

地域在住高齢女性の body mass index および 併存疾患と移動能力制限との関連性

鄭 松伊^{1,2}、藪下 典子²、金 美芝³、清野 諭^{3,4}、
根本みゆき^{2,4}、大須賀洋祐^{1,4}、大久保善郎^{1,4}、田中喜代次²

Combined association of body mass index and comorbidity with mobility limitation in community-dwelling older women

Songee JUNG^{1,2}, Noriko YABUSHITA², Miji KIM³, Satoshi SEINO^{3,4},
Miyuki NEMOTO^{2,4}, Yosuke OSUKA^{1,4}, Yoshiro OKUBO^{1,4}, Kiyoji TANAKA²

Abstract

The objective of this study was to examine the combined association of body mass index (BMI) and comorbidity with mobility limitation (ML). A cross-sectional analysis was conducted on data from 1087 community-dwelling Japanese women aged 65 to 91 years [mean age 72.9 ± 5.5 (SD) years]. The participants were classified according to BMI [normal weight (NW), BMI < 25 kg/m²; obese (OB), BMI ≥ 25 kg/m²], and comorbidity condition assessed by self-reported number of chronic diseases [0 diseases (D0) : 1 disease (D1) : 2 or more disease (D2⁺)]. ML was assessed by self-reported difficulty in walking 400 meters or climbing stairs. Multivariate logistic regression analysis was performed to determine the combined associations of BMI and comorbidity with ML, adjusted for age, exercise habit, smoking status and alcohol intake. The prevalence of ML was 28.4% (n = 309). Adjusted odds ratio of BMI for ML was 2.20 (95% confidence interval : CI 1.56-3.09) in the OB group when compared to the NW group. Adjusted odds ratios of comorbidity for ML were 1.17 (0.75-1.81) in the D1 group and 2.24 (1.45-3.46) in the D2⁺ group when compared to the D0 group. The adjusted odds ratios of BMI combined with comorbidity were 1.82 (1.06-3.11) in the NW plus D2⁺ group, 2.20 (1.21-3.98) in the OB plus D1 group, 3.72 (2.11-6.56) in the OB plus D2⁺ group when compared to the NW plus D0 group. Our findings suggest that obesity combined with comorbidity is more strongly associated with ML than obesity or comorbidity alone.

Keywords : older adults, mobility limitation, body mass index, comorbidity

-
- 1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1
Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan
 - 2) 筑波大学体育系 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 総合研究棟D
Faculty of Health & Sport Sciences, University of Tsukuba
電話 : 029-853-2655 FAX : 029-853-2986 (田中喜代次 宛)
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan
 - 3) 東京都健康長寿医療センター研究所 〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2
Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital and Institute of Gerontology
35-2 Sakae-cho, Itabashi-ku, Tokyo 173-0015, Japan
 - 4) 日本学術振興会 〒102-8472 東京都千代田区一番町8
Japan Society for the Promotion of Science
8 Ichibancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8472, Japan

I 緒言

ある場所から他の場所まで自立して安全に移動する能力（移動能力）が制限された状態¹⁾を移動能力制限（mobility limitation: ML）²⁾という。高齢者のMLは、加齢に伴う障害発生過程の初期兆候で、健康状態に強く関連する^{3,4)}。先行研究によると、activities of daily living (ADL) 障害の発生率がMLを有する高齢男性で約5倍、高齢女性で約3倍高くなると報告されている⁵⁾。高齢女性では、高齢男性に比べてMLの保有率や発生率が著しく高く⁶⁻⁹⁾、ADL障害だけではなく、死亡率にも強く関連する⁶⁾ことから、MLの早期把握は、高齢女性のADL低下の一次予防策として重要であると考えられる。

肥満は糖尿病、高血圧、心疾患、関節痛などの肥満関連疾患を惹起するとともに¹⁰⁾、移動能力にも悪影響を及ぼすことが多くの先行研究により明らかにされている。Stenholm et al.¹¹⁾は、55歳以上の女性2055名を対象とし、肥満および肥満関連疾患とMLとの関連性を検討した。その結果、肥満がMLの発生率を増加させること、肥満関連疾患はMLと独立して関連することを明らかにした。特に女性では、肥満関連疾患の中でも膝関節炎がMLと強く関連していると報告されている。

