Table 4 The correlation between Geriatric Nutritional Risk Index values and the characteristic, and between Geriatric Nutritional Risk Index values and constituent values in serum of the subjects

	Survey 1		Survey 2	
	Correlation Coefficient	Regression Formula	Correlation Coefficient	Regression Formula
Body Weight (kg)	0.588 **	$y = 0.3914x + 6.5026$	0.652 **	$y = 0.5214x - 5.4897$
BMI	0.849 **	$y = 0.2352x - 2.3216$	0.865 **	$y = 0.2662x - 4.4943$
BMR (kcal/day)	0.545 *	$y = 7.6601x + 180.59$	0.619 **	$y = 11.046x - 127.03$
Level of Care	-0.555 **	$y = -0.0821x + 10.966$	-0.470 *	$y = -0.0516x + 8.206$
Grade of Bedriddenness			-0.535 **	$y = -0.0344x + 5.3561$
Grade of Cognitive Function			-0.647 **	$y = -0.0504x + 7.1057$
TP (g/dL)	0.737 **	$y = 0.0467x + 2.6924$	0.637 **	$y = 0.0315x + 3.8389$
Alb (g/dL)	0.903 **	$y = 0.0374x + 0.3171$	0.862 **	$y = 0.034x + 0.5558$
A/G ratio	0.441 *	$y = 0.0082x + 0.4202$	0.572 **	$y = 0.0128x + 0.0539$
Iron (μg/dL)	0.520 *	$y = 0.8664x - 37.455$	0.418 *	$y = 0.8763x - 22.125$
Zinc (μg/dL)	0.610 **	$y = 1.0871x - 15.606$	0.739 **	$y = 0.5586x + 6.1284$

The formulas show a single regression equation.

Significant difference: *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$ (single regression analysis)

0.01), BMR ($p < 0.01$), TP ($p < 0.01$), Alb ($p < 0.01$), A/G 比 ($p < 0.01$), 鉄 ($p < 0.05$), 亜鉛 ($p < 0.01$) であった。また, GNRI 値との間に有意な負の相関が認められた項目は, 要介護度 ($p < 0.05$), 寝たきり度 ($p < 0.01$), 認知度 ($p < 0.01$) であった。

(5) 血清亜鉛値と GNRI 値, 属性および血中成分値との関係

1) 調査 1

対象者の血清亜鉛値の 1 または 2 回の値と GNRI 値, 属性 (年齢, 体重, 身長, IBW, BMI, BMR, 要介護度) および血中成分値 (WBC, RBC, Hb, Ht, TP, Alb,

A/G 比, 鉄, 銅) の 1 または 2 回の値との単相関の結果を示した (table 5)。この結果, 血清亜鉛値との間に有意な正の相関が認められた項目は, GNRI 値 ($p < 0.01$), 体重 ($p < 0.05$), RBC ($p < 0.05$), Ht ($p < 0.05$), TP ($p < 0.05$), Alb 値 ($p < 0.01$) であった。

2) 調査 2

調査 1 同様に, 対象者の血清亜鉛値と GNRI 値, 属性 (調査 1 に寝たきり度と認知度を追加) および血中成分値との単相関の結果を示した (table 5)。この結果, 血清亜鉛値との間に有意な正の相関が認められた項目は, GNRI 値 ($p < 0.01$), 体重 ($p < 0.05$), BMI ($p < 0.05$), BMR ($p < 0.05$), RBC ($p < 0.05$), Ht ($p < 0.05$), TP (p

Table 5 The correlation between serum zinc values and the characteristic, and between serum zinc values and constituent values in serum of the subjects

	Survey 1	Survey 2
	Zinc ($\mu\text{g/dL}$)	Zinc ($\mu\text{g/dL}$)
Age	0.250	-0.529 *
Body Weight (kg)	0.440 *	0.466 *
BMI	0.390	0.470 *
BMR (kcal/day)	0.419	0.450 *
RBC ($10^4/\mu\text{L}$)	0.450 *	0.434 *
Ht (%)	0.448 *	0.430 *
TP (g/dl)	0.517 *	0.447 *
Alb (g/dL)	0.659 **	0.811 **
A/G ratio	0.337	0.672 **
GNRI	0.610 **	0.739 **

