
サルコペニア・フレイルの 予防・改善に関する デジタルヘルスのための ガイドライン

編集

「サルコペニア・フレイルの予防に関する
ヘルスケアサービスのためのガイドライン開発研究」班

目次

作成組織	3
序文	6
本ガイドラインについて	8
作成手順	11
用語解説	14
略語	15
HQ一覧	16
デジタルヘルスサービスを用いたフレイルの予防・改善	
HQ1 デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は 高齢者のフレイルを予防するか？	18
HQ2 デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は ハイリスク非高齢者のフレイルを予防するか？	24
HQ3 デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は フレイル高齢者のフレイルを改善させるか？	40
デジタルヘルスサービスを用いたサルコペニアの予防・改善	
HQ4 デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は 高齢者のサルコペニアを予防するか？	50
HQ5 デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は ハイリスク非高齢者のサルコペニアを予防するか？	57
HQ6 デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は サルコペニア高齢者のサルコペニアを改善させるか？	66
非薬物療法によるサルコペニア・フレイルの予防	
HQ7 運動は高齢者のフレイルの発生・進展を予防するか？	70
HQ8 栄養は高齢者のフレイルの発生・進展を予防するか？	73
HQ9 運動は高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するか？	76
HQ10 栄養は高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するか？	79
HQ11 EMS(電氣的筋刺激)は 高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するか？	82

ガイドライン作成組織

ガイドライン統括委員会

開発研究代表者

荒井秀典 国立長寿医療研究センター理事長

統括委員

秋下雅弘 東京都健康長寿医療センター・センター長

樂木宏実 大阪労災病院総長

ガイドライン作成グループ

開発研究分担者(グループリーダー)

山本浩一 大阪大学大学院医学系研究科老年・総合内科学教授

開発研究分担者

赤坂 憲 大阪大学大学院医学系研究科老年・総合内科学学内講師／

岩手医科大学医学部衛生学公衆衛生学講座准教授

飯島勝矢 東京大学未来ビジョン研究センター 教授・高齢社会総合研究機構機構長

井上達朗 新潟医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科准教授

小川純人 東京大学大学院医学系研究科老年病学教授

神崎恒一 杏林大学医学部高齢医学教授

小峰秀彦 産業技術総合研究所人間情報インタラクション研究部門・研究部門長

佐竹昭介 国立長寿医療研究センター老年内科部部長

島田裕之 国立長寿医療研究センター老年学・社会科学研究センター・センター長

杉本 研 川崎医科大学医学部総合老年医学教授

前田圭介 愛知医科大学栄養治療支援センター特任教授

松井康素 国立長寿医療研究センターロコモフレイルセンター

研究協力者

大須賀洋祐 国立長寿医療研究センターフレイル研究部

大塚 礼 国立長寿医療研究センター老化疫学研究部部長

竹村真里枝 国立長寿医療研究センターサルコペニア診療科医長

山田恵子 埼玉県立大学保健医療福祉学部准教授

吉村芳弘 熊本リハビリテーション病院サルコペニア・低栄養研究センター長

システマティックレビューグループ

開発研究分担者(グループリーダー)

若林秀隆 東京女子医科大学大学院医学研究科リハビリテーション科学分野教授・基幹分野長

開発研究分担者

牧迫飛雄馬	鹿児島大学学術研究院医歯学域医学系教授
百崎 良	三重大学医学部附属病院リハビリテーション部教授
山田 実	筑波大学人間系教授

システマティックレビュー協力者

愛下由香里	鹿児島大学大学院保健学研究科
青木拓也	株式会社インテージリアルワールド
赤井田将真	国立長寿医療研究センター
市川雄大	国家公務員共済組合連合会虎の門病院リハビリテーション部
伊藤大将	慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室
上島順子	NTT東日本関東病院栄養部
牛田健太	三重大学医学部附属病院リハビリテーション部
遠藤香織	National Coalition of Independent Scholars
岡村正嗣	シャリテ・ベルリン医科大学シャリテ保健研究所再生医療研究センター
音部雄平	大阪公立大学医学部リハビリテーション学科理学療法学専攻
加藤佑基	三重大学医学部附属病院リハビリテーション部
亀田一成	三重大学医学部附属病院リハビリテーション部
木内悠人	ポーラ化成工業株式会社フロンティア研究所
木田亮輔	リハビリ推進センター株式会社板橋リハビリ訪問看護ステーション
木村鷹介	東洋大学生命科学部生体医工学科
木村祐紀	川崎市立川崎病院
久住治彦	津田沼中央総合病院
倉津諒大	鹿児島大学大学院保健学研究科
小島 巖	川崎市立川崎病院
小山真吾	筑波技術大学保健科学部保健学科理学療法学専攻
櫻井勇也	三重大学医学部医学科
佐藤圭悟	株式会社スプラウト
佐藤宏樹	川崎医療福祉大学リハビリテーション学部
佐藤 亘	医療法人社団友暖会ともクリニック
清水美帆	三重大学医学部附属病院リハビリテーション部
白井祐佳	浜松医科大学医学部附属病院栄養部
白土大成	鹿児島大学学術研究院医歯学域医学系
神野麻耶子	高知病院
鈴木規雄	聖マリアンナ医科大学
鈴木瑞恵	大和大学保健医療学部
立石麻奈	国立長寿医療研究センター
田中 周	東京工科大学医療保健学部リハビリテーション学科理学療法学専攻
柘植孝浩	倉敷成人病センターリハビリテーション科
寺尾友佑	東京慈恵会医科大学附属第三病院
遠山桃子	三重大学大学院医学系研究科リハビリテーション医学分野
中島勇樹	広島大学病院診療支援部リハビリテーション部門
長野文彦	熊本リハビリテーション病院サルコペニア・低栄養研究センター
濱嶋敏紀	武蔵野徳洲会病院リハビリテーション科
林 翔太	群馬パース大学リハビリテーション学部理学療法学科

藤原和志	株式会社MEDIVA
筆保健一	大阪府済生会茨木病院リハビリテーション科
細井達矢	東京大学医学部附属病院老年病科
堀明日香	三重大学医学部医学科
前谷祐亮	東千葉メディカルセンターリハビリテーション部
松本大輔	畿央大学健康科学部理学療法学科
三松俊也	総合守谷第一病院
矢可部満隆	東京大学医学部附属病院老年病科
山本乃利男	橋本病院整形外科
山本悠慎	自治医科大学附属さいたま医療センター

事務局

井上達朗	新潟医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法科准教授
島田裕之	国立長寿医療研究センター老年学・社会科学研究センター・センター長
前田圭介	愛知医科大学栄養治療支援センター特任教授

協力団体

国立長寿医療研究センター
 日本疫学会
 日本サルコペニア・フレイル学会
 日本リハビリテーション栄養学会
 日本老年医学会
 日本老年療法学会

外部評価

外部評価委員

采野 優	京都大学医学部附属病院緩和医療科
湯浅秀道	独立行政法人国立病院機構豊橋医療センター歯科口腔外科

パブリックコメント

愛知県高浜市
 経済産業省InnoHub
 特定非営利活動法人 NPO健康・生きがい就労ラボ
 日本疫学会
 日本サルコペニア・フレイル学会
 日本デジタルヘルス・アライアンス
 日本リハビリテーション栄養学会
 日本老年医学会
 日本老年療法学会
 PHRサービス事業協会

(五十音順 2025年2月現在)

序文

高齢化が進行する現代において、サルコペニアおよびフレイルは、国民、特に高齢者の生活の質を著しく低下させる要因であり、健康寿命の延伸に向けた大きな課題となっています。サルコペニアやフレイルは、多くの場合加齢とともに徐々に進行し、最初の段階では症状・症候が軽微であるため、気づきにくいのが特徴です。しかし、早期にその兆候を見だし、予防的介入を行うことで、その進行を遅らせ、あるいは防ぐことが可能な病態です。したがって、これらの病態に対する理解を深め、予防に向けた適切なアプローチを講じることは、健康寿命を延伸するために非常に重要な意味をもちます。そして、その兆候を早期に発見し、予防につなげることに進歩が著しいデジタルテクノロジーを活用することが期待されています。

日本サルコペニア・フレイル学会、日本老年医学会、国立長寿医療研究センターはこれまでサルコペニア、フレイルに対する診断、予防、介入方法を一人でも多くの医療・介護従事者に届けるため、2017年に『サルコペニア診療ガイドライン』、2018年には『フレイル診療ガイド』を発刊しました。これらのガイドライン、ガイドの改訂を検討していたところに、タイミングよく、日本医療研究開発機構(AMED)からヘルスケアサービスのためのガイドライン開発研究の公募があり、令和4年度より「サルコペニア・フレイルの予防に関するヘルスケアサービスのためのガイドライン開発研究」として研究を始めることができました。AMEDからの支援および要請により他の6領域と歩調を合わせる形で、デジタルテクノロジーの活用を含めたガイドラインの作成を進めることができたのは、世界初であるとともに大きな意義があることであり、この成果を世界に向けて発信することも期待されています。

本ガイドラインは、サルコペニアおよびフレイルの予防を目的としたヘルスケアサービスの提供に関する指針として、医療・介護従事者、地域の保健医療スタッフをはじめ、デジタルヘルスに関わる企業人、デジタルデバイスを使用する人々など多くの関係者に向けて作成されました。すなわち、どのようなテクノロジーを使用することにエビデンスがあり、推奨できるかについて医療の専門家とともに、企業や地域からも参加いただき、包括的な議論により作成することができました。高齢者が健康で自立した生活を維持するためには、個別の状況に応じた総合的かつ多角的なアプローチが求められます。本ガイドラインでは、サルコペニアおよびフレイルの栄養管理、運動療法はもとより、デジタルデバイスを用いたエビデンスを収集することにより、どのような具体的なエビデンスがあるかを明らかにし、今後どのような領域での開発が求められるかについて可能なかぎり明示できるよう作成しました。結果的に、現段階ではデジタルデバイスを用いたサルコペニア・フレイル予防・介入に関して、強く推奨するエビデンスを得ることはできませんでしたが、これはガイドライン作成手法によるものであり、推奨の程度はデジタルサービス全体の推奨を否定しているものではありません。

今後この分野の発展の可能性は高いことから、さらなるエビデンスの蓄積が見込まれます。また、高齢者にとってより使いやすいデバイスの開発も進むことが期待されます。したがって、今後の改訂において強く推奨できるヘルスケア・クエスチョンが設定できるものと期待しています。

本ガイドラインが、今後の実践において皆様のお役に立ち、高齢者の健康維持と生活の質の向上に寄与することを心から願っております。そして、これをきっかけに、サルコペニア・フレイル予防への取組みがもっと強化され、国民の皆様が安心して生き生きとした生活を送ることができる社会の実現に向けた第一歩となることを期待しています。

私たちは今回のガイドライン発出後も定期的な改訂を予定しており、関連する学術団体、研究開発機関が積極的に関与し、産官学の座組での議論を継続していきます。

令和7年3月

「サルコペニア・フレイルの予防に関するヘルスケアサービスのためのガイドライン開発研究」研究代表者
日本サルコペニア・フレイル学会代表理事
国立長寿医療研究センター理事長

荒井秀典

本ガイドラインについて

1. 目的

サルコペニアおよびフレイルを予防するデジタル技術を使用した介入のエビデンスを集積する。また、デジタル技術に加え、非薬物療法（栄養または運動療法、電気刺激療法など）によるサルコペニアおよびフレイル予防のガイドラインを作成する。

予防・健康づくりの視点を重視したサルコペニアおよびフレイルのガイドラインを作成する。特に、デジタル技術を活用したヘルスケアサービスを使用した介入研究を漏れなくレビューする。

2. 健康課題

デジタルヘルスサービスを用いた介入が、フレイルとサルコペニアを予防・改善するかについて明らかにする必要がある。

デジタルヘルスサービス以外の非薬物療法を用いた介入（栄養または運動療法、電気刺激療法など）の効果が数多く報告されており、フレイル・サルコペニアを予防・改善するかについて新たな知見を統合する必要がある（従来のガイドラインからのアップデート）。

3. ガイドラインの適用が想定される対象集団

一般高齢者、フレイル・サルコペニアを有する高齢者、フレイル・サルコペニアのリスクを有する非高齢者

4. 想定される利用者・利用施設

医療関係者、ヘルスケア事業者、一般の方、デジタルヘルス産業

5. 今後の改訂

研究報告の定期的な検索や社会環境の変化、外部評価などを総合的に参考にし、5年ごとの改訂を目処とする。

6. 一般向けの解説

本ガイドラインは、デジタルヘルスサービス提供者や利用者（自治体、一般の利用者）を想定した記載表現としている。また、ヘルスケア・クエスチョン（HQ）と推奨に加え、デジタルヘルスサービス提供者や利用者向けの解釈を記載することで、本ガイドラインが利活用しやすいように努めた。

7. 資金

日本医療研究開発機構 (AMED) 研究費補助金：「サルコペニア・フレイルの予防に関するヘルスケアサービスのためのガイドライン開発研究」

研究期間：令和4年9月26日～令和7年3月31日

表 研究代表者ならびに分担者

役割	氏名	所属
研究代表者	荒井秀典	国立長寿医療研究センター理事長
研究分担者	秋下雅弘	東京都健康長寿医療センター・センター長
研究分担者	樂木宏実	大阪労災病院総長
研究分担者	山本浩一	大阪大学大学院医学系研究科老年・総合内科学教授
研究分担者	赤坂 憲	大阪大学大学院医学系研究科老年・総合内科学内講師／ 岩手医科大学医学部衛生学公衆衛生学講座准教授
研究分担者	飯島勝矢	東京大学未来ビジョン研究センター教授・高齢社会総合研究機構機構長
研究分担者	井上達朗	新潟医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法学科准教授
研究分担者	小川純人	東京大学大学院医学系研究科老年病学教授
研究分担者	神崎恒一	杏林大学医学部高齢医学教授
研究分担者	小峰秀彦	産業技術総合研究所人間情報インタラクション研究部門・研究部門長
研究分担者	佐竹昭介	国立長寿医療研究センター老年内科部部長
研究分担者	島田裕之	国立長寿医療研究センター老年学・社会科学研究センター・センター長
研究分担者	杉本 研	川崎医科大学医学部総合老年医学教授
研究分担者	前田圭介	愛知医科大学栄養治療支援センター特任教授
研究分担者	牧迫飛雄馬	鹿児島大学学術研究院医歯学域医学系教授
研究分担者	松井康素	国立長寿医療研究センター口コモフレイルセンター
研究分担者	百崎 良	三重大学医学部附属病院リハビリテーション部教授
研究分担者	山田 実	筑波大学人間系教授
研究分担者	若林秀隆	東京女子医科大学大学院医学研究科リハビリテーション科学分野教授・基幹分野長

8. 利益相反

本ガイドラインに関わるすべての構成員は利益相反 (Conflict of Interest: COI) に関する申告を行った。申告すべきCOIは、ガイドライン関連メンバーに就任時からさかのぼって過去3年間分の経済的COIおよび経済的COI以外のCOIとした。経済的COI、経済的COI以外のCOIについては下表に示すとおりである。詳細なCOI開示条件は日本医学会診療ガイドライン策定参加資格基準ガイダンス (2017) https://jams.med.or.jp/guideline/clinical_guidance.pdfに従った。COI申告フォームは『Minds診療ガイドライン作成マニュアル2020 ver.3.0』¹⁾のCOI申告書を用い、申告すべきCOIがある場合は本ガイドライン上にCOI内容および対応について公開した。

経済的COI		経済的COI以外のCOI
<ul style="list-style-type: none"> ・役職・顧問職 ・株式 ・特許権使用料 ・謝金、講演料 ・原稿料 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究費 ・奨学寄附金 ・寄附講座 ・その他 	<ul style="list-style-type: none"> ・所属機関 ・所属学会 ・所属委員会 ・専門分野

本ガイドライン作成のための構成員を選定するために、ガイドライン統括委員会を設置し、本ガイドラインの作成に影響を及ぼすCOIがないことを確認した。ガイドライン統括委員長には重大なCOIを有していない者が就任した。本ガイドライン作成にあたっては、COI申告内容に基づいて複数の分野の専門職に、ガイドライン作成グループ、システムティックレビューグループ、外部評価委員の構成員として参加を依頼した。ガイドライン統括委員会は、COI申告内容に基づいて、ガイドライン作成グループ構成員の役割範囲を決定し、必要に応じた役割制限を設けた。ガイドライン作成グループ議長には重大なCOIを有していない者が任命された。また、各個人あるいは専門学会の研究活動、専門性・意向、人間関係、組織間の競争などの影響を極力排除するように努めた。ガイドライン推奨作成時にも構成員に重大なCOIが存在しないことを確認した。ガイドライン作成グループ議長は重大なCOIを有していないため、HQの推奨作成において、議事進行役を担当した。また特定の人物の意向が反映しないようメンバーを選定し、推奨作成に影響を及ぼさないように配慮した。

本ガイドライン作成過程で申告すべきCOIに変更が生じた場合は、都度および年1回ガイドライン統括委員長に自己申告することとした。個人別のCOI申告書は個人情報が含まれている可能性があるため、ガイドライン統括委員会で厳重に管理した。申告された企業名は下記のとおりである。なお、中立の立場にある出版社や団体は含まない。

記

アステラス製薬株式会社、イオン株式会社、一般財団法人 医療経済研究・社会保険福祉協会 医療経済研究機構 (IHEP)、エーザイ株式会社、MSD株式会社、小野薬品工業株式会社、神奈川県、株式会社ウェルモ、株式会社NTTドコモ、株式会社大塚製薬工場、株式会社タニタ、株式会社ツムラ、株式会社ノバケア、株式会社長谷工コーポレーション、株式会社日立製作所、株式会社フードケア、株式会社マルタフーズ、株式会社ロッテ、かんぽ生命保険株式会社、キューピー株式会社、協和キリン株式会社、クラシエ製薬株式会社、興和株式会社、産学協創/2021「ハビタット・イノベーション」プロジェクト(日立製作所)、サンスター株式会社、食の在り方研究会(19社)、住友ファーマ株式会社、第一三共株式会社、武田薬品工業株式会社、田辺三菱製薬株式会社、中外製薬会社、TIS株式会社、トーアエイヨー株式会社、東京ガス株式会社、東和薬品株式会社、ノバルティスファーマ株式会社、バイエル薬品株式会社、フクダライフテック東京株式会社、ブルデンシャル ジブラルタ ファイナンシャル生命保険株式会社、古野電気株式会社

(五十音順 企業名は2024年12月現在)

9. 出版後のガイドラインのモニタリング

デジタルデバイスは次々と新しいものが生み出される移り変わりの早い領域である。そのため、継続的なエビデンスのモニタリングを行い、5年を目処に改訂を予定する。

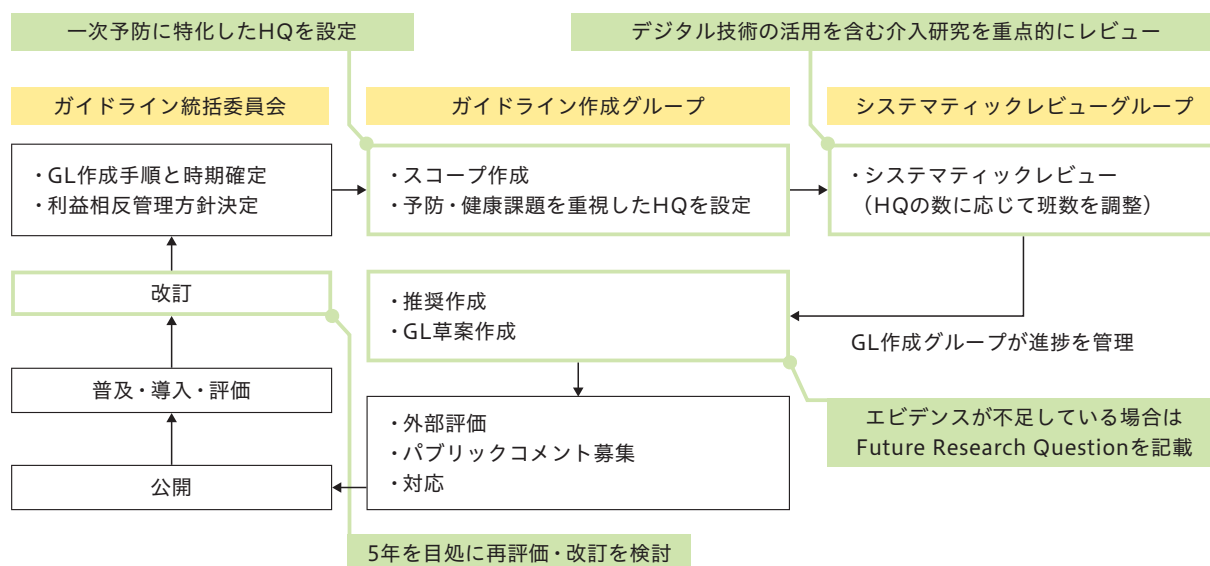
文献

- 1) Minds診療ガイドライン作成マニュアル編集委員会, Minds診療ガイドライン作成マニュアル2020 ver.3.0.
https://minds.jqhc.or.jp/docs/methods/cpg-development/minds-manual/pdf/all_manual_.pdf

作成手順

1. 組織

本ガイドラインの組織は、2022年10月に第1回統括委員会会議でメンバー確定を行い、同月ガイドライン作成グループが組織され、キックオフミーティングを実施した。本ガイドライン作成の流れは下図のとおり。



2. ヘルスケア・クエスチョン(Healthcare Question: HQ)の設定

サルコペニア・フレイルは要介護の主要因であるが、介入により予防が可能であること、またサルコペニア・フレイルになっても適切な介入により健常な状態に回復することが可能であることから、健康寿命を延伸し要介護期間を短縮する介入対象として社会的にも重要な病態である。近年のサルコペニア・フレイル研究の発展は目覚ましく、新たな知見を統合してガイドラインを更新する必要性が出てきた。特に、民間企業を中心にスマートフォンアプリやウェアラブルデバイスを使用したデジタルヘルスサービス介入が行われるようになってきている。しかし、これらのデジタルヘルスサービスの標準化は不十分であり、エビデンスの構築が進んでおらず、社会実装につながっていない。デジタルヘルスサービスを社会実装するためには、デジタルヘルスサービス介入の科学的根拠を提示し、サービス利用者が適切にデジタルヘルスサービスを選択できるための指針を作成する必要がある。従来の非薬物療法に加えてデジタルヘルスサービスを含む科学的根拠に基づいたサルコペニア・フレイルガイドラインを作成することで、これまでより効果的・効率的に予防を達成することができ、全ライフコースを通じた社会・経済的インパクトは極めて高いと考えられる。

