

新規考案した3種類の簡易スクリーニング法(指輪つかテスト・ピンチ力・第1-2指間厚)
における筋肉減弱症(サルコペニア)を視野に入れた臨床的有用性の検討
～継続性の高いコミュニティー健康活動を目指して～

研究代表者	飯島 勝矢	東京大学 高齢社会総合研究機構 准教授
分担研究者	大内 尉義	東京大学大学院医学系研究科 加齢医学講座 教授
分担研究者	東口 高志	藤田保健衛生大学 緩和医療学 教授
研究協力者	石井 伸弥	東京大学大学院医学系研究科 加齢医学講座
研究協力者	田中 友規	東京大学 高齢社会総合研究機構

研究要旨：

高齢者の介護予防を達成するためには、高齢者の虚弱(frailty)の主病態の一つとされ注目されている「加齢性筋肉減弱(サルコペニア)」の初期フェーズに焦点を合わせ、より早期からの虚弱予防が必須となる。なかでも栄養管理・運動習慣・口腔機能維持の3つの要素は非常に重要であり、医療機関への受療機会のみではなく、普段の生活において「自助・互助・共助」の精神の下、日々の生活環境において常に意識し合い、まち(コミュニティー)全体で健康維持に対する活動が行われていることが求められる。

高齢者自身に低筋肉量・低筋力に対する早期の『気づき』を与え、顕在化していない生活機能障害や食欲減退因子の存在などに対して、より早くから意識させることが必要である。それには、高齢者の集まる場なども利用し、各地域において低筋肉量・低筋力を簡易チェックすることが可能となることは理想的である。またそれを達成でき得れば、高齢者自身の興味の機運も高まり、継続性の高いコミュニティー活動に発展していく可能性がある。

今回、千葉県柏市をフィールドとして、無作為抽出された柏市在住の満65歳以上の高齢者2044人(平均年齢73.0±5.5歳、男女比は約1:1、前期高齢者:後期高齢者は約6:4)を対象として、28回にわたる大規模健康調査『栄養とからだの健康増進調査』を初年度(平成24年度)調査として実施した。そこで、本研究事業において、3種類の新たな簡便な検査(①指輪つかテスト、②ピンチ力測定、③第1・2指間厚測定)を導入し、他の調査項目との関連を検討した。

指輪つかテストは特に何も計測器具なども必要とせず、ましてや身長補正がすでにされている優位点がある。実際に、人指し指の指輪つかテストにて隙間が出来てしまった集団(体格の割には下腿筋肉量が少なめと推測できる集団)においては、そうでない集団と比較し、握力に代表される様々な身体能力や身体計測などが有意に低下しており、1日の食事量が同世代や同性と比べて少ないと自己判断している方々が多かった。

ピンチ力において3群分けで比較してみると、身体能力や身体計測の全ての項目などが有意に相関しており、また、栄養の代表的指標である血清アルブミン、歯科口腔系の多くの項目とも強い相関を示した。身体能力をみるための一番簡易な評価方法である握力測定に勝るレベルではないにしても、非常に簡便で、様々な身体データを顕著に反映しており、それこそ市民の集いの場であったり、また在宅療養中の方々を対象としても有益な評価方法である可能性が示唆された。

A. 研究目的

加齢が進むにつれ、人間の心身機能は低下し、この一連の過程と現象は「老化」と呼ばれる。老化の過程において特徴的なことは、成年期に比し、単に心身機能の平均値が低下しているだけでなく、非常に大きな個体差をもって低下することである。この個体差の中で心身機能に関して(平均値を超えた)顕著な低下を示す者を『虚弱(frailty)』と一般的に表現されている。従って虚弱とは「老化に伴う種々の機能低下(予備能力の低

下)を基盤とし、多様に出現する健康障害(adverse health outcome)に対する不安定性(vulnerability)が増加している状態」と言うことも出来る。

虚弱の原因は多岐にわたるが、その中でも最も中核をなす状態として、『加齢性筋肉減弱症(サルコペニア)』がある。現在においても虚弱およびサルコペニアともに明確な定義がまだ出ていないが、この両者はその主要なコンポーネントが重複し、高齢者の虚弱を考える上ではサルコペニアは避けて通れない。同報告書

の他稿にも記載があるように、最近では European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)が、サルコペニアの評価は筋肉量のみでなく筋力や身体機能(パフォーマンス)も含めた方法が望ましいことを報告した¹⁾。

臨床現場におけるサルコペニアの有症者の見極めは極めて重要である。そのため、サルコペニアの診断に用いる筋力や身体機能をいかに簡便かつ正確な方法で評価するかは重要な課題とされる。

現行の評価方法としては、筋力測定では握力が、身体機能では通常歩行速度や簡易身体能力バッテリー(SPPB:Short physical performance battery)が頻繁に用いられている。

握力は広く用いられる筋力測定法であり、下肢筋力や日常生活動作(ADL:Activities of daily living)との関連も報告されている^{2,3)}。したがって、標準的な測定

条件の下での握力測定は、より複雑な下肢筋力や最大呼気流量による筋力測定と比べ、利用可能性や信頼性に富んでいる手法といえる。しかしながら、真面目にやるか、検査者の習熟度などが正確な測定の妨げになり得る。

通常歩行速度は手技が簡易な身体機能測定法であり、高齢者においては生存率の予測因子ともされる⁴⁾。

SPPB は通常歩行速度に加え、バランス能力や椅子からの5回立ち上がり時間の測定を行い、総合的な身体機能を評価する方法である。虚弱高齢者の臨床試験における生活機能の測定方法としても推奨され、研究と臨床診療の両面から標準的な方法とされている。

EWGSOP はサルコペニアのスクリーニングを目的とした身体機能(パフォーマンス)の評価方法では、通常歩行速度の測定に基づくアルゴリズムが最も簡易で信頼性の高いと推奨している¹⁾。

図1. 指輪っかテスト

①親指と人差し指



②親指と中指



上記の写真に示すように、2種類の「指輪っか」を作り、下記のように下腿(ふくらはぎ)の一番太い部分をチェックしてみる。



△隙間ができる



○ちょうど囲める



◎囲めない

人指し指による指輪っかにより下腿を囲んだ場合、隙間が出来てしまう場合は△と位置付け、ちょうど囲める場合を○とした。逆に、指が届かず囲めないレベルを◎(二重丸)とし、下腿の筋肉量がある程度以上存在するのではないかと位置付けた。この評価方法は何も測定機器を必要とすることはなく、むしろ、高齢者の集う場面などで簡単に評価出来る特徴がある。

いずれの評価方法も測定費用や時間も少なく、利用しやすいため、臨床診療に適していると言えるが、測定機器や空間、検査者が必須という欠点がある。地域や在宅医療においてはこれらの条件を満たすことは必ずしも容易ではなく、加えて要介護者など活動量の少ない高齢者に対してはより簡便な方法が必要である。

また、高齢者自身に低筋肉量・低筋力に対する早期の『気づき』を与え、顕在化していない生活機能障害や食欲減退因子の存在などに対して、より早くから意識させることが重要である。そのため、機材を用いずに高齢者自身で低筋肉量・低筋力の簡易チェックが可能な評価方法が求められる。

今回、本研究事業の健康調査の中に、下記の3つの新規考案した検査項目を導入し評価を行った。健康調査の中では多岐にわたる自己記入式アンケートおよび身体測定や身体機能測定を行い虚弱やサルコペニアの臨床像の把握を行ったが、それと同じように多くの測定機器を駆使して様々な項目をチェックすることはなかなか臨床現場では難しい。そこで、今回、我々は簡便な3種類の測定手法を考案し、健康調査会場にて実施し、その臨床的精度を検証した。さらに、一般の高齢市民の方々にいかに興味を持っていただけるのかを探究するために、これらの初考案である手法をどのように臨床現場で活用すればよいのかを考察した。

図2. ピンチ力の測定



利き腕を用いて拇指と人指し指で検査機器のボタンを挟み込み、拇指で押すことで2本の指による挟む力を計測する。(赤い置針の示す値を読み取る。)

図3. 第1-2指間厚の測定

第1-2指間厚測定の写真と検査機器



ハイトゲージと呼ばれる厚み(高さ)を測定するデジタル計測機に、適切な接触子を作成し取り付けることで「指間厚」を測定した。机の上に手を置き(手掌側を下向き)、拇指と人指し指を軽く閉じた状態で、接触子を皮膚面に軽く触れるまで下ろし、測定値を読み取った。

B. 研究方法

今回、初年度(平成24年度)には千葉県柏市をフィールドとして、無作為抽出された柏市在住の満65歳以上の高齢者2044人(平均年齢73.0±5.5歳、男女比は約1:1、前期高齢者:後期高齢者は約6:4)を対象として、28回にわたる大規模健康調査『栄養とからだの健康増進調査』を実施した。

我々は非常に簡便な3種類の測定手法を初めて考案し、健康調査会場にて他の検査項目と併行して実施した。

- <1> 指輪っかテスト (図1)
- <2> ピンチ力の測定 (図2)
- <3> 第1-2指間厚の測定 (図3)

上記の指輪っかテスト・ピンチ力の測定方法に関して、他の検査項目およびアンケート内容を比較してみた。また、第1-2指間厚の測定に関しては、従来の身体測定の検査項目を比較した。全受診者2044名を対象とするが、特に、多周波部位別生体電気インピーダンス法(BIA:Bioelectrical Impedance Analysis)法を用いたInBody(Biospace社)により体組成を測定した四肢筋肉量(SMI:Skeletal muscle mass index)との比較を中心に比較を行う部分は、全受診者の中でペースメーカー植え込み者を除いた計2025名に対して対象とした。