Significant difference: *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$ (single regression analysis)

Table 6 The analysis from the regression equation

GNRI values *1	Survey 1						Survey 2							
	Zinc	BMI	Level of Care	TP	Alb	A/G ratio	Zinc	BMI	Level of Care	Grade of Bedriddenness	Grade of Cognitive Function	TP	Alb	A/G ratio
	66-118 ($\mu\text{g/dL}$)			6.5-8.0 (g/dL)	M:3.7-5.2 F:3.5-4.8 (g/dL)	1.00-2.00	66-118 ($\mu\text{g/dL}$)					6.5-8.0 (g/dL)	M:3.7-5.2 F:3.5-4.8 (g/dL)	1.00-2.00
No Risk > 98	92	21.0	2.8	7.3	4.0	1.23	61	21.9	3.1	2.0	2.1	7.0	3.9	1.32
Low Risk 92 to ≤ 98	84-91	19.3-20.7	3.4-2.9	7.0-7.3	3.8-4.0	1.17-1.22	58-61	20.0-21.6	3.5-3.1	2.2-2.0	2.5-2.2	6.7-6.9	3.7-3.9	1.23-1.31
Moderate Risk 82 to < 92	74-83	17.0-19.1	4.2-3.5	6.5-6.9	3.4-3.7	1.09-1.17	52-57	17.3-19.7	4.0-3.5	2.5-2.2	3.0-2.5	6.4-6.7	3.3-3.6	1.10-1.22
Major Risk < 82	72	16.7	4.3	6.5	3.3	1.08	51	17.1	4.0	2.6	3.0	6.4	3.3	1.09

*1 The Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) values calculated according to the Bouillanne et al formula⁷⁾, $\text{GNRI} = [1.489 \times \text{serum Albumin (Alb)} (\text{g/dL}) \times 10] + [41.7 \times [\text{Body Weight (kg)} \div \text{IBW (kg)}]]$ GNRI values were classified into four grades of nutrition-related risk: no risk (GNRI: >98), low risk (GNRI: 92 to ≤ 98), moderate risk (GNRI: 82 to < 92), and major risk (GNRI: <82)⁷⁾.

The values are drawn from the analysis of the eight regression equations; between GNRI value and 8 dependent values; serum zinc, BMI, level of care, grade of bedriddenness, grade of cognitive function, TP, Alb, and A/G ratio.

<0.05), Alb ($p < 0.01$), A/G 比 ($p < 0.01$) であった。有意な負の相関が認められた項目は、年齢のみであった ($p < 0.05$)。

(6) GNRI 値と相関の得られた回帰式からの検討

1) 調査 1

GNRI 値と正相関および負の相関の得られた項目について、回帰式を示した (table 4)。この回帰式から、GNRI リスク別に血清亜鉛, BMI, 要介護度, TP, Alb, A/G 比の値を示した (table 6)。この結果, GNRI 低リスクにおいて, 血清亜鉛値, BMI, TP, Alb 値, A/G 比が基準値を上回ることが認められた。

2) 調査 2

GNRI 値と正相関および負の相関の得られた項目について, 調査 1 同様に回帰式を示した (table 4)。この回帰式から, GNRI リスク別に血清亜鉛, BMI, 要介護度, 寝たきり度, 認知度, TP, Alb, A/G 比の値を示した (table 6)。この結果, GNRI 低リスクにおいて, BMI,

TP, Alb 値, A/G 比が基準値を上回ることが認められた。

3) 調査 1 および調査 2 をまとめて

2 つの調査の散布図が同様の傾向を示したため, 2 つの調査をまとめた回帰式についても検討した。この回帰式から, GNRI リスク別に血清亜鉛, BMI, 要介護度, 寝たきり度, 認知度, TP, Alb, A/G 比の値を示した (table 7)。この結果, GNRI 低リスクにおいて血清亜鉛値, BMI, TP, Alb 値, A/G 比が基準値を上回ることが認められた。

4. 考 察

著者らは, 亜鉛の栄養状態によって Alb, BMI, 要介護度, 寝たきり度, 認知度が変動することを明らかにした⁵⁴⁾。そこで, 本研究では, 亜鉛の栄養状態で変化し, ADL を決定する要因でもある血清アルブミン値, BMI, 寝たきり度, 認知度を GNRI で評価した。そして, ADL を良好に維持するその値の設定を試みた。

