

令和 6 年 5 月 9 日現在

機関番号：24405
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2019～2023
課題番号：19K06873
研究課題名（和文）「咀嚼」に着目した転倒リスク評価システムの開発と運動器機能向上プログラムへの応用

研究課題名（英文）Development of a system for evaluating fall risks among elderly people based on the masticatory ability

研究代表者
横山 久代（Yokoyama, Hisayo）
大阪公立大学・都市健康・スポーツ研究センター・教授

研究者番号：10647829
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：咀嚼能力と転倒リスクとの関連について横断的に検討した。対象136名（男性33名、平均79.0歳）のうち、16.1%に過去1年間の転倒経験があった。グミゼリーで評価した咀嚼能力は握力と関連したが、ファンクショナルリーチテストに基づく転倒リスクに対して握力のみが有意な説明変数であった。オーラルフレイル（OF）の転倒事故予測因子としての可能性を検討した。50歳以上の7,591名（平均62歳）に健康アプリを用いたWeb調査を行った。17%がOFに該当し、翌年の調査で全体の19%に過去1年間の転倒既往があった。OFを有することは、その後1年間における転倒事故発生に対する有意な説明変数であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究における横断的検討の結果、咀嚼能力はファンクショナルリーチテストに基づく転倒リスクの独立した寄与因子とはならなかったものの、従来報告されている筋力やバランスなどの運動機能と同様に、咀嚼能力は転倒リスクと関連することが明らかとなった。また、健康アプリを用いた縦断的な調査の結果から、オーラルフレイル（OF）であることが、その後1年間の転倒事故発生を高めることが明らかとなった。つまり、簡便なOFの判定により、転倒リスクが高い人を把握でき、早期の転倒予防措置につなげられる可能性が示された。今後は健康診断の場などにOFの評価を適用し、受診者自身の転倒防止への意識を高めることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：Relationship between masticatory ability and fall risk was examined in healthy elderly people. Of the 136 subjects (33 males, 79.0 ± 5.2 (SD) years), 16.1% had a history of falls over the past year. In all participants, the masticatory ability measured using a dedicated gummy jelly showed a weak positive correlation with grip strength, but in logistic regression analysis, grip strength was the only significant explanatory variable for the presence or absence of fall risk based on the Functional Reach Test. Relationship between fall incidents and the status of oral frailty was investigated using a web survey among community-dwelling people. Responses from 7591 (62 ± 7 years) participants aged 50 years and older were analyzed. In the 2020 and 2021 surveys, 17% and 19% of the participants exhibited oral frailty and experienced a fall in the previous year, respectively. Oral frailty was significant explanatory variables of the occurrence of fall incidents during the subsequent year.

研究分野：糖工エネルギー代謝、運動療法

キーワード：転倒 介護予防 オーラルフレイル 咀嚼能力 健康アプリ Web調査 身体機能

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

急速に進む高齢化社会において、転倒予防は重要な課題のひとつである。実際に、令和元年度国民生活基礎調査によると、転倒および骨折は要介護原因の4位となっている¹⁾。転倒による脆弱性骨折は寝たきりや身体機能の低下を招くだけでなく、生命予後を悪化させることも明らかとなっている²⁻⁴⁾。転倒による骨折患者を増やさないために、現時点で生活が自立している高齢者においても転倒・要介護のハイリスク者を抽出し、早期に介入していく必要がある。高齢者向けの運動機能評価法のうち、Timed Up and Go (TUG) などいくつかの項目についてはこれまでに転倒リスク予測のカットオフ値が提唱されており⁵⁾、転倒ハイリスク者の抽出に用いられている。しかし、測定には実施場所やマンパワーを要し、健康イベントなどに参加する一部の高齢者を除き、測定の機会が十分に準備されているとは言えない。