指輪っかテストは人差し指・中指で行い、指毎に3群に分け、他の検査項目およびアンケート内容との傾向比較を行った。具体的には、指し指による指輪っかにより下腿を囲んだ場合に、隙間が出来てしまう場合は△とし「隙間がある」群、ちょうど囲める場合を○とし「ちょうど囲める」群とした。逆に、指が届かず囲めないレベルを◎(二重丸)とし「囲めない」群とした。検定は2値変数では、Cochran-Armitageの傾向検定。順序尺度、連続尺度の変数では、Jonckheere-Terpstraの検定を用いた。

ピンチ力はその測定値を性別で層別した上で、性別毎に3分位で群分けを行い3群による傾向比較を同様に行った。加えて、ピンチ力とサルコペニアの定義に用いた3変数(握力・通常歩行速度・四肢SMI)との関連性を、年齢を制御変数とした偏相関分析にて検討した。その際、筋力測定のゴールドスタンダードである握力との比較も行った。

第1-2指間厚の測定では、その男女別の分布の確認し、年齢を制御変数としたBMI・四肢筋肉量との関連性を、年齢を制御変数とした偏相関分析にて検討した。四肢筋肉量に関しては年齢・BMIを制御変数とした偏相関分析も同様に行った。その際、従来の身体測定による筋肉量の評価方法である上腕筋周囲長(AMC:midupper arm muscle circumference)・上腕

筋面積(AMA:midupper arm muscle area)・大腿周囲長との比較も行った

上記の三種類の測定方法の中でも検査機器を必要とせず最も簡便に行える指輪っかテストについては、その結果に基づいてサルコペニアの存在の有無をチェック出来るかどうか更なる検討を行った。まず、サルコペニアの有無を従属変数とし、基本属性(年齢、性別)と指輪っかテストの結果(人差し指、中指)を説明変数として多変量ロジスティック回帰分析を行った。次に指輪っかを用いることでどの程度サルコペニアの有無を予測できるかその有用性を調べるため、基本属性のみのモデル、指輪っかのみのモデル、基本属性と指輪っかを含んだモデルそれぞれを作成し、その予測力を比較した。予測力比較のために各ロジスティック回帰モデルのROC(Receiver operating characteristic)曲線を作成し、AUC(Area under the curve)を計算した。最後に、指輪っかを用いることでどの程度サルコペニアの予測確率が異なってくるかを示すため、年齢、性別、指輪っかテストの結果によるサルコペニアの予測確率を図示した。

統計解析はIBM® SPSS® Statistics version 21(日本アイ・ビーエム株式会社、東京都)を用いた。解析は全て男女別に行った。有意水準は $p < 0.05$ 、 p for trend < 0.05 をもって有意とした。

C. 結果

<1> 指輪っかテストによる3群比較

この解析を行うにあたり、指輪っかテスト(人差し指)の結果を踏まえ2036名(男性1009名、女性1027名)を対象者とした。「隙間がある」群が292名(男性142名、女性150名)、「ちょうど囲める」群が661名(男性338名、女性323名)、「囲めない」群が1083名(男性529名、女性554名)であった。また、指輪っかテスト(中指)では2038名(男性1010名、女性1028名)を対象者とした。「隙間がある」群が929名(男性463名、女性466名)、「ちょうど囲める」群が668名(男性321名、女性347名)、「囲めない」群が441名(男性226名、女性215名)であった。

人差し指と中指の両方法を比較してみると、まずそれぞれの指輪っかの周囲径(円周)は平均 3.67 ± 1.0 cm前後の差であった。男女による分布の差は見られなかった。体格(身長)の割には下腿筋肉量の低下が予想される「隙間がある」群のスクリーニングでは、指輪っかの周囲径の大きい中指での評価を行うと、人差し指での評価よりも約3倍の集団が「隙間がある」と判定された。続いて人差し指、中指ごとに指輪っかの「隙間がある」、「ちょうど囲める」、「囲めない」

の3群に分け、以下のカテゴリー毎に代表的な調査項目との比較をした(人差し指:表1、2 中指:表3、4)。

<カテゴリー>

①血液検査、②身体機能、③身体機能、④歯科口腔系、⑤自己記入式アンケートからの様々な調査項目、以上の5つのカテゴリーに対して検討を行った。

①血液検査

人差し指での指輪っかでは、「囲めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の順で免疫機能の指標とされるリンパ球や貧血の指標である血色素量(ヘモグロビン)が統計学的に有意に高く、炎症反応の指標であるCRPが有意に低い傾向があった。また血糖量は女性のみで有意に高かった。このような傾向は栄養の代表的な指標である血清アルブミン値や総コレステロール値に関しては見られなかった。同様に、中指での指輪っかでは血色素量や血糖が有意に高く、CRPが有意に低かった。中指において性差は見られなかった。

②身体測定・筋肉量

両指の評価ともBMI、四肢SMI、第1-2指間厚、下腿周囲長、上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、上腕筋周長、上腕筋面積の全ての項目において、「囲めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の順で、統計的に有意に高い傾向が見られた。男女共に同傾向であった。

③運動機能(筋力・パフォーマンス)

両指の指輪っかで、「囲めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の順で握力、膝進展力が統計学的に有意に高い傾向にあった。また、男性の指輪っか(人差し指)では上記に加えて、バランス力(開眼片足立ち)が高く、そしてTimed Up & Go testが低い傾向にあり、パフォーマンスに有意な差が認められた。しかし、通常歩行速度や5回連続立ち上がり時間に関しては男女とも有意な傾向が見られなかった。

④歯科口腔系

口腔系の検査項目(実測値)に加え、自己記入式アンケートからGOHAI(口腔の主観的健康観)を追加した。両指の指輪っかで、「囲めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の順で舌圧、GOHAI合計点が統計学的に有意に高い傾向にあった。また、男性の指輪っか(人差し指)では上記に加えて、残存歯数も有意に高い傾向が見られた。ガム咀嚼や咬合力、オーラルディアドコキネシス(カの発音)、舌厚、嚥下機能(RSST)に関しては男女とも有意な差が見られなかった。

⑤自己記入式アンケートからの様々な調査項目

指輪っか(人差し指)では、「囲めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の順でGDS得点、WHO5得点が統計学的に有意に高い傾向があった。同様に、「1日の食事が同世代、同性と比べてどうか」といった質問項目にて有意な傾向が見られ、主観的な食事が「やや少ない」、「少ない」と回答した者の割合が増加した。男性では同様に、IADL得点、ピッツバーグ睡眠質問票総合得点が有意に高い傾向が見られた。指輪っか(中指)では、「囲めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の順で、主観的な食事が「やや少ない」、「少ない」と回答した者の割合が増加した。同様に、女性ではIADL得点、GDS得点、WHO5得点、ピッツバーグ睡眠質問票総合得点が有意に高い傾向が見られた。

最後に、指輪っかテストを用いてサルコペニアの存在の有無をチェック出来るかどうか検討を行った。サルコペニアの有無を従属変数とし、基本属性(年齢、性別)と指輪っかテストの結果(人差し指、中指)を説明変数とした多変量ロジスティック回帰分析では、高齢、女性であること、人差し指を用いた指輪っかテストで隙間があることがサルコペニアの存在と有意な関連が見られた(表5)。人差し指指輪っかテストによって隙間がある場合には、囲めない場合に比べて約3.2倍もサルコペニアの可能性が高くなっていた。

表5. 指輪っかテストおよび基本属性のサルコペニアの有無との関連

	オッズ比	95%信頼区間		P 値
		下限	上限	
年齢	1.18	1.15	1.21	<.001
男性	0.58	0.45	0.74	<.001
指輪っか:下腿中指				
隙間あり vs 囲めない	1.37	0.70	2.67	0.51
ちょうど囲める vs 囲めない	1.27	0.85	1.90	0.67
指輪っか:下腿人差し指				
隙間あり vs 囲めない	3.20	1.70	6.03	<.001
ちょうど囲める vs 囲めない	1.83	1.03	3.27	0.90

次に、基本属性のみのモデル、指輪っかのみのモデル、基本属性と指輪っかを含んだモデルそれぞれのROC曲線を図4に、それぞれのモデルのAUCの比較を図×に示した。指輪っかと基本属性(年齢、性別)両方を含んだモデルではAUCは0.79であった。なお、基本属性に指輪っかテストを付け加えた場合のAUCの変化は+0.03 (0.01, 0.04) (p<.001)であり、指輪

っかテストを用いることで更に予測能力が有意に改善することが示された(表6)。

指輪っかテストと年齢の組み合わせによるサルコペニア予測確率を男女別に図5に示す。同年齢で同じ性別であっても指輪っかテストの結果によってサルコペニアの予測確率が大きく異なることが示された。