Table 7 (Survey1 plus Survey 2) The analysis from the regression equation

GNRI values *1		Zinc 66-118 ($\mu\text{g/dL}$)	BMI	Level of Care	Grade of Bedriddenness	Grade of Cognitive Function	TP 6.5-8.0 (g/dL)	Alb M: 3.7-5.2 F: 3.5-4.8 (g/dL)	A/G ratio 1.00-2.00
No Risk	> 98	77	21.4	3.0	2.0	2.1	7.1	4.0	1.28
Low Risk	92 to $\leq$ 98	70-76	19.7-21.2	3.4-3.0	2.2-2.0	2.5-2.2	6.9-7.0	3.7-3.9	1.20-1.27
Moderate Risk	82 to < 92	61-69	17.2-19.4	4.1-3.5	2.5-2.2	3.0-2.5	6.5-6.8	3.4-3.7	1.10-1.19
Major Risk	< 82	60	16.9	4.1	2.6	3.0	6.4	3.3	1.09

*1 The Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) values calculated according to the Bouillanne et al formula⁷⁾, $\text{GNRI} = [1.489 \times \text{serum Albumin (Alb)} (\text{g/dL}) \times 10] + [41.7 \times [\text{Body Weight (kg)} \div \text{IBW (kg)}]]$

GNRI values were classified into four grades of nutrition-related risk: no risk (GNRI: >98), low risk (GNRI: 92 to $\leq$ 98), moderate risk (GNRI: 82 to < 92), and major risk (GNRI: <82)⁷⁾.

The values are drawn from the analysis of the eight regression equations based on combined survey 1 and survey 2; between GNRI value and 8 dependent values; serum zinc, BMI, level of care, grade of bedriddenness, grade of cognitive function, TP, Alb, and A/G ratio.

(1) GNRI リスク別における属性の比較

対象者の GNRI リスク別における属性の比較において、有意差が認められたのは、第 1 調査における BMI、第 2 調査における体重、BMI、BMR、要介護度および認知度であった (table 2)。つまり、GNRI のリスクが高まるほど、要介護度および認知度の上昇 (悪化) にともなう介護の必要度が増加することが認められた。要介護度が上がると、GNRI の高リスクの割合が増えることや⁶⁴⁾、GNRI 値と ADL スコアとの間には、有意な負の相関関係にあること⁶⁴⁾が報告されている。このことから、高齢者の ADL の指標である要介護度の重症化を防ぐためには、GNRI によるリスク評価が重要であるといえる。

GNRI 値 91 以下の中高リスクの 3 年生存率は不良であるとの報告がある⁶³⁾。そこで、GNRI リスクなし・低リスク群と中・高リスク群の 2 群に分類して検討した。GNRI のリスクなし・低リスク群に比して、中・高リスク群は調査 1、調査 2 ともに、体重、BMI、BMR が有意に低下し、要介護度が有意に上昇 (悪化) していた。さらに、調査 2 においては、寝たきり度、認知度においても、中・高リスク群がリスクなし・低リスク群に比して有意に高かった。したがって、GNRI の低リスクまでの段階において、栄養ケアの介入をすることが要介護度、寝たきり度、認知度の重症化に歯止めをかけることになると考えられる。

(2) GNRI リスク別における血中成分値の比較

対象者の GNRI リスク別における血中成分値の比較において、調査 1 および調査 2 とも Alb 値以外に有意差の認められた項目はなかった (table 3)。しかし、GNRI のリスクをリスクなし・低リスク群と中・高リスク群の 2 群に分類して検討すると、リスクなし・低リスク群に比して中・高リスク群は、TP、Alb と血清亜鉛値が有意に低下することが調査 1、調査 2 に共通して認められた。

したがって、GNRI の中・高リスク者では、たんぱく質の栄養と亜鉛の栄養状態の低下が示された。

(3) GNRI リスク別における栄養素摂取量の比較

対象者の GNRI リスク別における栄養素摂取量の比較において、有意差の認められた栄養素はなかった。しかし、GNRI のリスクは、摂食障害や経口摂取率の低下によって高まるとの報告がある^{10, 65)}。本研究の結果から、GNRI の中・高リスクにのみ経腸栄養者が認められた。つまり、経口摂取の維持が GNRI のリスク上昇を防ぐことにつながると考えられる。