併存疾患とは、複数の慢性疾患を同時に保有する状態¹²⁾である。高齢者では疾患の保有率が高くなるが、慢性疾患が重なることで身体機能の障害率や、quality of life (QoL) 低下度、そして死亡率は増大する¹³⁻¹⁸⁾。Cesari et al.¹⁹⁾は、併存疾患と身体機能、ADLとの関連を検討し、すべての身体機能項目で併存疾患との有意な関連がみられたと報告している。Newman et al.²⁰⁾は、平均年齢74.5歳の2928名（女性60%）を対象として簡便に評価できる併存疾患指標を作成し、最大9年間の死亡率、ML、ADL障害に対する予測妥当性を検討した。その結果、いずれのアウトカムについてもハザード比は有意に高値であったことを報告した。

このように、先行研究において、併存疾患と肥満がそれぞれ独立してMLと関連していると報告されてきた。一方で、肥満であっても疾患を有していないことによって、MLの保有率が低くなることも考えられる。つまり、肥満だけではなく、疾患の保有数や疾患状況によって相乗的にMLの保有率を高める可能性がある。しかしながら、日本人高齢者を対象として、BMIおよび疾患の保有状況とMLとの関連を検討した報告は極めて少ない。欧米と日本人高齢者のBMIは大きく異なるため、日本人の高齢者を対象に、併存疾患とBMIとの組み合わせの観点からMLとの関連を検討する必要がある。そこで本研究は、地域在住高齢女性において、BMIと併存疾患の組み合わせとMLとの関連を横断的に検討した。

II 方法

A. 対象者

本研究は、65～91歳の地域在住高齢女性1269名を対象とした横断研究である。対象者はすべて2008～2012年の間に茨城県、千葉県、福島県内の公民館や保健センターで開催された体力測定会および地域支援事業に参加した地域住民であり、各自治体の広報誌や募集チラシ、自治体職員による参加推奨などを通して本人の意思で参加した。対象者のうち、1)データに欠損のあった者(17名)、2)脊柱後湾症を有する者(94名)、3)BMIが18.5 kg/m²未満の者(46名)、4)脳血管疾患を有する者(25名)を除外し、最終的に1087名(72.9±5.5歳)を解析の対象とした。すべての対象者に研究の目的や体力測定および質問紙調査内容を説明し、随時、測定を拒否できることを確認した。研究での測定データ使用に関する説明を個別に口頭でおこない、書面にてデータ使用の同意を得た。本研究は、筑波大学大学院人間総合科学研究科に所属する倫理委員会の承認を受けた。

B. 測定項目および測定方法

1. 基本情報および健康関連情報

性、年齢、服薬数、喫煙、飲酒、過去1年間の既往歴、関節痛、運動習慣を個別に聴取した。服薬数は、医師から処方された医療用医薬品とし、薬局等で購入した一般用医薬品や医薬部外品、サプリメントは除外した。喫煙および飲酒状況として、現在の喫煙および飲酒習慣の有無を確認した。また、運動実践状況の調査より、何らかの運動を週1回以上実践している者を運動習慣者と定義した。

歩行や食事、入浴、着替えなどのADLの評価にBarthel index²¹⁾を用いた。各質問項目の総得点を求め、100点満点で評価した。

自己報告による身体機能の評価として、Medical outcomes study 36-item short form survey日本語版²²⁾のphysical function scale (SF-36, PF)を用いた。移動能力や日常的な身体動作に関連する10の質問項目に対して、とてもむずかしい(0点)、少しむずかしい(5点)、全然むずかしくない(10点)のいずれかを選択するよう求め、その合計を100点満点で得点化した。

高次生活機能を老研式活動能力指標(Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence: TMIG-IC)²³⁾によって評価した。「手段的自立」、「知的能動性」、「社会的役割」の3つの活動能力に関する13項目の質問に対し、「はい(1点)」、「いいえ(0点)」の2件法で回答を求め、13点満点で評価した。

2. 移動能力制限 (mobility limitation: ML)

MLの評価に、自己報告による階段昇段、歩行の困難性²⁾を用いた。それぞれ「手すりや壁をつたわずに階段を続けて10段昇ることができますか」、「休まずに400 mを続けて歩くことができますか」の質問に対して、「十分できる」、「少しむずかしい」、「全然できない」の3件法で回答を求め、いずれも「十分できる」場合をMLなし、およびNon-ML群、1項目でも「少しむずかしい」か「全然できない」がある場合をMLあり (ML群) と定義した^{24,25)}。

3. body mass index (BMI)

