

## IV. 研究成果の刊行物・別刷

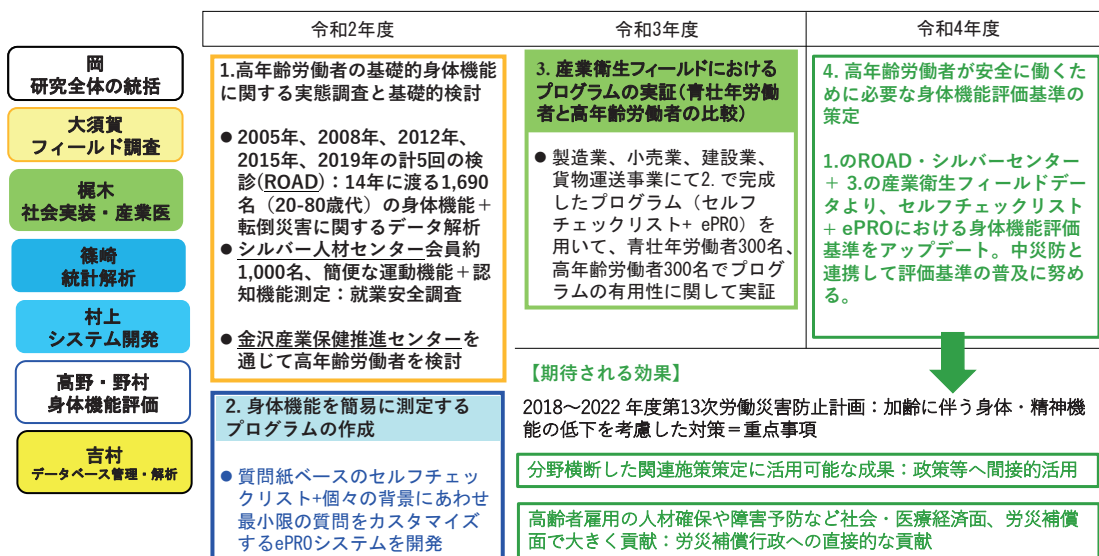
労働災害防止を目的とした高齢労働者の身体機能を簡易に測定するためのプログラム開発と実装検証  
( 20JA1001 )研究代表者 岡敬之

目的:縦断的なコホートデータベース+産業衛生のフィールドよりサンプリングしたデータに基づき、高齢労働者の身体機能を簡易に測定するためのプログラム(チェックリスト+スマートフォンを併用したePRO評価)を作成すること

- EBMに基づいた効果的かつ簡便なプログラムの確立
- アカデミック・関係団体が連携したモデルの提示
- 産業衛生のフィールドでの実践及び評価

高齢労働者の労働災害減少、雇用の人材確保  
→社会・医療経済、労災補償に面に大きく貢献

### 研究の流れ図



## 高齢労働者による転倒はほとんど研究されていない



- ① 雇用の年齢差別撤廃による比較的新しい社会問題である点
- ② 産業衛生学と老年医学の狭間にある問題であり、縦割り型の学問体系によって見過ごされてしまっている点

Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2006, 1:8

## 高齢労働者における転倒・転落事故の個人要因: スコーピングレビュー

**Clinical Question** 高齢労働者による転倒・転落事故の内的リスク因子はどの程度明らかにされているか?

和文雑誌  
文献検索データベース 医中誌Web

**スクリーニング結果**  
一次スクリーニング(文献数 | 101件) → 二次スクリーニング(文献数 | 4件)

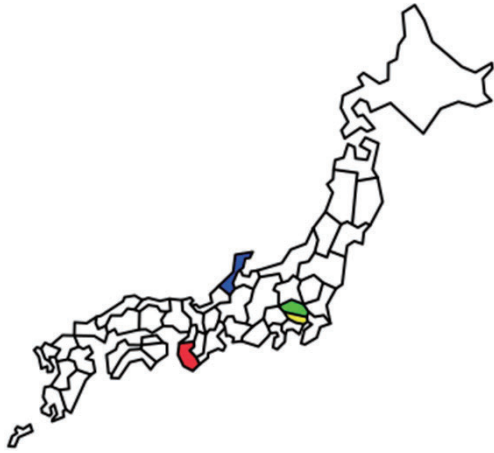
英文雑誌  
文献検索データベース PubMed

**スクリーニング結果**  
一次スクリーニング(文献数 | 2854件) → 二次スクリーニング(文献数 | 3件)

### レビュー総括

- ① 高齢労働者は若年者と比較して就業中の転倒事故の発生率が高いという報告が多かったが、高齢労働者における就業転倒の内的リスク因子を明らかにした研究は国内外問わず、極めて少なかった。
- ② 体力を評価していた研究は2件あったが、就業転倒と関連していた体力は握力のみであった。
- ③ 我が国においては1000名以上を対象とした研究はみられなかった。