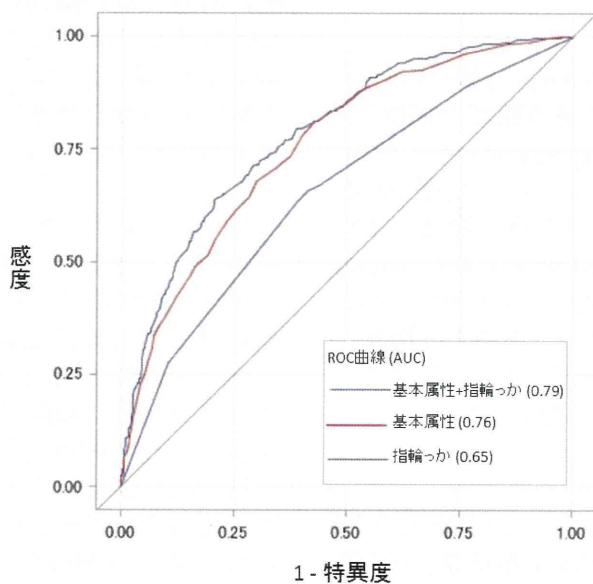


図4. 基本属性のみのモデル、指輪っかのみのモデル、基本属性と指輪っかのモデルのROC曲線の比較

表6. 基本属性のみのモデル、指輪っかのみのモデル、基本属性と指輪っかのモデルのAUCとその比較

モデル	AUC*	95%信頼区間		指輪っかとの差	95%信頼区間		P値
		下限	上限		下限	上限	
基本属性+指輪っか	0.79	0.76	0.81	0.13	0.11	0.16	<.001
基本属性	0.76	0.73	0.78	0.11	0.07	0.14	<.001
指輪っか	0.65	0.62	0.68				

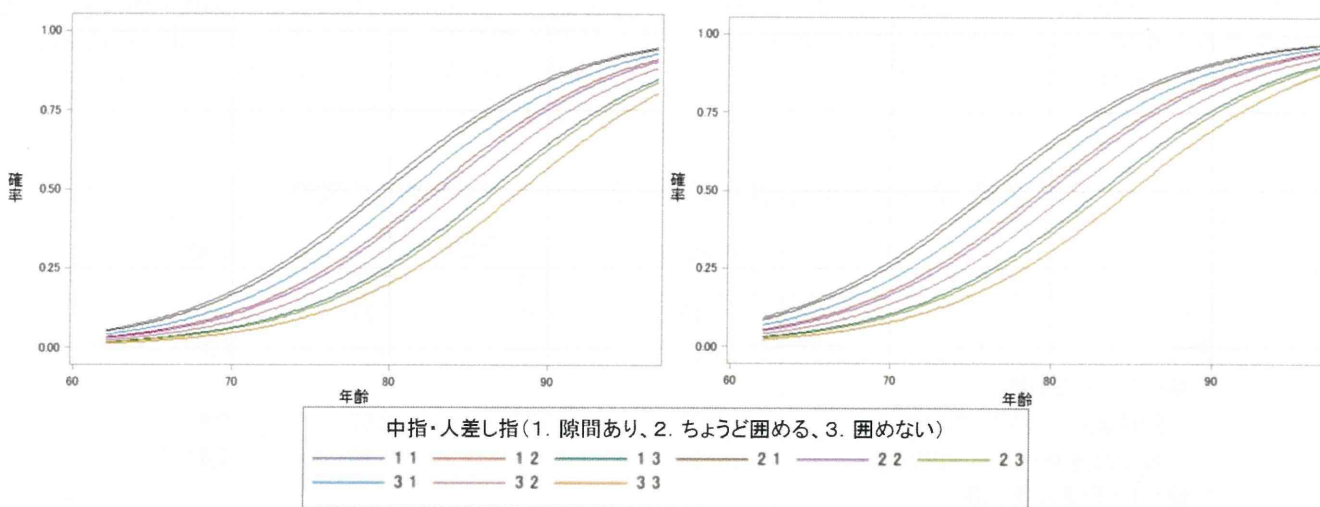


図5. 年齢指輪っかの結果の組み合わせによるサルコペニアの予測確率 (左図: 男性、右図: 女性)

＜2＞ピンチ力による3群比較

解析対象者は2038名(男性1011名、女性1027名)であった。ピンチ力は男性全体で $9.47 \pm 2.1\text{kg}$ (平均値 \pm 標準偏差)、女性全体で $6.37 \pm 1.5\text{kg}$ であり、予想通り(握力と同様に)男性の方が著明に高値であった。図6に加齢変化に伴うピンチ力の実測値を示すが、男女共に弱い相関関係ではあったが加齢に伴い低下した。続いてピンチ力の測定値の3分位に分け、その3群において以下のカテゴリー毎に代表的な調査項目との傾向の比較をした(表7、8)。解析は全て男女別に行い、男女ともに各群の人数に大きな差は見られなかった。

＜カテゴリー＞

- ①血液検査、②身体機能、③身体機能、④歯科口腔系、⑤自己記入式アンケートからの様々な調査項目、以上

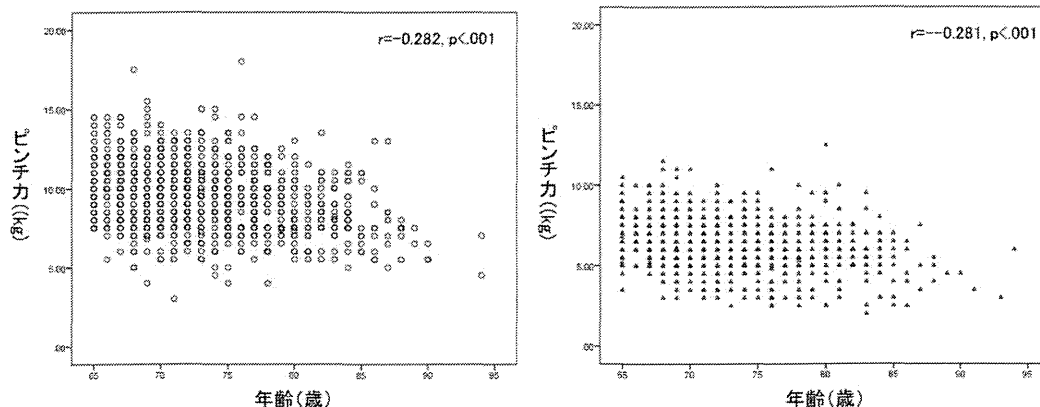


図6. ピンチ力と年齢の関連 (左図:男性、右図:女性)

血清アルブミン値は低アルブミン血症の対象者はほとんど存在しなかったため、各群の差は微小であった。このような傾向は血糖量やCRPにおいては見られなかった。さらに女性においては、血清アルブミン値と同様に、ピンチ力が高い群ほど栄養の指標とされる総コレステロールや免疫機能の指標とされるリンパ球においても有意に高い傾向がみられた。

②身体測定・筋肉量:

身体測定による指標や体組成計により評価した四肢SMIにおいて、ピンチ力との比較を行った。BMI、四肢SMI、第1-2指間厚、下腿周囲長、上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、上腕筋周長、上腕筋面積の全ての項目で、ピンチ力が高い群ほど、統計的に有意に高い傾向が見られた。男女共に同傾向であった。

③運動機能(筋力・パフォーマンス):

筋力やパフォーマンスを表す全ての項目で統計学

の5つのカテゴリーに対して検討を行った。

①血液検査:

男女共にピンチ力が高い群ほど、低栄養の指標である血清アルブミン値や貧血の指標である血色素量(ヘモグロビン)が統計学的に有意に高い傾向が見られた。血清アルブミン値は低アルブミン血症の対象者はほとんど存在しなかったため、各群の差は微小であった。このような傾向は血糖量やCRPにおいては見られなかった。さらに女性においては、血清アルブミン値と同様に、ピンチ力が高い群ほど栄養の指標とされる総コレステロールや免疫機能の指標とされるリンパ球においても有意に高い傾向がみられた。

的に有意な傾向がみられた。具体的には、握力、膝伸展力、バランス力(開眼片足立ち)、通常歩行速度では、ピンチ力が高い群ほど高値を示した。また、5回連続立ち上がり時間、Timed Up & Go testなどは低値を示した。すなわち、ピンチ力が高い群ほど運動機能が優れている傾向がみられた。男女共に同傾向であった。

④歯科口腔系:

口腔系の検査項目(実測値)に加え、自己記入式アンケートからGOHAI(口腔の主観的健康観)を追加し、ピンチ力との比較を行った。ピンチ力が高い群ほど残存歯数やガム咀嚼、オーラルディアドコキネシス(力の発音)、舌圧、咬合力が統計的に有意に高い傾向が見られ、その傾向は男女共に見られた。男性では、下顎の義歯装着の有無に有意な傾向がみられ、ピンチ力が小さい群ほど下顎の義歯を装着している者が多くなる傾向にあった。逆に、舌厚や嚥下機能(RSST)にはピンチ力の3群比較では差が見られなかった。

⑤自己記入式アンケートからの様々な調査項目

男女共に「1日の食事が同世代、同性と比べてどうか」といった質問項目に統計的に有意な傾向が見られた。すなわち、ピンチ力が低い群ほど、食事が「やや少ない」、「少ない」と回答した者の割合が増加した。

加えて、男性では IADL 得点、女性では一週間の総 METs 数に有意な傾向が見られたが、MMSE 得点、GDS 得点、WHO5 得点、ピッツバーグ睡眠質問票総合得点、社会関係資本合計点では見られなかった。

続いてピンチ力・握力と、サルコペニアの定義に用いられた3変数(四肢 SMI、握力、通常歩行速度)との相関を調べた(表9、表10)。その際、年齢を制御変数とした。ピンチ力・握力においてサルコペニアの3変数と正の弱い相関が見られた。握力と比較すると、ピンチ力の方が相関係数は弱い傾向にあったが、全ての項目において統計学的に有意であった。