身長計 (YG-200, ヤガミ社製) を用いて0.1 cm単位で身長を、体重計 (Digital Bathroom Scale HD-316, TANITA社製) を用いて0.1kg単位で体重を測定し、体重 (kg) を身長 (m) の2乗で除すことによりBMIを算出した。BMI < 25.0 kg/m²を標準体重群、≥ 25.0 kg/m²を肥満群と定義した。

4. 併存疾患

先行研究からMLやADL障害、死亡の予測因子と報告されている心疾患、高血圧、糖尿病、呼吸器疾患、骨粗鬆症の5項目および慢性的な関節痛として腰痛、膝関節痛の2項目、計7項目の保有数を自己報告により聴取した^{11,26-29)}。また、1年以内に疾患と診断されたこと、または治療を受けたことを疾患の診断基準とし、これらの慢性疾患を全くもたない者を「D 0群」、1つのみ保有する場合を「D 1群」、2つ以上保有する者を「D 2⁺ (併存疾患) 群」と定義した。

5. 体力測定

MLを診断する上で判別力が高いと報告されている握力、5m通常歩行の計2項目を用いて身体機能を評価した。

1) 握力

対象者に対して、スメドレー式デジタル握力計 (GRIP-D, T.K.K5401, 竹井機器工業社製) を手に持ち、両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとるよう求めた。握り幅は対象者が握りやすいよう調整し、持ち手は身体に触れないように、かつ動かさないように教示した。次に、呼息しながら握力計を可能な限り強く握るよう求めた。0.1 kg単位で左右交互に2回ずつ (計4回) 計測し、その平均値を記録とした。

2) 5m通常歩行

測定区間5mの前後に予備路を1mずつとり、7mの歩行路上をいつも歩いている速さで歩くよう教示した。

遊脚相にあるつま先が測定区間始まりのテープ (1 m) を超えた時点から、測定区間終了地点のテープを超えるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

C. 統計解析

対象者の特徴は、平均値 ± 標準偏差または割合 (%) から示した。ML群とNon-ML群の比較には、対応のないt検定およびMann-WhitneyのU検定を、割合の比較には χ^2 検定を適用した。

BMIと併存疾患の組み合わせから6つの群 (I: 標準体重・D 0群, II: 標準体重・D 1群, III: 標準体重・D 2⁺群, IV: 肥満・D 0群, V: 肥満・D 1群, VI: 肥満・D 2⁺群) に分け、群ごとにMLの保有割合 (%) を算出した。

MLに対するBMIおよび併存疾患単独との関連およびBMIと併存疾患の交互作用の検討には、MLの有無 (有: 1, 無: 0) を従属変数、BMIの2群 (標準体重群が基準)、併存疾患の3群 (D 0群が基準) およびBMIの2群と併存疾患の3群の組み合わせ (上記I~VI: 標準体重・D 0群が基準) を独立変数とし、年齢、運動習慣、喫煙、飲酒の有無を調整変数とした多変量ロジスティック回帰分析によって各群のオッズ比 (odds ratio: OR) と95%信頼区間 (confidence interval: CI) を算出した。すべての統計処理には統計解析ソフトSPSS Statistics 18.0を用い、統計的有意水準は5%とした。

III 結果

Table 1に、基本情報および健康関連情報の統計値を平均値と標準偏差または割合 (%) から示した。MLを有する者は28.4% (309名) であった。Non-ML群と比較してML群では、年齢、体重、BMIが有意に高く、基本チェックリストの得点が有意に低く、服薬、高血圧、糖尿病、心疾患、骨粗鬆症、腰痛、膝関節痛を有する者の割合が有意に多かった。ML群の身長、運動習慣者の割合、握力、5m通常歩行、ADL得点、TMIG-IC得点、SF-36得点は、Non-ML群と比較して有意に低い結果であった。

Table 2に、MLに対するBMI単独の調整済みORと95% CIを示した。BMI単独のMLに該当する者は標準体重群で23.9% (177名)、肥満群で38.3% (132名) であった。標準体重群を基準としたMLに対する調整済みORは、肥満群で2.20 (95% CI: 1.56-3.09) であり、肥満群はMLに有意に関連していた。

Table 3に、MLに対する併存疾患単独の調整済みORと95% CIを示した。併存疾患単独のMLに該当する者

はD 0群で18.6% (59名), D 1群で26.1% (106名), D 2⁺群で39.6% (144名)であった。D 0群を基準としたMLに対する調整済みORは, D 1群では1.17 (95% CI: 0.75-1.81), D 2⁺群では2.24 (95% CI: 1.45-3.46)であり, D 2⁺群のみがMLに有意に関連していた。