本ガイドラインのHQは、①デジタルヘルスサービス介入がサルコペニアやフレイルを予防するかは明らかではないこと、②非薬物療法(栄養または運動療法、電気刺激療法など)がサルコペニアやフレイルを予防するか、について最新の論文を基にその効果についてアップデートする。

3. システマティックレビュー方法

本ガイドラインは、サルコペニアとフレイルの予防を目的としているため、HQを設定し、PICO形式で提示しシステマティックレビューを実施した。すなわち、P: Patients (介入を受ける対象)、I:

Intervention (介入の選択肢)、C: Comparisons (比較対象)、O: Outcome (アウトカム) である。本ガイドラインの対象者は、高齢者一般、フレイルのリスクを有する (生活習慣病、肥満、心肺疾患などの併存疾患やプレフレイル) 非高齢者とした。アプリやウェアラブルデバイスなどのデジタルヘルスサービス介入の効果または非薬物療法の介入効果についてレビューを実施した。HQのアウトカムは、対象者のフレイルの発生やサルコペニアの発症、フレイルやフレイルのサロゲートマーカー (歩行速度や活動量、筋力や骨格筋量) の変化、QOL、転倒や骨折、施設入所などの健康障害、費用対効果を設定した。レビューを行うにあたって、各HQに対して主担当者を決定した。主担当が2~3名のレビュー者を選定し、1つのHQに対し3~4名でシステマティックレビューを実施した。

検索にあたり、数個のキーワードを設定し、MEDLINEを用いて予備的検索を実施した。あらかじめ選定したキーとなる文献が含まれるように、各HQ担当で検索式を作成した。その後、文献検索の専門家に網羅的な検索式の作成を依頼した。検索データベースは、Cochrane Central Register of Controlled Trials、MEDLINE、Web of Science、CINAHLを対象とした。また、非薬物療法に関しては、既存のシステマティックレビューやメタアナリシスが多く発表されているため、既存のシステマティックレビューやメタアナリシスをMEDLINE、医中誌Web、Cochrane Database of Systematic Reviewsを使用して検索した。検索期間はHQごとに個別に設定した。

各HQの3~4名の担当者のうち、独立した2~3名によって一次と二次スクリーニング、残りの1名により意見の不一致が生じた際に判定を行う一般的な方針とした。一次スクリーニングではタイトルとAbstractで適格基準を満たした論文を包含した。二次スクリーニングではフルテキストを読み、適格基準を満たした論文を包含した。スクリーニングから最終解析論文抽出までの流れは、推奨と解説の項にレビューに使用した論文の抽出過程の図として示した。

各HQについて、研究の特徴を明らかにするために質的統合を用い、抽出された研究を分析した。アウトカムについて量的統合が可能な場合はメタアナリシスを実施した。データの欠落は著者に問い合わせ、回答が得られなかった場合、その研究はメタアナリシスから除外された。システマティックレビューを実施した場合、抽出された研究のバイアスのリスクを評価した。バイアスのリスクはThe version 2 of the Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2) (<https://methods.cochrane.org/risk-bias-2>) を用いた。

文献検索の実施期間は2022年10月から2024年3月とした。

4. エビデンスの総体について

各アウトカムのエビデンス総体の確実性の評価は、『Minds診療ガイドライン作成マニュアル2020 ver.3.0』¹⁾のエビデンス総体の評価に基づいて、5つの検討事項 (バイアスのリスク、非一貫性、不精確性、非直接性、出版バイアス) で評価した。出版バイアスはFunnel plotを作って確認した。エビデンスの評価を下げる項目として、バイアスのリスク、非一貫性、不精確性、非直接性、出版バイアスの5項目に対し、「軽度の問題あり」、「深刻な問題あり」、「重大な問題あり」の3項目で評価した。観察研究の場合は、「介入による大きな効果」、「用量-反応勾配」、「可能性のある交絡因子による効果の減弱」の3項目について評価し、該当する場合はエビデンスの評価を上げた。

5. 推奨の決定に関して

- 1) システマティックレビューグループは、システマティックレビューによって得られた結果を集約してガイドライン作成グループメンバーに提供した。結果の集約には、『Minds診療ガイドライン作成マニュアル2020 ver.3.0』¹⁾のSR-9定性的システマティックレビュー結果報告と、メタアナリシスできた場合はSR-10メタアナリシスの結果報告の様式を用いた。さらに、結果のまとめ (Summary of Findings: SoF) をSR-12の様式を用いて報告した。また、システマティックレビューがすでに複数実施されているHQに関してはアンブレラレビューを実施した。
- 2) ガイドライン作成グループは、システマティックレビューグループからの報告を基に、各HQに対する推奨文の案を作成した。

- 3) 推奨文案は集約し、市民代表が参加するパネル会議(2024年4月9日、17日開催)で投票を行った。ヘルスケアサービス事業者は推奨決定には関与しなかった。
- 4) 推奨決定までの流れは以下のとおりとした。
- ・ Summary of Findingsなどのシステマティックレビューの結果をまとめた情報をシステマティックレビューグループがパネル会議の場で発表する。
 - ・ パネル会議のメンバーはシステマティックレビューグループからの情報を基に、HQ担当者作成の推奨文案について、推奨の方向と程度を投票する。
 - ・ 推奨のグレードは下記の5段階とした。
 - ① 行うことを強く推奨する
 - ② 行うことを提案する
 - ③ 行わないことを提案する
 - ④ 行わないことを強く推奨する
 - ⑤ エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する
 - ・ 1度目の投票で80%以上の同意が得られた場合、推奨に確定する。50%未満であれば不採用とする。
 - ・ 50~80%の場合は議論したうえで再投票する。再度50~80%の場合は推奨文案を作り直して、後日パネル会議で決定する。
 - ・ 同点や不測の状況の采配は委員長が執る。
 - ・ 投票にはgood practice statement(GPS)を含めないが、投票を棄権することを認める。

6. 外部評価(AGREE II)ならびにパブリックコメント

外部評価ならびにパブリックコメントを依頼する個人または団体は、ガイドライン統括委員会によって決定された。事務局より各学会に依頼し、文章にて同意を得られた個人または団体をお願いした(5ページ参照)。

外部評価はAGREE IIを用いて、2名の先生に評価をお願いした。

パブリックコメントは、2024年9月下旬~10月23日の期間、パブリックコメント関連学会のメーリングリスト、ホームページに本稿およびHQとそれに対する推奨文と解説文を掲載して周知し、意見を公募した。意見は集約し、本文の改訂に反映された。

文献

- 1) Minds診療ガイドライン作成マニュアル編集委員会. Minds診療ガイドライン作成マニュアル2020 ver.3.0.
https://minds.jcqh.or.jp/docs/methods/cpg-development/minds-manual/pdf/all_manual_.pdf

用語解説

サロゲートマーカー

医学や薬学の研究において、診断、治療行為や薬効などの最終評価との関連を科学的に証明できる生物学的指標（バイオマーカー）。真のエンドポイントを測定することが倫理的に適切でない場合や、発症頻度が少なく統計的に意味のあるほどの発症例を集めた解析が困難な場合に用いられる。

デジタルヘルス (Digital Healthcare)

人工知能やチャットボット、ウェアラブルデバイス、ビッグデータ解析、仮想現実など最新のデジタル技術を活用して、医療やヘルスケアの効果を向上させることを意味する。

DGI (Dynamic Gait Index)

歩行の安定性とバランスを評価するためのテストである。平地歩行や障害物を越える歩行を行う、階段の昇り降りなど、8つの異なる歩行課題を通して対象者の動的バランス能力を評価する。

EQ-5D 3レベルバージョン (EQ-5D-3L)

1990年に開発され、健康関連QOL (Quality of Life)の測定方法としてもっとも広く用いられる質問票の1つ。

GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation)

医学的ガイドライン作成やシステマティックレビュー実施時に、エビデンスの確実性と推奨の強さを評価するための国際的な標準アプローチ。

HMB (beta-hydroxy-beta- methylbutyric acid)

β -ヒドロキシ- β -メチル酪酸は、必須アミノ酸のロイシンの代謝中間体の1つで、ロイシンが筋肉や肝臓で代謝されて生成される物質。筋タンパク質の合成を促進し、分解を抑制することでトレーニングによる筋肥大を増大させる、レジスタンストレーニング後の筋損傷の回復を高める、加齢による骨格筋萎縮に対して予防的に働く、エネルギー制限と組み合わせることで脂肪量の減少を促進させる、などの効果があると考えられている。

MoCA-J (Montreal Cognitive Assessment-Japanese)

軽度認知障害をスクリーニングするための認知機能評価検査。視空間、実行機能、命名、記憶、注意力、復唱、語想起、抽象概念、遅延再生、見当識などの多領域の認知機能を評価することができる。30点満点の検査で25点以下が軽度認知障害の疑いとなり、感度80~100%、特異度50~87%とされている。

MMSE (Mini Mental State Examination)

認知症が疑われる人を対象に認知機能レベルを客観的に測定することを目的とした神経心理検査。1975年に開発され世界中でもっとも広く使用されている認知症把握のための検査。

SF-12(MCS)

SF-36から選択された12項目からなる短縮版。
SF-12 (Mental Component Score)は精神的側面のQOLサマリースコアを示す。

SF-12(PCS)

SF-36から選択された12項目からなる短縮版。
SF-12 (Physical Component Score)は身体的側面のQOLサマリースコアを示す。

略語一覧

略語	欧語	名称、訳語
ADL	Activity of Daily Living	日常生活動作
CI	Confidence Interval	信頼区間
DGI	Dynamic Gait Index	動的歩行指数
EMS	Electrical Myostimulation	電氣的筋刺激
HMB	beta-hydroxy-beta-methylbutyric acid	β -ヒドロキシ- β -メチル酪酸
HQ	Healthcare Question	ヘルスケア・クエスチョン
IAPQ	International Physical Activity Questionnaire	国際標準化身体活動質問票
METS	Metabolic Equivalents	身体活動の強度を表す単位
MVPA	Moderate-to-Vigorous Physical Activity	中高強度身体活動
QOL	Quality of Life	生活の質
RCT	Randomized Controlled Trial	無作為化比較試験
RM	Repetition Maximum	最大反復回数
SMI	Skeletal Muscle Mass Index Performance Battery	骨格筋量指数
SPPB	Short Physical Performance Battery	身体機能の評価法の1つ
TUG	Timed Up & Go Test	歩行機能の評価法の1つ
VR	Virtual Reality	仮想現実

HQ一覽

HQ		推奨 (推奨の強さ、エビデンスの確実性)	サービス提供者、サービス利用者 (自治体、一般の利用者)向けの解釈
HQ 1	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は高齢者のフレイルを予防するか？	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価が、高齢者のフレイルを予防するか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：非常に弱い)	介入研究が少なかった結果に基づき推奨・提案を保留したが、デジタルヘルスサービスの使用を否定するものではない。
HQ 2	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価はハイリスク非高齢者のフレイルを予防するか？	フレイルのリスクを有する非高齢者に対して、フレイル予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：非常に弱い)	メタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスによる介入によってフレイルに関連する多くの指標が改善した。改善した指標に関しては、デジタルヘルスサービスの使用が有効な可能性がある。
HQ 3	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価はフレイル高齢者のフレイルを改善させるか？	デジタルヘルスサービスを用いた介入が、フレイル高齢者のフレイルを改善させるか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：非常に弱い)	介入研究が少なかった結果に基づき推奨・提案を保留したが、デジタルヘルスサービスの使用を否定するものではない。
HQ 4	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は高齢者のサルコペニアを予防するか？	高齢者のサルコペニアに対して、サルコペニア予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：非常に弱い)	メタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスによる介入によってサルコペニアに関連するいくつかの指標が改善した。改善した指標に関しては、デジタルヘルスサービスの使用が有効な可能性がある。
HQ 5	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価はハイリスク非高齢者のサルコペニアを予防するか？	サルコペニアのリスクを有する非高齢者に対して、サルコペニア予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：弱い)	メタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスによる介入によってサルコペニアに関連するいくつかの指標が改善した。改善した指標に関しては、デジタルヘルスサービスの使用が有効な可能性がある。
HQ 6	デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価はサルコペニア高齢者のサルコペニアを改善させるか？	デジタルヘルスサービスを用いた介入が、サルコペニア高齢者のサルコペニアを改善させるか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する。 (推奨の強さ：一、 エビデンスの確実性：非常に弱い)	数少ない介入研究の結果に基づく推奨であり、デジタルヘルスサービスの使用を否定するものではない。

HQ		推奨 (推奨の強さ、エビデンスの確実性)	サービス提供者、サービス利用者 (自治体、一般の利用者)向けの解釈
HQ 7	運動は高齢者のフレイルの発生・進展を予防するか？	高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む複合(多成分)運動を行うことを強く推奨する。 (推奨の強さ：強い、 エビデンスの確実性：強い)	高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む複合(多成分)運動は有効であり、強く推奨する。
HQ 8	栄養は高齢者のフレイルの発生・進展を予防するか？	高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、栄養補充、または運動に栄養補充を併用することを提案する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：弱い)	既存のシステマティックレビューで栄養介入がフレイルの発生・進展を予防する効果が示されているが、現時点では結論づけることはできない。
HQ 9	運動は高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するか？	高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む複合(多成分)運動を行うことを強く推奨する。 (推奨の強さ：強い、 エビデンスの確実性：強い)	高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む複合(多成分)運動は有効であり、強く推奨する。
HQ 10	栄養は高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するか？	高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、栄養補充、または運動に栄養補充を併用することを提案する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：中)	既存のシステマティックレビューで栄養介入がサルコペニアの発症・進展を予防する効果が示されているが、現時点では結論づけることはできない。
HQ 11	EMS(電氣的筋刺激)は高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するか？	高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、EMSを行うことを提案する。 (推奨の強さ：弱い、 エビデンスの確実性：弱い)	既存のシステマティックレビューでEMSがサルコペニアの発症・進展を予防する効果が示されているが、現時点では結論づけることはできない。

HQ 1

デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価は 高齢者のフレイルを予防するか？

推奨

デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価が、高齢者のフレイルを予防するか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する。

推奨の強さ 弱い エビデンスの確実性 非常に弱い

解説

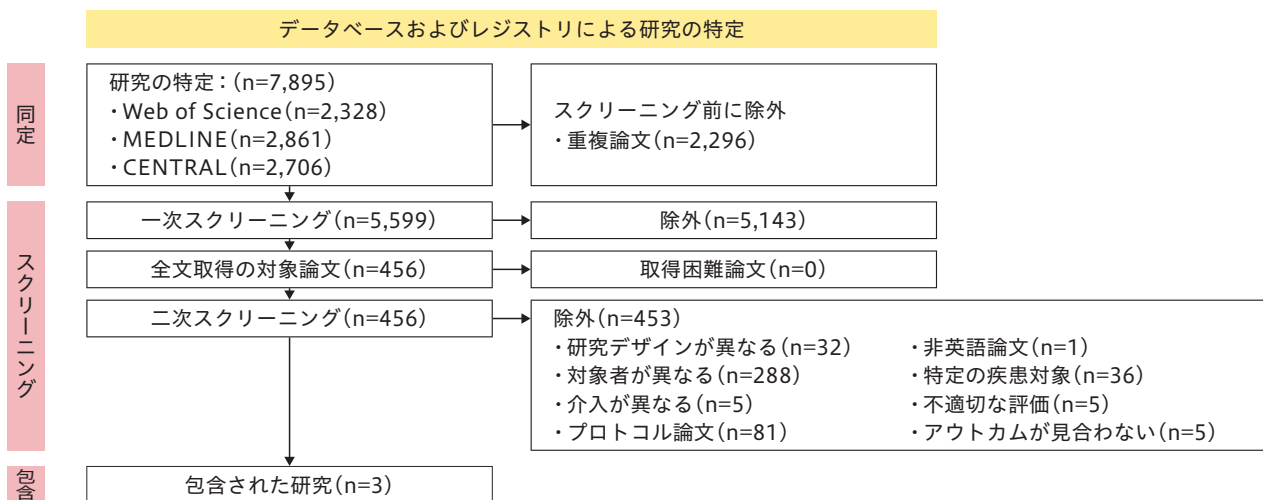
1)HQの背景

フレイルの該当者割合は加齢とともに増加する。フレイルは、要介護状態の手前にある段階と位置づけられ、適切な介入を行うことにより、健康寿命を延伸することにつながると考えられる。すなわち、フレイルは適切に評価し、介入を行うことで、予防や改善が可能である。さらに、フレイルの前段階にあるプレフレイルに該当する高齢者は多いため、フレイルの予防には費用対効果に優れた方法が望まれる。デジタルヘルスサービスの活用は、フレイルを予防するための適切な手段となる可能性がある。デジタルヘルスサービスには、スマートフォンアプリやウェアラブルデバイスによるものが含まれるが、これらは運動や栄養のモニタリングや自己管理、コミュニケーションに用いられている。しかし、これらのデジタルヘルスサービスを用いた介入や評価が、高齢者のフレイルを予防できるかについては、明らかではなく、HQを設定した。

2)エビデンス評価

3つのWebサービスを用いて文献を網羅的に検索し、重複した論文を除外した結果、合計5,599編の論文がスクリーニングに組み入れられた。一次スクリーニング(抄録調査)の結果、5,143編の論文が除外され、456編の論文が二次スクリーニング(論文調査)へと進んだ。最終的に、研究デザインが介入試験でない報告32編、対象者が本HQに見合わない報告288編、介入が本HQに見合わない報告5編、プロトコル報告81編、言語が対象外の報告1編、特定の疾患を対象とした報告36編、アセスメントが不適切な報告5編、アウトカムが見合わない報告5編を除外した結果、適格性を満たす報告は3編のみであった(図1)。これら

図1 論文の抽出過程(PRISMA 2020 フロー図)



3編^{1~3)}の報告はRCTのデザインを用いた研究であるが、いずれの研究においてもアウトカムには有意差を認めていない。

(1)メタアナリシスの結果

解析に用いたアウトカムは、フレイルの発生、死亡、5回椅子立ち上がりテスト、60秒椅子立ち上がりテスト、国際標準化身体活動質問票 (IPAQ)、中高強度身体活動 (MVPA) 時間、座位時間、健康状態質問票 (SF-36) の身体的項目、精神的項目であった。

メタアナリシスの結果では、対象となった研究や症例数が限定的であったため、いずれのアウトカムにおいても有意な結果となるものはなかった (図2~10)。フレイルの発生については、介入群でやや良好な傾向にあった。

以上の結果を踏まえて、デジタルヘルスサービスを用いた介入・評価が高齢者のフレイルを予防するか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する、とした。

図2 フォレストプロット (フレイルの発生)

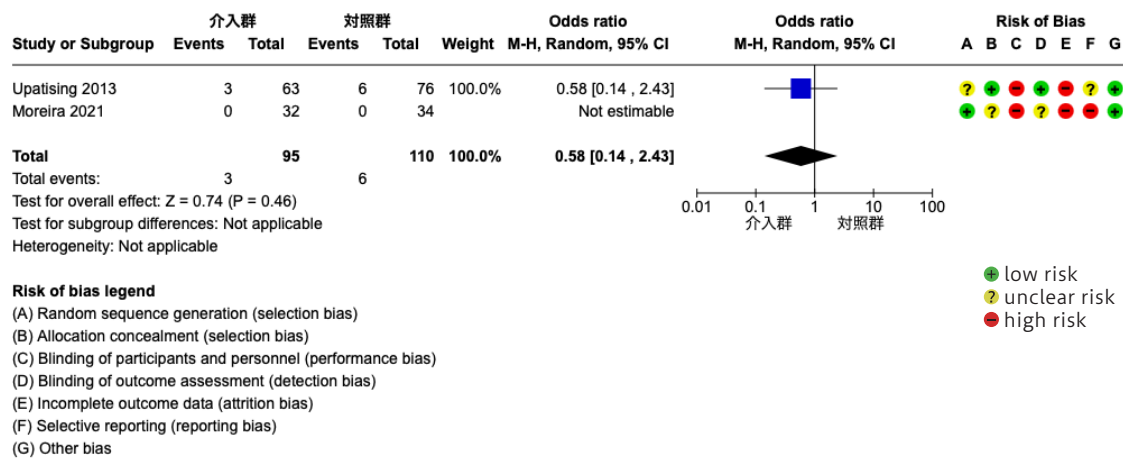


図3 フォレストプロット (死亡)

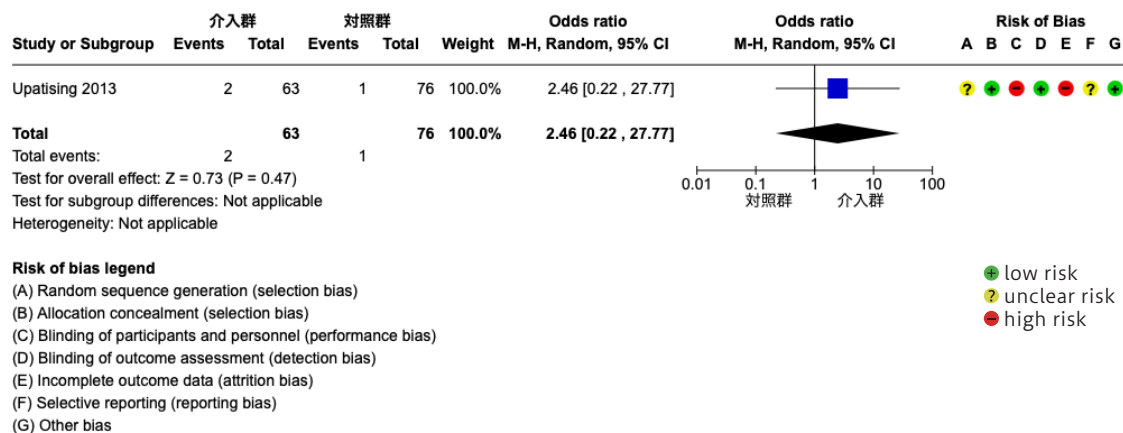


図4 フォレストプロット(5回椅子立ち上がりテスト、秒)