## 研究のフィールド



- 東京都 データ解析
- 埼玉県  
東松山市 就労成人 466人  
シルバー人材センター 1,164人
- 石川県  
高齢労働者 236 → 400人予定
- 和歌山県  
一般住民 1721人×5回

## 地域毎に実施している運動能力テスト

	石川 転倒等リスク評価 セルフチェック票	埼玉シルバー人材センター 働くシニアのための 就業安全評価	埼玉 東松山市	和歌山県		評価	国際標準	安全性	高齢者向け
2ステップ	○		○			歩行能力・筋力	×	△	△
5回椅子立ち座り		○	○			筋力	×	◎	◎
座位ステップ	○					敏捷性	×	◎	○
ステップT		○				敏捷性	×	○	○
開眼片足立ち	○		○			静的バランス	×	○	◎
閉眼片足立ち	○					静的バランス	×	△	○
閉眼バランス		○				静的バランス	×	△	○
ファンクショナルリーチ	○					動的バランス	×	○	○
歩行速度			○			歩行能力	×	○	◎
握力			○				○	○	◎

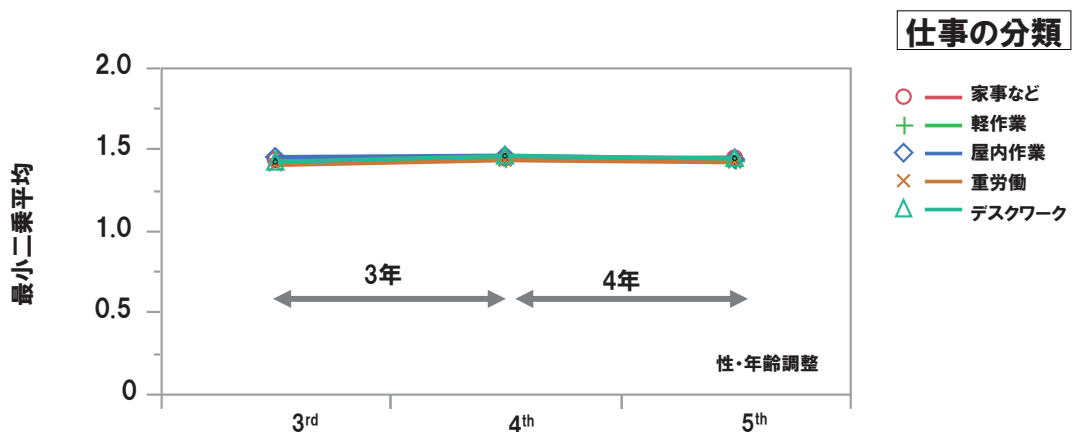
## 運動能力テスト結果の例（2ステップテスト）

	男性		女性		男性		女性		男性		女性		男性		女性	
	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N
20～29歳	1.64～1.73		1.56～1.68		1.55 (0.21)	48	1.48 (0.18)	18								
30～39歳	1.61～1.68		1.51～1.58		1.45 (0.19)	57	1.39 (0.15)	25	1.49 (0.14)	23	1.40 (0.14)	36				
40～49歳	1.54～1.62		1.49～1.57		1.48 (0.16)	28	1.38 (0.15)	27	1.41 (0.15)	38	1.35 (0.11)	88				
50～59歳	1.56～1.61		1.48～1.55		1.43 (0.17)	36	1.38 (0.17)	45	1.36 (0.13)	85	1.35 (0.13)	204	1.52 (0.15)	62	1.52 (0.11)	56
60～69歳	1.53～1.58		1.45～1.52		1.32 (0.17)	52	1.38 (0.15)	57	1.29 (0.15)	148	1.28 (0.15)	320	1.49 (0.13)	94	1.43 (0.14)	24
70歳～	1.42～1.52		1.36～1.48		1.34 (0.19)	39	1.30 (0.18)	33	1.20 (0.16)	160	1.16 (0.17)	335				
80歳～									1.06 (0.20)	116	0.98 (0.20)	168				
	ロコモ度テストワーキンググループ		埼玉県東松山市就労成人 (N=465)				ROAD 3 <sup>rd</sup> 4 <sup>th</sup> (N=1,721)				石川県事業所勤務高齢労働者 (N=236)					