表9. ピンチ力、握力とサルコペニア定義に用いられた3変数との相関 男性

	握力	通常歩行速度	四肢 SMI
ピンチ力	0.434***	0.088**	0.293***
握力	-	0.157***	0.405***

相関は年齢を制御変数とした偏相関係数で計算。

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

表10. ピンチ力、握力とサルコペニア定義に用いられた3変数との相関 女性

	握力	通常歩行速度	四肢 SMI
ピンチ力	0.384***	0.080*	0.263***
握力	-	0.253***	0.457***

相関は年齢を制御変数とした偏相関係数で計算。

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

<3>第1-2指間厚測定

解析対象者は2044名(男性1014名、女性1030名)であった。第1-2指間厚は男性全体で36.7±3.4mm(平均値±標準偏差)、女性全体で32.2±2.7mmであり、性差が見られた。第1-2指間厚と年齢は図7のような分布となり、男女共に統計学的に有意な負の弱い相関関係がみられた。続いて第1-2指間厚の臨床的な測定精度を検討するため、第1-2指間厚に従来の身体測定による筋肉量の評価方法である上腕筋周囲長(AMC)・

上腕筋面積(AMA)・大腿周囲長を加えた4変数とBMI、四肢SMI、四肢筋肉量との相関を調べた(表11、表12)。その際、年齢を制御変数とした。また、四肢筋肉量との相関を調べる際は年齢に加えBMIを制御変数とした検討も行った。第1-2指間厚や身体測定3変数はBMI・四肢筋肉量と正のやや強い相関が見られた。BMIを制御変数に加えたところ、全ての相関は弱まった。全ての項目において統計学的に有意であった。

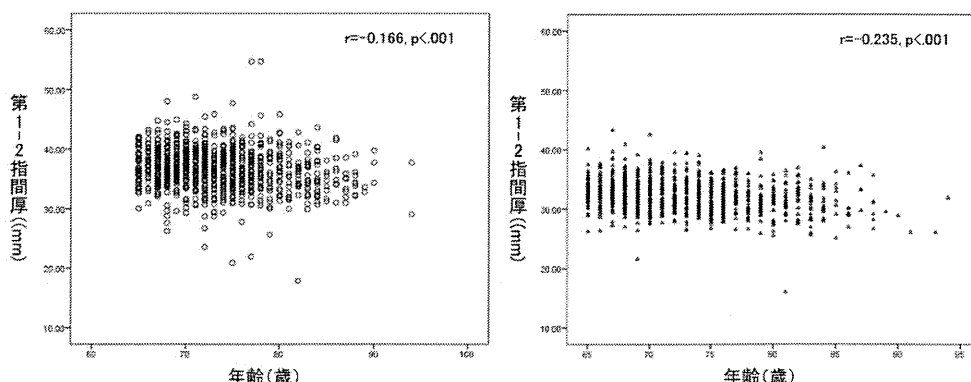


図7. 第1-2指間厚と年齢の関連(左図:男性、右図:女性)

表11. 第1-2指間厚と身体測定3変数とBMI・四肢筋肉量との相関 男性

	BMI	四肢筋肉量 ^{a)}	四肢筋肉量 ^{b)}
第1-2指間厚	0.396***	0.489***	0.318***
上腕筋周 (AMC)	0.454***	0.426***	0.113***
上腕筋面 (AMA)	0.465***	0.436***	0.117***
大腿周囲長	0.809***	0.683***	0.264***

^{a)}相関は年齢を制御変数とした偏相関係数で計算。

^{b)}相関は年齢、BMI を制御変数とした偏相関係数で計算。

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

表12. 第1-2指間厚と身体測定3変数とBMI・四肢筋肉量との相関 女性

	BMI	四肢筋肉量 ^{a)}	四肢筋肉量 ^{b)}
第1-2指間厚	0.432***	0.504***	0.310***
上腕筋周 (AMC)	0.576***	0.538***	0.192***
上腕筋面 (AMA)	0.610***	0.562***	0.220***
大腿周囲長	0.812***	0.671***	0.228***

^{a)}相関は年齢を制御変数とした偏相関係数で計算。

^{b)}相関は年齢、BMI を制御変数とした偏相関係数で計算。

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

D. 考察

今回、柏市で実施した大規模高齢者健康調査において、76名の要支援者を含む2044名の地域在住自立高齢者の方々を対象とした。今回の対象集団を考えると、介護予防における一次予防(活動的な状態から要介護前の虚弱状態に陥ることを防ぐ)どころか、0次予防をイメージする集団である。医科や歯科の医療機関に受診し定期的なチェックを受けるという従来の単なる医療機関受療だけではなく、普段から高齢者の生活の場における「自助・共助・互助」の精神の下での市民運動論が、高齢者一人一人の考え方を大きくコントロールすると言っても過言ではない。そのため、今回、医学的な根拠に裏付けされている諸検査に加え、3種類の簡便な検査手法を初考案したため、臨床的な精度・有用性を評価したため、以下のように考察する。

<1>指輪っかテスト

本研究では、指輪っかテスト(人差し指・中指)を今回の健康調査に導入し、指毎に「困めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の3群に分けた。そして、血液検査、身体測定、運動機能、歯科口腔系、自己記入式アンケートからの様々な調査カテゴリー

の主要項目との比較を行い、臨床的な精度を評価した。結果として、指輪っかによる比較は身体測定の指標や一部の血液検査や運動機能、歯科口腔系、主観的な食事量、血色素量やCRPと関係していることが明らかになった。人差し指と中指とを比較すると、中指の方が用いた輪っかの円周が大きいこと、人差し指の約3倍もの対象者が「隙間がある」群にスクリーニングされた。ゆえに両指ともほぼ同様の傾向が見られたものの、人差し指による3群の方がより「困めない」群・「ちょうど囲める」群・「隙間がある」群の値の群差が大きい傾向であった。したがって、より低筋肉量・低筋力の対象者をスクリーニングするには人差し指の方が適当である。

指輪っかテストについては検査機器を必要とせず簡便に行えるため、高齢者自身に低筋肉量・低筋力に対する早期の『気づき』を持ってもらうきっかけとしては最も有望であると考えられた。そのため、指輪っかテストと基本属性(年齢、性別)のみを用いてどの程度までサルコペニアの可能性を予測できるか検討を行ったところ、指輪っかテストと基本属性両方を用いることでAUC 0.79とまずまずの予測力を得られることが分かった。サルコペニアのスクリーニング法として用いるには十分な予測力ではないが、早期の『気づき』のきっかけとしては有用であると思われる。例えば、80歳時に人差し指、

中指の指輪っかテストで隙間が出来る場合には、男性でも女性でもサルコペニアの可能性は 50%を超えており、そのことを周知させることによって、早期の『気づき』、ひいては早期介入につながる事が期待される。

なお、(例えば、以前は人差し指でちょうど囲めていたが隙間が出来てきた、など)時間的な経過を考慮することで更にサルコペニアの予測力が改善する可能性があり、今後の検討課題である。

<2>ピンチ力測定

本研究では、握力測定よりもさらに簡便なピンチ力測定を今回の健康調査に導入し、ピンチ力と血液検査、身体測定、運動機能、歯科口腔系、自己記入式アンケートからの様々な調査カテゴリーの主要項目との比較を行い、臨床的な精度を評価した。結果として、ピンチ力は運動機能や筋肉量のみならず、残存歯数、咀嚼力や咬合力、舌や唇の運動機能などの歯科口腔系、主観的な食事量、血清アルブミン値や血色素量と関係していることが明らかとなった。高齢者において、口腔機能は栄養状態に大きく関与する運動機能や筋肉量と関係があるとされており、今回導入されたピンチ力測定においても、歯科口腔系の評価項目との統計学的有意差が見られた。また主観的な食事量との関連も見られたことから、地域高齢者においても、口腔機能の低下や食事量の低下が筋肉減弱(サルコペニア)発症の大きな危険因子となり得る可能性があり、今後の縦断的な検討が必要である。

ピンチ力は簡便な筋力の測定法として考案された手法であり、サルコペニアの評価基準となっている低筋肉量・低筋力・低パフォーマンスの早期発見を主要な目的としている。簡便ながらも妥当性が十分検証されている筋力測定法としては、一番オーソドックスなものとして握力測定が挙げられる。等尺性握力は上肢筋力、下肢筋力、膝の伸展トルク、ふくらはぎの筋断面積と関係しており、高齢者の筋力の測定法として握力は有用とされている。目的でも述べたが、EWGSOP がサルコペニアの評価は筋肉量に加え、筋力や身体機能(パフォーマンス)を含めることを推奨している。他の報告書に述べられているように、本研究ではサルコペニアを定義するにあたり、四肢の筋肉量をインピーダンス法による四肢 SMI、筋力を握力、パフォーマンスを通常歩行速度として用いた。そこでピンチ力とこれらの評価項目と関連性を検討したところ、正の弱い相関が見られた。加えて握力と四肢 SMI、通常歩行速度との関連性を検討し、ピンチ力との比較を行ったところ、やはり握力の方が強い相関がみられた。ピンチ力が握力と比べ、相関が弱かった理由としては、握力は橈骨手根屈筋、尺側手根屈筋などの手関節の運動に関与する筋と浅指屈筋、深指屈筋、長母指屈筋、母指内転筋などの手指の運動に関与する筋の複合運動であるのに対し、ピンチ力は母指内転筋、第 1 背側骨間筋のみの運動で

あるためと考える。しかしながら、本研究の結果より、ピンチ力は握力には及ばないものの、手技が素早く簡便であり、さらには負担も少ないため、地域高齢者の低筋肉量・低筋力に対する簡易的な評価方法として有効である可能性がある。また、在宅療養患者などを代表とする身体活動量の低い方々には、自宅での簡易測定の意義も大きくなっていく。今回の結果を踏まえれば、ピンチ力測定という手法は、身体活動量の低い、それこそ要介護者の在宅での簡易評価などにも有益である可能性があり、今後に向けて臨床応用が期待される。