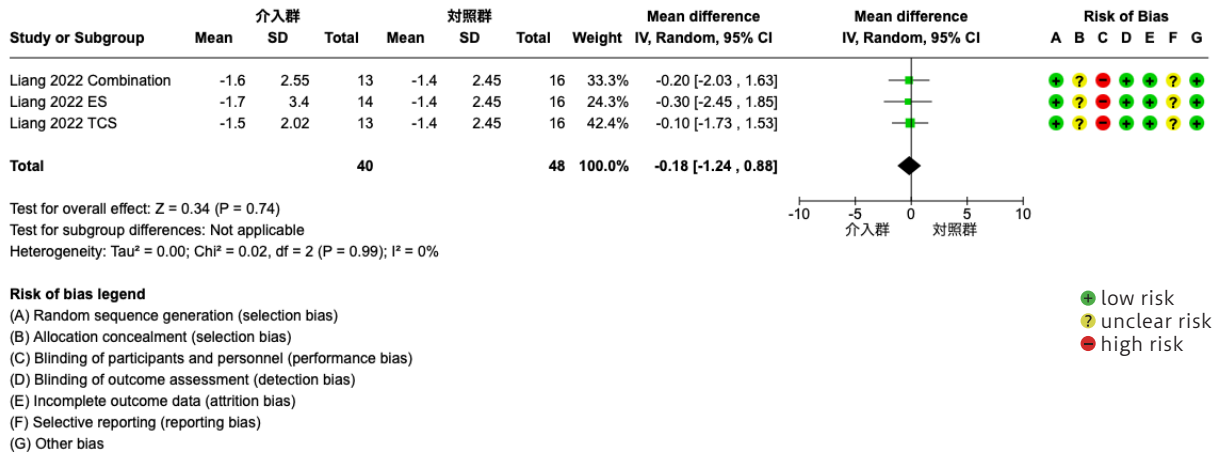


図5 フォレストプロット(60秒椅子立ち上がりテスト、回数)

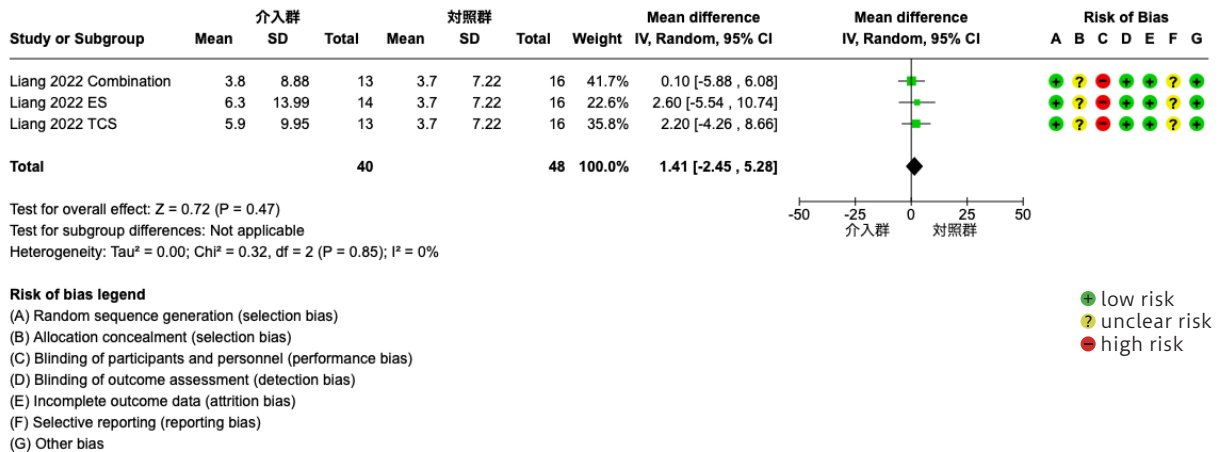


図6 フォレストプロット(国際標準化身体活動質問票スコア、MetS - 分/週)

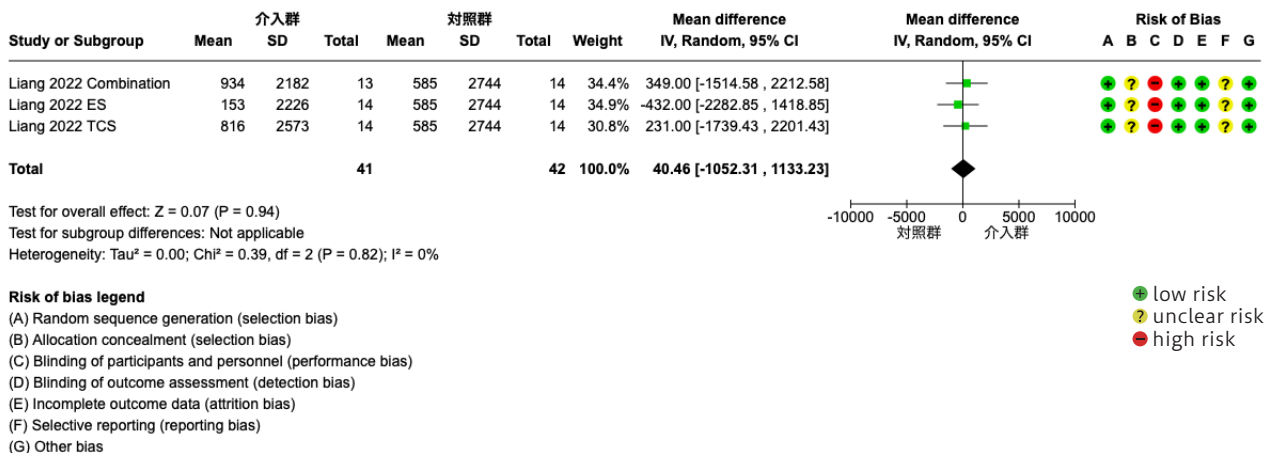


図7 フォレストプロット(中高強度身体活動時間、分/日)

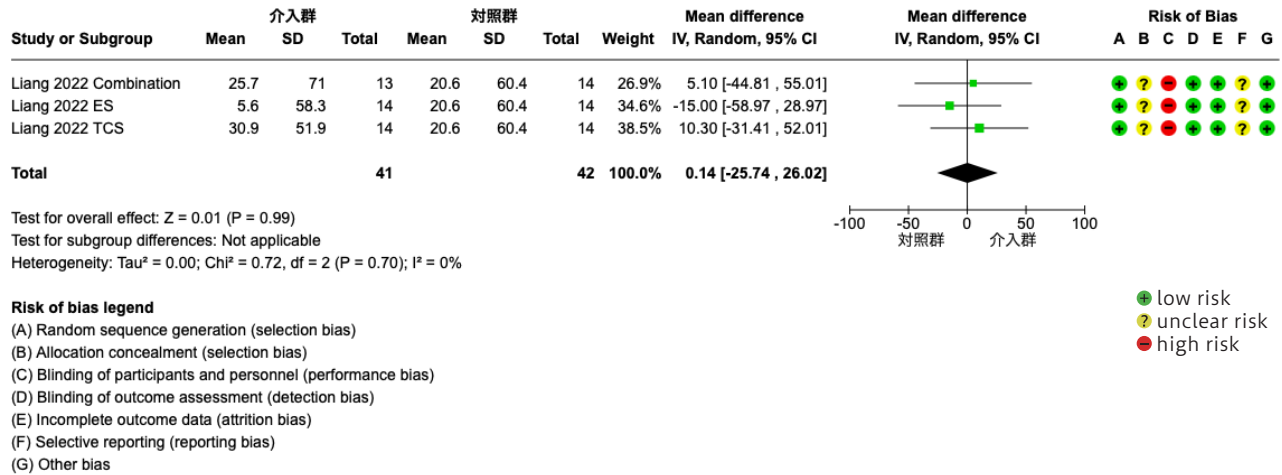


図8 フォレストプロット(座位時間、分/日)

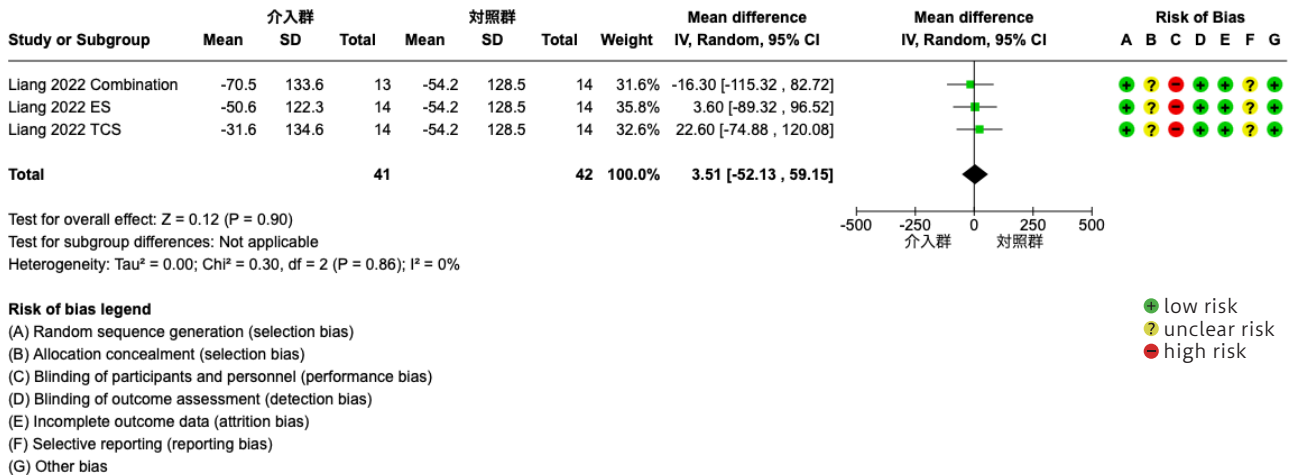


図9 フォレストプロット(SF36 physical health)

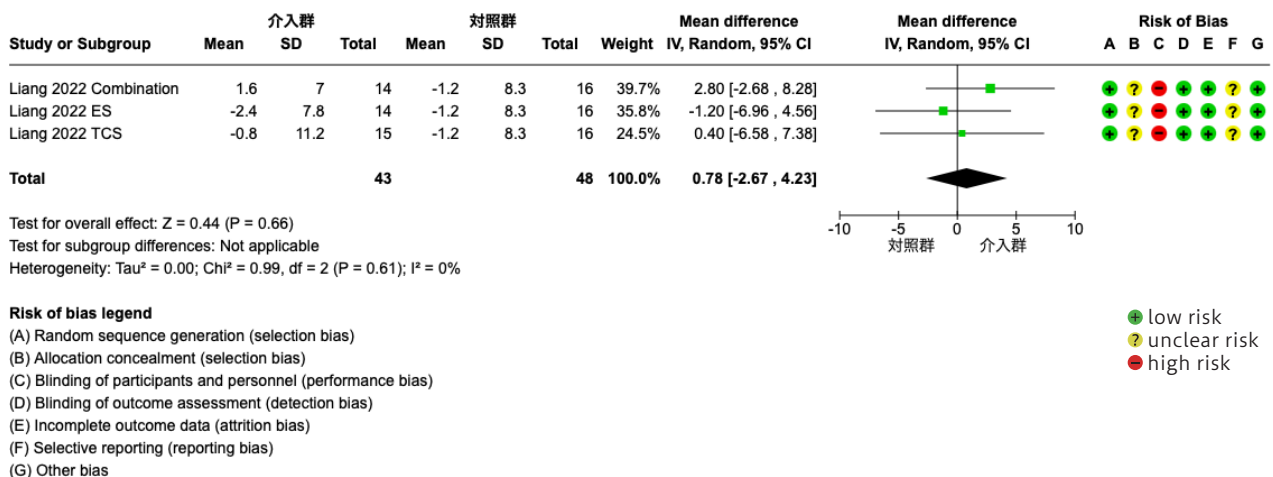


図10 フォレストプロット(SF36 mental health)

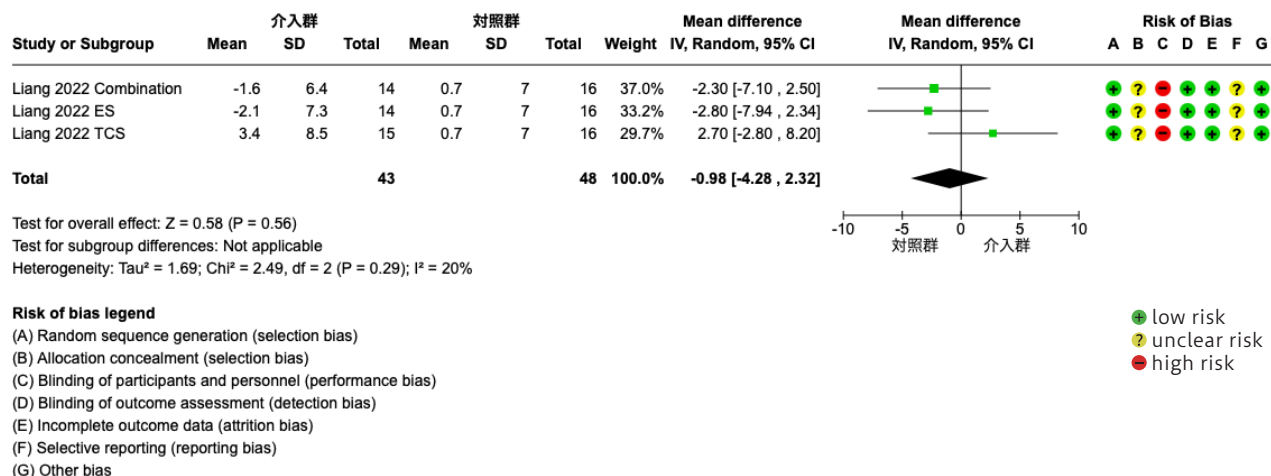


表1 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果

	分類した介入の定義	用いたデジタルデバイス	介入効果がみられたアウトカム	介入効果がみられなかったアウトカム
非同期的介入	デジタルデバイスを用いて対象者が単独で介入を行う	・ウェアラブルデバイスやセンサーによる身体活動や身体状態モニタリング	なし	フレイルの進展、死亡
		・スマートフォンを用いた運動管理	なし	フレイルの進展
同期的介入	介入対象者以外の方がデジタルデバイスを活用した指導などで関与する	・Webシステム(ビデオ会議)を用いた遠隔運動指導	なし	5回椅子立ち上がりテスト、60秒椅子立ち上がりテスト、IPAQスコア、MVPA時間、座位時間、SF-36
		・VR、身体運動ゲームを利用した指導	なし	フレイルの進展
非同期的・同期的にかかわらない介入	非同期的介入、同期的介入に分類しない全介入	非同期的・同期的介入の双方で用いたデジタルデバイス	なし	なし

(2) デジタルデバイスまたは介入手法の種類と研究結果(表1)

介入手法別の研究結果を表1に示すが、対象研究が限られるため介入効果については結論づけることはできない。

3) 益と害のバランス評価

採用された文献では、有害事象の報告はなかった。デジタルヘルスサービスをモニタリングやコミュニケーションに用いることによって、有害事象が発生するという可能性は低いと考えられるが、当該ツールの使用状況や使用内容によっても異なるため、一律に決定することは難しい。またデジタルヘルスサービスは、明らかな有害事象が報告されていないことと同様に、明確な有益性も示されなかった。デジタルヘルスサービスによる効果は、介入手段によって異なることが予測され、少数の小規模なRCTだけで有益性の有無について結論づけることは難しい。現時点では、デジタルヘルスサービスの有益性について結論を出すことはできず、さらなるエビデンスの確立を目指した研究が期待される。

4)患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5)資源利用と費用対効果

今回、採用した文献では、デジタルヘルスサービス介入に関する費用対効果を検証した報告はなかった。また、デジタルヘルスサービス介入による効果は明らかではなかった。デジタルヘルスサービス介入には、機器の導入などに一定の費用を要すると考えられるため、フレイル高齢者に対するデジタルヘルスサービス介入は、現時点では費用対効果に優れた介入と結論づけることはできない。

6)今後の研究

デジタルヘルスサービスの活用は、フレイルを予防するための適切な手段となる可能性があるが、現時点ではエビデンスが不足していることが明らかになった。今後、デジタルヘルスサービスをフレイル予防に用いた、質の高い研究がさらに集積されることにより、明確な推奨を提示できることが期待される。

文献

- 1) Upatising B, Hanson GJ, Kim YL, et al. Effects of home telemonitoring on transitions between frailty states and death for older adults: a randomized controlled trial. *Int J Gen Med* 2013; 6: 145-51. PMID: [23525664](#)
- 2) Moreira NB, Rodacki ALF, Costa SN, et al. Perceptive-Cognitive and Physical Function in Prefrail Older Adults: Exergaming Versus Traditional Multicomponent Training. *Rejuvenation Res* 2021; 24: 28-36. PMID: [32443963](#)
- 3) Liang IJ, Perkin OJ, McGuigan PM, et al. Feasibility and Acceptability of Home-Based Exercise Snacking and Tai Chi Snacking Delivered Remotely to Self-Isolating Older Adults During COVID-19. *J Aging Phys Act* 2022; 30: 33-43. PMID: [34157675](#)

Key words

Frailty, Telemonitoring, E-mailed instruction

推奨

フレイルのリスクを有する非高齢者に対して、フレイル予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する。

推奨の強さ ▶ 弱い エビデンスの確実性 ▶ 非常に弱い

解説

1)HQの背景

冠動脈疾患や変形性関節症、がんやその治療はフレイルのハイリスクであり、フレイルを発生することで疾患の治療反応性、ADL、生命予後が悪化する可能性がある。したがって、これらのハイリスク非高齢者に対するフレイル予防は個人・社会において価値がある。

しかし、フレイル発生のハイリスク非高齢者に対するデジタルヘルスサービスを用いた介入を実施すべきかについてのエビデンスは不十分である。これらの状況を踏まえ、本推奨を作成した。

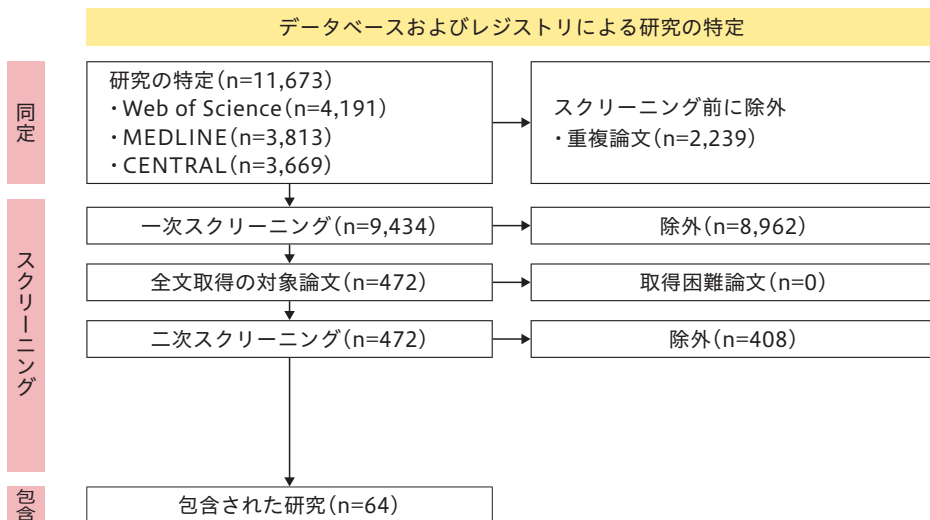
2)エビデンス評価

まず11,673編の論文が検索された。重複を除外した9,434編のうち、一次スクリーニングにより8,962編、二次スクリーニングにより408編が除外され、最終的に64編が採択された(図11)。

対象者の特性として、がん患者や冠動脈疾患患者、脳卒中患者、多発性硬化症などの神経変性疾患患者、肥満者、2型糖尿病患者など多彩な背景が含まれた。対象者の背景は在宅や外来、入院などが含まれた。介入内容はビデオ会議を用いた遠隔運動指導、Webサイトやアプリ・ゲームを用いた運動指導・運動管理、VRでの運動療法などが含まれた。介入期間は3週間から1年間と幅が広がった。

検証に用いられたアウトカムは、身体活動として身体活動量や身体活動時間、歩数、身体機能として歩行速度やDGI、TUGが含まれた。また、耐久性として6分間歩行テストとVO₂ peak、QOLとしてSF-36 Social Functioningが含まれた。

図11 論文の抽出過程(PRISMA 2020 フロー図)



(1)身体活動(図12~14) : 身体活動量、身体活動時間、歩数に対するメタアナリシス

身体活動量は8編の研究がメタアナリシスに包含され、非同期的介入(アプリ、ウェアラブルデバイスなど)6編と同期的介入(VR、ビデオ会議など)2編であった。非同期的介入(平均差0.21、95%CI 0.11-0.31)と同期的介入(平均差0.61、95%CI 0.11-1.12)のいずれにおいても有意に身体活動量が増加した。また、包含された8編を統合した結果、デジタルヘルスサービスを用いた介入によって有意に身体活動量が増加した(平均差0.23、95%CI 0.13-0.32)。

身体活動時間は7編の研究がメタアナリシスに包含され、すべてが非同期的介入であった。メタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスを用いた介入は身体活動時間に有意な効果を及ぼさなかった(平均差2.54、95%CI -3.38-8.46)。

歩数は7編の研究がメタアナリシスに包含され、非同期的介入6編と同期的介入1編であった。メタアナリシスの結果、非同期的介入は有意に歩数が増加し(平均差0.27、95%CI 0.10-0.43)、同期的介入は有意な効果を及ぼさなかった(平均差-0.11、95%CI -0.58-0.37)。包含された7編を統合した結果、デジタルヘルスサービスを用いた介入によって歩数が有意に増加した(平均差0.22、95%CI 0.07-0.38)。

図12 フォレストプロット(身体活動量METs、分/週)

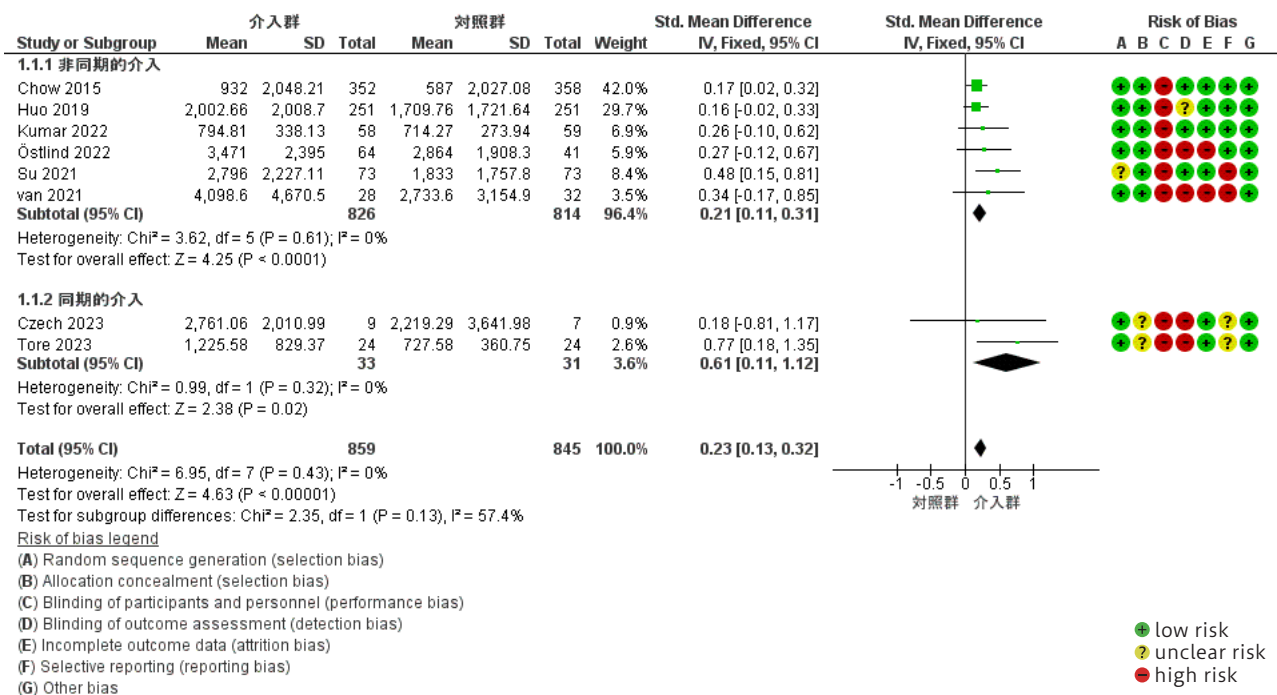


図13 フォレストプロット(身体活動時間、分/日)