Figure 1に, BMIおよび併存疾患の組み合わせごとに, 各群のMLの保有割合を示した。MLの保有割合は, 標準体重・D 0群で18.1% (45名), 標準体重・D 1群で22.7% (63名), 標準体重・D 2⁺群で32.1% (69名), 肥満・D 0群で20.6% (14名), 肥満・D 1群で33.6% (43

Table 1. Characteristics of the study population, mean \pm SD or number of cases (%)

Characteristics	Total n = 1087	Non-ML n = 778	ML n = 309	P value
Age, yr	72.9 \pm 5.5	71.7 \pm 5.0	75.8 \pm 5.5	< 0.001
Height, cm	148.5 \pm 5.3	149.2 \pm 5.0	146.5 \pm 5.5	< 0.001
Weight, kg	52.5 \pm 7.5	52.2 \pm 6.9	53.3 \pm 8.4	< 0.05
BMI, kg/m ²	23.8 \pm 3.1	23.4 \pm 2.8	24.8 \pm 3.5	< 0.001
Obese, presence	334 (30.7)	207 (26.6)	127 (41.1)	< 0.001
Comorbidity, presence	364 (33.5)	220 (28.3)	144 (46.6)	< 0.001
Exercise habit, presence	841 (78.8)	635 (83.2)	206 (67.8)	< 0.001
Using medications, presence	849 (78.1)	577 (74.2)	272 (88.0)	< 0.001
Hand-grip strength, kg	22.5 \pm 4.1	23.2 \pm 3.9	20.9 \pm 4.2	< 0.001
5-m usual gait time, s	3.9 \pm 1.1	3.7 \pm 0.8	4.6 \pm 1.5	< 0.001
ADL (0-100)	97.0 \pm 16.0	98.8 \pm 10.3	92.6 \pm 24.7	< 0.001
TMIG-IC (0-13)	12.2 \pm 1.4	12.4 \pm 1.1	11.7 \pm 1.7	< 0.001
SF-36, physical function scale	82.4 \pm 17.3	88.3 \pm 12.6	67.8 \pm 18.6	< 0.001
Hypertension, presence	460 (42.3)	300 (38.6)	160 (51.8)	< 0.001
Diabetes, presence	72 (6.6)	41 (5.3)	31 (10.0)	< 0.005
Heart disease, presence	85 (7.8)	46 (5.9)	39 (12.6)	< 0.001
Respiratory disease, presence	32 (2.9)	24 (3.1)	8 (2.6)	0.663
Osteoporosis, presence	92 (8.5)	55 (7.1)	37 (12.0)	< 0.01
Lower back pain, presence	127 (11.7)	71 (9.1)	56 (18.1)	< 0.001
Knee pain, presence	164 (15.1)	85 (10.9)	79 (25.6)	< 0.001

Values are mean \pm standard deviation or n (%). ML: mobility limitation. BMI: body mass index. ADL: activities of daily living. TMIG-IC: Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology Index of Competence. SF-36: Medical Outcomes Study 36-item Short Form Survey

Table 2. Odds ratios for prevalence mobility limitation according to body mass index.

	ML n (%)	Unadjusted odds ratio (95% confidence intervals)	Adjusted odds ratio ¹ (95% confidence intervals)	Adjusted odds ratio ² (95% confidence intervals)
BMI, kg/m ²				
Normal weight (< 25.0)	177 (23.9)	1 (reference)	1 (reference)	1 (reference)
Obese (\geq 25.0)	132 (38.3)	1.98 (1.50-2.60) [†]	2.14 (1.59-2.87) [†]	2.20 (1.56-3.09) [†]

¹ Adjusted for age. ² Adjusted for age, exercise habit, smoke, and alcohol. [†] P < 0.05

Table 3. Odds ratios for prevalence mobility limitation according to comorbidity.