ロコモ度1=1.3, ロコモ度2=1.1, ロコモ度3=0.9がカットオフ

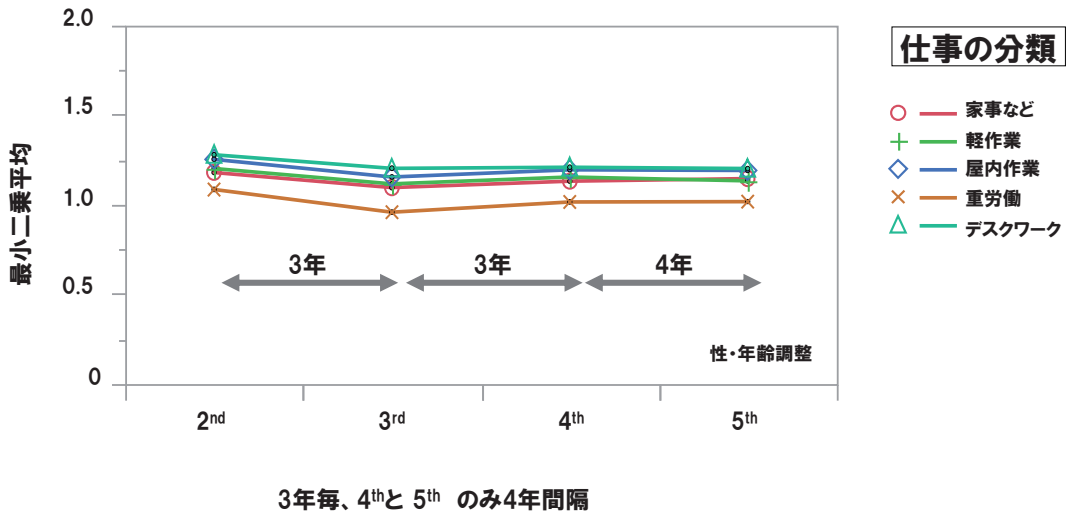
## 運動能力テスト結果の例（7年間の2ステップテストの変化）

多変量分散分析(MANOVA: Multivariate ANalysis Of Variance)にて経時変化と仕事の効果を独立して評価



## 運動能力テスト結果の例（10年間の歩行速度の変化）

多変量分散分析(MANOVA: Multivariate ANalysis Of Variance)にて経時変化と仕事の効果を独立して評価



## ② 成果物の紹介

転倒等リスク評価セルフチェック票 - ePRO版  
働くシニアのための就業安全評価質問紙 + ePRO版  
運動計測スマホアプリ  
クラウド化したアプリケーションの企業での社会実装



## 転倒等リスク評価セルフチェック票 - ePRO版

### 転倒等リスク評価セルフチェック

身体機能計測結果

2ステップテスト (歩行能力・能力)

結果  cm

身長  cm

直立ステップテスト (敏捷性)

結果  回 / 20秒

ファンクショナルリーチ (静的バランス)

結果  cm

閉眼片足立ち (動的バランス)

結果  秒

開眼片足立ち (動的バランス)

結果  秒

質問票 (身体的特性)

人ごみの中、正座から起る人になつたら、よけて歩けますか

はい自信がない

はいあまり自信がない

はい人込み程度

はい少し自信がある

はい自信がある

### 転倒等リスク評価セルフチェック 結果

	歩行能力	敏捷性	動的バランス	静的バランス (閉眼)	静的バランス (開眼)
身体機能計測	4	5	5	4	4
質問票	4	3	4	3	5

あなたは、計測項目によって、身体機能 (敏捷) の方が高い場合と自己認識 (赤線) の方が高い場合が混在しています。このことから、それぞれの体力要素について、実態より高く自己評価している場合と慎重に評価している場合があるといえます。転倒等リスクがからみかねない場合、特に自己認識に比べ、身体機能が低い項目 (敏捷性が低い項目) が顕著となります。身体機能の弱さにより敏捷性が大きく落ちるよう努めてください。また、身体機能と認識にばらつきがあるため、思わぬところで転倒や転落する可能性がありますので、転倒・転落しやすい場所の改善等を行ってください。