<3>第 1-2 指間厚測定

本研究では、高齢者の筋肉量の評価手法として、現行モデルに加え、さらに簡便な第 1-2 指間厚測定を今回の健康調査に導入した。そしてこれらの評価手法とインピーダンス法にて評価した四肢筋肉量(SMI)との関連性を比較することで、第 1-2 指間厚測定の臨床的な精度と有用性を検討した。結果として、男女共に第 1-2 指間厚は BMI や四肢筋肉量とやや強い正の相関が見られた。これは従来の骨格筋量の指標である AMC や AMA と同程度であり、下腿筋量の代表的な指標である大腿周間長よりもやや弱い程度であった。加えて、BMI を制御変数に加えた偏相関係数においては、第 1-2 指間厚と四肢筋肉量は他の測定項目よりも高値の正の相関が見られた。

第 1-2 指間厚測定は手技が素早く簡便であり、さらには負担も少ない。したがって、第 1-2 指間厚は地域高齢者の低筋肉量・栄養障害リスクに対する簡易的な評価方法として有効である可能性がある。加えて、本調査に参加した比較的自立度の高い高齢者集団では一般的に栄養状態を反映するとされる血清アルブミン値は著明な低値を示している集団はほとんど見られなかった。ゆえに、栄養障害が顕在化する前の早期指標の検討が課題であり、簡易的な身体測定による栄養障害リスクのスクリーニングは今後さらに重要視されると考えるため、今回導入した第 1-2 指間厚の測定に代表されるような簡便性および非侵襲性を追い求める新たな評価方法は非常に有用であり、また地域の様々な場で汎用される可能性も高い。

また、在宅療養患者などを代表とする身体活動量の低い方々には、自宅での簡易測定の意義も大きくなっていく。今回の結果を踏まえれば、ピンチ力測定と同様にして第 1-2 指間厚測定という手法も、身体活動量の低い、それこそ要介護者の在宅での簡易評価などにも有益である可能性があり、今後に向けての臨床応用が期待される。

近年、「健康寿命の延長」を目指す様々な活動が

各地で行われている。高齢者の健康を考える上で、単純に疾病の罹患率や死亡率で表現されるものではなく、高齢者の自立あるいは障害の重症度を意識し、日常生活における自立すなわち生活機能の維持・向上を目指すことが介護予防の目指す方向性である。具体的には、要介護状態の防止、あるいは要介護状態においてもその悪化を防ぐことである。

E. 結論

高齢者において不活動や低栄養など可変要因の改善に焦点を当てたサルコペニア予防策の効果の検討が求められる。今回、3種類の簡便な検査を調査に導入し検証した結果、低筋肉量や栄養障害リスクに対する簡易的な評価方法としての有効であることが分かった。骨格筋量および筋力の増加、あるいは生活機能維持に必要な運動能力の向上を国民全体で目指す必要があり、そのためには従来の単なる医療機関受診だけではなく、普段のコミュニティーにおいて継続的に実践されることが求められており、そこには高齢者自身が「楽しく、生き甲斐を感じながら参加する」場面が必要である。また、自助・共助・互助の精神の下、普段の生活にそのような場が身近に存在することが、高齢者一人一人の考え方を大きく意識変容すると言っても過言ではない。それがまさに国民運動論である。今後、「これらの簡便な諸検査を組み合わせることにより、さらに筋肉減弱(サルコペニア)の状態をいかに簡単に高い精度を持って検出し得るのか」という課題に対して、さらなる検証を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al.: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010; 39: 412-423.
- 2) Laurentani F, Russo C, 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.
- 3) Al Snih S, Markides K, Ottenbacher K, et al.: Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Ageing Clin Exp Res*. 2004; 16: 481-486.
- 4) Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, Guralnik J, et al.: Gait speed and survival in older adults. *JAMA*. 2011; 305: 50-58.

F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Iijima K, Iimuro S, Shinozaki T, Ohashi Y, Sakurai T, Umegaki H, Araki A, Ouchi Y, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Lower Physical Activity is a Strong Predictor of Cardiovascular Events in Elderly Patients with Type 2 Diabetes Mellitus beyond Traditional Risk Factors: Japanese Elderly Diabetes Intervention Trial (J-EDIT). *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12:77-87.
- 2) Iijima K, Iimuro S, Ohashi Y, Sakurai T, Umegaki H, Araki A, Yoshimura Y, Ouchi Y, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Lower Physical Activity, but not Excessive Calorie Intake, is Associated with Metabolic Syndrome in Elderly with Type 2 Diabetes Mellitus: Japanese Elderly Diabetes Intervention Trial (J-EDIT). *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12:68-76.
- 3) Araki A, Iimuro S, Ohashi Y, Iijima K, Sakurai T, Umegaki H, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Non-high-density lipoprotein cholesterol: an important predictor of stroke and diabetes-related mortality in Japanese elderly diabetic patients. *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12:18-28.
- 4) Araki A, Iimuro S, Ohashi Y, Iijima K, Sakurai T, Umegaki H, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Long-term multiple risk factor intervention in Japanese elderly diabetic patients: The Japanese Elderly Diabetes Intervention Trial (J-EDIT)-study design, baseline characteristics, and effects of intervention. *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12:7-17.
- 5) Umegaki H, Iimuro S, Ohashi Y, Iijima K, Sakurai T, Araki A, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Risk factors associated with cognitive decline in the elderly with type 2 diabetes: Pooled logistic analysis of a 6-year observation in the Japanese Elderly Diabetes Intervention Trial (J-EDIT). *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12:110-6.
- 6) Umegaki H, Iimuro S, Ohashi Y, Iijima K, Sakurai T, Araki A, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Risk factors associated with cognitive decline in the elderly with type 2 diabetes: Baseline data analysis of Japanese Elderly Diabetes Intervention Trial (J-EDIT). *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12:103-9.
- 7) Iimuro S, Ohashi Y, Iijima K, Sakurai T, Umegaki H, Araki A, Ito H, J-EDIT Investigator Group. Dietary pattern and mortality in Japanese elderly patients with type 2 diabetes mellitus - Does vegetable- and

- fish-rich diet improve mortality?: An explanatory study. *Geriatr Gerontol Int.* 2012;12:59-67.
- 8) Iijima K, Yoshie S, Kimata M, Ihori M, Yamamoto T, Goto J, Fujita S, Takabayashi K, Kamata M, Tsuji T. A new attempt to promote home medical care in kashiwa city—usefulness of information and communication technology with seamless multidisciplinary cooperation. *Gan To Kagaku Ryoho.* 2012;39:51-4.
 - 9) Yoshie S, Nishinaga M, Kawagoe S, Hirahara S, Fujita S, Irahara M, Anzai Y, Onozawa S, Oishi Y, Suzuki H, Numata M, Katayama F, Murayama H, Tsuchiya R, Kimata M, Shibasaki K, Iijima K, Tsuji T. Development of a home care educational program for community physicians and other professionals—a trial in kashiwa city. *Gan To Kagaku Ryoho.* 2012;39:80-5.
 - 10) Gotanda H, Kameyama Y, Yamaguchi Y, Ishii M, Hanaoka Y, Yamamoto H, Ogawa S, Iijima K, Akishita M, Ouchi Y. Acute exogenous lipoid pneumonia caused by accidental kerosene ingestion in an elderly patient with dementia: A case report. *Geriatr Gerontol Int.* 2013;13:222-5.
 - 11) Yonenaga A, Ota H, Honda M, Koshiyama D, Yagi T, Hanaoka Y, Yamamoto H, Yamaguchi Y, Iijima K, Akishita M, Ouchi Y. Marked improvement of elderly postprandial hypotension by dipeptidyl peptidase IV inhibitor. *Geriatr Gerontol Int.* 2013;13:227-9.
 - 12) Son BK, Akishita M, Iijima K, Ogawa S, Arai T, Ishii H, Maemura K, Aburatani H, Eto M, Ouchi Y. Thrombomodulin, a novel molecule regulating inorganic phosphate-induced vascular smooth muscle cell calcification. *J Mol Cell Cardiol.* 2013;56:72-80.
 - 13) Iijima K. Molecular mechanism of vascular calcification: Essential role of mammalian sirtuin SIRT1 in cellular senescence. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi.* 2012;49:307-10.
 - 14) Takahashi T, Matsumoto S, Iijima K, Morimoto S. Guidelines for Nonmedical Care Providers to Manage the First Step of Emergency Triage of Elderly Evacuees: Downloaded via Smart Phones in Japan. *J Experimental and Clinical Medicine.* 2012;59:2189-91.
 - 15) Iijima K. Hyperphosphatemia and cardiovascular diseases: Impact of vascular calcification and endothelial dysfunction. *Clin Calcium.* 2012;22:1505-13.
 - 16) Iijima K. Aging and vascular senescence: insights from clinical and basic approaches. *Nihon Rinsho.* 2011;69:294-9.
 - 17) Hibi S, Yamaguchi Y, Umeda-Kameyama Y, Yamamoto H, Iijima K, Momose T, Akishita M, Ouchi Y. The high frequency of periodic limb movements in patients with Lewy body dementia. *J Psychiatr Res.* 2012;46:1590-1594.
 - 18) Inajima T, Imai Y, Morita H, Nagai R, Iijima K, Yanagimoto S, Yahagi N, Lopez G, Shuzo M, Yamada I. Relation Between Blood Pressure Estimated by Pulse Wave Velocity and Directly Measured Arterial Pressure. *Journal of Robotics and Mechatronics* Vol.24 No.5, 2012 (in press).
 - 19) Iijima K. Regulatory Mechanism of Mammalian Sirtuin SIRT1 in Vascular calcification: impact of vascular smooth muscle cell senescence. *Clin Calcium.* 2011;21:53-60. Review.
 - 20) 飯島勝矢, 亀山祐美, 秋下雅弘, 大内尉義, 柳元伸太郎, 今井靖, 矢作直樹, Lopez Guillaume, 酒造正樹, 山田一郎. 高齢者におけるウェアラブル血圧センサーの臨床応用: ~認知機能およびストレス感受性からみた血圧短期変動評価への有用性の検討 ~ Validity and Usefulness of ‘Wearable Blood Pressure Sensing’ for Detection of Inappropriate Short-Term Blood Pressure Variability in the Elderly: Impact of Cognitive Function and Stress Response. *人工知能学会論文誌*, 2012;27:40-45.
 - 21) Ota H, Akishita M, Akiyoshi T, Kahyo T, Setou M, Ogawa S, Iijima K, Eto M, Ouchi Y. Testosterone Deficiency Accelerates Neuronal and Vascular Aging of SAMP8 Mice: Protective Role of eNOS and SIRT1. *PLoS One.* 2012;7(1):e29598.