	ML n (%)	Unadjusted odds ratio (95% confidence intervals)	Adjusted odds ratio ¹ (95% confidence intervals)	Adjusted odds ratio ² (95% confidence intervals)
disease, number				
0 disease (D0)	59 (18.6)	1 (reference)	1 (reference)	1 (reference)
1 disease (D1)	106 (26.1)	1.55 (1.08-2.21) [†]	1.32 (0.91-1.93)	1.17 (0.75-1.81)
2 or more disease (D2 ⁺)	144 (39.6)	2.86 (2.01-4.07) [†]	2.15 (1.48-3.13) [†]	2.24 (1.45-3.46) [†]

¹ Adjusted for age. ² Adjusted for age, exercise habit, smoke, and alcohol. [†] P < 0.05

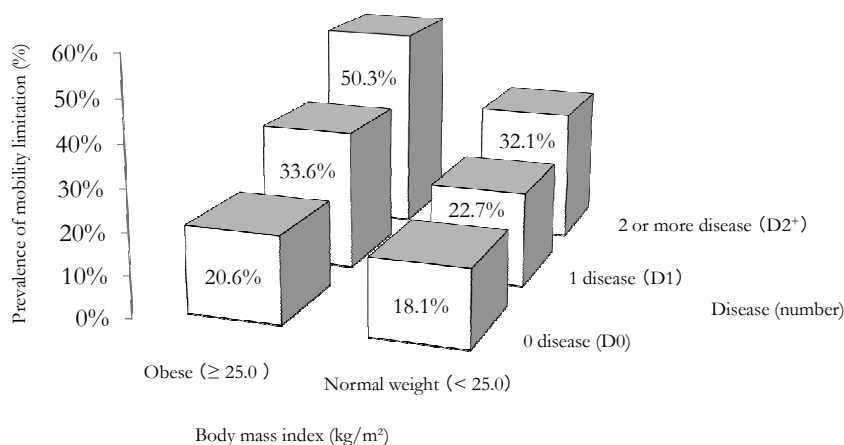


Figure 1. The prevalence of mobility limitation according to body mass index and disease.

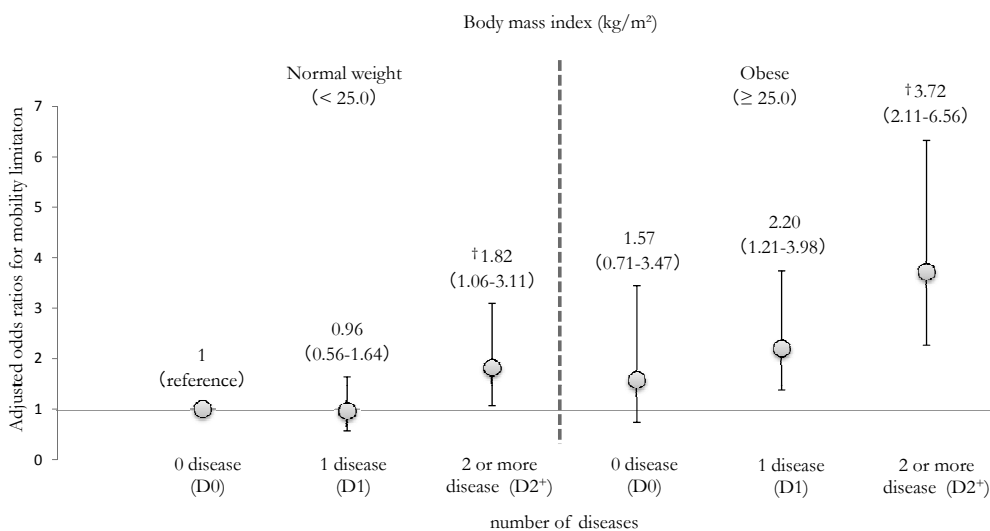


Figure 2. Adjusted odds ratios* for mobility limitation according to body mass index and number of diseases.

*Adjusted for age, exercise habit, smoke, and alcohol. [†] P < 0.05

名), 肥満・D 2⁺群で50.3% (75名)であった。標準体重であっても肥満であっても併存疾患を有することでMLの割合が多い傾向にあった。

Figure 2に, MLに対するBMIと併存疾患の組み合わせによる調整済みORと95% CIを示した。標準体重・D 0群を基準としたMLに対するORは, 標準体重・D 1群

で0.96 (95% CI : 0.56-1.64), 標準体重・D 2⁺群で1.82 (95% CI : 1.06-3.11), 肥満・D 0群で1.57 (95% CI : 0.71-3.47), 肥満・D 1群で2.20 (95% CI : 1.21-3.98), 肥満・D 2⁺群で3.72 (95% CI : 2.11-6.56)であり, 標準体重・D 2⁺群および肥満・D 1群, 肥満・D 2⁺群ではMLに対する有意な交互作用がみられた。

IV 考察

本研究では、MLに対するBMIと併存疾患の組み合わせの関連を横断的に検討した。その結果、肥満と併存疾患がそれぞれ独立してMLと有意に関連するだけでなく、肥満と疾患を併持することでMLに対する関連性はさらに高まることが示唆された。