(4) GNRI 値と属性および血中成分値の関係

GNRI 値と属性および血中成分値との相関関係を検討した結果、調査 1、調査 2 とも同じ傾向が認められた (table 4)。つまり、GNRI 値と正の相関の認められた項目は、体重、BMI、BMR、TP、Alb 値、A/G 比、鉄、亜鉛値であり、負の相関が認められたのは要介護度であった。また、調査 2 においては、寝たきり度と認知度においても負の相関が認められた。GNRI 値と血清亜鉛値との間の相関係数は、Alb、BMI、TP に続く高い相関係数であった。GNRI 値と TP、Alb 値との間には正相関が認められており⁶⁶⁾、BMI にも同様の相関が報告されている⁶⁷⁾。また、GNRI 値との間に正相関のあった BMI、体重、TP、Alb 値は、これまでの著者らの研究より血清亜鉛値とも関連が認められている⁶⁸⁾。さらに、著者らは、亜鉛の栄養状態が低下するほど認知度の悪化を認めており⁵⁴⁾、認知度と GNRI 値との関連性が判明し注目になる結果となった。認知症を有する高齢者は、体重減少や栄養障害を起こしやすいことが報告されている⁶⁹⁾。したがって、本研究の結果から認知度の進行を GNRI 値で評価することも可能であると考えられる。

(5) 血清亜鉛値と GNRI 値, 属性および血中成分値との関係

血清亜鉛値は, 調査 1 において体重, RBC, Ht, TP, Alb さらに GNRI 値と有意な正相関が認められている (table 5)。調査 2 については, 調査 1 で相関が認められた項目に加えて BMI, BMR, A/G 比において有意な正相関が観察された (table 5)。血清亜鉛値と GNRI 値との相関係数は, 調査 1 では 0.610, 調査 2 では 0.739 であり, どちらも有意な正の相関が認められた。したがって, 本研究の結果から, GNRI 値は, 亜鉛の栄養状態との関連性が強く, 亜鉛の栄養状態を判定する有用な指標になることが示唆された。今後, 亜鉛の栄養状態を高めることによって, GNRI の改善度を検討することが課題である。

著者らの研究より, Alb 値と血清亜鉛値との間には正相関が認められ⁵²⁾, ADL との間には負の相関があることを報告した⁶⁸⁾。また, 血清亜鉛値は, ADL との関連があることをすでに報告している⁵⁴⁾。高齢者の ADL の維持には筋肉量も関与することが認められているが, 本研究の結果から ADL 維持には筋肉量と密接に関連する BMI の影響も考慮する必要があると考えられる。

(6) GNRI 値と相関の得られた回帰式からの検討

高齢者の ADL 維持にかかわる要介護度, 寝たきり度, 認知度について GNRI のリスクと亜鉛の栄養状態から検討した。また, BMI, TP, Alb 値, A/G 比の基準値との関連性を検索した (table 6)。本研究では, GNRI 値と属性および血中成分の単相関を検討した散布図が調査 1, 調査 2 と同様の傾向を示したため, 2 つの調査をまとめた回帰式についても検討した (table 7)。この結果, GNRI 低リスクにおいて血清亜鉛値, BMI, TP, Alb 値, A/G 比が基準値を上回ることが認められた。本研究においても, 調査 1 (table 6), 調査 2 (table 6), そして調査 1 と調査 2 を合わせた table 7 の結果から GNRI 低リスクの下限值 GNRI 値 92 を見出した。そして, この値においては, BMI およびたんぱく質栄養の指標である TP, Alb 値, A/G 比が基準値を上回り良好な値となる。先行研究によると, GNRI は生命予後の指標になるとの報告がある⁶⁴⁾。日本人を対象とした GNRI 値に関する報告によると, GNRI のカットオフ値は, 90 との指摘があり⁷⁰⁾, 90 未満だと生命予後不良であることや⁷⁰⁾, GNRI 値 91 以下の中高リスクの 3 年生存率は不良であるとの報告もある⁶³⁾。さらに, 低 GNRI 値は, 感染が根底になくとも死亡率や罹患率のリスクと強く関連することが報告されている⁷⁾。これらの先行研究からも, 本研究で得られた高齢者の ADL を良好に維持する指標となる GNRI 値は 92, つまり低リスクの下限には妥当性がある。