転倒等は能力、バランス能力、敏捷性の低下等により起きやすくなると考えられます。この結果は転倒や転落等のリスクに重点を置き、それらに關連する身体機能及び身体機能に対する認識から自らの転倒等のリスクを認識し、労働災害の防止に役立てるものです。

詳しい結果提出方法はこちら

### 転倒等リスク評価セルフチェック 結果算出方法

身体機能計測

2ステップテスト (歩行能力・能力)

評価	1	2	3	4	5
結果/身長	~1.24	1.25~1.38	1.39~1.46	1.47~1.65	1.66~

直立ステップテスト (敏捷性)

評価	1	2	3	4	5
回数	~24	25~28	29~43	44~47	48~

ファンクショナルリーチ (静的バランス)

評価	1	2	3	4	5
cm	~19	20~29	30~35	36~39	40~

閉眼片足立ち (動的バランス)

評価	1	2	3	4	5
秒	~7.0	7.1~17.0	17.1~55.0	55.1~90.0	90.1~

開眼片足立ち (動的バランス)

評価	1	2	3	4	5
秒	~15.0	15.1~30.0	30.1~64.0	64.1~120.0	120.1~

質問票

下記アンケート項目の回答率がそのまま評価値になります。  
 ※評価値は各項目の回答率を下の換算テーブルに適用してください。

歩行能力・能力

- 人ごみの中、正座から起る人になつたら、よけて歩けますか
- 両手に抱えて歩いては自信がありませんか

敏捷性

- 両脚が同時に立つる時の足の踏み違いは少し怖いですか
- 歩行中、小さい段差に足が引っ掛かると、すぐに次の足がはきかかると思いませんか
- 片足で立ったまま膝下を蹴ることができると思いませんか
- 一歩進めたい時に足の上げ、踏み出しのタイミングがつかないかと足裏のつま先に力が入らないうまく、で歩行することができると思いませんか

静的バランス (閉眼)

- 目を閉じて片足で立ると少しは不安を感じませんか

静的バランス (開眼)

- 電車に乗って、つり革につかまらずに立っていると少し不安に感じませんか
- 目を閉じて片足で立ると少しは不安を感じませんか

	評価	1	2	3	4	5
換算テーブル	歩行能力	2~3	4~5	6~7	8~9	10

## 転倒等リスク評価セルフチェック票 - ePRO版



<https://murao.moo.jp/fall-risk-self-check/>

user: web-app-dev  
 pass: web-app-dev





## 60歳以上の労働者に対して本システムが外挿できるか検討

	n = 1113
年齢(65歳以上), 該当	474(42.6)
性(男), 該当	805 (72.3)
就業日数(3日以上), 該当	631 (56.7)
就業時間(6時間以上), 該当	449 (40.3)
業務内容(身体的作業), 該当	874 (78.5)
過去1年間の転倒歴, あり	191 (17.2)
高血圧, あり	479 (43.0)
糖尿病, あり	145 (13.0)
心臓病, あり	81 (7.3)
脳卒中, あり	27 (2.4)
目の疾患, あり	164 (14.7)
膝関節症, あり	50 (4.5)
多剤併用, あり	120 (10.8)
転倒リスク増加薬の使用, あり	50 (4.5)
転倒不安感, あり	45 (4.0)
視力の問題, よくある以上	46 (4.1)
聴力の問題, よくある以上	52 (4.7)

### Occupational Fall Risk Assessment Tool (OFRAT)システム

- 追跡期間中に112名(10.1%)が就業中に214回転倒を経験
- OFRAT得点↑ → 就業転倒発生リスク比↑
- OFRATスコアが1点上昇 → 就業転倒発生リスク比は1.65(95%信頼区間: 1.47-1.85)有意に上昇
- 高齢労働者に向けた、簡易な就業転倒リスク評価ツールを開発した最初の研究
- 就業転倒の危険因子を累積(積算)して評価することで就業転倒の危険度を予測できることが明らかとなった。

> *Occup Med (Lond)*. 2023 Mar 9;kkad035. doi: 10.1093/occmed/kqad035. Online ahead of print.