MLの保有割合は、60歳以上を対象とした研究では25.0～51.5%³⁰⁾であったことが報告されている。本研究の対象者におけるMLの保有割合は28.4%であり、先行研究の保有率の範囲内であった。また、本研究のML群は、Non-ML群に比べて握力が有意に低く、5m通常歩行が有意に遅かった。これらの結果は、国内外のいずれの先行研究^{9,31,32)}とも一致する結果であり、本研究のMLは妥当に評価されているものと考えられる。

先行研究と同様に^{10,11)}、本研究においても、肥満は独立してMLと有意に関連していた。肥満がMLと有意に関連する理由として、肥満が心疾患や高血圧、糖尿病、慢性関節痛の発症率を高める^{2,20,33,34)}ことや、重心移動や姿勢変換を伴う動作の困難性を高めることが考えられる。Stenholm et al.^{10,11)}は、男性では糖尿病、女性では膝関節痛を伴うことで肥満とMLとの関連の強さが相乗的に高まると報告している。また、肥満によって惹起された関節痛^{35,36)}や骨格筋痛³⁷⁾不活動およびMLにつながるようである。本研究でもNon-ML群に比べ、ML群では、肥満や併存疾患と関連性の強い高血圧、糖尿病、心疾患、骨粗鬆症、腰痛、膝関節痛の割合が有意に高かった。一方、ML群は運動習慣が有意に低かったことから、疾患および不活動がMLと関連している可能性が考えられる。特に、ML群では膝痛を有する者の割合が、標準体重群(20.9%)と比較して、肥満群(32.3%)が有意に高値であった。したがって、本研究結果から肥満と関連性の強い疾患および不活動がMLと関連する可能性とともに、肥満は間接的および直接的にMLと関連すると考えられる。

併存疾患も独立してMLに有意に関連していた。加齢に伴い、疾患の保有率とそれに伴う服薬率も増大する。併存疾患の状態は精神・身体・認知機能³⁸⁻⁴⁰⁾に悪影響を及ぼし、その後のADL障害や死亡率に強く関連する^{12,35,39,40)}。Theou et al.⁴¹⁾は65歳以上の高齢者2305名を対象者として、frailty indexや、ADL障害、併存疾患、死亡率との関連性を検討した。その結果、虚弱状態にADL障害および併存疾患を加えると、死亡率が25～30%高くなることを示されている。本研究でも併存疾患を有する割合はNon-ML群の28.3%(220名)に比べ、ML群では46.6%(144名)と有意に高い割合を示していた。D 0群およびD 1群に比べ、D 2*群では標準体重

であっても肥満であってもML、高血圧、心疾患、糖尿病、骨粗鬆症、腰痛、膝痛の割合が有意に高く、自己報告による健康度の満足感が低いと推察される。

最後にMLに対するBMIと併存疾患の組み合わせによるORは、標準体重・D 2*群で1.79(95% CI: 1.04-3.07)、肥満・D 1群で2.20(95% CI: 1.21-3.98)、肥満・D 2*群で3.25(95% CI: 1.80-5.86)であり、BMIと併存疾患を組み合わせることでML該当率が有意に高くなった。肥満・D 2*群でMLのORが高くなることはあらかじめ想定されていたが、肥満・D 1群においてもMLに対するORが有意に高かった。一方、肥満であっても疾患を有していない者は標準体重で併存疾患を有している者よりMLのORが低かった。これらの結果から、移動能力の保持には肥満の予防と疾患の予防が相乗的に作用する可能性が示唆された。若年者や中年者と異なり、高齢者ではBMI 23.3 kg/m²(95% CI: 22.4 kg/m²～24.2 kg/m²)が最も死亡率が低くなると報告⁴²⁾されている。下方⁴³⁾は、疾患を有していなければ肥満を治療する必要性が小さく、健康で長生きするための適正な体重保持の重要性について言及している。先行研究から考えると、MLはBMIと独立して関連するものの、疾患と組み合わせるとBMIとMLとの関連は弱くなる可能性も考えられる。また、下方⁴³⁾の議論と同様に、肥満であっても疾患を有していなければMLと肥満との関連性は低くなることから、肥満かつ疾患を一つ以上有する状態が最もMLのリスクが高い状態であると考えられる。したがって、移動能力の保持には標準体重か肥満が関係なく、併存疾患への注意が必要であろう。