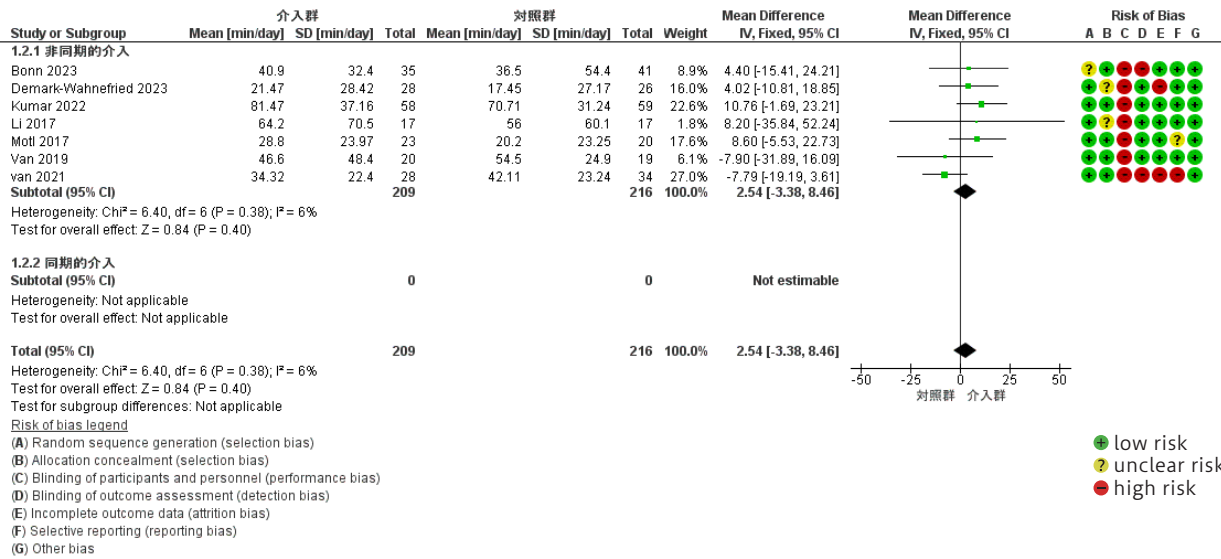
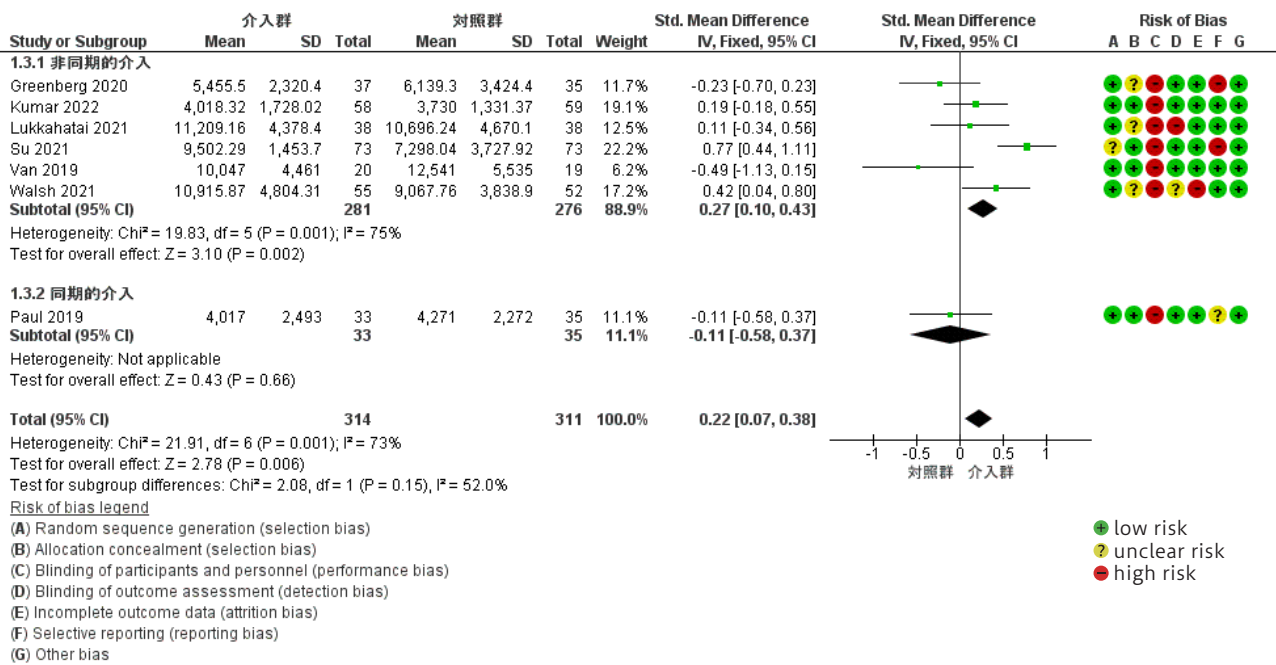


図14 フォレストプロット(歩数、歩/日)



(2) 耐久性 (図15、16) : 6分間歩行テスト、VO₂ peakに対するメタアナリシス

6分間歩行テストは20編の研究がメタアナリシスに包含され、非同期的介入4編と同期的介入16編であった。非同期的介入では有意な効果はなかった(平均差13.79、95%CI -4.65-32.23)。一方で、同期的介入は有意に6分間歩行距離を増加させた(平均差31.56、95%CI 20.92-42.20)。包含された20編でのメタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスを用いた介入によって有意に6分間歩行距離が増加した(平均差27.12、95%CI 17.90-36.33)。

VO₂ peakは3編の研究がメタアナリシスに包含され、非同期的介入1編と同期的介入2編であった。同期的介入によって有意にVO₂ peakが増加した(平均差2.87、95%CI 1.42-4.33)。包含された3編でのメタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスを用いた介入によって有意にVO₂ peakが増加した(平均差2.81、95%CI 1.49-4.12)。

図15 フォレストプロット(6分間歩行テスト、m/6分)

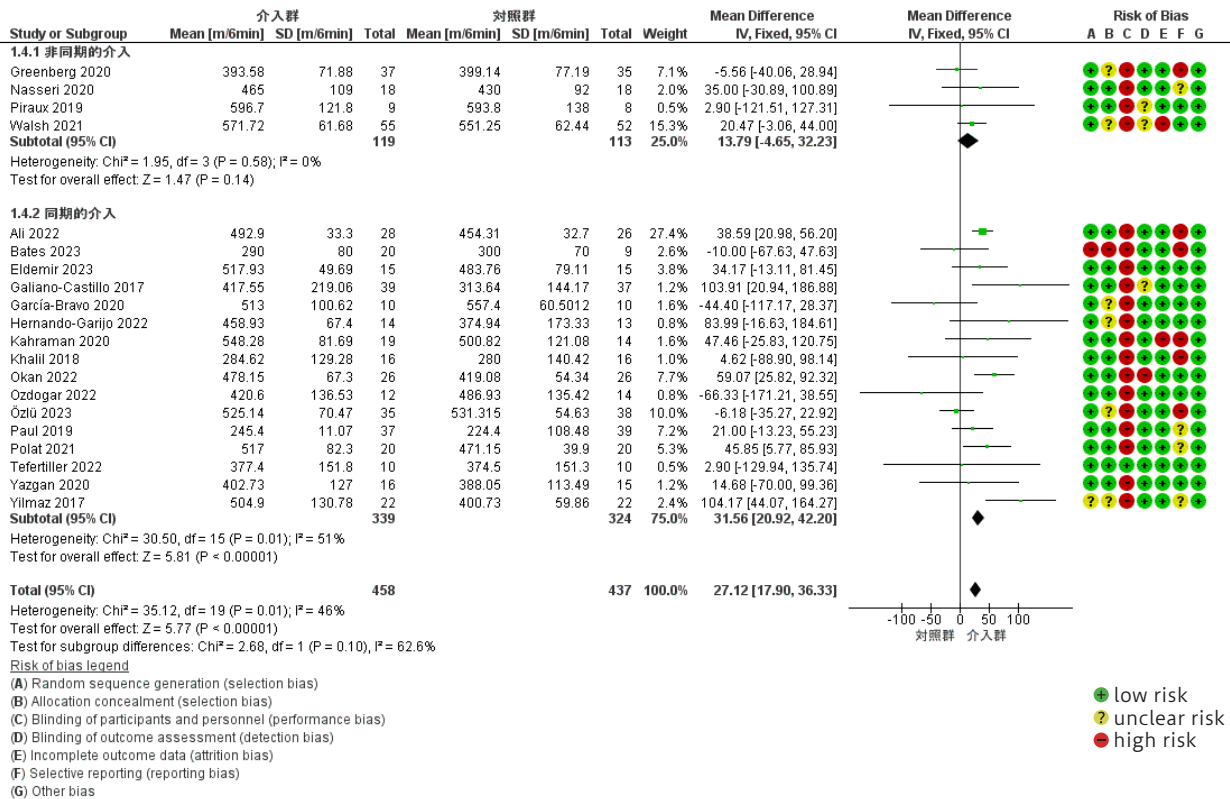
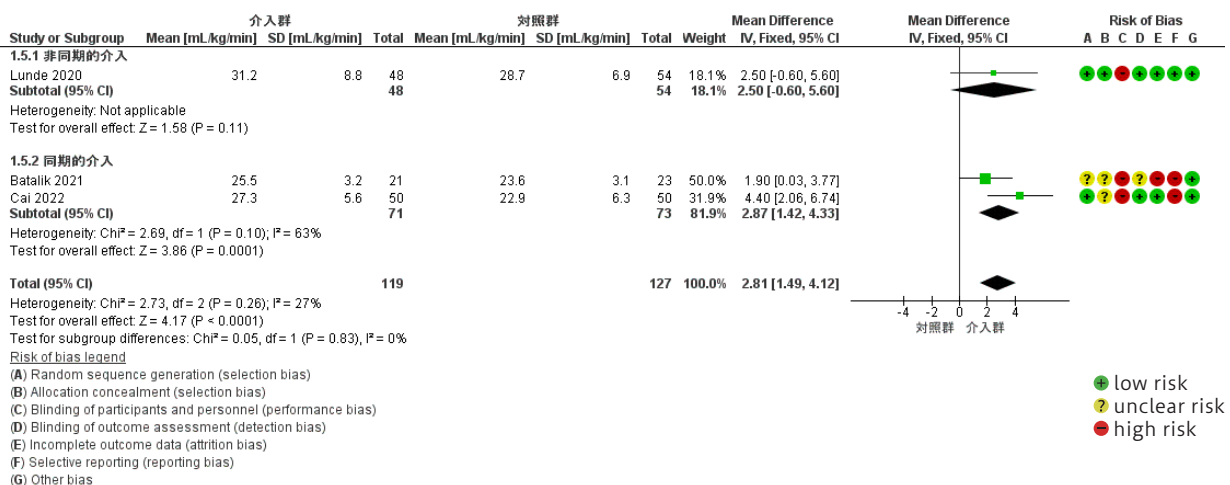


図16 フォレストプロット(VO₂ peak、mL/kg/分)



ルヘルスサービスを用いた介入によってTUGは有意に改善した(平均差 -1.47、95%CI -1.76- -1.18)。

(4)QOL(図20)

8編の研究がSF-36 Social Functioningに対する結果を報告しており、非同期的介入3編と同期的介入5編であった。非同期的介入(平均差6.51、95%CI 0.96-12.06)、同期的介入(平均差10.05、95%CI 4.83-15.27)ともに有意にSF-36 Social Functioningが改善した。包含された8編のメタアナリシスの結果、デジタルヘルスサービスを用いた介入によって、SF-36 Social Functioningは有意に改善した(平均差8.39、95%CI 4.58-12.19)。

図19 フォレストプロット(TUG、秒)

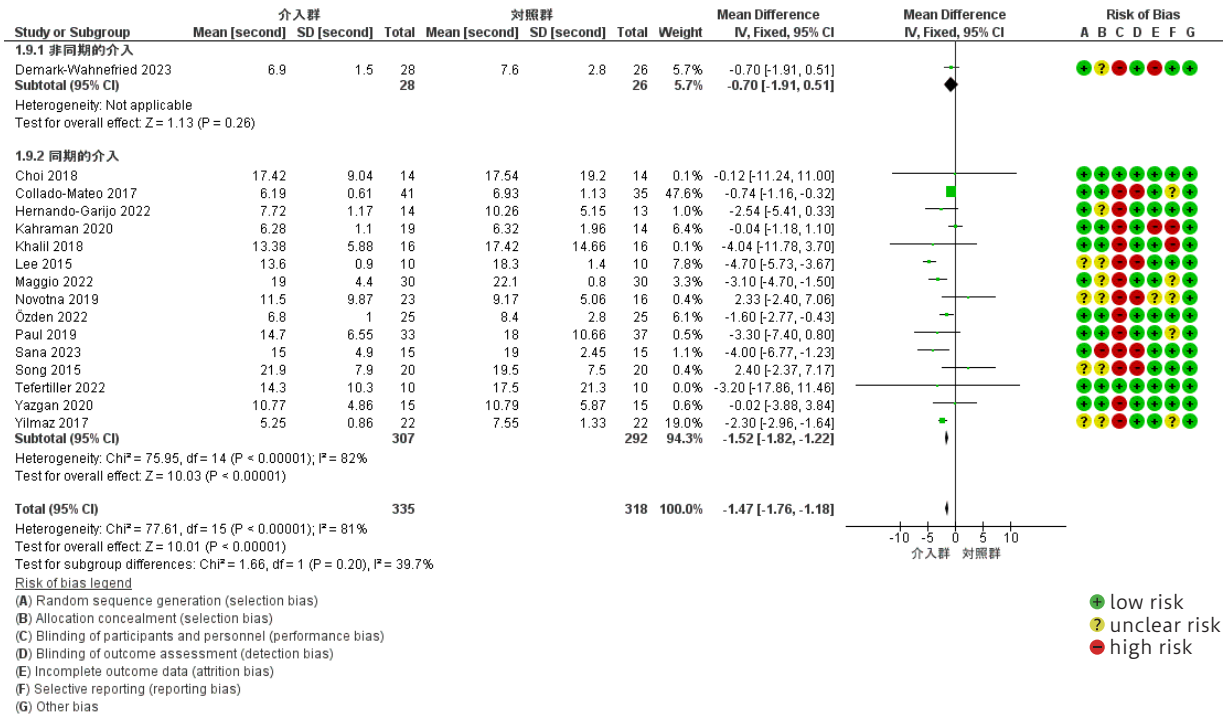
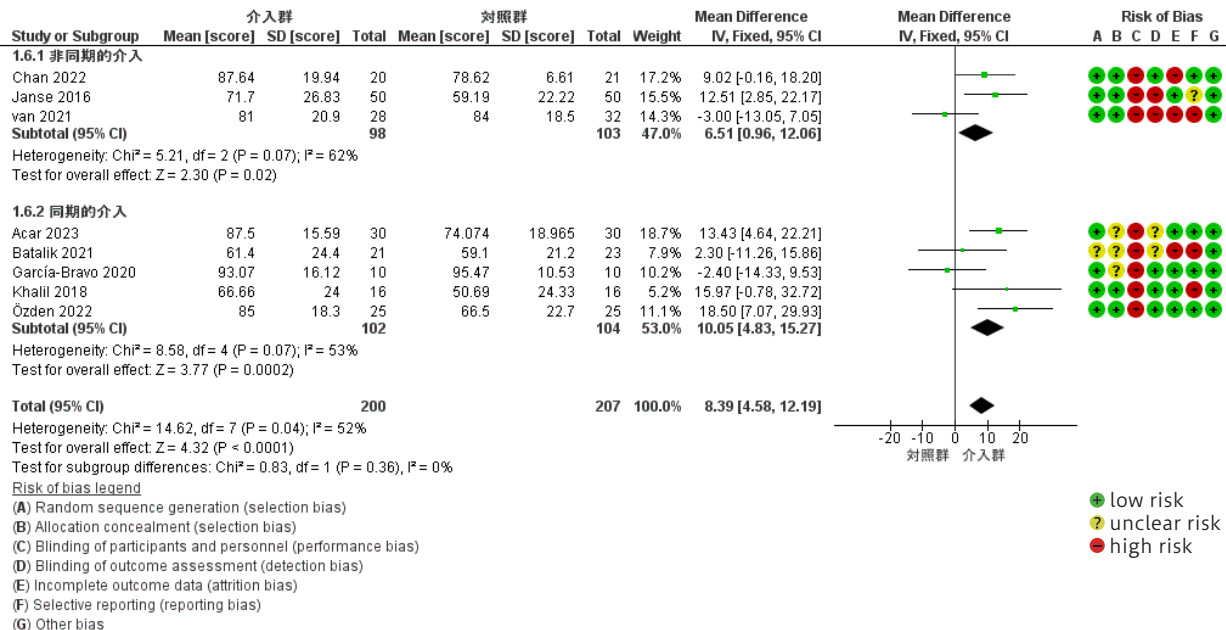


図20 フォレストプロット(QOL : SF-36 Social Functioning、点)



以上より、フレイルのリスクを有する非高齢者に対し、デジタルヘルスサービスを用いた介入は、フレイル指標である身体活動や耐久性、身体機能を改善させる可能性がある。一方で、ほとんどの研究で盲検化に関するリスクを有していることから、フレイルのリスクを有する非高齢者に対し、デジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する、と結論づけた。

表2 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果

著者	国	研究デザイン	セッティング	対象者特性	介入
Choi D, et al. 2018 ¹⁾	韓国	RCT	入院	脳卒中患者	ゲーム(任天堂Wii Fit)
Limaye T, et al. 2017 ²⁾	インド	RCT	在宅	3つ以上の危険因子(心代謝性疾患の家族歴、過体重/肥満、高血圧、空腹時血糖障害、高トリグリセリド血症、高LDLコレステロール血症、低HDLコレステロール血症)を有する糖尿病発症リスクの高い情報技術産業の従業員	生活習慣へのアドバイス、その後、携帯電話のメッセージと電子メールの生活習慣の修正
Tore NG, et al. 2023 ³⁾	トルコ	RCT	在宅	変形性関節症患者	遠隔運動療法(Zoom)
Ali OI, et al. 2022 ⁴⁾	エジプト	RCT	在宅	肥満手術後の患者	遠隔医療による監視つき体幹安定化プログラム
Felker GM, et al. 2022 ⁵⁾	アメリカ	RCT	外来	糖尿病を有する慢性心不全患者	テキストメッセージ(先週のパフォーマンス概要+モバイルヘルスを用いた目標設定)
Bonn SE, et al. 2023 ⁶⁾	スウェーデン	RCT	外来	肥満手術後の患者	スマートフォンアプリ(情報提供、メッセージ、目標設定、記録)
Özlü A, et al. 2023 ⁷⁾	トルコ	RCT	外来	変形性膝関節症患者	VRによる全身運動
Okan F, et al. 2022 ⁸⁾	トルコ	RCT	在宅	COVID-19感染後患者	遠隔呼吸療法
Tuck N, et al. 2022 ⁹⁾	ニュージーランド	RCT	在宅	慢性疼痛患者	VRによる全身運動
Demark-Wahnefried W, et al. 2023 ¹⁰⁾	アメリカ	RCT	在宅	がん患者とパートナー	Webベースの身体活動増加、食事、減量の介入(食器・体重計・Fitbitはモニタリング目的で測定・Webサイトにデータを収集、アドバイスフィードバックなどを受け取る)
Drew RJ, et al. 2022 ¹¹⁾	オーストラリア	RCT	在宅	過体重または肥満で抑うつ症状を有する男性	性別にあわせたオンラインメンタルヘルスサポートと減量プログラム
Ozdogar AT, et al. 2022 ¹²⁾	トルコ	RCT	入院	多発性硬化症患者	エクサゲームによる運動療法
Östlind E, et al. 2022 ¹³⁾	スウェーデン	クラスターRCT	外来	変形性股関節症患者または膝関節症患者	自己管理プログラムとウェアラブル アクティビティトラッカーによる自己モニタリング
Black M, et al. 2021 ¹⁴⁾	カナダ	RCT	在宅	過体重または肥満の女性	ウェアラブル活動量計の情報と動機付けおよび行動変容に基づく電子メール
Walsh JC, et al. 2021 ¹⁵⁾	アイルランド	RCT	在宅・外来	過体重・肥満のがんサバイバー	SMSテキストメッセージによる身体活動の動機付け、Fitbitによるモニタリング
Su JJ, et al. 2021 ¹⁶⁾	中国	RCT	在宅	冠動脈疾患患者	活動量計によるフィードバック、Webサイトによるエンバワメント
Spahrkäs SS, et al. 2022 ¹⁷⁾	オランダ	RCT	在宅	がん患者・がんサバイバー	スマートフォンアプリ
Batalik L, et al. 2021 ¹⁸⁾	チェコ	RCT	在宅・外来	冠動脈疾患患者	活動量計によるフィードバック
Greenberg J, et al. 2020 ¹⁹⁾	アメリカ	RCT	在宅	慢性疼痛患者	デジタルデバイスモバイルを用いたmind-body physical activity program
Lunde P, et al. 2020 ²⁰⁾	ノルウェー	RCT	在宅	心臓疾患患者	スマートフォンを用いた健康行動遵守の促進と監視目的の個別のフォローアップ、フィードバック、電子メール

(5) デジタルデバイスまたは介入手法の種類と研究結果(表2)