「咀嚼」は、歯、咀嚼筋、舌、顎関節などを協働させ、食物を唾液と混合してすり潰し、食塊を形成する過程を指す⁶⁾。高齢者では歯の欠損や舌の運動機能低下により一般に咀嚼能力が低下する。また、運動習慣と咀嚼能力が関連することや、咀嚼能力の低下がサルコペニア、筋力の低下と関連することも報告されており⁷⁻⁸⁾、運動器、口腔機能、栄養が相互に関連することは明らかである。したがって、咀嚼能力の評価は他の口腔機能検査の結果やいくつかの問診を組み合わせることで転倒リスク予測に活用できる可能性があるが、咀嚼能力と転倒リスクとの関係についてはこれまでにほとんど検討されていない。

2. 研究の目的

上記の背景をふまえ、本研究では、「咀嚼能力の低下は転倒イベントの有意な独立したリスク因子である」との仮説を立て、咀嚼能力と運動機能や転倒リスクとの関連について調べ、咀嚼能力によって転倒リスクを予測しうるかどうかについて検証した。

3. 研究の方法

1) グミゼリーを用いて評価した咀嚼能力と転倒リスク、運動機能との関連に関する研究対象と研究デザイン

研究デザインは横断研究とした。大阪市が展開する介護予防事業に新規に参加する者のうち、自立歩行が可能な65歳以上の男女を対象として選定した。口腔内に異常のある者を除外基準としたが、補綴歯の有無は問わなかった。年齢、性別、過去1年間における転倒既往、転倒に対する不安感の有無に関する情報を聴取し、さらに、咀嚼能力、栄養摂取状況、運動機能について評価した。

評価項目

身長・体重測定、Body mass index(BMI)の算出ならびに生体電気インピーダンス法を用いて体脂肪量、筋量を測定し、筋量体重比を算出した。加えて、握力、膝伸展筋力、バランスの指標として開眼片脚立位時間とファンクショナルリーチ(FRT)を、移動能力の指標としてTUGを測定した。咀嚼能力を測定用グミゼリーを用いて評価した。所定回数咀嚼後のグミ咬断片の粉砕度合いによって0~9(数字が大きいほどよく噛み砕けている)の10段階にスコア化した⁹⁾。歯科衛生士による残歯数、義歯もしくはブリッジの有無ならびにEichner分類(臼歯の咬合支持

域を示す)に関する評価を併せて行った。Eichner 分類は、グレード A1~3、B1~3、C1~3の順で咬合状態が良好で¹⁰⁾、それぞれ9~1の9段階にスコア化した。さらに、自記式の Food Frequency Questionnaire (FFQ)を用いて、エネルギーならびにたんぱく質、カルシウム、ビタミンDの摂取量を推定した¹¹⁾。それぞれについて日本人の食事摂取基準2020年版¹²⁾を参照し、身体活動量をふつう(II)とした場合の摂取目標量、目安量から充足率(%)を算出した。

2) 転倒事故予測因子としてのオーラルフレイルの役割に関する研究

対象と研究デザイン

令和2年(R2)と令和3年(R3)2月に、大阪府の健康アプリ「アスマイル」の利用者に対して実施した同内容のWebアンケートの2回ともに回答した50歳以上の計7,591名(男性3,021名、62±7歳)の回答結果の分析を行った。

調査項目

Webアンケートは厚生省基本チェックリスト(KCL)¹³⁾の25項目、運動習慣、フレイルの認知度を問う設問で構成された。既報に基づきKCL7項目以上該当者をフレイル、口腔機能の質問3項目中2項目以上に該当する者をオーラルフレイル、運動器の質問5項目中3項目以上に該当する者を身体的フレイルとした¹⁴⁻¹⁶⁾。

4. 研究成果

1) グミゼリーを用いて評価した咀嚼能力と転倒リスク、運動機能との関連に関する研究

試験参加者の特徴

試験参加者の公募は2019年12月~2021年8月に行い、計136名の対象について分析を行った。対象の75%を女性が占め、年齢は68~91歳、平均79.0±5.2(標準偏差)歳であった。全体の16.1%に過去1年間における転倒既往があり、48.9%が転倒に対する不安を有していた。