2. 学会発表

- 1) 飯島勝矢. 高齢者糖尿病の管理—J-EDIT 研究から得られたもの—. 日本老年医学会 2012 年 6 月 東京
- 2) 飯島勝矢. 高齢者の災害医療. 日本老年医学会 2012 年 6 月 東京
- 3) 飯島勝矢. 超高齢社会に向けての街づくり -千葉県柏市・健康長寿都市計画:Aging in Place を目指して-. 日本老年医学会 2012 年 6 月 東京
- 4) 飯島勝矢, 吉江悟, 木全真理, 井堀幹夫, 山本拓真, 後藤純, 柴崎孝二, 藤田伸輔, 高林克日己, 鎌田実, 辻哲夫. 在宅医療推進における円滑な情報共有システムを導入した新たな多職種連携の試み ~千葉県柏市における在宅医療の推進. 第 23 回日本在宅医療学会学術集会 2012 年6月-7月 横浜
- 5) Iijima K, Ouchi Y. Molecular Mechanism of Vascular Aging : Impact of Vascular Calcification Associated with Cellular Senescence. 日本循環器学会 2012 年 3 月福岡
- 6) 飯島勝矢, Lopez Guillaume, 酒造正樹, 山田一郎,

- 秋下雅弘、大内尉義. カフ・レスのウェアラブル血圧センサーによる『超短期変動』を意識した高齢者高血圧マネジメント: ~その有用性と今後いかに従来の高血圧治療に反映させるのか~. 第1回臨床高血圧フォーラム 2012年5月 大阪
- 7) 飯島勝矢、Lopez Guillaume、酒造正樹、山田一郎、柳元伸太郎、今井靖、稲島司、矢作直樹、秋下雅弘、大内尉義. カフレス・ウェアラブル血圧センシングを用いた自由行動下での高齢者高血圧管理の試み Usefulness of cuff-less wearable blood pressure sensing on hypertensive management in the elderly under free activities. 第35回日本高血圧学会 2012年9月 名古屋
- 8) 飯島勝矢. 在宅緩和ケアと地域医療連携: Aging in Place を目指した地域医療連携: 千葉県・柏プロジェクトからの発信. 第77回日本泌尿器科学会東部総会 2012年10月 東京
- 9) 飯島勝矢. 再考:『高齢者災害時医療』~老年医学から見えてきたもの、そして震災列島・日本の抱える今後の課題~. 日本災害医療学会 2012年2月 金沢
- 10) 柴崎孝二、飯島勝矢、菅原育子、矢富直美、前田展弘、秋山弘子、後藤純、廣瀬雄一、笈田幹弘、佐藤祥彦、辻哲夫、鎌田実. セカンドライフ就労を介した高齢者身体活動量の変化に対する検討: Aging in Place を目指して. 日本未病システム学会 2012年10月 金沢
- 11) 桐山 皓行、原 弘典、細谷 弓子、田中 庸介、石渡 淳平、高澤郁夫、江口 智也、山口 敏弘、李政哲、中山 敦子、田中 悌史、清末 有宏、安東治郎、藤田英雄、飯島勝矢*、山下 尋史、平田 恭信、小室 一成. 慢性心不全急性増悪にて急性心筋梗塞を合併した左冠動脈肺動脈起始(ALCAPA)の一例. 第32回東京CCU研究会 2012年12月 東京

研究協力者:

- 平野浩彦
地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター
専門副部長
- 石井伸弥
東京大学 大学院医学系研究科 加齢医学講座
- 鈴木正司
東京大学 高齢社会総合研究機構
- 田中友規
東京大学 高齢社会総合研究機構

H. 知的財産権の出願、登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1. 指輪つか人差し指 3 群比較 男性(n=1009)

		隙間がある (n=142)	ちょうど囲める (n=338)	囲めない (n=529)	p for trend
全体に占める割合(%)		14.0	33.3	52.2	
年齢	年齢(歳)(平均値±標準偏差)	75.8 ± 6.4	73.4 ± 5.8	72.4 ± 5.1	<.001
年齢区分による%					
	65 歳 - 69 歳(%, (該当者数))	10.5 (32)	33.0 (101)	56.5 (173)	<.001
	70 歳 - 74 歳	8.6 (28)	31.8 (104)	59.6 (195)	
	75 歳 - 79 歳	17.6 (40)	35.2 (80)	47.1 (107)	
	80 歳以上	28.2 (42)	35.6 (53)	36.2 (54)	
血液検査	アルブミン(g/dL)	4.39 ± 0.27	4.41 ± 0.24	4.44 ± 0.22	0.063
	総コレステロール(mg/dL)	199 ± 34	204 ± 33	204 ± 31	0.163
	リンパ球(%)	32.8 ± 9.2	33.8 ± 8.3	34.7 ± 8.3	0.012
	血色素量(g/dL)	13.9 ± 1.3	14.4 ± 1.2	14.6 ± 1.3	0.000
	血糖(mg/dL)	103 ± 19	103 ± 17	104 ± 18	0.189
	CRP 定量(mg/dL)	0.152 ± 0.42	0.139 ± 0.39	0.142 ± 0.31	0.001
	CRP 対数	1.20 ± 0.44	-1.20 ± 0.41	-1.13 ± 0.41	0.001
身体測定	BMI(kg/m ²)	20.4 ± 2.6	22.5 ± 2.2	24.5 ± 2.4	<.001
	四肢 SMI(kg/m ²)	6.63 ± 0.69	7.12 ± 0.55	7.56 ± 0.62	<.001
	第 1-2 指間厚(mm)	35.5 ± 3.9	36.4 ± 3.1	37.3 ± 3.4	<.001
	下腿周囲長(cm)	32.6 ± 2.7	34.8 ± 2.0	37.3 ± 2.3	<.001
	上腕周囲長(cm)	25.7 ± 2.7	27.5 ± 2.3	29.1 ± 2.2	<.001
	上腕三頭筋皮下脂肪厚(mm)	10.5 ± 5.6	12.0 ± 6.3	13.9 ± 6.7	<.001
	上腕筋周長(cm)	22.4 ± 2.6	23.7 ± 2.8	24.7 ± 2.6	<.001
	上腕筋面積(cm ²)	40.5 ± 9.4	45.3 ± 9.6	49.1 ± 10	<.001
運動機能	握力(kg)	32.6 ± 6.3	34.8 ± 5.6	35.4 ± 6.1	<.001
	開眼片足立ち(秒)	40.5 ± 22	44.1 ± 22	45.3 ± 21	0.027
	TUG(秒)	5.80 ± 1.7	5.48 ± 1.5	5.36 ± 1.1	0.030
	通常歩行速度(m/s)	1.44 ± 0.31	1.48 ± 0.24	1.48 ± 0.25	0.223
	膝伸展力(N)	325 ± 86	374 ± 92	404 ± 98	<.001
	5 回連続立ち上がり時間(秒)	8.40 ± 2.4	8.21 ± 2.6	7.97 ± 2.1	0.127
口腔機能	義歯装着の有無(下顎)				
	なし	57.0 (81)	66.2 (223)	66.4 (351)	0.089
	あり	43.0 (61)	33.8 (114)	33.6 (178)	0.089

残存歯数	18.8 ± 9.5	20.7 ± 8.7	21.4 ± 8.2	0.009
ガム咀嚼(平均値)	17.7 ± 6.7	18.4 ± 6.4	18.6 ± 6.5	0.151
咬合力(N)	629.7 ± 426	657.1 ± 399	664.0 ± 393	0.293
オーラルディアドコネクシス力(回/秒)	5.15 ± 1.1	5.35 ± 1.0	5.34 ± 1.1	0.235
舌圧(kpa)(平均値)	28.7 ± 8.0	30.5 ± 7.8	32.6 ± 8.3	<.001
舌厚(mm)(平均値)	4.94 ± 0.47	4.84 ± 0.43	4.89 ± 0.45	0.946
RSST1回目(秒)	2.23 ± 2.0	2.93 ± 5.1	2.34 ± 3.2	0.118
GOHAI 合計点	53.6 ± 6.8	55.3 ± 5.4	55.5 ± 5.6	0.006
アンケート調査 票	28.2 ± 1.8	28.1 ± 2.0	28.2 ± 1.9	
MMSE 合計点				0.691
IADL 得点	4.75 ± 0.62	4.74 ± 0.60	4.81 ± 0.58	0.023
GDS 合計点	3.02 ± 3.5	2.42 ± 2.8	2.34 ± 2.9	0.045
WHO5 得点	13.5 ± 5.0	12.0 ± 4.5	12.0 ± 4.2	0.028
総 METs/週	3314 ± 3239	4315 ± 4493	3881 ± 3773	0.501
ピッツバーグ睡眠質問票総合得点	4.81 ± 3.4	4.17 ± 3.1	4.00 ± 2.9	0.033
社会関係資本合計点	26.2 ± 5.0	25.8 ± 4.8	26.0 ± 4.8	0.902
1日の食事量が同世代、同性と比べてどうか				
多い	1.4 (2)	2.4 (8)	3.4 (18)	<.001
やや多い	11.3 (16)	14.2 (48)	17.2 (91)	
ふつう	56.3 (80)	66.9 (226)	66.7 (353)	
やや少ない	24.6 (35)	15.4 (52)	11.3 (60)	
少ない	6.3 (9)	1.2 (4)	1.3 (7)	
食品多様性スコア	3.28 ± 2.1	3.55 ± 2.0	3.38 ± 2.0	0.732