以上のことから, GNRI によって, 亜鉛の栄養状態で変化する要介護度, 寝たきり度, 認知度, BMI, TP, Alb 値, A/G 比の評価が可能である。高齢者の ADL を

規定する要介護度, 寝たきり度, 認知度などの ADL の因子を良好に維持するためには, GNRI 値 92 を上回る必要がある。これに要する血清亜鉛値は基準値以上に維持する必要性が示された。

(7) 本研究の限界

本研究の限界として, 対象者数が多くないことがあげられる。調査 1 は 1 施設の要介護高齢者, 調査 2 は 2 施設の要介護高齢者を対象としており, 調査 1, 2 とともに, 年齢が異なる集団を対象にしている対象者年齢には開きがある。また共通の結果がすべての調査項目で得られていない。しかしながら, 調査時期が異なるにもかかわらず ADL と GNRI 値との間の関連性においては同様の傾向が認められた。また, 本研究より高齢者の ADL を良好に維持するには, GNRI 値 92 を上回ることが示されており, 対象施設および対象者数を増やして本研究で得られた GNRI 値 92 の妥当性に関する詳細な調査が望まれる。

なお, 本研究の一部は, 日本食生活学会第 48 回大会 (平成 26 年 5 月 24 日, 東京) にて発表した。

5. 要 約

本研究では, 亜鉛の栄養状態で変化する ADL を決定する要因でもある血清アルブミン値, BMI, 寝たきり度, 認知度を GNRI で評価した。そして, ADL を良好に維持するその値の設定を試みた。

この結果, GNRI のリスクなし・低リスク群に比して, 中・高リスク群は調査 1, 調査 2 とともに, 体重, BMI, BMR, TP, Alb, 血清亜鉛値が有意に低下し, 要介護度が有意に上昇していた。また, 調査 2 においては, 寝たきり度, 認知度においても, 中・高リスク群がリスクなし・低リスク群に比して有意に高かった。

GNRI 値と正の相関の認められた項目は, 体重, BMI, BMR, TP, Alb 値, A/G 比, 血清鉄および亜鉛値であり, 負の相関が認められたのは要介護度であった。また, 調査 2 においては, 寝たきり度と認知度においても負の相関が認められた。

相関の得られた項目について回帰式から各値を求めると, GNRI 低リスクは血清亜鉛値, BMI, TP, Alb 値, A/G 比が基準値を上回ることが認められた。

以上のことから, GNRI によって, 亜鉛の栄養状態で変化する要介護度, 寝たきり度, 認知度, BMI, TP, Alb 値, A/G 比の評価が可能である。高齢者の ADL の因子である要介護度, 寝たきり度, 認知度を良好に維持するためには, GNRI 値 92 を上回る必要があり, これに要する血清亜鉛値は基準値以上に維持することが必要である。