本システマティックレビューでは多くのデジタルデバイスを使用した研究が包含されたが、デバイスごとの統合は困難であった。一部のアウトカムについて、同期的介入と非同期的介入に分けてメタアナリシスを実施したが、サンプルサイズの影響を強く受けたことも否定はできず、同期的介入と非同期的介入の有効性を明確にする十分な根拠が得られなかった。

デジタルヘルス分類(ビデオ会議、センサー、ロボット、ゲーム、VR、アプリ、AI、Webサイトなど)	その他の追加介入	介入期間	対照群への介入	フレイル関連アウトカム(身体活動、身体機能、耐久性)	改善したアウトカム	改善しなかったアウトカム
ゲーム	なし	6週間	一般的なバランストレーニング	10m歩行速度、TUG		10m歩行速度、TUG
携帯メール・メッセージ、Webサイト	Webサイト(ログインが必要)とFacebookページ(非公開グループ)を通じて追加のサポート	1年間	生活習慣へのアドバイスのみ	150分/週以上の運動習慣の有無(数値の公表なし)	150分/週以上の運動習慣の有無(数値の公表なし)	
ビデオ会議	なし	8週間	運動パンフレットの配布	IPAQ-SF	IPAQ-SF	
ビデオ会議	なし	8週間		6分間歩行テスト	6分間歩行テスト	
テキストメッセージ、アプリ・Webサイト(歩数データ収集目的)	なし	12週間	通常ケア(1回/週の歩数計装着促進目的のテキストメッセージ)	歩数	歩数	
アプリ	なし	12週間	標準治療、一般情報の提供(標準治療の一環として、術後の食事や運動に関する情報の提供)	中高強度身体活動(MVPA)		中高強度身体活動(MVPA)
VR	なし	3週間	通常治療(超音波+経皮的電気刺激療法)	6分間歩行テスト		6分間歩行テスト
アプリ	ウォーキングプログラムを推奨	5週間	パンフレットでの呼吸療法とウォーキングの推奨	6分間歩行テスト	6分間歩行テスト	
VR	なし	6週間	通常の理学療法/なし(3群での比較試験のため)	歩数、活動量(立位、歩行、自転車に費やした合計分数)		歩数、活動量(立位、歩行、自転車に費やした合計分数)
Webサイト、センサー	なし	6か月間	待機リスト対照群	身体活動(MVPA)、8' Get-up-and-Go、Sit-and-Reach(柔軟性)、Back Scrach(柔軟性)、2-min Step Test(持久力・体力)、TUG	8' Get-up-and-Go、Sit-and-Reach(柔軟性)、Back Scrach(柔軟性)、2-min Step Test(持久力・体力)	身体活動(MVPA)、TUG
Webサイト、テキストメッセージ	なし	3か月間		中高強度活動時間(MVPA)、LPA、座位時間	mediatorとして解析されており不明	mediatorとして解析されており不明
ゲーム	なし	入院中	通常のリハビリテーション	Timed 25-foot walk test、2分間歩行テスト		Timed 25-foot walk test、2分間歩行テスト
ウェアラブルデバイス、アプリ	なし	12週間	自己管理プログラムのみ	活動量(IPAQ-SF)		活動量(IPAQ-SF)
Webサイト、アプリ、電子メール	なし	6週間	介入群2: ウェアラブル活動量計の情報のみ、介入群3: 初回、身体活動ガイドラインの配布と口頭説明のみ	活動量(IPAQ-SF)		活動量(IPAQ-SF)
センサー、テキストメッセージ	理学療法士・栄養士・心理士による指導	12週間(指導4週間・活動量計8週間)	スタンダードケア、リーフレットによる情報提供、Fitbitの提供(身体活動量の測定のみ)	6分間歩行テスト、歩数	歩数	6分間歩行テスト
センサー、ビデオ会議、アプリ、Webサイト	看護師による動機付け、Web教材	12週間	通常ケア(10分間の教育セッション)、身体活動量の測定のみ	歩数、活動量(IPAQ)	歩数	活動量(IPAQ)
アプリ	なし	12週間		疲労・活動量(活動量: 自己作成項目のアンケートを使用)	疲労・活動量(活動量: 自己作成項目のアンケートを使用)	
センサー、アプリ	電話による指導	12週間	通常の外来心リハ	VO ₂ peak、SF-36	VO ₂ peak	SF-36
Fitbit	なし	8週間	通常のmind-body physical activity program	歩数、6分間歩行テスト		歩数、6分間歩行テスト
アプリ	なし	1年間		心肺運動検査(VO ₂ 、Borg scaleなど)、運動習慣(毎週の平均運動セッション)		心肺運動検査(VO ₂ 、Borg scaleなど)、運動習慣(毎週の平均運動セッション)

表2 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果(つづき)

著者	国	研究デザイン	セッティング	対象者特性	介入
Song Y, et al. 2020 ²¹⁾	中国	RCT	外来	安定冠動脈疾患患者	遠隔モニタリングソフトウェア、心拍数ベルト(心拍数モニタリング)、テキストメッセージ(医療スタッフによるフィードバック)
Lukkahatai N, et al. 2021 ²²⁾	タイ	RCT	在宅	糖尿病患者	ウェアラブルデバイスの装着(介入Aは画面確認可能、介入Bは画面確認不可能)
Piroux E, et al. 2019 ²³⁾	ベルギー	RCT	フィットネスセンター	HIV感染者	公共のフィットネスセンターでの運動療法、Webサイトによる情報提供(エクササイズについて)
Nasseri NN, et al. 2020 ²⁴⁾	ドイツ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	スマートフォンアプリによる運動管理
Motl RW, et al. 2017 ²⁵⁾	アメリカ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	行動コーチとマンツーマンのビデオチャット、Webサイトによる情報提供
Bravo-Escobar R, et al. 2017 ²⁶⁾	スペイン	RCT	外来	虚血性心筋症患者	在宅心臓リハビリテーションプログラム
Yilmaz Yelvar GD, et al. 2017 ²⁷⁾	トルコ	RCT	外来	慢性疼痛患者、運動恐怖症患者	仮想歩行統合理学療法
Younge JO, et al. 2015 ²⁸⁾	オランダ	RCT	在宅	心疾患患者(虚血性、弁膜性、先天性心疾患、または心筋症)	オンラインプログラムで構成されたマインドフルネストレーニング
Yazgan YZ, et al. 2020 ²⁹⁾	トルコ	RCT	外来	多発性硬化症患者	介入1群はWii Fit、介入2群はバランストレーニング
Janse A, et al. 2016 ³⁰⁾	オランダ	RCT	在宅	特発性慢性疲労患者	小冊子による運動指導と認知行動療法、電子メールによるモニタリング
Chow CK, et al. 2015 ³¹⁾	オーストラリア	RCT	外来	冠動脈疾患患者	テキストメッセージ
Li LC, et al. 2017 ³²⁾	カナダ	RCT(遅延対照デザイン)	在宅	変形性膝関節症患者	身体活動カウンセリングプログラム
Unick JL, et al. 2012 ³³⁾	アメリカ	RCT	在宅	高度肥満症例	減量指導とモニタリング
Novotna K, et al. 2019 ³⁴⁾	チェコ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	Homebalanceシステム
Cai C, et al. 2022 ³⁵⁾	中国	RCT	入院	心房細動患者	遠隔リハビリテーション
Ghose A, et al. 2022 ³⁶⁾	アメリカ	RCT	在宅	糖尿病患者	介入1:mHealthアプリを使用、介入2:mHealthアプリを使用し、非パーソナライズされたSMSメッセージを週2回受信、介入3:mHealthアプリを使用し、専門家チームから患者固有の健康アドバイスを含まパーソナライズされたSMSメッセージを週2回受信
Lloréns R, et al. 2015 ³⁷⁾	スペイン	RCT	外来	脳卒中患者	VRトレーニング
Paul L, et al. 2019 ³⁸⁾	イギリス	RCT	在宅	多発性硬化症患者	Webベースのトレーニングプログラム
Van Blarigan EL, et al. 2019 ³⁹⁾	アメリカ	RCT	在宅	結腸直腸がん生存者	Fitbitとテキストメッセージ
Huo X, et al. 2019 ⁴⁰⁾	中国	RCT	在宅	冠動脈疾患患者および糖尿病患者	通常ケア+テキストメッセージ(グルコースモニタリング、血圧管理、服薬遵守率、身体活動、ライフスタイルに関する教育的および動機付け)
Chan H, et al. 2022 ⁴¹⁾	アメリカ	RCT	在宅	結腸直腸がん生存者	Fitbitとテキストメッセージ
Lee MK, et al. 2014 ⁴²⁾	韓国	RCT	在宅	乳がん生存者	Webベースの自己管理運動と食事介入
Sana V, et al. 2023 ⁴³⁾	パキスタン	RCT	在宅	亜急性期脳卒中患者	VRによるバランス練習(3回/週)
Acar Y, et al. 2023 ⁴⁴⁾	トルコ	RCT	在宅	強直性脊椎炎患者	Zoomビデオ会議での遠隔ヨガ
Petrella RJ, et al. 2017 ⁴⁵⁾	カナダ	RCT	不明	肥満症例	監視型運動療法+アプリでの教育
van de Wiel HJ, et al. 2021 ⁴⁶⁾	オランダ	RCT	在宅	乳がん患者および前立腺がん患者	インターネットを利用した身体活動支援プログラム(IPAS)+電話サポート
Collado-Mateo D, et al. 2017 ⁴⁷⁾	スペイン	RCT	記載なし	線維筋痛症患者	エクサゲーム(VirtualEx-FM)

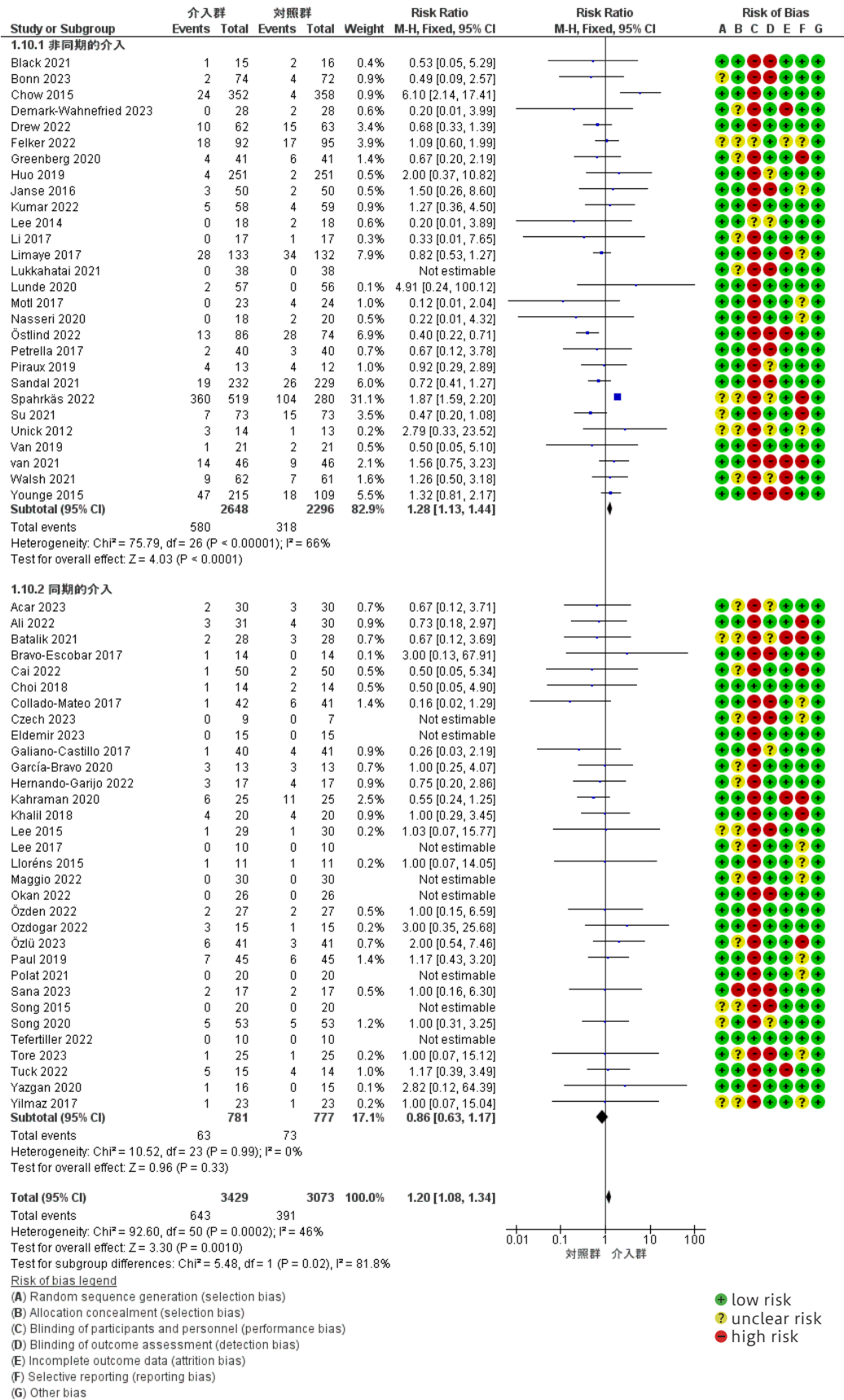
デジタルヘルス分類(ビデオ会議、センサー、ロボット、ゲーム、VR、アプリ、AI、Webサイトなど)	その他の追加介入	介入期間	対照群への介入	フレイル関連アウトカム(身体活動、身体機能、耐久性)	改善したアウトカム	改善しなかったアウトカム
アプリ、テキストメッセージ	外来フォローアップ	6か月間		運動負荷テスト(VO ₂ peak)	運動負荷テスト(VO ₂ peak)	
ウェアラブルデバイス	なし	2日間		歩数		歩数
Webサイト、電話	なし	6週間	運動習慣を変えないよう指示	6分間歩行テスト		6分間歩行テスト
アプリ	なし	3か月間	リーフレットによる運動を勧めるための情報提供	活動量、歩行量、6分間歩行テスト、歩行速度		活動量、歩行量、6分間歩行テスト、歩行速度
ビデオチャット、Webサイト	なし	6か月間		活動量(MVPA)		活動量(MVPA)
アプリ、センサー	なし	2か月間	通常の心臓リハビリテーションプログラム(院内で運動プログラムを週3回、24セッション)	METs	METs	
VR	なし	2週間	運動日記	6分間歩行テスト、TUG	6分間歩行テスト、TUG	
Webサイト、メッセージ	マインドフルネスに関する本を配布	12週間	マインドフルネスに関する本を配布	6分間歩行テスト		6分間歩行テスト
ゲーム	ウォームアップとして10分間の無抵抗サイクリングワーク	8週間		6分間歩行テスト、TUG		6分間歩行テスト、TUG
電子メール	小冊子	6か月間	評価時の対面での指導	活動量(SIP8、SF-36):活動量に関する結果の記載なし		
メール	なし	6か月間		METs	METs	
ウェアラブル機器、電話カウンセリング	なし	8週間	1ヵ月後遅れてのカウンセリング	活動量(MVPA)		活動量(MVPA)
Webサイト、Sensewearアームバンド	減量指導	6か月間	減量指導	活動量(MVPA)の変化量	活動量(MVPA)の変化量	
Homebalanceシステム(ゲーム)	なし	4週間		TUG、歩行パラメーター(通常および速歩き時の速度)		TUG、歩行パラメーター(通常および速歩き時の速度)
アプリケーション、センサー	なし	12週間	通常ケア(持久カトレニング、5回/週)	身体活動量(IPAQ)、VO ₂ peak	身体活動量(IPAQ)、VO ₂ peak	
アプリ、テキストメッセージ	なし	3か月間	対照1:通常どおり行動、対照2:ヘルスアプリのWeb(PC)バージョンを使用	歩数、運動時間	歩数、運動時間	
VR	なし	4週間	通常ケア(理学療法)	歩行テスト(10m歩行速度)		歩行テスト(10m歩行速度)
Webサイト	日誌の提出	6か月間	紙ベースでのトレーニングメニュー	身体活動量(歩数)、TUG、2分間歩行テスト、歩行速度		身体活動量(歩数)、TUG、2分間歩行テスト、歩行速度
センサー、テキストメッセージ	教育教材(紙)の提供	12週間	教育教材(紙)の提供	中等度以上の身体活動(分/日)、歩数/日		中等度以上の身体活動(分/日)、歩数/日
テキストメッセージ	なし	6か月間	通常ケア+2回/月感謝のメッセージを受け取る	自己申告の身体活動量(METs分/週)		自己申告の身体活動量(METs分/週)
センサー、テキストメッセージ	教育資料(紙)	12週間	教育資料(紙)	SF-36(社会生活機能)		SF-36(社会生活機能)
Webサイト	なし	12週間	運動と食事に関する50ページの教育小冊子	中強度の身体活動	中強度の身体活動	
VR	なし	8週間	前庭リハビリテーション	TUG、DGI	TUG、DGI	
ビデオ会議	なし	8週間		SF-36、シャトルウォークテスト	SF-36、シャトルウォークテスト	
アプリ	なし	12週間		身体活動量(歩数、IPAQ)	身体活動量(歩数、IPAQ)	
Webサイト	電話サポート	24週間(6か月間)	オンラインのみの群、通常治療群(がん治療後のガイドラインと身体活動利点の配布物)	活動量(MVPA)、IPAQ、SF-36	SF-36	活動量(MVPA)、IPAQ
VR、ゲーム	なし	8週間	通常の活動	TUG	TUG	

表2 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果(つづき)

著者	国	研究デザイン	セッティング	対象者特性	介入
Özden F, et al. 2022 ⁴⁸⁾	トルコ	RCT	在宅	慢性腰痛患者	ビデオエクササイズベースの遠隔リハビリテーション
Lee J, et al. 2017 ⁴⁹⁾	韓国	RCT	在宅	脳卒中患者	スマートフォンベースのモーショントラッキング技術を使用した歩行トレーニング(SITT)
Hernando-Garijo I, et al. 2022 ⁵⁰⁾	スペイン	RCT	在宅	線維筋痛症患者	遠隔運動療法
Kumar M, et al. 2022 ⁵¹⁾	インド	RCT	在宅	てんかん患者	アクティビティトラッキングアプリを用いた運動
Maggio MG, et al. 2022 ⁵²⁾	イタリア	RCT	在宅	多発性硬化症患者	VRを用いた認知トレーニング
García-Bravo S, et al. 2020 ⁵³⁾	スペイン	RCT	外来	虚血性心疾患患者	遠隔運動療法
Song GB, et al. 2015 ⁵⁴⁾	韓国	RCT	外来	脳卒中患者	VRゲーム
Tefertiller C, et al. 2022 ⁵⁵⁾	アメリカ	RCT	外来	外傷性脳損傷患者	VRを使用したトレッドミルトレーニング
Bates NA, et al. 2023 ⁵⁶⁾	アメリカ	RCT	外来	腰痛患者	介入1:A1誘導レジスタンストレーニング(体幹)
Lee IW, et al. 2015 ⁵⁷⁾	韓国	RCT	外来	脳卒中患者	VRを活用したエクササイズプログラム
Kahraman T, et al. 2020 ⁵⁸⁾	トルコ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	遠隔リハビリテーション(Tele-MIT)
Polat M, et al. 2021 ⁵⁹⁾	トルコ	RCT	外来(4週間)+在宅(4週間)	線維筋痛症患者	VRでの運動療法
Khalil H, et al. 2018 ⁶⁰⁾	ヨルダン	RCT	在宅	多発性硬化症患者	VRによるバランストレーニング
Eldemir K, et al. 2024 ⁶¹⁾	トルコ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	遠隔運動療法
Czech O, et al. 2022 ⁶²⁾	ポーランド	RCT	外来	乳がん患者	Virtual Therapeutic Garden (VRTierOne) therapy sessions
Sandal LF, et al. 2021 ⁶³⁾	デンマーク	RCT	外来	腰痛患者	アプリによる歩数モニタリング、運動指導

デジタルヘルス分類(ビデオ会議、センサー、ロボット、ゲーム、VR、アプリ、AI、Webサイトなど)	その他の追加介入	介入期間	対照群への介入	フレイル関連アウトカム (身体活動、身体機能、耐久性)	改善したアウトカム	改善しなかったアウトカム
Webサイト	なし	8週間	紙ベースの従来のリハビリテーション	TUG	TUG	
VR、センサー	なし	6週間	通常のトレッドミルトレーニング	歩行速度(m/秒)、歩行数(歩数/分)	歩行速度(m/秒)	歩行数(歩数/分)
モニタリング、ビデオ会議	なし	15週間	ビデオ会議	6分間歩行テスト		6分間歩行テスト
アプリ	なし	12週間		GPAQ (METs、歩数、身体活動時間、歩行距離)		GPAQ (METs、歩数、身体活動時間、歩行距離)
半没入型VRシステム	一般的なコンディショニング・エクササイズ	8週間	伝統的な対面での認知トレーニングと一般的なコンディショニング・エクササイズ	なし		
VR、センサー、ゲーム	なし	8週間	アルコールコン大学病院の従来のCRプロトコル(レジスタンスエクササイズ(トレッドミルで30分間)と0.5~3kgの重りでの四肢筋力トレーニング(10分間))	6分間歩行テスト、SF-36、代謝量(METs)		6分間歩行テスト、SF-36、代謝量(METs)
ゲーム	なし	8週間	エルゴメータートレーニング	10m歩行速度、TUG		10m歩行速度、TUG
VR	なし	4週間	VRを用いないトレッドミルトレーニング/標準治療	6分間歩行テスト、10秒歩行速度、TUG		6分間歩行テスト、10秒歩行速度、TUG
AI	なし	8週間	介入2:AIと臨床ケアの組合せ、介入3:臨床ケアのみ、対照群:介入なし	6分間歩行テスト、体幹筋持久力(Biering-Sorenson's Exam)		6分間歩行テスト、体幹筋持久力(Biering-Sorenson's Exam)
ゲーム	なし	6週間		TUG	TUG	
ビデオ会議	なし	8週間		2分間歩行テスト、歩行速度(T25FW)、DGI、TUG	DGI	2分間歩行テスト、歩行速度(T25RW)、TUG
VR	なし	4週間	従来のトレーニング(有酸素運動+エクササイズ)	6分間歩行テスト	6分間歩行テスト	
VR	なし	6週間	従来のバランストレーニング	3分間歩行テスト、10m歩行速度、TUG、SF-36		3分間歩行テスト、10m歩行速度、TUG、SF-36
ビデオ会議	なし	6週間		6分間歩行テスト		6分間歩行テスト
VR	なし	2週間		活動量		活動量
アプリ	なし	3ヵ月間	通常の外来での運動指導	活動量(Saltin-Grimby Physical activity Level Scale)		活動量(Saltin-Grimby Physical activity Level Scale)