口腔機能と各パラメータとの関係

咀嚼能力は年齢($\rho = -0.265, P = 0.003$)、TUGの所要時間($\rho = -0.189, P = 0.035$)と弱い負の相関を、開眼片脚立位時間($\rho = 0.230, P = 0.009$)、握力($\rho = 0.226, P = 0.011$, 図1)、膝伸展筋力($\rho = 0.232, P = 0.009$)と弱い正の相関を示した。

転倒既往、転倒リスクに関連するパラメータ

転倒既往の有無別2群間において各パラメータの比較を行った。その結果、運動機能、口腔機能を含むいずれの項目においても2群間で差を認めなかった。次に、FRTの結果からWeinerらの報告に基づき¹⁷⁾、25cm以上を転倒リスクなし、25cm未満を転倒リスクありとして、同様に転倒リスクの有無別2群間において各パラメータの比較を行った。転倒リスクありの群ではなしの群に比べて、女性の割合、年齢、TUGの所要時間が有意に大きく、握力、膝伸展筋力、開眼片脚立位時間、咀嚼能力が小さかった。一方、エネルギーならびにたんぱく質充足率は、転倒リスクありの群で有意に大きかった。

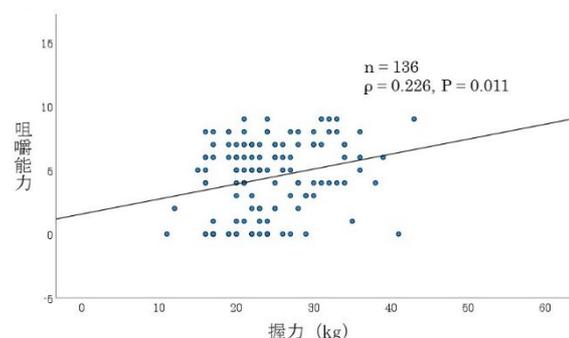


図1. 握力と咀嚼能力との関係.

転倒リスクを決定するパラメータ

全対象において、変数減少法によるロジスティック回帰分析の結果、握力のみがFRTに基づく転倒リスクの有意な説明変数となった（係数 -0.145、P = 0.002、オッズ比 0.865、95%信頼区間 0.788 - 0.949）。

2) 転倒事故予測因子としてのオーラルフレイルの役割に関する研究

R2 調査において、全体の 28%がフレイルに、17%がオーラルフレイルに、7%が身体的フレイルに該当した。R3 調査において、全体の 19%が過去 1 年間に転倒事故の経験があったと回答した。ロジスティック回帰分析において、R2 調査におけるフレイル認知度が低いことに加え、オーラルフレイルを有すること（オッズ比 1.553）ならびに身体的フレイルを有することが転倒事故発生に対する有意な説明変数となった（表 1）。

表 1 . ロジスティック回帰分析に基づく転倒事故と関連する因子

		adjusted OR	95% CI	p value
Age	yrs.	0.990	0.982-0.998	.019
Gender (female)	1 = male, 2 = female	1.135	0.998-1.290	.053
BMI	kg/m ²	1.018	0.998-1.038	.073
Exercise habit	0 = no 1 = yes	1.010	0.869-1.174	.897
Awareness of frailty	1 = do not know	(1 as the reference)		
	2 = have heard the word before	0.801	0.678-0.947	.009
	3 = know a little	0.799	0.675-0.945	.009
	4 = know well	0.754	0.627-0.908	.003
Physical frailty	0 = no 1 = yes	3.057	2.514-3.718	<.001
Oral frailty	0 = no 1 = yes	1.553	1.342-1.797	<.001