本研究の限界と課題

本研究はいくつかの限界を有する。第1に、本研究の対象者は、各地域で開催された測定会や介護予防教室に自らの意志で参加した高齢者であり、地域在住高齢者の中でも体力レベルが比較的高い集団であった可能性がある。また、疾患の評価は、1年以内に疾患と診断されていることや、治療を受けたことのある者に限定されている。したがって、今後は体力レベルが著しく低い者や過去1年以上前の疾患状況を含めてMLとの関連性を検討する必要がある。第2に、本研究は横断研究であり因果関係の検討には至らなかった。今後は縦断研究による本研究結果の再吟味が求められる。

V 結語

地域在住高齢女性のMLには、肥満と併存疾患がそれぞれ独立して関連していた。さらに、両者を併持することで、MLとの関連はさらに強まることが明らかになっ

た。MLを効果的に予防するには体格だけではなく、疾患の情報を考慮して評価する必要性が示唆された。

引用文献

1. Woollacott MH, Burtner P, Jensen J, Jasiewicz J, Roncesvalles N, Sveistrup H, Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia, *Neurosci Biobehav Rev*, 1998 ; 22 : 583-589.
2. Guralnik JM, LaCroix AZ, Abbott RD et al., Maintaining mobility in late life. I. Demographic characteristics and chronic conditions, *Am J Epidemiol*, 1993 ; 137 : 845-857.
3. Fried LP, Guralnik JM, Disability in older adults: evidence regarding significance, etiology, and risk, *J Am Geriatr Soc*, 1997 ; 45 : 92-100.
4. Guralnik JM, Assessment of physical performance and disability in older persons, *Muscle & nerve Supplement*, 1997 ; 5 : S14-16.
5. Koster A, Penninx BW, Newman AB et al., Lifestyle factors and incident mobility limitation in obese and non-obese older adults, *Obesity (Silver Spring)* , 2007 ; 15 : 3122-3132.
6. Fried LP, Tangen CM, Walston J et al., Frailty in older adults: evidence for a phenotype, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001 ; 56 : M146-156.
7. Nagi SZ, An epidemiology of disability among adults in the United States, *Milbank Mem Fund Q Health Soc*, 1976 ; 54 : 439-467.
8. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB et al., Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005 ; 60 : 324-333.
9. Sallinen J, Stenholm S, Rantanen T, Heliovaara M, Sainio P, Koskinen S, Hand-grip strength cut points to screen older persons at risk for mobility limitation, *J Am Geriatr Soc*, 2010 ; 58 : 1721-1726.
10. Stenholm S, Rantanen T, Heliovaara M, Koskinen S, The mediating role of C-reactive protein and hand-grip strength between obesity and walking limitation, *J Am Geriatr Soc*, 2008 ; 56 : 462-469.
11. Stenholm S, Sainio P, Rantanen T, Alanen E, Koskinen S, Effect of co-morbidity on the association of high body mass index with walking limitation among men and women aged 55 years and older, *Aging Clin Exp Res*, 2007 ; 19 : 277-283.
12. Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G, Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2004 ; 59 : 255-263.
13. Gijsen R, Hoeymans N, Schellevis FG, Ruwaard D, Satariano WA, van den Bos GA, Causes and consequences of comorbidity: a review, *J Clin Epidemiol*, 2001 ; 54 : 661-674.
14. Hoffman C, Rice D, Sung HY, Persons with chronic conditions. Their prevalence and costs, *JAMA*, 1996 ; 276 : 1473-1479.
15. Field TS, Gurwitz JH, Harrold LR et al., Risk factors for adverse drug events among older adults in the ambulatory setting, *J Am Geriatr Soc*, 2004 ; 52 : 1349-1354.
16. Groll DL, To T, Bombardier C, Wright JG, The development of a comorbidity index with physical function as the outcome, *J Clin Epidemiol*, 2005 ; 58 : 595-602.
17. Tooth L, Hockey R, Byles J, Dobson A, Weighted multimorbidity indexes predicted mortality, health service use, and health-related quality of life in older women, *J Clin Epidemiol*, 2008 ; 61 : 151-159.
18. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR, A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation, *J Chronic Dis*, 1987 ; 40 : 373-383.
19. Cesari M, Onder G, Russo A et al., Comorbidity and physical function: results from the aging and longevity study in the Sirente geographic area (il-SIRENTE study) , *Gerontology*, 2006 ; 52 : 24-32.
20. Newman AB, Boudreau RM, Naydeck BL, Fried LF, Harris TB, A physiologic index of comorbidity: relationship to mortality and disability, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2008 ; 63 : 603-609.
21. Mahoney F, Barthel D, Functional Evaluation: The Barthel Index, *Maryland state medical journal*, 1965 ; 14 : 61-65.
22. 鈴木直子, 牧上久仁子, 後藤あや, 横川博英, 安村誠司, 地域在住高齢者のIADLの「実行状況」と「能力」による評価の検討, *日本老年医学会雑誌*, 2007 ; 44 : 619-626
23. 古谷野亘, 地域老人における活動能力の測定 - 老研式活動能力指標の開発, *日本公衆衛生雑誌*, 1987 ;