*2値変数に関しては、Cochran-Armitage の傾向検定。順序尺度、連続尺度の変数に関しては、Jonckheere-Terpstra の検定を用いた

表2. 指輪っか人差し指3群比較 女性(n=1027)

	隙間がある (n=150)	ちょうど囲める (n=323)	囲めない (n=554)	p for trend	
全体に占める割合(%)	14.6	31.4	53.8		
年齢	年齢(歳)(平均値±標準偏差)	74.1 ± 5.7	73.0 ± 5.5	72.4 ± 5.4	0.001
年齢区分による%					
65歳 - 69歳(%, (該当者数))	10.8 (37)	28.4 (97)	60.8 (208)	0.002	
70歳 - 74歳	15.6 (50)	34.3 (110)	50.2 (161)		

		75歳 - 79歳	15.4 (35)	31.6 (72)	53.1 (121)	
		80歳以上	20.6 (28)	32.4 (44)	47.1 (64)	
血液検査	アルブミン(g/dL)	4.39 ± 0.26	4.43 ± 0.22	4.41 ± 0.21	0.850	
	総コレステロール(mg/dL)	221 ± 37	220 ± 33	220 ± 33	0.805	
	リンパ球(%)	34.0 ± 9.6	36.2 ± 8.6	36.5 ± 7.6	0.010	
	血色素量(g/dL)	13.0 ± 1.1	13.3 ± 0.98	13.4 ± 1.0	<.001	
	血糖(mg/dL)	96.2 ± 11	97.5 ± 17	100 ± 21	0.015	
	CRP 定量(mg/dL)	0.133 ± 0.39	0.097 ± 0.34	0.113 ± 0.35	<.001	
	CRP 対数	-1.26 ± 0.44	-1.28 ± 0.33	-1.20 ± 0.36	<.001	
身体測定	BMI(kg/m ²)	19.7 ± 2.4	21.2 ± 2.2	24.0 ± 3.1	<.001	
	四肢 SMI(kg/m ²)	5.38 ± 0.62	5.63 ± 0.51	6.12 ± 0.63	<.001	
	第 1-2 指間厚(mm)	31.5 ± 2.6	31.6 ± 2.4	32.8 ± 2.7	<.001	
	下腿周囲長(cm)	31.0 ± 2.3	32.8 ± 1.8	35.5 ± 2.4	<.001	
	上腕周囲長(cm)	24.6 ± 2.4	26.1 ± 2.4	28.2 ± 2.8	<.001	
	上腕三頭筋皮下脂肪厚(mm)	13.4 ± 5.1	16.8 ± 5.3	19.2 ± 6.1	<.001	
	上腕筋周長(cm)	20.4 ± 2.0	20.8 ± 2.3	22.2 ± 2.3	<.001	
	上腕筋面積(cm ²)	33.4 ± 6.5	34.8 ± 6.7	39.5 ± 8.2	<.001	
運動機能	握力(kg)	21.6 ± 4.5	22.2 ± 3.7	22.7 ± 3.9	<.001	
	開眼片足立ち(秒)	43.3 ± 22	45.3 ± 20	44.3 ± 21	0.938	
	TUG(秒)	6.14 ± 1.7	5.86 ± 1.3	5.94 ± 1.3	0.835	
	通常歩行速度(m/s)	1.41 ± 0.3	1.47 ± 0.2	1.46 ± 0.3	0.280	
	膝伸展力(N)	227 ± 70	239 ± 62	249 ± 66	<.001	
	5回連続立ち上がり時間(秒)	8.57 ± 2.8	8.20 ± 2.8	8.37 ± 2.8	0.853	
口腔機能	義歯装着の有無(下顎)					
	なし	72.0 (108)	64.4 (208)	68.8 (380)	0.929	
	あり	28.0 (42)	35.6 (115)	31.2 (172)		
	残存歯数	20.2 ± 8.7	20.6 ± 8.1	20.8 ± 8.0	0.790	
	ガム咀嚼(平均値)	14.7 ± 6.8	15.5 ± 6.3	15.2 ± 6.1	0.817	
	咬合力(N)	457.1 ± 263	468.1 ± 287	501.0 ± 301	0.073	
	オーラルディアドキネシス力(回/秒)	5.71 ± 1.0	5.78 ± 0.8	5.75 ± 0.8	0.580	
	舌圧(kpa)(平均値)	28.6 ± 6.5	28.8 ± 6.9	30.7 ± 7.3	<.001	
	舌厚(mm)(平均値)	20.2 ± 8.7	20.6 ± 8.1	20.8 ± 8.0	0.516	
	RSST1回目(秒)	3.55 ± 5.6	3.23 ± 4.4	4.04 ± 6.1	0.086	
GOHAI 合計点	52.8 ± 8.1	53.8 ± 6.7	54.5 ± 6.5	0.005		
アンケート調査票		28.0 ± 2.4	28.2 ± 1.7	28.2 ± 1.7		
	MMSE 合計点				0.966	

IADL 得点	4.89 ± 0.45	4.95 ± 0.26	4.91 ± 0.36	0.456
GDS 合計点	3.58 ± 3.4	2.83 ± 2.7	2.69 ± 2.9	0.004
WHO5 得点	12.9 ± 5.0	12.2 ± 4.6	11.9 ± 4.8	0.009
総 METs/週	3608 ± 3565	3683 ± 3458	3702 ± 3356	0.461
ピッツバーグ睡眠質問票総合得点	5.38 ± 3.6	5.15 ± 3.4	4.84 ± 3.2	0.064
社会関係資本合計点	25.7 ± 4.9	25.7 ± 5.1	25.8 ± 5.3	0.930
1日の食事量が同世代、同性と比べてどうか				
多い	1.3 (2)	1.9 (6)	2.5 (14)	<.001
やや多い	8.0 (12)	11.8 (38)	15.5 (86)	
ふつう	68.7 (103)	70.6 (228)	73.3 (406)	
やや少ない	17.3 (26)	14.2 (46)	8.3 (46)	
少ない	4.7 (7)	1.5 (5)	0.4 (2)	
食品多様性スコア	4.50 ± 2.2	4.03 ± 2.1	4.03 ± 1.9	0.151

*2値変数に関しては、Cochran-Armitage の傾向検定。順序尺度、連続尺度の変数に関しては、Jonckheere-Terpstra の検定を用いた

表 3. 指輪っか中指 3 群比較 男性 (n=1010)

		隙間がある (n=463)	ちょうど囲める (n=321)	囲めない (n=226)	p for trend
全体に占める割合(%)		45.7	31.7	22.3	
年齢	年齢(歳)(平均値±標準偏差)	74.1 ± 6.1	72.7 ± 5.3	72.0 ± 4.9	<.001
年齢区分による%					
	65 歳 - 69 歳(%, (該当者数))	42.2 (130)	32.5 (100)	25.3 (78)	<.001
	70 歳 - 74 歳	38.5 (126)	37.0 (121)	24.5 (80)	
	75 歳 - 79 歳	50.7 (115)	27.3 (62)	22.0 (50)	
	80 歳以上	62.2 (92)	25.7 (38)	12.2 (18)	
血液検査	アルブミン(g/dL)	4.40 ± 0.25	4.44 ± 0.23	4.44 ± 0.21	0.022
	総コレステロール(mg/dL)	203 ± 34	203 ± 29	205 ± 32	0.284
	リンパ球(%)	33.6 ± 8.5	34.8 ± 8.5	34.4 ± 7.8	0.102
	血色素量(g/dL)	14.2 ± 1.3	14.5 ± 1.3	14.7 ± 1.3	<.001
	血糖(mg/dL)	102 ± 17	103 ± 18	107 ± 21	0.029
	CRP 定量(mg/dL)	0.132 ± 0.32	0.153 ± 0.40	0.149 ± 0.35	<.001