### Occupational Fall Risk Assessment Tool for older workers

Y Osuka <sup>1, 2</sup>, Y Okubo <sup>3, 4</sup>, Y Nofuji <sup>5</sup>, K Maruo <sup>6</sup>, Y Fujiwara <sup>5</sup>, H Oka <sup>7</sup>, S Shinkai <sup>8</sup>, S R Lord <sup>3, 4</sup>, H Sasai <sup>3</sup>

Affiliations + expand

PMID: 36893360 DOI: 10.1093/occmed/kqad035

#### Abstract

**Background:** No easy-to-use fall risk assessment tools have been devised to assess occupational fall risk in older workers.

**Aims:** To develop an Occupational Fall Risk Assessment Tool (OFRAT) and report its predictive validity and reliability in older workers.

**Methods:** The baseline fall risk assessment was completed by 1113 participants aged ≥60 years who worked ≥4 days/month in Saitama, Japan. Participants were followed up for falls during occupational activities for 1 year, and 30 participants were assessed twice for test-retest reliability. The following assessment measures were summed to form the OFRAT risk score: older age, male sex, history of falls, physical work participation, diabetes, use of medications increasing fall risk, reduced vision, poor hearing, executive dysfunction and slow stepping. The scores were then classified into four grades (0-2 points: very low, 3 points: low, 4 points: moderate and ≥5 points: high).

**Results:** During follow-up, 112 participants fell 214 times during work. The negative binomial regression model showed that participants with higher grades had a higher incidence rate ratio [95% confidence interval] for falls than those with very low grades (low: 1.64 [1.08-2.47], moderate: 4.23 [2.82-6.34] and high: 6.12 [3.83-9.76]). The intraclass correlation coefficient for risk score was 0.86 [0.72-0.93], and the weighted kappa coefficient for grade assessment was 0.74 [0.52-0.95].

**Conclusions:** The OFRAT is a valid and reliable tool for estimating the occupational fall risk in older workers. It may assist occupational physicians implement strategies to prevent falls in this group.

© The Author(s) 2023. Published by Oxford University Press on behalf of the Society of Occupational Medicine. All rights reserved. For Permissions, please email: journals.permissions@oup.com.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36893360/>



## 運動計測スマホアプリ

1,721名（平均年齢62.9歳）を対象に解析を実施

ヒヤリハット無/低/中/高 = 47.1/40.0/7.0/5.9%、過去1年間の転倒経験 = 18.6%: 320名

評価項目：視力、2ステップ値、片脚立位、椅子5回立ち座り、6m歩行、握力、ロコモ25

ヒヤリハットと相関係数（Spearman） | 0.5以上の関連 = 2ステップ値/片脚立位/5回椅子立ち座り

転倒の有無（年齢、性、BMI調整ロジスティック回帰分析）→

片脚立位/2ステップ値/5回椅子立ち座りが転倒と有意な関連

[オッズ比：0.99/0.36/0.32，95%信頼区間0.98-0.99/0.16-0.81/0.18-0.78]

安全な労働 + 転倒災害防止の評価に必要な身体機能 = 2ステップ値/片脚立位/5回椅子立ち座り

## 運動計測スマホアプリ

### 5回椅子立ち座りテスト (Sit to Stand-five test)



リズム一程度：100-立ち上がりの間隔変動係数(標準偏差 / 平均)の百分率



### 開眼片脚立ち



重力方向とZ軸のなす角 ±15度以上 = 不安定  
重力方向とY軸のなす角を監視、45度以上開始シグナル30度以下終了シグナル  
安定度：不安定と判定された時間/継続時間

## 運動計測スマホアプリ



<https://mura0.moo.jp/fall-risk-physical-test/>

user:web-app-dev

pass:web-app-dev

## スマートフォン or センサー+PC

### 加速度センサー

- 傾き
- 平行移動
- 速度 (1階積分)
- 変位 (2階積分)

### ジャイロセンサー

- 回転運動
- 角度 (1階積分)



### スマートフォン+ブラウザ

- ① 取り扱いが簡単
- ② どの端末でも利用可能(ios、android)
- ③ 専用機器を必要としない



	動揺性の評価	徐々に起こる姿勢変化の検出
加速度計	○	×
ジャイロ	○	○

## 運動計測もアンケート(ePRO)もスマートフォンとクラウドで一元管理



+

質問票 (身体計測用)