図21 フォレストプロット(脱落人数)



3) 益と害のバランス評価

メタアナリシスの結果、フレイルに関連する多くのアウトカムでデジタルデバイスの有効性が明らかとなり、急速に普及するデジタルデバイスを用いた介入はフレイルハイリスク非高齢者のフレイル予防に有効である可能性がある。一方で、特に非同期的介入で脱落が有意に多く(リスク比 1.28、95%CI 1.13-1.44) (図21)、介入方法やデバイスの種類、継続するための方法は懸念材料である。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

費用対効果を分析した研究が1編あり、1年間に1人の過体重/肥満を治療/予防するための増分コストは10,665インドルピー(112.30ポンド)、日本円で2万円程度(2024年12月上旬時点)であった²⁾。これは、将来的なフレイルの発生に伴う健康障害を考えると、有益な可能性がある。

6) 今後の研究

ほとんどのアウトカムでフレイル関連指標に対する予防的なメタアナリシスの結果が出ているものの、介入群で有意に脱落者が多い結果となったことや、被験者の無作為化のプロセスやアウトカムの選択にバイアスリスクがあること、結果の一貫性に問題があることなどから十分なエビデンスであるとはいえず、より質の高い研究が求められる。

文献

- 1) Choi D, Choi W, Lee S. Influence of Nintendo Wii Fit Balance Game on Visual Perception, Postural Balance, and Walking in Stroke Survivors: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Games Health J* 2018; 7: 377-84. doi/10.1089/g4h.2017.0126
- 2) Limaye T, Kumaran K, Joglekar C, et al. Efficacy of a virtual assistance-based lifestyle intervention in reducing risk factors for Type 2 diabetes in young employees in the information technology industry in India: LIMIT, a randomized controlled trial. *Diabet Med* 2017; 34: 563-8. PMID: 27589695
- 3) Tore NG, Oskay D, Haznedaroglu S. The quality of physiotherapy and rehabilitation program and the effect of telerehabilitation on patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2023; 42: 903-15. PMID: 36279075
- 4) Ali OI, Abdelraouf OR, El-Gendy AM, et al. Efficacy of telehealth core exercises during COVID-19 after bariatric surgery: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2022; 58: 845-52. PMID: 35904308
- 5) Felker GM, Sharma A, Mentz RJ, et al. A Randomized Controlled Trial of Mobile Health Intervention in Patients With Heart Failure and Diabetes. *J Card Fail* 2022; 28: 1575-83. PMID: 35882260
- 6) Bonn SE, Hult M, Spetz K, et al. Effect of a Smartphone Application on Physical Activity and Weight Loss After Bariatric Surgery—Results from a Randomized Controlled Trial. *Obes Surg* 2023; 33: 2841-50. PMID: 37500930
- 7) Özlü A, Ünver G, Tuna Hİ, et al. The Effect of a Virtual Reality-Mediated Gamified Rehabilitation Program on Pain, Disability, Function, and Balance in Knee Osteoarthritis: A Prospective Randomized Controlled Study. *Games Health J* 2023; 12: 118-24. PMID: 36603100
- 8) Okan F, Okan S, Duran Yücesoy F. Evaluating the Efficiency of Breathing Exercises via Telemedicine in Post-Covid-19 Patients: Randomized Controlled Study. *Clin Nurs Res* 2022; 31: 771-81. PMID: 35485738
- 9) Tuck N, Pollard C, Good C, et al. Active Virtual Reality for Chronic Primary Pain: Mixed Methods Randomized Pilot Study. *JMIR Form Res* 2022; 6: e38366. PMID: 35830224
- 10) Demark-Wahnefried W, Oster RA, Crane TE, et al. Results of DUET: A Web-Based Weight Loss Randomized Controlled Feasibility Trial among Cancer Survivors and Their Chosen Partners. *Cancers (Basel)* 2023; 15: 1577. PMID: 36900368
- 11) Drew RJ, Morgan PJ, Young MD. Mechanisms of an eHealth program targeting depression in men with overweight or obesity: A randomised trial. *J Affect Disord* 2022; 299: 309-17. PMID: 34871640
- 12) Ozdogar AT, Baba C, Kahraman T, et al. Effects and safety of exergaming in persons with multiple sclerosis during corticosteroid treatment: a pilot study. *Mult Scler Relat Disord* 2022; 63: 103823. PMID: 35523062
- 13) Östlind E, Eek F, Stigmar K, et al. Promoting work ability with a wearable activity tracker in working age individuals with hip and/or knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2022; 23: 112. PMID: 35114983
- 14) Black M, Brunet J. A Wearable Activity Tracker Intervention With and Without Weekly Behavioral Support Emails to Promote Physical Activity Among Women Who Are Overweight or Obese: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021; 9: e28128. PMID: 34927590
- 15) Walsh JC, Richmond J, Mc Sharry J, et al. Examining the Impact of an mHealth Behavior Change Intervention With a Brief In-Person Component for Cancer Survivors With Overweight or Obesity: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021; 9: e24915. PMID: 36260394
- 16) Su JJ, Yu DS. Effects of a nurse-led eHealth cardiac rehabilitation programme on health outcomes of patients with coronary heart disease: A randomised controlled trial. *Int J Nurs Stud* 2021; 122: 104040. PMID: 34333211
- 17) Spahrkäs SS, Looijmans A, Sanderman R, et al. How does the Untire app alleviate cancer-related fatigue? A longitudinal mediation analysis. *Psychooncology* 2022; 31: 970-7. PMID: 35060222
- 18) Batalik L, Doshbaba F, Hartman M, et al. Long-term exercise effects after cardiac telerehabilitation in patients with coronary artery disease: 1-year follow-up results of the randomized study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2021; 57: 807-14. PMID: 33619944
- 19) Greenberg J, Popok PJ, Lin A, et al. A Mind-Body Physical Activity Program for Chronic Pain With or Without a Digital Monitoring Device: Proof-of-Concept Feasibility Randomized Controlled Trial. *JMIR Form Res* 2020; 4: e18703. PMID: 32348281

- 20) Lunde P, Bye A, Bergland A, et al. Long-term follow-up with a smartphone application improves exercise capacity post cardiac rehabilitation: A randomized controlled trial. *Eur J Prev Cardiol* 2020; 27: 1782-92. PMID: [32106713](#)
- 21) Song Y, Ren C, Liu P, et al. Effect of Smartphone-Based Telemonitored Exercise Rehabilitation among Patients with Coronary Heart Disease. *J Cardiovasc Transl Res* 2020; 13: 659-67. PMID: [31820334](#)
- 22) Lukkahatai N, Soivong P, Li D, et al. Feasibility of Using Mobile Technology to Improve Physical Activity Among People Living with Diabetes in Asia. *Asian Pac Isl Nurs J* 2021; 5: 236-47. PMID: [33791411](#)
- 23) Piraux E, Reyckler G, Forget P, et al. Feasibility and Preliminary Effects of a Telerehabilitation Program for People Living With HIV: A Pilot Randomized Study. *J Assoc Nurses AIDS Care* 2019; 30: 176-85. PMID: [30822290](#)
- 24) Nasser NN, Ghezlbash E, Zhai Y, et al. Feasibility of a smartphone app to enhance physical activity in progressive MS: a pilot randomized controlled pilot trial over three months. *PeerJ* 2020; 8: e9303. PMID: [32612882](#)
- 25) Motl RW, Hubbard EA, Bollaert RE, et al. Randomized controlled trial of an e-learning designed behavioral intervention for increasing physical activity behavior in multiple sclerosis. *Mult Scler J Exp Transl Clin* 2017; 3: 2055217317734886. PMID: [29051831](#)
- 26) Bravo-Escobar R, González-Represas A, Gómez-González AM, et al. Effectiveness and safety of a home-based cardiac rehabilitation programme of mixed surveillance in patients with ischemic heart disease at moderate cardiovascular risk: A randomised, controlled clinical trial. *BMC Cardiovasc Disord* 2017; 17: 66. PMID: [28219338](#)
- 27) Yılmaz Yelvar GD, Çırak Y, Dalkılıç M, et al. Is physiotherapy integrated virtual walking effective on pain, function, and kinesiophobia in patients with non-specific low-back pain? Randomised controlled trial. *Eur Spine J* 2017; 26: 538-45. PMID: [27981455](#)
- 28) Younge JO, Wery MF, Gotink RA, et al. Web-Based Mindfulness Intervention in Heart Disease: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One* 2015; 10: e0143843. PMID: [26641099](#)
- 29) Yazgan YZ, Tarakci E, Tarakci D, et al. Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord* 2020; 39: 101902. PMID: [31924591](#)
- 30) Janse A, Wiborg JF, Bleijenberg G, et al. The efficacy of guided self-instruction for patients with idiopathic chronic fatigue: A randomized controlled trial. *J Consult Clin Psychol* 2016; 84: 377-88. PMID: [26950098](#)
- 31) Chow CK, Redfern J, Hillis GS, et al. Effect of Lifestyle-Focused Text Messaging on Risk Factor Modification in Patients With Coronary Heart Disease: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2015; 314: 1255-63. Erratum in *JAMA*. 2016; 315: 1057. PMID: [26393848](#)
- 32) Li LC, Sayre EC, Xie H, et al. A Community-Based Physical Activity Counselling Program for People With Knee Osteoarthritis: Feasibility and Preliminary Efficacy of the Track-OA Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2017; 5: e86. PMID: [28652228](#)
- 33) Unick JL, O'Leary KC, Bond DS, et al. Physical activity enhancement to a behavioral weight loss program for severely obese individuals: A preliminary investigation. *ISRN Obes* 2012; 2012: 465158. PMID: [24379985](#)
- 34) Novotna K, Janatova M, Hana K, et al. Biofeedback Based Home Balance Training can Improve Balance but Not Gait in People with Multiple Sclerosis. *Mult Scler Int* 2019; 2019: 2854130. PMID: [31934450](#)
- 35) Cai C, Bao Z, Wu N, et al. A novel model of home-based, patient-tailored and mobile application-guided cardiac telerehabilitation in patients with atrial fibrillation: A randomised controlled trial. *Clin Rehabil* 2022; 36: 40-50. PMID: [34266323](#)
- 36) Ghose A, Guo X, Li B, et al. Empowering Patients Using Smart Mobile Health Platforms: Evidence From A Randomized Field Experiment. *MIS Quarterly* 2022; 46: 151-92. doi.org/10.25300/MISQ/2022/16201
- 37) Lloréns R, Gil-Gómez JA, Alcañiz M, et al. Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke. *Clin Rehabil* 2015; 29: 261-8. PMID: [25056999](#)
- 38) Paul L, Renfrew L, Freeman J, et al. Web-based physiotherapy for people affected by multiple sclerosis: a single blind, randomized controlled feasibility study. *Clin Rehabil* 2019; 33: 473-84. PMID: [30514108](#)
- 39) Van Blarigan EL, Chan H, Van Loon K, et al. Self-monitoring and reminder text messages to increase physical activity in colorectal cancer survivors (Smart Pace): a pilot randomized controlled trial. *BMC Cancer* 2019; 19: 218. PMID: [30866859](#)
- 40) Huo X, Krumholz HM, Bai X, et al. Effects of Mobile Text Messaging on Glycemic Control in Patients With Coronary Heart Disease and Diabetes Mellitus: A Randomized Clinical Trial. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2019; 12: e005805. PMID: [31474119](#)
- 41) Chan H, Van Loon K, Kenfield SA, et al. Quality of life of colorectal cancer survivors participating in a pilot randomized controlled trial of physical activity trackers and daily text messages. *Support Care Cancer* 2022; 30: 4557-64. PMID: [35119520](#)
- 42) Lee MK, Yun YH, Park HA, et al. A Web-based self-management exercise and diet intervention for breast cancer survivors: pilot randomized controlled trial. *Int J Nurs Stud* 2014; 51: 1557-67. PMID: [24856854](#)
- 43) Sana V, Ghous M, Kashif M, et al. Effects of vestibular rehabilitation therapy versus virtual reality on balance, dizziness, and gait in patients with subacute stroke: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* 2023; 102: e33203. PMID: [37327306](#)
- 44) Acar Y, İlçin N, Sari İ. The Effects of Tele-Yoga in Ankylosing Spondylitis Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Integr Complement Med* 2023; 29: 727-37. PMID: [37257184](#)
- 45) Petrella RJ, Gill DP, Zou G, et al. Hockey Fans in Training: A Pilot Pragmatic Randomized Controlled Trial. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49: 2506-16. PMID: [28719494](#)
- 46) van de Wiel HJ, Stuiver MM, May AM, et al. Effects of and Lessons Learned from an Internet-Based Physical Activity Support Program (with and without Physiotherapist Telephone Counselling) on Physical Activity Levels of Breast and Prostate Cancer Survivors: The PABLO Randomized Controlled Trial. *Cancers (Basel)* 2021; 13: 3665. PMID: [34359567](#)
- 47) Collado-Mateo D, Dominguez-Muñoz FJ, Adsuar JC, et al. Exergames for women with fibromyalgia: a randomised controlled trial to evaluate the effects on mobility skills, balance and fear of falling. *PeerJ* 2017; 5: e3211. PMID: [28439471](#)
- 48) Özden F, Sari Z, Karaman ÖN, et al. The effect of video exercise-based telerehabilitation on clinical outcomes, expectation, satisfaction, and motivation in patients with chronic low back pain. *Ir J Med Sci* 2022; 191: 1229-39. Erratum in *Ir J Med Sci* 2022; 191: 1469. PMID: [34357527](#)
- 49) Lee J, Lee K, Song C. Speed-Interactive Treadmill Training Using Smartphone-Based Motion Tracking Technology Improves Gait in Stroke Patients. *J Mot Behav* 2017; 49: 675-85. PMID: [28632106](#)
- 50) Hernando-Garijo I, Medrano-de-la-Fuente R, Jiménez-Del-Barrio S, et al. Effects of a Telerehabilitation Program in Women with Fibromyalgia at 6-Month Follow-Up: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *Biomedicines* 2022; 10: 3024. PMID: [36551780](#)
- 51) Kumar M, Ramanujam B, Barki S, et al. Impact of exercise as a complementary management strategy in people with epilepsy: A randomized controlled trial. *Epilepsy Behav* 2022; 129: 108616. PMID: [35219171](#)
- 52) Maggio MG, De Luca R, Manuli A, et al. Do patients with multiple sclerosis benefit from semi-immersive virtual reality? A randomized clinical trial on cognitive and motor outcomes. *Appl Neuropsychol Adult* 2022; 29: 59-65. PMID: [31920097](#)
- 53) García-Bravo S, Cano-de-la-Cuerda R, Domínguez-Paniagua J, et al. Effects of Virtual Reality on Cardiac Rehabilitation Programs for Ischemic Heart Disease: A Randomized Pilot Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 8472. PMID: [33207670](#)
- 54) Song GB, Park EC. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 2057-60. PMID: [26311925](#)
- 55) Tefertiller C, Ketchum JM, Bartelt P, et al. Feasibility of virtual reality and treadmill training in traumatic brain injury: a randomized controlled pilot trial. *Brain Inj* 2022; 36: 898-908. PMID: [35834738](#)
- 56) Bates NA, Huffman A, Goodyear E, et al. Physical clinical care and artificial-intelligence-guided core resistance training improve endurance and patient-reported outcomes in subjects with lower back pain. *Clin Biomech (Bristol)* 2023; 103: 105902. PMID: [36805199](#)
- 57) Lee IW, Kim YN, Lee DK. Effect of a virtual reality exercise program accompanied by cognitive tasks on the balance and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 2175-7. PMID: [26311949](#)
- 58) Kahraman T, Savci S, Ozdogar AT, et al. Physical, cognitive and psychosocial effects of telerehabilitation-based motor imagery training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled pilot trial. *J Telemed Telecare* 2020; 26: 251-60. PMID: [30744491](#)
- 59) Polat M, Kahveci A, Muci B, et al. The Effect of Virtual Reality Exercises on Pain, Functionality, Cardiopulmonary Capacity, and Quality of Life in Fibromyalgia Syndrome: A Randomized Controlled Study. *Games Health J* 2021; 10: 165-73. PMID: [33689452](#)
- 60) Khalil H, Al-Sharman A, El-Salem K, et al. The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study. *NeuroRehabilitation* 2018; 43: 473-82. PMID: [30400117](#)

- 61) Eldemir K, Guclu-Gunduz A, Eldemir S, et al. Effects of Pilates-based telerehabilitation on physical performance and quality of life in patients with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil* 2024; 46: 1807-14. PMID: [37147864](#)
- 62) Czech O, Siewierska K, Krzywińska A, et al. Virtual Therapy Complementary Prehabilitation of Women Diagnosed with Breast Cancer—A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 20: 722. PMID: [36613047](#)
- 63) Sandal LF, Bach K, Øverås CK, et al. Effectiveness of App-Delivered, Tailored Self-management Support for Adults With Lower Back Pain-Related Disability: A selfBACK Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med* 2021; 181: 1288-96. PMID: [34338710](#)

Key words

Older adults, Frailty, Digital health

推奨

デジタルヘルスサービスを用いた介入が、フレイル高齢者のフレイルを改善させるか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する。

推奨の強さ

弱い

エビデンスの確実性

非常に弱い

解説

1)HQの背景

日本では75歳以上の人口が急激に増加しており、加齢とともに増加するフレイルは、要介護を予防し健康寿命を延伸するうえでもっとも重要な病態の1つである。フレイルは、適切に評価し運動や栄養などの介入を行うことで、予防や改善が可能である。プレフレイルに該当する高齢者は全高齢者の50%とも推定されており¹⁾、潜在的に介入を必要とする高齢者数は莫大である。保険診療ですべてに介入を行うことは現実的でなく、自己管理による健康増進が基本となるが、その支援する方法としてデジタルヘルスサービスの活用があげられる。フレイルに対するデジタルデバイスを用いた介入の目的としては、モニタリング、コミュニケーション、ケアと支援を実施した研究が多く、提供方法としてはセンサーを用いたものが圧倒的に多い。介入内容としてはフィードバックが多いことから²⁾、現状においてはスマートフォンなどを用いて身体活動をセルフモニタリングする対策が多数を占めている。しかし、研究間の異質性が高く、デジタルヘルス技術介入の効果については、今後の標準化された質の高い研究デザインの知見の集積が必要であると考えられている²⁾。

2)エビデンス評価

(1)データソースと検索

本研究では、Web of Science、MEDLINE、CENTRALの3つの電子データベースで検索を行った。電子データベースの検索に加えて、論文を網羅的に収集するためにハンドサーチを行った。その後、重複していた論文を除外しリストを作成した。

(2)論文の選択

電子データベース検索とハンドサーチにて収集された論文は、2名の研究者がそれぞれ独立して選択した。まず、タイトルと要旨から論文を選択し、その後、本文を確認した。以下の取り込み基準に合致した論文を本研究の対象に含めた。①査読のある学術誌に掲載された原著論文である、②言語が英語である、③フレイルに関連している、④対象者が高齢者である、⑤デジタルデバイスやサービスに関連している。

(3)論文の抽出

電子データベースの検索によって769編の文献が抽出され、重複文献を除いた631編のスクリーニングを実施した。596編の文献が除外され35編の文献を詳細にスクリーニングした結果、7編^{3~9)}がメタアナリシスの対象となった。引用文献からの検索で3編の論文が取り込み基準に該当し、電子データベースから組み込まれた論文と合致することを確認した(図22)。

(4)フォレストプロット(図23~39)

解析に用いたアウトカムは、フレイル、身体機能(握力、立ち座り検査、歩行機能、バランス)、日常活動性、転倒に対する自己効力感、認知機能、QOLであった。

フレイルについては2編の論文が該当し、介入群と対照群間に有意差は認められなかった($P = 0.41$) (図23)。身体機能として分析した握力($P = 0.06$) (図24)、立ち座り検査($P = 0.15$) (図25)、歩行速度(通常歩行 $P = 0.66$ 、最大歩行 $P = 0.22$) (図26、27)、TUG($P = 0.86$) (図28)、2分間歩行($P = 0.07$) (図29)、Functional reach test($P = 0.05$) (図31)、Chair sit and reach($P = 0.25$) (図32)において有意差は認められなかったが、片足立ちにおいて介入群が平均5.8秒長く保持でき有意な効果が認められた($P = 0.0007$) (図30)。

図22 論文の抽出過程(PRISMA 2020 フロー図)

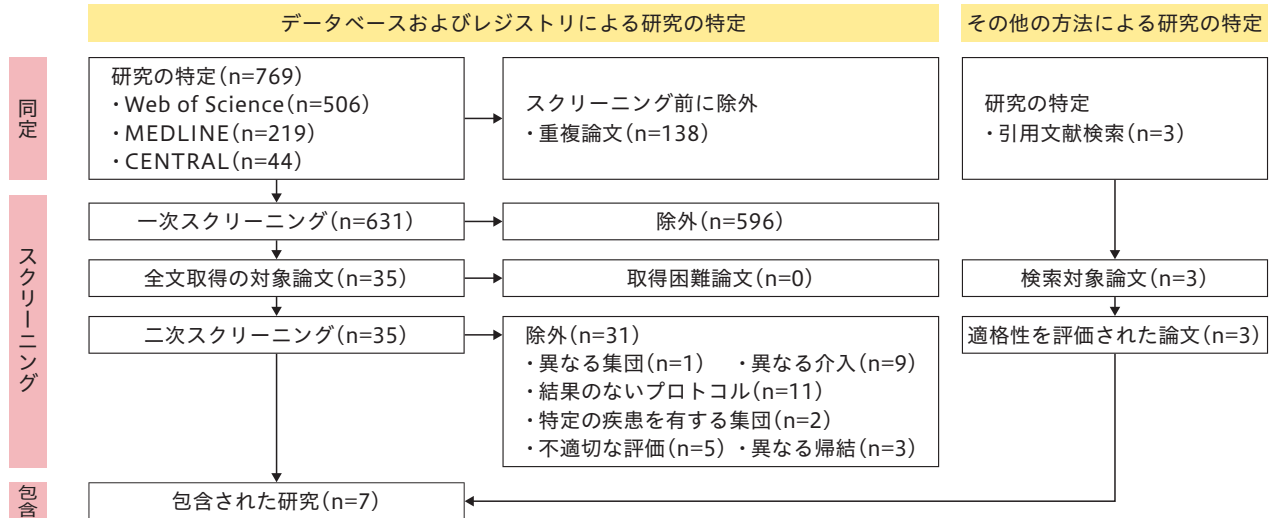


図23 フォレストプロット(フレイル、CHS基準)