引用文献

- 1) 介護を要する者数、現在の要介護度の状況・介護が必要となった主な原因別 . 令和元年国民生活基礎調査 . e-Stat (政府統計の総合窓口) <https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003441834> (閲覧日2022.2.22)
- 2) 上出直人, 隅田祥子, 渡辺哲哉他「骨粗鬆症患者における脊椎骨折と身体機能との関連」理学療法学 34: 10-15 (2007)
- 3) 萩野 浩, 尾崎まり, 山下英樹他「骨粗鬆症のマネジメント 骨粗鬆症によるADL・QOLの低下」Jpn. J. Rehabil. Med. 49: 481-483 (2012)
- 4) Bliuc D, Nguyen ND, Milch VE, et al. Mortality risk associated with low-trauma osteoporotic fracture and subsequent fracture in men and women. JAMA 301 (5): 513-21 (2009)
- 5) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Phys. Ther. 80 (9): 896-903 (2000)
- 6) 歯科医療領域 3 疾患の診療ガイドライン, 日本補綴歯科学会 . 2002. <http://www.hotetsu.com/s/doc/Guidelines.Pdf> (閲覧日2022.2.22)

- 7) 吉野陽子, 神山麻子, 張替信之他「咀嚼力と握力および食習慣との関係 幼児から高齢者までの調査から」日本咀嚼学会雑誌 15 (1): 2-10 (2005)
- 8) Murakami M, Hirano H, Watanabe Y, et al. Relationship between chewing ability and sarcopenia in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr. Gerontol. Int.* 15 (8): 1007-12 (2015)
- 9) 小野高裕「演習10: グミゼリーを用いたスコア法による咀嚼能力測定 . 歯科衛生士のための口腔機能管理マニュアル (公益社団法人日本衛生士会監修)」医歯薬出版 200-203 (2018)
- 10) 鳥巢哲朗「パーシャルデンチャーによる機能回復 歯の喪失ならびに口腔機能低下が高齢者の健康状態に及ぼす影響」日本補綴歯科学会雑誌 9 (4): 285-90 (2017)
- 11) 森田恵美子, 横山久代, 竹田良祐他「骨密度に異常のない若年女性において咀嚼能力と骨密度は関連する」体力科学 69 (4): 317-325 (2020)
- 12) 日本人の食事摂取基準 2020年版 . 厚生労働省 . https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/syokuji_kijyun.html (閲覧日2022.2.26)
- 13) Manual on Daily-Living Function Assessment for Long-Term Care Prevention (Revised Edition). Available online: https://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c_0001.pdf (accessed on 23 January 2024).
- 14) Yamaguchi, M.; Yoshida, T.; Yamada, Y.; Watanabe, Y.; Nanri, H.; Yokoyama, K.; Date, H.; Miyake, M.; Itoi, A.; Yamagata, E.; et al. Sociodemographic and physical predictors of non-participation in community based physical checkup among older neighbors: A case-control study from the Kyoto-Kameoka longitudinal study, Japan. *BMC Public Health* **2018**, 18, 568.
- 15) Sewo Sampaio, P.Y.; Sampaio, R.A.; Yamada, M.; Arai, H. Systematic review of the Kihon Checklist: Is it a reliable assessment of frailty? *Geriatr. Gerontol. Int.* **2016**, 16, 893-902.
- 16) Kusama, T.; Takeuchi, K.; Kiuchi, S.; Aida, J.; Osaka, K. Poor oral health and dementia risk under time-varying confounding: A cohort study based on marginal structural models. *J. Am. Geriatr. Soc.* **2023**, 72, 729-741.
- 17) Weiner DK, Duncan PW, Chandler J, et al. Functional reach: a marker of physical frailty. *J. Am. Geriatr. Soc.* 40 (3): 203-7 (1992)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hiroshi Hirai, Hisayo Yokoyama, Miwako Deguchi, Atsuya Toya, Daiki Imai, Kazunobu Okazaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Relationship between masticatory ability and fall risk in community-dwelling elderly people	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 406-406
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 横山 久代, 出口 美輪子, 戸谷 敦也, 今井 大喜, 岡崎 和伸	4. 巻 35
2. 論文標題 高齢者の咀嚼能力と転倒リスクとの関係に関する検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 大阪ガスグループ福祉財団研究報告書	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Morita Emiko, Yokoyama Hisayo, Takeda Ryosuke, Yamashina Yoshihiro, Kawai Eriko, Fukumura Tomoe	4. 巻 69
2. 論文標題 Masticatory ability is associated with bone mineral density in young women with normal bone mineral density	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 317 ~ 325