本人の体、運動や健康状態に気づかず、続けておられますか

全く気づかない  
 気づきにくい  
 気づきやすい  
 気づきすぎる

運動や健康状態に気づいた後、行動は変わりましたか

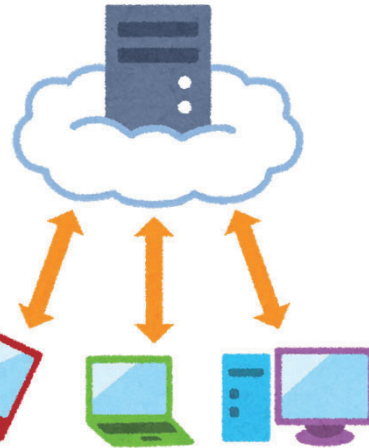
全く変わらなかった  
 少し変わった  
 大きく変わった  
 全く変わらなかった  
 少し変わった  
 大きく変わった

運動や健康状態に気づいた後、健康意識は変わりましたか

全く変わらなかった  
 少し変わった  
 大きく変わった  
 全く変わらなかった  
 少し変わった  
 大きく変わった

健康意識が変化したら、健康維持や改善のために何かをしようと思いましたか

はい、何かをしようと思った  
 はい、何かをしようと思った  
 はい、何かをしようと思った  
 はい、何かをしようと思った  
 はい、何かをしようと思った  
 はい、何かをしようと思った



## クラウド化したアプリケーションの企業での社会実装

### 転倒等リスク評価セルフチェック

1 実施の同意 ————— 2 アンケート ————— 3 身体機能計測

#### アンケートによるデータの使用方法に関する同意

※ 本アンケートは、各自のパソコンやスマートフォンで回答いただき、データを送信いただいた段階で、アンケートの実施及びデータの分析・管理等に同意いただいたものとして、取扱います。

回答いただいたデータは、社員の健康と安全を確保し、健康保持増進計画に係る支援を受けることを目的に使用し、特定の個人が識別されない方法で統計・調査研究・分析等が行われ、事業場として取り組むべき健康課題等を明確に示すものとなっております。

それ以外の使用は行いません。また、アンケートの回答内容で不利益を被ることは、一切ありませんので、ご安心いただき、ありのままの状況を回答されますよう御理解・御協力の程、よろしくお願いいたします。

同意された方はアンケートへ

作業形態\*

- 主に体を動かさず仕事である  主に立ち仕事である  主にデスクワークである

職種\*

- 事務系  専門系  技術系  営業系

過去1か月の残業時間\*

- 0時間（残業無し）  10時間未満  10～20時間未満  20～30時間未満  30～45時間未満  
 45～60時間未満  60～80時間未満  80～100時間未満  100時間以上

最近1週間を通して、以下の体の問題について、どの程度悩まされていますか。

胃腸の不調\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

背中、または腰の痛み\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

腕、脚、または関節の痛み\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

頭痛\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

胸の痛み、または息切れ\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

めまい\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

疲れている、または元気が出ない\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

睡眠に支障がある\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

仕事上のストレス\*

- ぜんぜん悩まされていない  わずかに悩まされている  少し悩まされている  かなり悩まされている  
 とても悩まされている

過去1か月の間、仕事に何回転びそうになりましたか\*

- 0回  1回  2回  3回  4回  5回以上

定期的な運動（1回20分以上の運動やスポーツを週に2回以上）をしていますか\*

- はい  いいえ

アンケートの一部を抜粋、計5分ほどで回答可能

https://www.jisha.or.jp/order/korobi/movie\_all.html

## 転びの予防 体力チェック

あなたの転倒リスクはどれくらい？  
自分の意識と実際の身体機能を図って転倒リスクを知りましょう。  
ボタンを押すと動画が再生されます。

計測の指導は研究協力者である中  
災防川又らが動画資料を用いて  
行った

## 転びの予防 体力チェック

計測編  
-開眼片足立ち(静的バランス)-



(注) ご利用のブラウザで動画が再生されない場合は、他のブラウザをご利用ください。

DOWNLOAD

SIGN OUT

アンケートへ

回答日時	測定日	番号	現場名	年齢	身長
2022-09-09T02:37:19.307Z	2022-09-09T02:33:09.000Z	129006	健軍水源地	32	172
2022-10-12T02:34:06.874Z	2022-10-11T15:00:00.000Z	40956	巖谷センター	48	168
2022-08-25T01:24:21.500Z	2022-08-24T23:29:40.000Z		総合研究所	36	178.6
2023-02-22T02:09:25.324Z	2023-02-22T02:07:12.000Z		旭西排水センター	62	169
2023-01-10T05:03:10.787Z	2023-01-10T04:22:49.000Z	40937	住之江	52	174
2023-01-10T05:02:06.914Z	2023-01-10T04:51:24.000Z		大崎総研	53	178