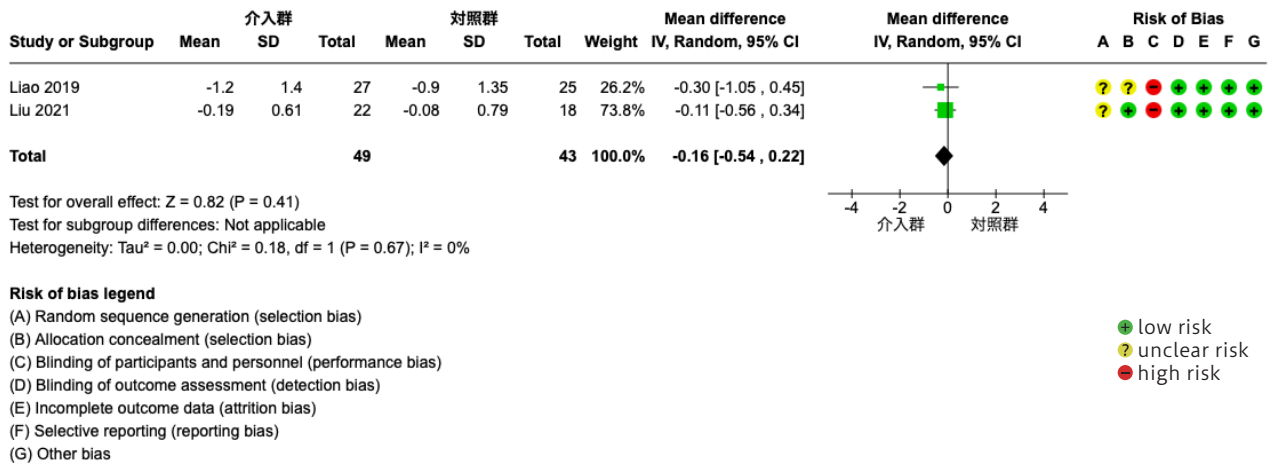


図24 フォレストプロット(握力、kg)

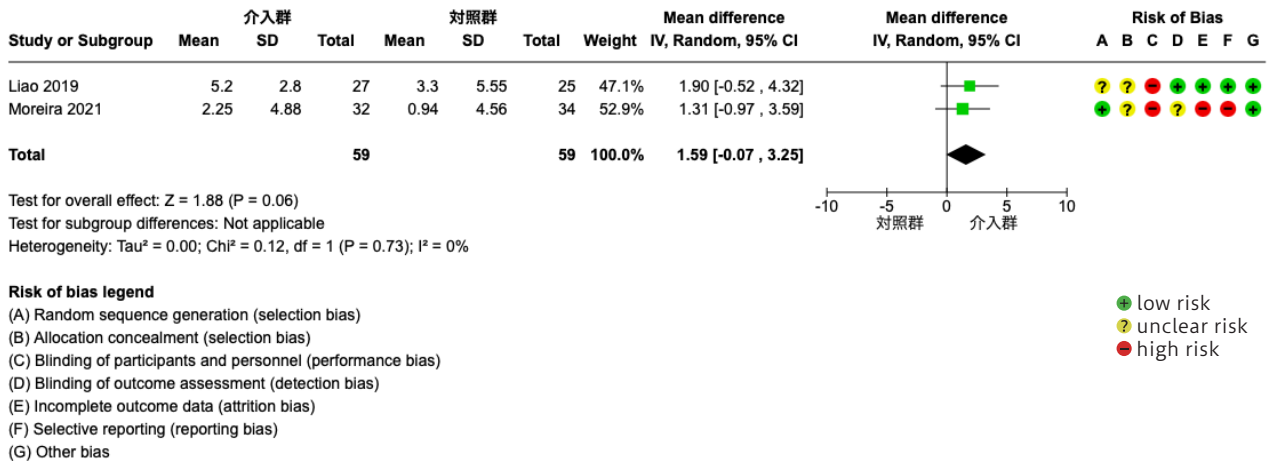


図25 フォレストプロット(立ち座り検査、point [下肢機能])

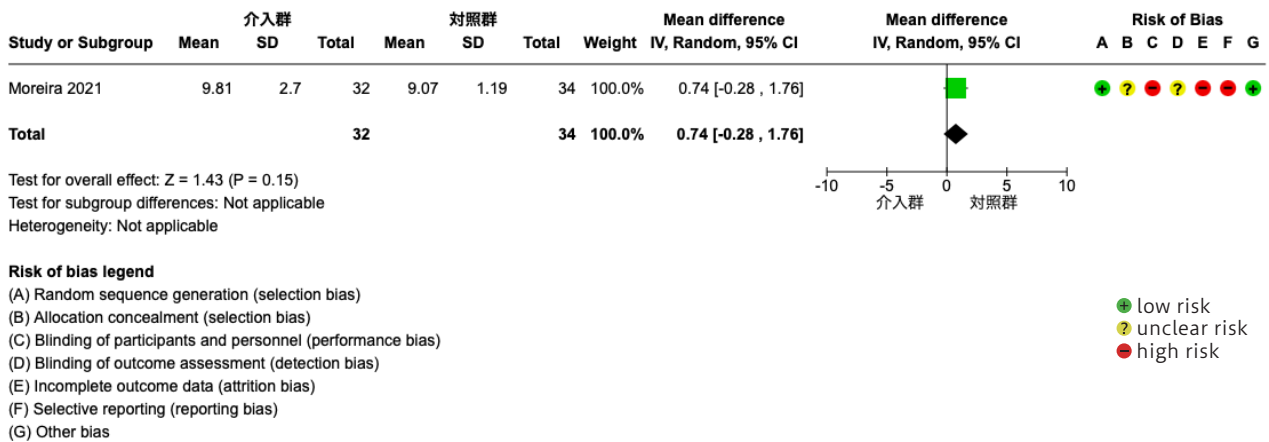


図26 フォレストプロット(通常歩行速度、m/秒)

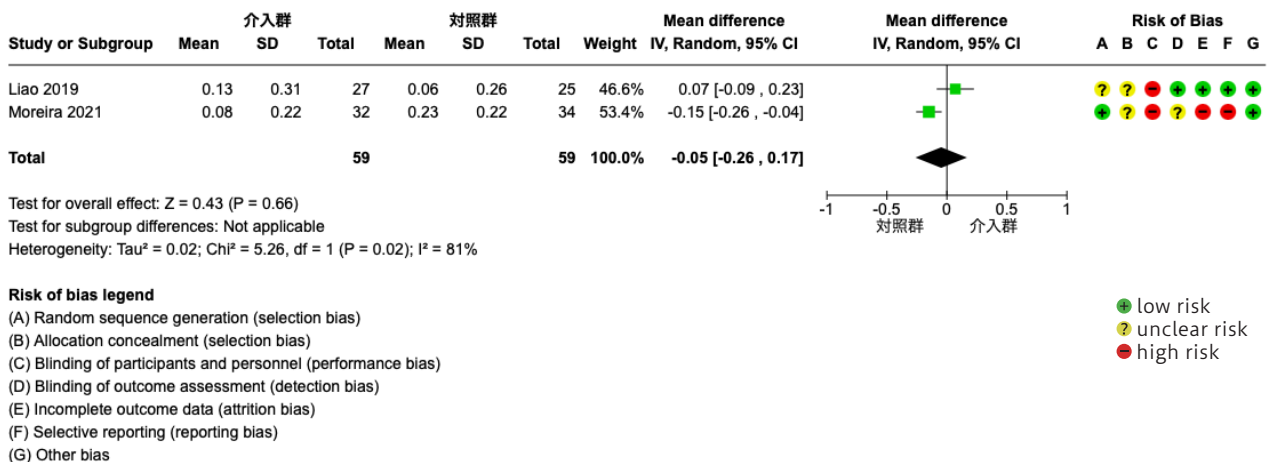


図27 フォレストプロット(最大歩行速度、m/秒)

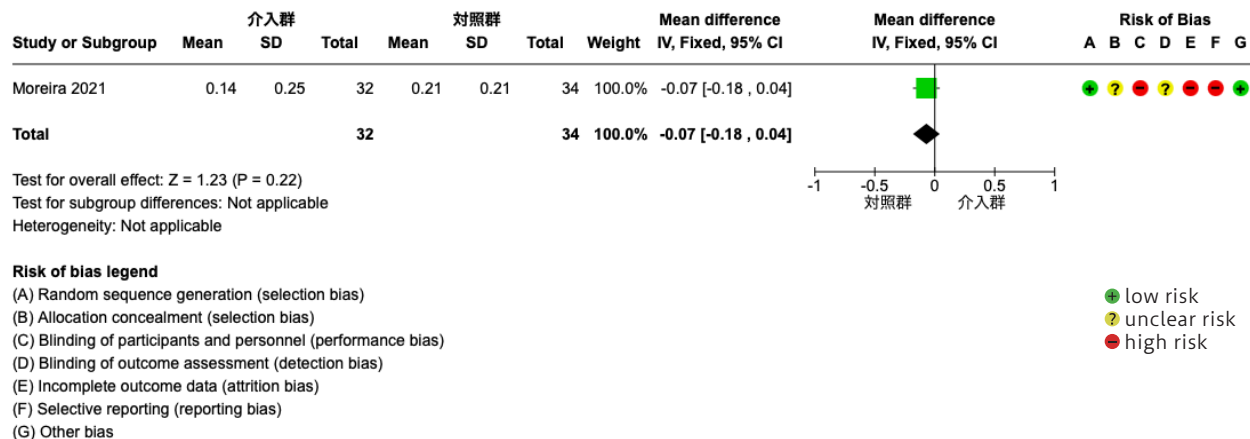


図28 フォレストプロット(TUG、秒)

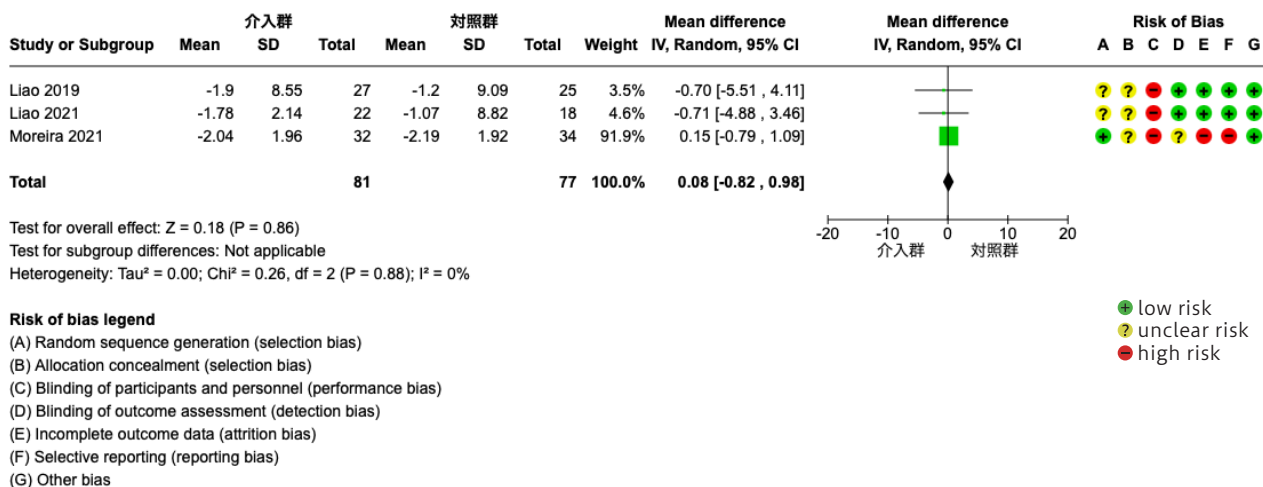


図29 フォレストプロット(2分間歩行、m)

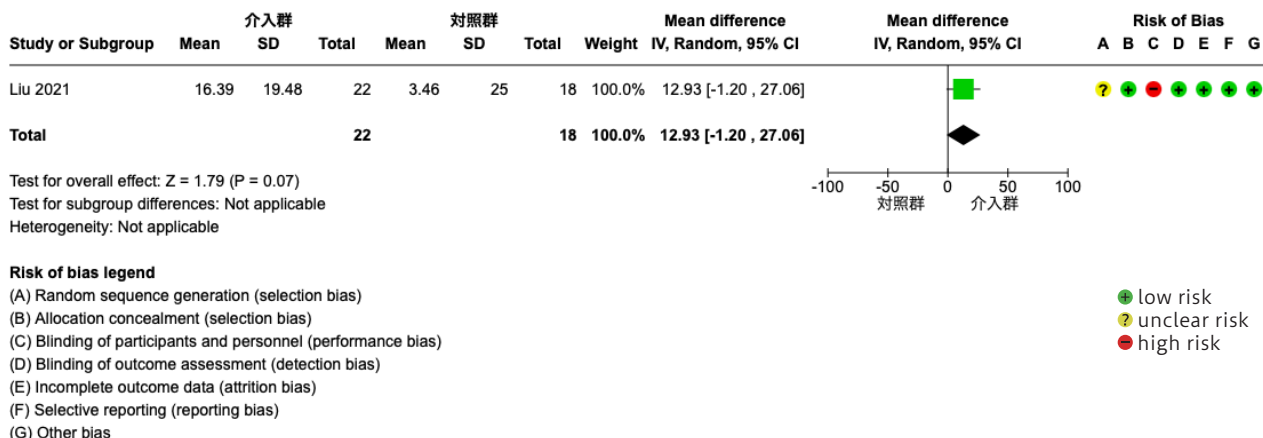


図30 フォレストプロット(片足立ち、秒)

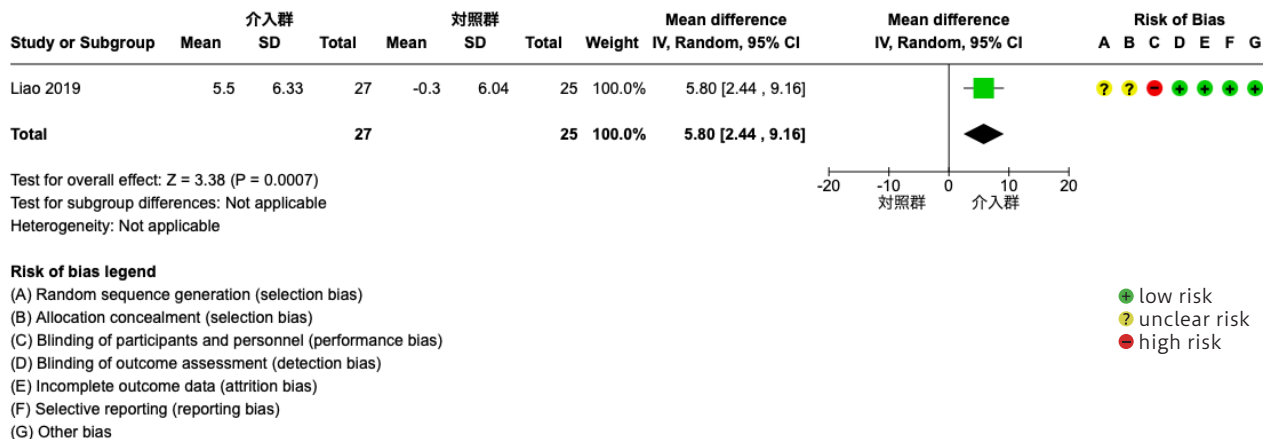


図31 フォレストプロット(Functional reach test、cm)

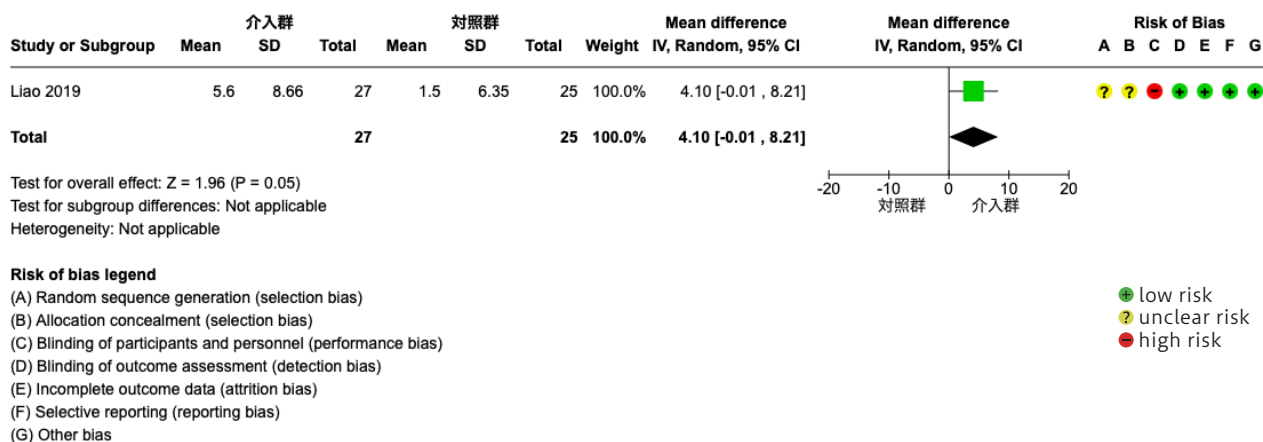
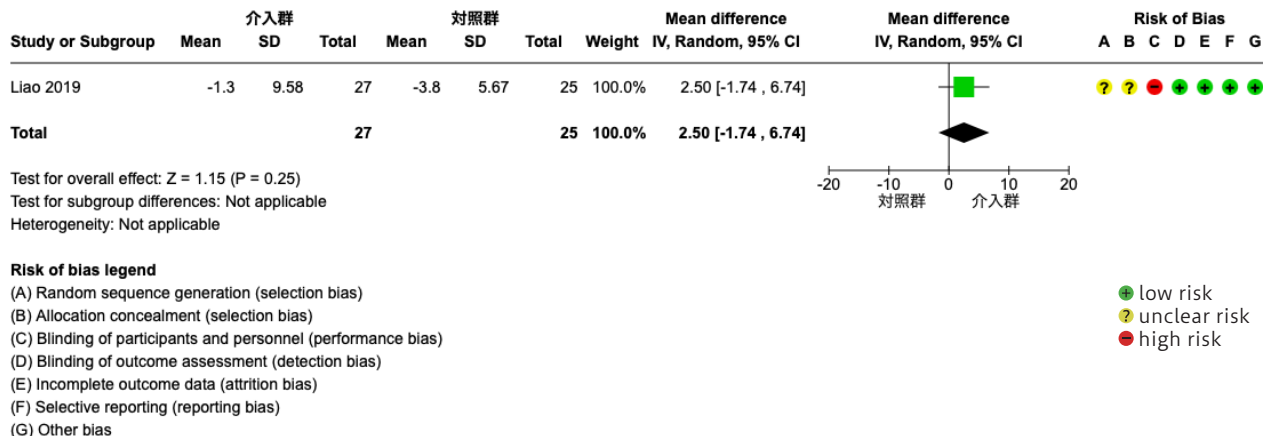


図32 フォレストプロット(Chair sit and reach、cm)



日常生活の歩数 (P = 0.38) (図33) や中強度活動時間 (P = 0.38) (図34) の解析では、1編の論文が該当したが、介入群と対照群間に両指標ともに有意差は認められなかった。転倒に対する自己効力感は2編の論文が該当し、介入群と対照群間に有意差は認められなかった (P = 0.46) (図35)。全般的認知機能はMoCA-JとMMSEをアウトカムとした統合解析であるが、介入群と対照群間に有意差は認められなかった (P = 0.23) (図36)。QOLについては、EQ-5D-3L (P = 0.46) (図37)、SF-12 (PCS) (P = 0.61) (図38)、SF-12 (MCS) (P = 0.08) (図39) をアウトカムとした論文が組み込まれ、すべてのアウトカムで有意差は認められなかった。

図33 フォレストプロット(日常生活の歩数)

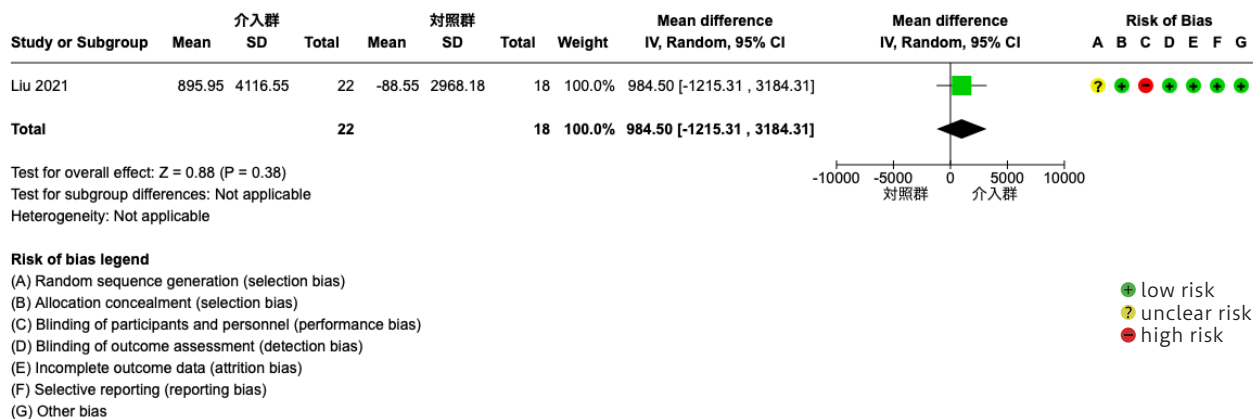


図34 フォレストプロット(中強度活動時間、分/週)

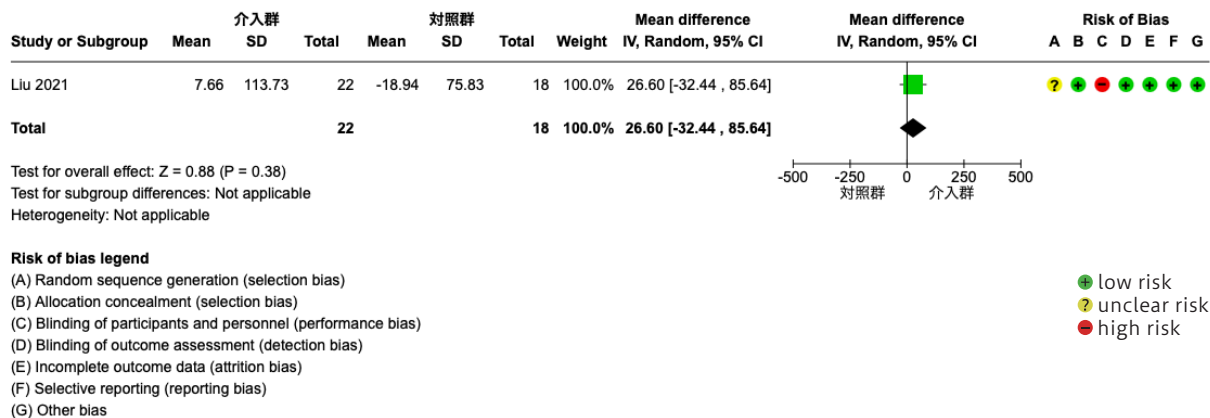


図35 フォレストプロット(転倒に対する自己効力感)