謝 辞

本稿作成にあたり, 本研究にご協力いただきました特別養護老人ホーム, 老人保健施設の利用者の皆様, 採血

等にご協力いただきました職員の皆様に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働統計協会：国民衛生の動向 2014/2015—厚生
の指標 増刊, 61, 51 (2014)
- 2) Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP: What is subjective
global assessment of nutritional status?, *JPEN J Parenter Enteral
Nutr*, 11, 8-13 (1987)
- 3) Kalantar-Zadeh k, Kopple JD, Block G, Humphreys MH: A
malnutrition-inflammation score is correlated with morbidity
and mortality in maintenance hemodialysis patients, *Am J
Kidney Dis*, 38, 1251-1263 (2001)
- 4) Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B:
Screening for undernutrition in geriatric practice: developing
the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF), *J
Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56, M366-M372 (2001)
- 5) Reilly HM, Martineau JK, Moran A, Kennedy H: Nutritional
screening-evaluation and implementation of a simple Nutrition
Risk Score, *Clin Nutr*, 14, 269-273 (1995)
- 6) Stratton RJ, Hackston A, Longmore D, Dixon R, Price S,
Stroud M, King C, Elia M: Malnutrition in hospital outpatients
and inpatients: prevalence, concurrent validity and ease of use
of the 'malnutrition universal screening tool' ('MUST') for
adults, *Br J Nutr*, 92, 799-808 (2004)
- 7) Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, Coulombel I, Vincent
JP, Nicolis I, Benazeth S, Cynober L, Aussel C: Geriatric Nutritional
Risk Index: a new index for evaluating at-risk elderly medical
patients, *Am J Clin Nutr*, 82, 777-783 (2005)
- 8) Ferguson M, Capra S, Bauer J, Banks M: Development of a
valid and reliable malnutrition screening tool for adult acute
hospital patients, *Nutrition*, 15, 458-464 (1999)
- 9) Yamada K, Furuya R, Takita T, Maruyama Y, Yamaguchi Y,
Ohkawa S, Kumagai H: Simplified nutritional screening tools
for patients on maintenance hemodialysis, *Am J Clin Nutr*, 87,
106-113 (2008)
- 10) Cereda E, Vanotti A: Short dietary assessment improves
muscle dysfunction identification by Geriatric Nutritional Risk
Index in uncomplicated institutionalised patients over 70
years old, *Clin Nutr*, 27, 126-132 (2008)
- 11) Cereda E, Vanotti A: The new Geriatric Nutritional Risk Index
is a good predictor of muscle dysfunction in institutionalized older
patients, *Clin Nutr*, 26, 78-83 (2007)
- 12) Cereda E, Pedrollo C, Zagami A, Vanotti A, Piffer S, Opizzi
A, Rondanelli M, Caccialanza R: Nutritional screening and
mortality in newly institutionalised elderly: a comparison
between the geriatric nutritional risk index and the mini
nutritional assessment, *Clin Nutr*, 30, 793-798 (2011)
- 13) 大荷満生：高齢者の栄養評価, 静脈経腸栄養, 22, 439-
445 (2007)
- 14) Cereda Em, Pedrollo C: The use of the Geriatric Nutritional
Risk Index (GNRI) as a simplified nutritional screening tool,
Am J Clin Nutr, 87, 1996-1967 (2008)
- 15) Park JH, Kim SB, Shin HS, Jung YS, Rim H: Geriatric