データ蓄積画面・個人情報含まれず







## 2ステップテスト

M=403 (30-40歳代=113, 50歳以上=290)

F=171 (30-40歳代=47, 50歳以上=124)

年代層	N	平均	標準誤差
30	63	1.61211	0.06995
40	50	1.52200	0.06995
50	62	1.51710	0.02809
55	54	1.55519	0.03010
60	128	1.50148	0.01955
65	38	1.48947	0.03588
70	8	1.34667	0.09030

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	1.58112	0.0218
40	21	1.50667	0.08259
50	44	1.51045	0.03050
55	32	1.50813	0.03576
60	30	1.46933	0.03693
65	10	1.36200	0.06397
70-	8	1.15000	0.10115

## 座位ステップングテスト

M=403 (30-40歳代=113, 50歳以上=290)

F=171 (30-40歳代=47, 50歳以上=124)

年代層	N	平均	標準誤差
30	63	37.0021	0.9440
40	50	36.4000	1.1538
50	62	36.3871	0.8650
55	54	36.8519	0.9268
60	128	33.8594	0.6020
65	38	32.8947	1.1049
70-	8	28.5000	3.4055

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	37.4020	1.1340
40	21	37.0000	1.4341
50	44	36.5455	0.8988
55	32	37.1250	1.0540
60	30	37.0000	1.0886
65	10	31.6000	1.8854
70-	8	26.5000	2.9811

## ファンクショナルリーチ

M=403 (30-40歳代=113, 50歳以上=290)

F=171 (30-40歳代=47, 50歳以上=124)

年代層	N	平均	標準誤差
30	63	41.6000	1.0952
40	50	42.6000	2.4962
50	62	39.1774	1.0025
55	54	39.2185	1.0742
60	128	39.4266	0.6977
65	38	38.3158	1.2805
70-	8	38.0000	3.2226

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	40.5089	1.4030
40	21	39.0000	3.1627
50	44	40.2364	1.1679
55	32	38.7688	1.3695
60	30	36.3200	1.4144
65	10	36.1000	2.4498
70-	8	37.0000	3.8735

## 閉眼片足立ち

M=403 (30-40歳代=113, 50歳以上=290)

F=171 (30-40歳代=47, 50歳以上=124)

年齢層	N	平均	標準誤差
30	63	34.9440	4.349
40	50	33.4801	4.756
50	62	36.0171	4.558
55	54	23.8770	4.884
60	128	18.5503	3.172
65	38	20.4063	5.822
70-	8	6.8000	14.651

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	37.612	7.566
40	21	37.467	6.692
50	44	31.268	7.964
55	32	22.283	9.338
60	30	23.413	9.644
65	10	12.284	16.705
70-	8	7.450	26.413

## 開眼片足立ち

M=403 (30-40歳代=113, 50歳以上=290)

F=171 (30-40歳代=47, 50歳以上=124)

年齢層	N	平均	標準誤差
30	63	158.612	12.165
40	50	143.872	25.217
50	62	171.726	10.127
55	54	140.050	10.852
60	128	125.020	7.048
65	38	112.832	12.936
70-	8	29.250	39.871

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	178.263	41.185
40	21	168.000	51.310
50	44	178.636	18.948
55	32	143.563	22.218
60	30	143.497	22.947
65	10	128.900	39.745
70-	8	29.000	62.842

## 運動機能が低下する年齢

2ステップテスト	男女とも60歳以上
座位ステップテスト	男性60歳以上 女性65歳以上
ファンクショナルリーチ	男女とも年代差なし
閉眼片足立ち	男女とも55歳以上
開眼片足立ち	男女とも70歳以上

674名の追跡期間中に26名(3.8%)が就業中に31回転倒を経験

## 転倒リスクと関連する要因

55歳以上, 2ステップ(1.2未満), 開眼片足立ち(30秒未満)

ROC解析:AUC=76.4