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7600/jspfsm.69.317	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 横山久代	4. 巻 15
2. 論文標題 大阪市福祉局との共同事業「高齢者の介護予防に資する運動プログラムの効果に関する調査・分析」	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大阪市立大学健康・スポーツ科学	6. 最初と最後の頁 4~10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yokoyama Hisayo, Watanabe Hitoshi, Saito Kazumi, Shibata Ayane, Suzuki Yuta, Imai Daiki, Okazaki Kazunobu, Ogita Akira	4. 巻 48
2. 論文標題 73 Exercise Habit is Associated with Lower Fall Risks among Elderly People Living in Urban Areas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Age and Ageing	6. 最初と最後の頁 iv18 ~ iv27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ageing/afz164.73	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yokoyama Hisayo, Kitano Yugo.	4. 巻 9
2. 論文標題 Oral Frailty as a Risk Factor for Fall Incidents among Community-Dwelling People	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Geriatrics	6. 最初と最後の頁 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/geriatrics9020054	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 横山久代	4. 巻 10
2. 論文標題 フレイルと転倒	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 介護予防・健康づくり	6. 最初と最後の頁 9-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 3件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 横山久代、北野友梧、間島亜希子、岡林恵
2. 発表標題 基本チェックリストで評価した地域住民のフレイルの状況と転倒リスクとの関係
3. 学会等名 第120回日本内科学会総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横山久代
2. 発表標題 フレイルと転倒予防
3. 学会等名 第10回日本介護予防・健康づくり学会大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 北野友梧、横山久代、鈴木雄太、松竹貴大、岡林恵
2. 発表標題 基本チェックリストで評価した地域住民のフレイルの状況と体型との関係
3. 学会等名 第10回日本介護予防・健康づくり学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横山久代
2. 発表標題 フレイル対策としての食と運動
3. 学会等名 大阪府医師会健康スポーツ医学再研修会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平井 博志、横山 久代、出口 美輪子、戸谷 敦也、今井 大喜、岡崎 和伸
2. 発表標題 地域在住高齢者の咀嚼能力と転倒リスクとの関連
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横山久代
2. 発表標題 地域で取り組む働く世代からのフレイル予防
3. 学会等名 大阪府働く世代からのフレイル予防研修会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平井 博志、横山 久代、出口 美輪子、戸谷 敦也、今井 大喜、岡崎 和伸
2. 発表標題 高齢者の咀嚼能力は転倒リスクと関連する
3. 学会等名 第47回日本運動療法学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 横山久代，森田恵美子，今井大喜，岡崎和伸
2. 発表標題 咀嚼が胃排泄と食後血糖変動に及ぼす影響
3. 学会等名 第57回日本糖尿病学会近畿地方会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yokoyama Hisayo、Watanabe Hitoshi、Saito Kazumi、Shibata Ayane、Suzuki Yuta、Imai Daiki、Okazaki Kazunobu、Ogita Akira
2. 発表標題 Exercise Habit is Associated with Lower Fall Risks among Elderly People Living in Urban Areas
3. 学会等名 The 1st World Congress on Falls and Postural Stability 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山久代、斎藤和美、芝田文音、渡辺一志
2. 発表標題 都市在住高齢者において運動習慣は転倒リスクの低さと関連する
3. 学会等名 第116回日本内科学会総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山久代
2. 発表標題 オーラルフレイルは地域住民の転倒イベント発生に寄与する
3. 学会等名 第34回日本臨床スポーツ医学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hisayo Yokoyama, Yugo Kitano, Nobuko Hongu, Megumi Okabayashi
2. 発表標題 Oral Frailty As A Risk Factor For Fall Incidents Among Community-dwelling People
3. 学会等名 2024 American College of Sports Medicine Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	小越 菜保子 (Kogoe Nahoko) (60509115)	大阪医科薬科大学・医学部・助教 (34401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	中島 世市郎 (Nakajima Yoichiro) (10720691)	大阪医科薬科大学・医学部・講師 (34401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関