	CRP 対数	-1.20 ± 0.41	-1.15 ± 0.43	-1.10 ± 0.40	<.001
身体測定	BMI(kg/m ²)	21.8 ± 2.5	23.9 ± 2.2	25.5 ± 2.3	<.001
	四肢 SMI(kg/m ²)	6.97 ± 0.63	7.43 ± 0.62	7.71 ± 0.60	<.001
	第 1-2 指間厚(mm)	36.2 ± 3.4	36.7 ± 3.4	37.9 ± 3.4	<.001
	下腿周囲長(cm)	34.1 ± 2.4	36.5 ± 2.0	38.2 ± 2.4	<.001
	上腕周囲長(cm)	26.9 ± 2.5	28.5 ± 2.3	29.7 ± 2.1	<.001
	上腕三頭筋皮下脂肪厚(mm)	11.5 ± 6.0	13.2 ± 6.6	14.9 ± 6.9	<.001
	上腕筋周長(cm)	23.3 ± 2.7	24.36 ± 2.8	25.0 ± 2.5	<.001
	上腕筋面積(cm ²)	43.9 ± 9.5	47.8 ± 11	50.4 ± 9.7	<.001
運動機能	握力(kg)	34.2 ± 5.9	35.4 ± 6.1	35.0 ± 6.0	0.015
	開眼片足立ち(秒)	43.0 ± 22	45.0 ± 21	46.0 ± 21	0.059
	TUG(秒)	5.59 ± 1.5	5.30 ± 1.0	5.43 ± 1.2	0.150
	通常歩行速度(m/s)	1.47 ± 0.26	1.47 ± 0.24	1.48 ± 0.28	0.558
	膝伸展力(N)	360 ± 92	399 ± 102	407 ± 94	<.001
	5 回連続立ち上がり時間(秒)	8.25 ± 2.6	7.99 ± 2.1	7.99 ± 2.1	0.266
口腔機能	義歯装着の有無(下顎)				
	なし	63.9 (296)	64.1 (205)	68.1 (154)	0.324
	あり	36.1 (167)	35.9 (115)	31.9 (72)	0.324
	残存歯数	20.2 ± 9.0	21.0 ± 8.5	21.6 ± 8.1	0.063
	ガム咀嚼(平均値)	18.4 ± 6.7	18.0 ± 5.9	19.0 ± 6.8	0.273
	咬合力(N)	656.7 ± 413	660.1 ± 394	652.6 ± 385	0.832
	オーラルディアドコネシス力(回/秒)	5.29 ± 1.1	5.37 ± 1.0	5.30 ± 1.2	0.489
	舌圧(kpa)(平均値)	29.9 ± 8.0	31.9 ± 8.2	33.8 ± 8.1	<.001
	舌厚(mm)(平均値)	4.87 ± 0.44	4.89 ± 0.46	4.89 ± 0.45	0.726
	RSST1 回目(秒)	2.66 ± 4.4	2.45 ± 3.4	2.33 ± 2.9	0.229
GOHAI 合計点	54.7 ± 6.0	55.5 ± 5.5	55.6 ± 5.7	0.027	
アンケート調査 票	MMSE 合計点	28.2 ± 1.9	28.3 ± 1.7	28.1 ± 2.2	0.799
	IADL 得点	4.75 ± 0.61	4.82 ± 0.47	4.77 ± 0.69	0.261
	GDS 合計点	2.60 ± 3.1	2.31 ± 2.8	2.38 ± 3.0	0.085
	WHO5 得点	12.5 ± 4.7	11.8 ± 4.2	12.2 ± 4.3	0.279
	総 METs/週	3952 ± 3884	4142 ± 4350	3647 ± 3563	0.504
	ピッツバーグ睡眠質問票総合得点	4.35 ± 3.2	4.02 ± 3.0	4.02 ± 2.8	0.165
	社会関係資本合計点	26.1 ± 5.0	25.8 ± 4.5	26.01 ± 5.1	0.886
	1日の食事が同世代、同性と 比べてどうか				

多い	2.2 (10)	2.8 (9)	4.0 (9)	0.001
やや多い	13.4 (62)	16.5 (53)	17.3 (39)	
ふつう	63.9 (296)	66.0 (212)	67.7 (153)	
やや少ない	17.9 (83)	13.1 (42)	9.7 (22)	
少ない	2.6 (12)	1.6 (5)	1.3 (3)	
食品多様性スコア	3.41 ± 2.0	3.42 ± 2.0	3.43 ± 2.0	0.990

*2値変数に関しては、Cochran-Armitage の傾向検定。順序尺度、連続尺度の変数に関しては、Jonckheere-Terpstra の検定を用いた

表 4. 指輪っか中指 3 群比較 女性 (n=1028)

		隙間がある (n=466)	ちょうど困める (n=347)	困めない (n=215)	p for trend
全体に占める割合(%)		45.2	33.7	20.9	
年齢	年齢(歳)(平均値±標準偏差)	73.3 ± 5.5	72.6 ± 5.7	72.2 ± 5.1	0.005
年齢区分による%					
	65 歳 - 69 歳(%, (該当者数))	38.6 (132)	37.4 (128)	24.0 (82)	0.008
	70 歳 - 74 歳	49.1 (157)	30.9 (99)	20.0 (64)	
	75 歳 - 79 歳	47.4 (108)	32.0 (73)	20.6 (47)	
	80 歳以上	50.0 (69)	34.1 (47)	15.9 (22)	
血液検査	アルブミン(g/dL)	4.42 ± 0.24	4.42 ± 0.21	4.40 ± 0.21	0.314
	総コレステロール(mg/dL)	220 ± 34	222 ± 33	216 ± 34	0.376
	リンパ球(%)	35.7 ± 9.0	35.9 ± 7.3	37.0 ± 7.8	0.065
	血色素量(g/dL)	13.2 ± 1.0	13.4 ± 0.97	13.4 ± 1.0	0.003
	血糖(mg/dL)	96.9 ± 15	98.0 ± 16	104 ± 26	<.001
	CRP 定量(mg/dL)	0.107 ± 0.36	0.120 ± 0.4	0.105 ± 0.17	<.001
	CRP 対数	-1.28 ± 0.36	-1.22 ± 0.38	-1.15 ± 0.34	<.001
身体測定	BMI(kg/m ²)	20.7 ± 2.3	23.1 ± 2.7	25.6 ± 3.2	<.001
	四肢 SMI(kg/m ²)	5.55 ± 0.54	5.98 ± 0.60	6.32 ± 0.67	<.001
	第 1-2 指間厚(mm)	31.6 ± 2.5	32.4 ± 2.7	33.4 ± 2.6	<.001
	下腿周囲長(cm)	32.3 ± 2.0	34.6 ± 2.2	36.8 ± 2.5	<.001
	上腕周囲長(cm)	25.6 ± 2.5	27.5 ± 2.4	29.3 ± 3.0	<.001
	上腕三頭筋皮下脂肪厚(mm)	15.7 ± 5.5	18.1 ± 5.8	21.1 ± 6.0	<.001
	上腕筋周長(cm)	20.6 ± 2.2	21.8 ± 2.0	22.7 ± 2.5	<.001
	上腕筋面積(cm ²)	34.3 ± 6.7	38.1 ± 6.9	41.5 ± 9.5	<.001
運動機能	握力(kg)	22.0 ± 3.9	22.7 ± 3.7	22.7 ± 4.4	0.003

	開眼片足立ち(秒)	45.3 ± 21	44.2 ± 21	43.0 ± 22	0.157
	TUG(秒)	5.96 ± 1.4	5.87 ± 1.3	6.11 ± 2.0	0.861
	通常歩行速度(m/s)	1.45 ± 0.25	1.46 ± 0.26	1.45 ± 0.26	0.617
	膝伸展力(N)	235 ± 64	247 ± 63	254 ± 74	<.001
	5回連続立ち上がり時間(秒)	8.29 ± 2.6	8.27 ± 3.0	8.57 ± 2.9	0.439
口腔機能	義歯装着の有無(下顎)				
	なし	67.2 (313)	66.8 (231)	70.6 (151)	0.454
	あり	32.8 (153)	33.2 (115)	29.4 (63)	
	残存歯数	20.5 ± 8.3	20.9 ± 7.8	20.5 ± 8.2	0.694
	ガム咀嚼(平均値)	15.1 ± 6.4	15.5 ± 6.1	15.0 ± 6.2	0.999
	咬合力(N)	468.2 ± 282	502.0 ± 299	487.9 ± 301	0.240
	オーラルディティコネクスカ(回/秒)	5.77 ± 0.88	5.74 ± 0.84	5.75 ± 0.75	0.418
	舌圧(kpa)(平均値)	29.0 ± 6.8	30.0 ± 7.4	31.3 ± 7.3	<.001
	舌厚(mm)(平均値)	20.5 ± 8.3	20.9 ± 7.8	20.5 ± 8.2	0.672
	RSST1回目(秒)	3.28 ± 4.6	4.30 ± 6.8	3.71 ± 5.2	0.213
GOHAI 合計点	53.3 ± 7.2	54.6 ± 6.2	54.5 ± 6.8	0.002	
アンケート調査 票	MMSE 合計点	28.2 ± 2.0	28.2 ± 1.7	28.1 ± 1.8	0.752
	IADL 得点	4.94 ± 0.3	4.91 ± 0.35	4.88 ± 0.43	0.030
	GDS 合計点	3.07 ± 2.9	2.71 ± 2.8	2.62 ± 3.0	0.006
	WHO5 得点	12.4 ± 4.7	12.1 ± 4.9	11.7 ± 4.8	0.028
	総 METs/週	3616 ± 3483	3802 ± 3386	3633 ± 3286	0.458
	ピッツバーグ睡眠質問票総合得点	5.24 ± 3.5	4.81 ± 3.3	4.85 ± 3.1	0.097
	社会関係資本合計点	25.7 ± 5.0	25.9 ± 5.3	25.6 ± 5.3	0.889
	1日の食事量が同世代、同性と比べてどうか				
多い	1.7 (8)	2.6 (9)	2.3 (5)	<.001	
やや多い	10.7 (50)	14.4 (50)	16.7 (36)		
ふつう	69.5 (324)	72.3 (251)	75.8 (163)		
やや少ない	15.5 (72)	10.1 (35)	5.1 (11)		
少ない	2.6 (12)	0.6 (2)	0.0 (0)		
食品多様性スコア	4.17 ± 2.1	4.10 ± 2.0	3.95 ± 1.9	0.226	

*2値変数に関しては、Cochran-Armitage の傾向検定。順序尺度、連続尺度の変数に関しては、Jonckheere-Terpstra の検定を用いた