Nutritional Risk Index may be a significant predictor of mortality
in korean hemodialysis patients: a single center study, *Ther
Apher Dial*, 16, 121-126 (2012)
- 16) Cereda E, Limonta D, Pusani C, Vanotti A: Assessing
elderly at risk of malnutrition: The new Geriatric Nutritional
Risk Index versus Nutritional Risk Index, *Nutrition*, 22, 680-
682 (2006)
- 17) Cereda E, Pedrollo C, Zagami A, Vanotti A, Piffer S, Faliva
M, Rondanelli M, Caccialanza R: Nutritional risk, functional
status and mortality in newly institutionalised elderly, *Br J
Nutr*, 110, 1903-1909 (2013)
- 18) Cereda E, Pedrollo C: The geriatric nutritional risk index,
Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 12, 1-7 (2009)
- 19) Cereda E, Pusani C, Limonta D, Vanotti A: The ability of the
geriatric nutritional risk index to assess the nutritional status and
predict the outcome of homecare resident elderly: a comparison
with the mini nutritional assessment, *Br J Nutr*, 102, 563-570
(2009)
- 20) 倉澤隆平, 久堀周治郎, 上岡洋晴, 岡田真平, 松村興
広：長野県北御牧村村民の血清亜鉛濃度の実態, *Biomed
Res Trace Elem*, 16, 61-65 (2005)
- 21) Mertz W: The role of trace elements in the aging process,
Prog Clin Biol Res, 326, 229-240 (1990)
- 22) Pennington JA, Young BE: Total diet study nutritional
elements, 1982-1989, *J Am Diet Assoc*, 91, 179-183 (1991)
- 23) Murphy P, Wadiwala I, Sharland DE, Rai GS: Copper and
Zinc levels in healthy and sick elderly, *J Am Geriatr Soc*, 33,
847-849 (1985)
- 24) 齋藤昇：高齢入院患者の血清銅／亜鉛比の検討, *Biomed
Res Trace Elem*, 16, 258-260 (2005)
- 25) 岡田淳：褥瘡患者における血清亜鉛の動態, 微量金属代謝,
1, 43-47 (1975)
- 26) 糸川嘉則：高齢者の微量元素欠乏症とその臨床の実際,
日医師会誌, 129, 635-638 (2003)
- 27) Yanagisawa H, Nodera M: Zinc physiology and clinical
practice, *Biomed Res Trace Elem*, 18, 3-9 (2007)
- 28) 岡田正, 高木洋治, 根津理一郎：亜鉛と臨床, *Pharma
Medica*, 4, 45-51 (1986)
- 29) Chasapis CT, Loutsidou AC, Spiliopoulou CA, Stefanidou
ME: Zinc and human health: an update, *Arch Toxicol*, 86, 521-
534 (2012)
- 30) Bhatnagar S, Taneja S: Zinc and cognitive development,
Br J Nutr, 85, S139-S145 (2001)
- 31) Ukita T, Oidov B, Kawada E, Ohyama Y, Morita T, Tamura
J: Serum zinc deficiency increases susceptibility to infection
in older patients who have long-term hospitalizations, *Biomed
Res Trace Elem*, 19, 260-264 (2008)
- 32) 上瀬英彦：在宅高齢患者における血清亜鉛の検討, 日臨
内科医会誌, 14, 21-25 (1999)
- 33) Ueda C, Takaoka T, Sarukura N, Matsuda K, Kitamura Y,
Toda N, Tanaka T, Yamamoto S, Takeda N: Zinc nutrition in
healthy subjects and patients with taste impairment from the
view point of zinc ingestion, serum zinc concentration and
angiotensin converting enzyme activity, *Auris Nasus Larynx*,
33, 283-288 (2006)
- 34) Christensson L, Unosson M, Ek AC: Malnutrition in elderly
people newly admitted to a community resident home, *J Nutr
Health Aging*, 3, 133-139 (1999)
- 35) Kerstetter JE, Holthausen BA, Fitz PA: Malnutrition in the
institutionalized older adult, *J Am Diet Assoc*, 92, 1109-1116
(1992)