- 34 : 109-114.
24. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L et al., A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission, *J Gerontol*, 1994 ; 49 : M85-94.
 25. Kim MJ, Seino S, Kim MK et al., Validation of lower extremity performance tests for determining the mobility limitation levels in community-dwelling older women, *Aging Clin Exp Res*, 2009 ; 21 : 437-444.
 26. McGee D, Cooper R, Liao Y, Durazo-Arvizu R, Patterns of comorbidity and mortality risk in blacks and whites, *Ann Epidemiol*, 1996 ; 6 : 381-385.
 27. Kadam UT, Croft PR, Clinical multimorbidity and physical function in older adults: a record and health status linkage study in general practice, *Fam Pract*, 2007 ; 24 : 412-419.
 28. Diederichs C, Berger K, Bartels DB, The measurement of multiple chronic diseases—a systematic review on existing multimorbidity indices, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2011 ; 66 : 301-311.
 29. Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA et al., Osteoarthritis : new insights. Part 1 : the disease and its risk factors, *Ann Intern Med*, 2000 ; 133 : 635-646.
 30. Center for Disease Control and Prevention, Mobility Limitation Among Persons Aged > 40 Years With and Without Diagnosed Diabetes and Lower Extremity Disease - United States, 1999-2002 ; <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5446a4.htm/> Last accessed June, 2013.
 31. 清野諭, 金美芝, 藪下典子「他」, 地域在住高齢者の握力による移動能力制限の識別 体力科学, 2011 ; 60 : 259-268.
 32. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S et al., Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia, *J Appl Physiol*, 2003 ; 95 : 1851-1860.
 33. Penninx BW, Nicklas BJ, Newman AB et al., Metabolic syndrome and physical decline in older persons: results from the Health, Aging And Body Composition Study, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2009 ; 64 : 96-102.
 34. Lamb SE, Guralnik JM, Buchner DM et al., Factors that modify the association between knee pain and mobility limitation in older women: the Women's Health and Aging Study, *Ann Rheum Dis*, 2000 ; 59 : 331-337.
 35. Vincent HK, Vincent KR, Lamb KM, Obesity and mobility disability in the older adult, *Obes Rev*, 2010 ; 11 : 568-579.
 36. Vincent HK, Lamb KM, Day TI, Tillman SM, Vincent KR, George SZ, Morbid obesity is associated with fear of movement and lower quality of life in patients with knee pain-related diagnoses, *PM R*, 2010 ; 2 : 713-722.
 37. Shah RC, Buchman AS, Boyle PA et al., Musculoskeletal pain is associated with incident mobility disability in community-dwelling elders, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2011 ; 66 : 82-88.
 38. Stuck AE, Walthert JM, Nikolaus T, Bula CJ, Hohmann C, Beck JC, Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review, *Soc Sci Med*, 1999 ; 48 : 445-469.
 39. Fried LP, Kronmal RA, Newman AB et al., Risk factors for 5-year mortality in older adults: the Cardiovascular Health Study, *JAMA*, 1998 ; 279 : 585-592.
 40. Fried LP, Bandeen-Roche K, Kasper JD, Guralnik JM, Association of comorbidity with disability in older women: the Women's Health and Aging Study, *J Clin Epidemiol*, 1999 ; 52 : 27-37.
 41. Theou O, Rockwood MR, Mitnitski A, Rockwood K, Disability and co-morbidity in relation to frailty: how much do they overlap?, *Arch Gerontol Geriatr*, 2012 ; 55 : e1-8.
 42. Matsuo T, Sairenchi T, Iso H et al., Age- and gender-specific BMI in terms of the lowest mortality in Japanese general population, *Obesity*, 2008 ; 16 : 2348-2355.
 43. 下方浩史, 長寿のための肥満とやせの研究, 肥満研究, 2001 ; 7 : 98-102