- 36) Chen CC, Schilling LS, Lyder CH: A concept analysis of malnutrition in the elderly, *J Adv Nurs*, 36, 131-142 (2001)
- 37) Lesourd BM: Nutrition and immunity in the elderly: modification of immune responses with nutritional treatments, *Am J Clin Nutr*, 66, 478S-484S (1997)
- 38) Lesourd BM: Protein malnutrition: major cause of immunodeficiency in the elderly, *Age Nutr*, 1, 132-138 (1990)
- 39) Lesourd B: Protein undernutrition as the major cause of decreased immune functions in the elderly: clinical and functional implications, *Nutr Rev*, 53, S86-S94 (1995)
- 40) Lesourd BM, Meaume S: Cell mediated immunity changes in ageing, relative importance of cell subpopulation switches and of nutritional factors, *Immunol Lett*, 40, 235-242 (1994)
- 41) Lesourd BM, Salvatore R, Frigard B: Normal and pathologic immunological aging: the role of nutritional factors, *Med Hyg*, 51, 1663-1666 (1993)
- 42) Chandra RK: Nutrition is an important determinant of immunity in old age, *Prog Clin Biol Res*, 321-334 (1990)
- 43) Lesourd BM: Ageing and malnutrition: two causes of immunodeficiency in the elderly, *Karthula Acct Aupelf*, 646-657 (1991)
- 44) Bernstein LH, Shaw-Stiffel TA, Schorow M, Brouillette R: Financial implications of malnutrition, *Clin Lab Med*, 13, 491-507 (1993)
- 45) Mowé M, Böhmer T, Kindt E: Reduced nutrition status in an elderly population (>70yr) is probable before disease and possibly contribute to the development of disease, *Am J Clin Nutr*, 59, 317-324 (1994)
- 46) Reilly JJ Jr, Hull SF, Albert N, Waller A, Bringardener S: Economic impact of malnutrition: A model system for hospitalized patients, *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 12, 371-376 (1988)
- 47) 松田朗：在宅老人患者の栄養管理に関する研究報告書，国立医療・病院管理研究所，国立健康・栄養研究所（1996）
- 48) 松田朗：高齢者の栄養管理サービスに関する研究報告書，国立医療・病院管理研究所，国立健康・栄養研究所（1998）
- 49) Chandra RK, Joshi PAB, Woodford G, Chandra S: Nutrition and immune competence of the elderly. Effect of short term nutritional supplementation on cell mediated immunity and lymphocyte subsets, *Nutr Res*, 2, 223-232 (1982)
- 50) Lesourd BM, Favre-Berrone M, Thiolllet M: Immunostimulated action of a complete oral supplementation in undernourished elderly patients, *Age Nutr*, 1, 41-51 (1990)
- 51) Chandra PK, Chandra S, Gupta S: Antibody affinity and immune complexes after immunization with tetanus toxoid in protein-energy malnutrition, *Am J Clin Nutr*, 40, 131-134 (1984)
- 52) 小坂和江，小西吉裕，山下佐知子，菊永茂司：施設入所要介護高齢者における亜鉛摂取量と血清中亜鉛値および関連成分値に関する検討，日本食生活学会誌，23, 207-216 (2013)
- 53) 小坂和江，小西吉裕，菊永茂司：施設入所要介護高齢者における Body Mass Index，日常生活動作，要介護度の違いによる亜鉛栄養状態の変動，*Biomed Res Trace Elem*, 23, 208-216 (2012)
- 54) Kosaka K, Yamashita S, Ando C, Endo Y, Taniguchi K, Kikunaga S: Relationships among body mass index, activities of daily living and zinc nutritional status in disabled elderly patients in nursing facilities. *J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 59, 420-430 (2013)
- 55) 聖隷三方原病院・コア栄養管理チーム：栄養ケアマネジメントマニュアル，医歯薬出版，東京，p. 3-14 (2003)
- 56) 厚生労働省：要介護認定，[Online]. Available: http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/nintei/index.html
- 57) 日本栄養士会：経腸栄養食品（剤）便覧2009，文光堂，東京，p.67 (2009)
- 58) 厚生労働省：介護と高齢者福祉，[Online]. Available: <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/kentou/15kourei/sankou4.html>
- 59) 日本栄養士会：経腸栄養製品（剤）便覧2011，文光堂，東京，p.154, 164 (2011)
- 60) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準（2005年版），第一出版，東京，p.28-202 (2005)
- 61) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準（2010年版），第一出版，東京，p.43-233 (2009)
- 62) 高木洋治：微量元素の異常と評価方法，*栄評治*, 19, 9-17 (2002)
- 63) Cereda E, Zagami A, Vanotti A, Piffer S, Pedrollo C: Geriatric Nutritional Risk Index and overall-cause mortality prediction in institutionalised elderly: A 3-year survival analysis, *Clin Nutr*, 27, 717-723 (2008)
- 64) 坂井誠，榎本武郎，須長典子，関根めぐみ，行部亮子：要介護高齢者における高齢者栄養リスク指数（Geriatric Nutritional Risk Index）を用いた栄養評価の検討，*JMC*, 65, 114-121 (2009)
- 65) Cereda E, Pusani C, Limonta D, Vanotti A: The association of geriatric nutritional risk index and total lymphocyte count with short-term nutrition-related complications in institutionalised elderly, *J Am Coll Nutr*, 27, 406-413 (2008)
- 66) Duran Alert P, Mila Villarroel R, Formiga F, Virgili Casas N, Vilarasau Farre C: Assessing risk screening methods of malnutrition in geriatric patients; Mini Nutritional Assessment (MNA) versus Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI), *Nutr Hosp*, 27, 590-598 (2012)
- 67) 小松由美，多田弘子，鈴木昌幸，大河原晋：血液透析症例における geriatric nutritional risk index (GNRI) の臨床的意義に関する検討，*山形県病医誌*, 46, 39-43 (2012)
- 68) 菊永茂司，小坂和江：高齢者における亜鉛の栄養状態と身体機能，*Trace Nutrients Research*, 30, 101-109 (2013)
- 69) 山下一也，小林祥泰：要介護高齢者の認知機能と栄養，*Geriatric Medicine*, 39, 1091-1094 (2001)
- 70) 加藤陽子，奥野仙二，山本忠司，石村栄治：新しい栄養関連指標—Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) について—，*大阪透析研究会誌*, 27, 77-81 (2009)