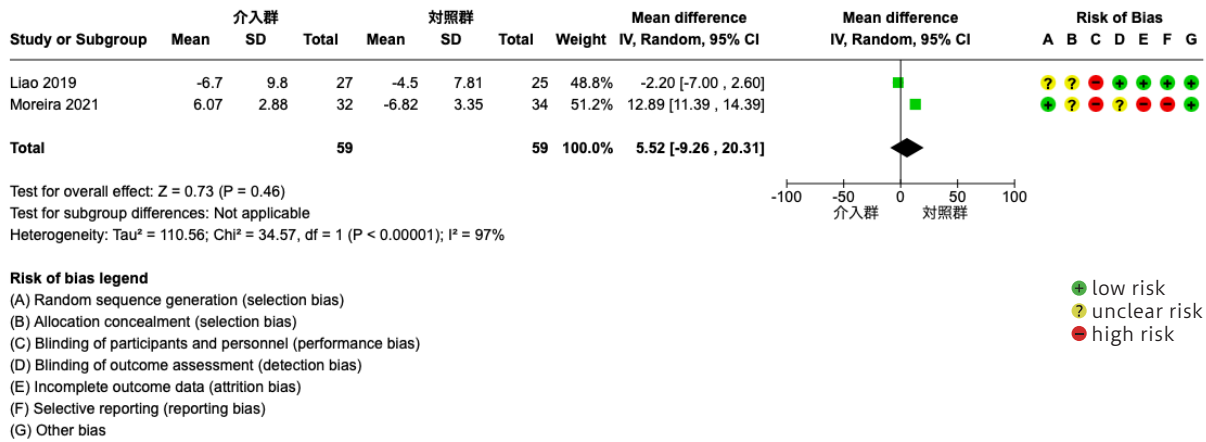


図36 フォレストプロット(全般的認知機能、point)

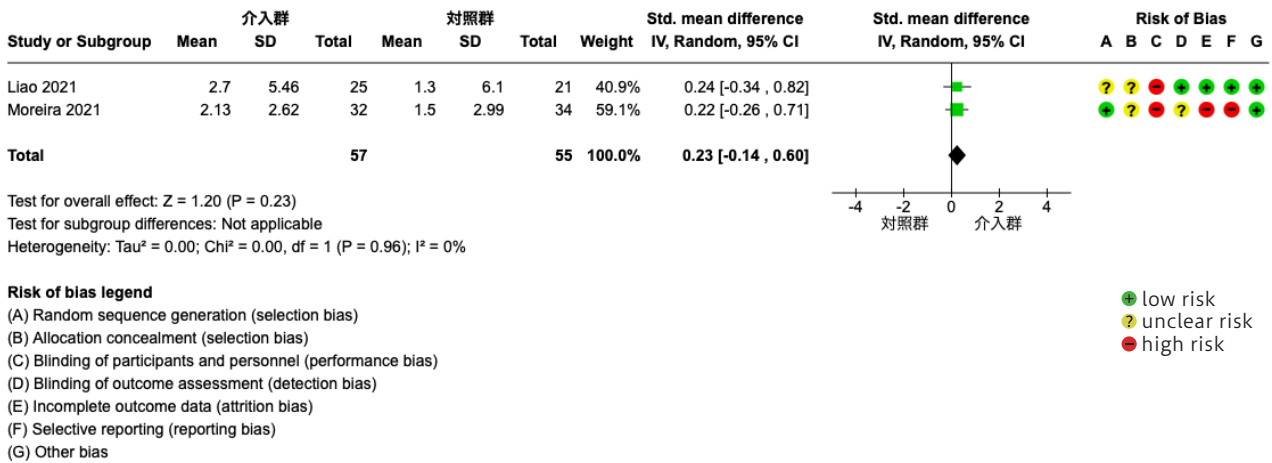


図37 フォレストプロット(QOL:EQ-5D-3L)

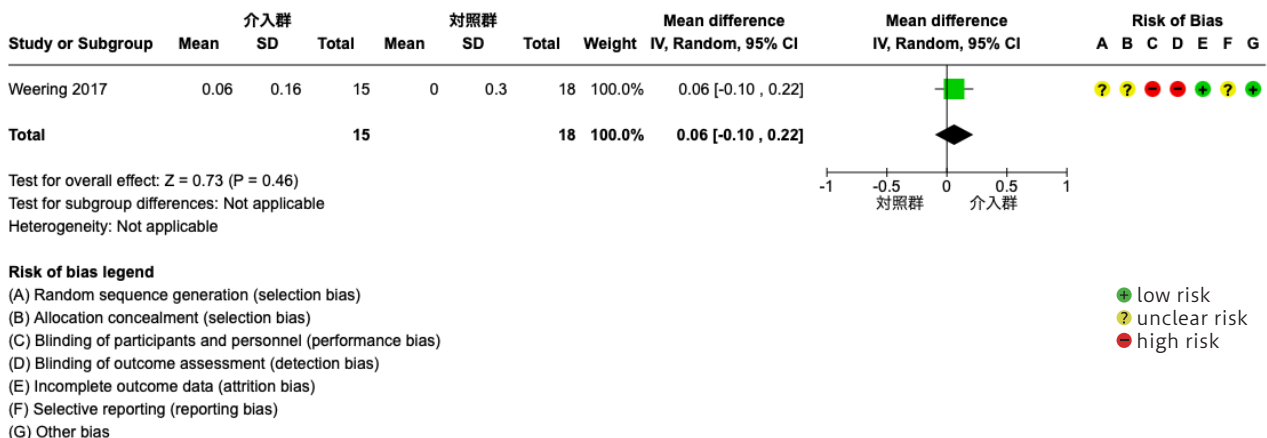


図38 フォレストプロット(QOL:SF-12(PCS))

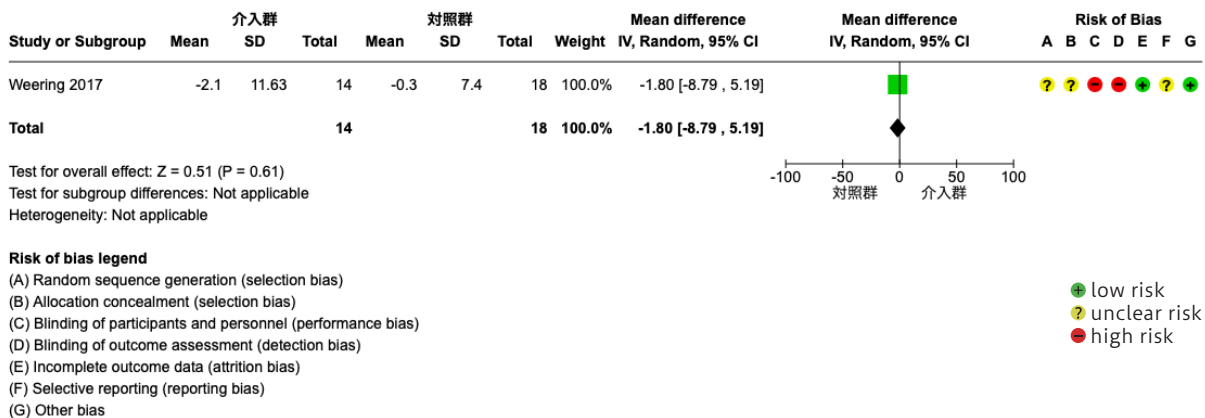
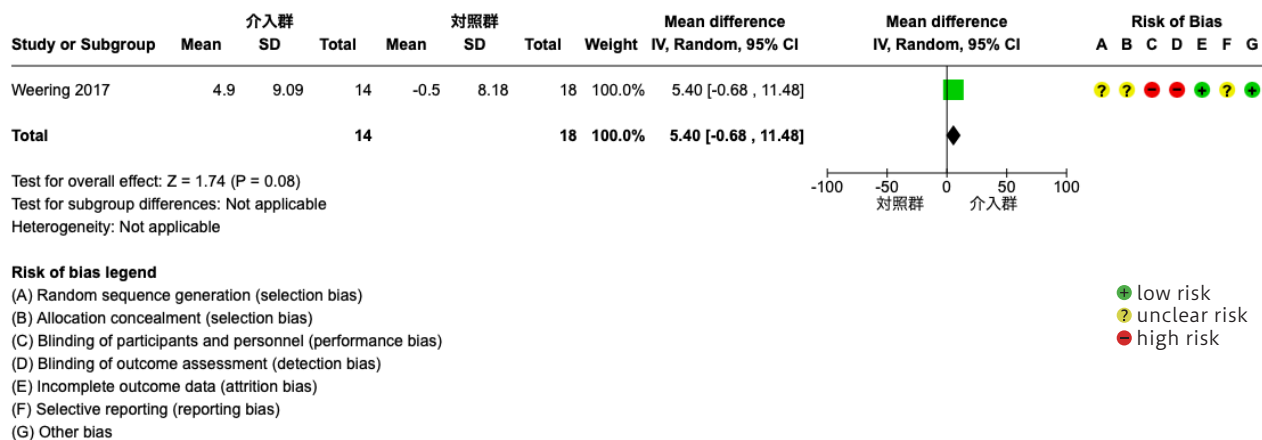


図39 フォレストプロット(QOL:SF-12(MCS))



(5) デジタルデバイスまたは介入手法の種類と研究結果(表3)

本HQにおいて抽出された論文では、Kinect(マイクロソフトから発売された身体の動きであるジェスチャー・音声認識によってゲーム機、コンピューターの操作ができるデバイス)やウェアラブル活動測定計、VRデバイスを用いた運動や認知プログラムが心身の機能向上や活動量の向上に有効かどうかを検証している。群間比較のない研究もあり、介入効果が明確でない研究もあるが、ウェアラブルデバイスによる身体活動のモニタリングは健康関連QOLや身体機能に対して有効性が示された。またKinectを用いた運動指導によって身体機能や認知機能の向上に効果が確認された。このように個々の研究やアウトカムによっては効果が認められているが、メタアナリシスでは明確な有効性は認められなかった。

表3 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果

	分類した介入の定義	用いたデジタルデバイス	介入効果がみられたアウトカム	介入効果がみられなかったアウトカム
非同期的介入	デジタルデバイスやWebサービスを用いて対象者が単独で介入を行う	・ウェアラブルデバイスによる身体活動のモニタリング	SF-12、フレイル指標、椅子立ち上がりテスト、TUG、歩行速度	EQ-5D-3L、歩数、活動量
		・Webから情報を取得した運動管理	群間比較の結果なし	群間比較の結果なし
同期的介入	介入対象者以外の方がKinect、ウェアラブルデバイス、VRを活用した指導などで関与する	・Kinectを利用した運動指導	片足立ち、Functional reach test、認知機能	フレイル指標、TUG、椅子立ち座り検査、転倒に対する自己効力感
		・ウェアラブルデバイスによる身体活動のモニタリングと行動変容	群間比較の結果なし	群間比較の結果なし
		・VRと認知活動、運動を組み合わせたトレーニング	群間比較の結果なし	群間比較の結果なし
非同期的・同期的にかかわらない介入	該当なし			

3) 益と害のバランス評価

採用された文献では、重篤な有害事象の報告はなかった。介入手法は、インターネットで自宅での運動指導やゲームを用いた運動であり、必ずしも運動指導者が必要となるものではないことから、マンパワー低減などの効果が期待できる。今回のシステムティックレビューにおいては、フレイルおよびフレイルのサロゲートマーカーである筋力と歩行速度に対する有意な介入効果は認められず、バランス機能の指標である片足立ち時間においてのみ有意な介入効果が示された。また、日常活動性、転倒に対する自己効力感、認知機能、QOLにおいても有意な効果が認められなかった。以上から、今回のシステムティックレビューではデジタルヘルスサービスを用いた介入・評価がフレイル高齢者のフレイルやフレイルの構成因子を改善させることを支持する結果は得られなかった。

運動が高齢者のフレイルを改善させることは『フレイル診療ガイド2018年版』で推奨されており、エビデンスは確立されている¹⁰⁾。今回抽出されたRCTでは、デジタルデバイスを用いた介入は運動を増進させる手段として用いられていた。一方で、デジタルヘルスサービス介入によって得られる運動増進効果は介入手段によって異なることが予測され、少数の小規模なRCTだけで有益性の有無について結論づけることは困難と考えられる。したがって、現時点ではデジタルヘルスサービスを用いたフレイル高齢者への介入の有益性について結論づけることはできず、さらなるエビデンスの確立を目指した研究の促進が望まれる。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

今回検討した論文では、デジタルヘルスサービス介入に関する費用対効果を検証した報告はなかった。また、デジタルヘルスサービス介入による益は少なかった。デジタルヘルスサービス介入には、機器の導入などに一定の費用を要すると考えられるため、フレイル高齢者に対するデジタルヘルスサービス介入は、現時点では費用対効果に優れた介入と結論づけることはできない。

6) 今後の研究

フレイル高齢者に対する介入は健康寿命延伸に直結するため、さらなるエビデンスを集積し、デジタルヘルスサービスを用いた介入方法の有益性を明らかにすることが重要である。

今後はフレイルに対するデジタルヘルスサービスの介入や評価の効果を確認するために、質の高い研究の実施が望まれる。今回の分析で組み込まれた研究の対象者数は17~66名と小規模であり、大規模試験の実施が必要だろう。また、介入期間は8~14週間であり、機能改善のために期間を延長した検討も必要だろう。さらに、どのような手段を用いた介入が効果的であるかについても将来的には検証し、個別の推奨を行うことも求められる。

文献

- 1) Makizako H, Shimada H, Doi T, et al. Impact of physical frailty on disability in community-dwelling older adults: a prospective cohort study. *BMJ Open* 2015; 5: e008462. PMID: [26338685](#)
- 2) Linn N, Goetzinger C, Regnaud JP, et al. Digital Health Interventions among People Living with Frailty: A Scoping Review. *J Am Med Dir Assoc* 2021; 22: 1802-12. PMID: [34000266](#)
- 3) Dekker-van Weering M, Jansen-Kosterink S, Frazer S, et al. User Experience, Actual Use, and Effectiveness of an Information Communication Technology-Supported Home Exercise Program for Pre-Frail Older Adults. *Front Med (Lausanne)* 2017; 4: 208. PMID: [29250523](#)
- 4) Moreira NB, Rodacki ALF, Costa SN, et al. Perceptive-Cognitive and Physical Function in Pre frail Older Adults: Exergaming Versus Traditional Multicomponent Training. *Rejuvenation Res* 2021; 24: 28-36. PMID: [32443963](#)
- 5) Liao YY, Chen IH, Hsu WC, et al. Effect of exergaming versus combined exercise on cognitive function and brain activation in frail older adults: A randomised controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med* 2021; 64: 101492. PMID: [33454398](#)
- 6) Liu JYW, Kwan RYC, Yin YH, et al. Enhancing the Physical Activity Levels of Frail Older Adults with a Wearable Activity Tracker-Based Exercise Intervention: A Pilot Cluster Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 10344. PMID: [34639644](#)
- 7) Kwan RY, Lee D, Lee PH, et al. Effects of an mHealth Brisk Walking Intervention on Increasing Physical Activity in Older People With Cognitive Frailty: Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020; 8: e16596. PMID: [32735218](#)
- 8) Kwan RYC, Liu JYW, Fong KNK, et al. Feasibility and Effects of Virtual Reality Motor-Cognitive Training in Community-Dwelling Older People With Cognitive Frailty: Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games* 2021; 9: e28400. PMID: [34383662](#)
- 9) Liao YY, Chen IH, Wang RY. Effects of Kinect-based exergaming on frailty status and physical performance in prefrail and frail elderly: A randomized controlled trial. *Sci Rep* 2019; 9: 9353. PMID: [31249332](#)
- 10) 荒井秀典 編集主幹. 長寿医療研究開発費事業 (27-23) : 要介護高齢者、フレイル高齢者、認知症高齢者に対する栄養療法、運動療法、薬物療法に関するガイドライン作成に向けた調査研究班. フレイル診療ガイド 2018年版. 日本老年医学会, 国立長寿医療研究センター; 2018.

Key words

Frailty, Digital health

推奨

高齢者のサルコペニアに対して、サルコペニア予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する。

推奨の強さ 弱い エビデンスの確実性 非常に弱い

解説

1)HQの背景

高齢者がいったんサルコペニアになると、活動量、意欲、食欲などの低下を介しサルコペニアの状況がさらに悪化する負の連鎖に陥りやすい。したがって、サルコペニアを予防する介入や評価は、個人の自立度を維持向上させ、さらには快活な地域社会を構築するうえで大きな価値がある。また、スマートフォンなどのデジタルデバイスはすでに高齢者のユーザーを含め一般に普及している。医療の専門家が直接介入する方法以外に、デジタル技術を用いた方法により時間と場（空間）を選ばず、より多くの人が自分のペースで情報を得やすいメリットもある。したがって、デジタル技術を用いたアプローチであってもサルコペニア予防が可能なのか、医療者のみならず国民、行政の関心が高まっている。

後述するが、本HQに直接答えを得られるはずの、サルコペニア発症をアウトカムとした研究成果は報告されていなかった。したがって、本推奨の作成にあたっては、現時点でのエキスパートコンセンサスを参考に、サルコペニア診断に関する項目（握力、骨格筋量）を最重視し、その次にサルコペニア診断基準の他の項目（身体機能関連項目）を重視した。

2)エビデンス評価

(1)データソースと検索

本研究では、Web of Science、MEDLINE、CENTRALの3つの電子データベースでMEDLINE用の検索式をそれぞれのデータベースに対応させ検索を行った。すべての検索は電子データベースの検索に加えて、論文を網羅的に収集するためにハンドサーチを行った。その後、重複していた論文を除外しリストを作成した。

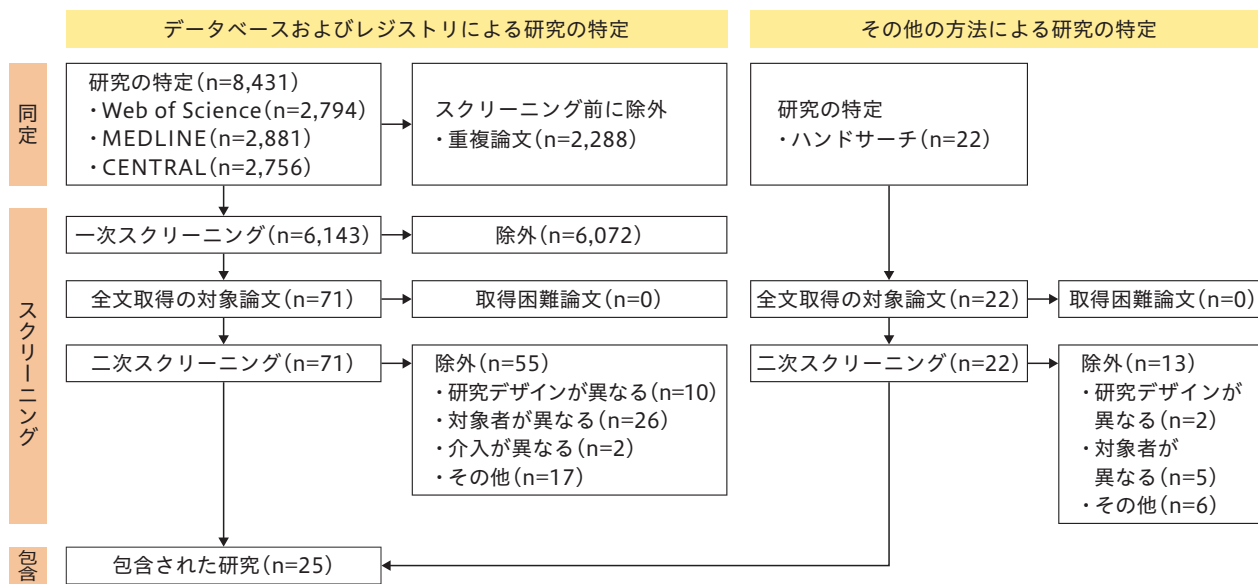
(2)論文の選択

電子データベース検索とハンドサーチにて収集された論文は、2名の研究者がそれぞれ独立してレビューした。まず、タイトルと要旨から論文を選択し、その後、本文を確認した。以下の取り込み基準に合致した論文を本研究の対象に含めた。①査読のある学術誌に掲載された原著論文である、②言語が英語である、③サルコペニアに関連している、④対象者が高齢者である、⑤人を対象としたRCTである、⑥デジタルデバイスやサービスに関連している。

(3)論文の抽出

電子データベースの検索によって、重複を除いた結果6,143編が抽出され、一次スクリーニングの対象とした。一次スクリーニングでは、6,072編の文献が除外され71編が二次スクリーニングの対象となった。さらに、ハンドサーチで収集した論文22編を加え、論文全文を詳細に評価した結果、25編が適格基準を満たした(図40)。

図40 論文の抽出過程(PRISMA 2020 フロー図)



(4)-1 メタアナリシスの結果

サルコペニアの発症自体をアウトカムとして評価した研究はなかった。多くの研究では、サルコペニアの診断指標である握力、歩行速度、椅子立ち上がりテスト、SPPB、四肢骨格筋量をアウトカムとして報告していた。

握力の違いを報告していたのは6編であった^{1~6}。そのうち結果を統合できた3編では、介入後の平均差 2.32 (95%CI -1.72-6.37) kgであり、介入群において握力が増加した傾向を示したが、有意水準には達しなかった(図41)。

歩行速度の比較を報告していたのは10編だった^{3,4,7~14}。そのうち結果を統合できたのは4編であり、介入後の平均差0.25 (95%CI 0.00-0.49) m/秒と介入群の歩行速度が速かった(図42)。

椅子立ち上がりテストをアウトカムとして評価した研究は10編であった^{3, 14~22}。そのうち結果を統合できたのは3編であった。5回椅子立ち上がりテストを比較した研究では、介入後の平均差 -1.66 (95%CI -2.95- -0.37) 秒、介入群の時間が短かった(図43)。30秒椅子立ち上がり回数を比較した3編では、平均差 2.25 (95%CI 0.33-4.18) 回、介入群が多かった(図44)。

SPPBをアウトカムとして比較した研究を2編認めたものの^{5,11}、エンドポイントの数値を得られたのは1編であり、結果を統合できなかった。

四肢骨格筋量を報告した研究は3編であった^{2,5,15}。2編の結果を統合した結果、介入後の平均差 1.05 (95%CI -0.35-2.46) kgであり、介入群において四肢骨格筋量が多い傾向にあったものの、有意なものではなかった(図45)。

図41 フォレストプロット(握力、kg)

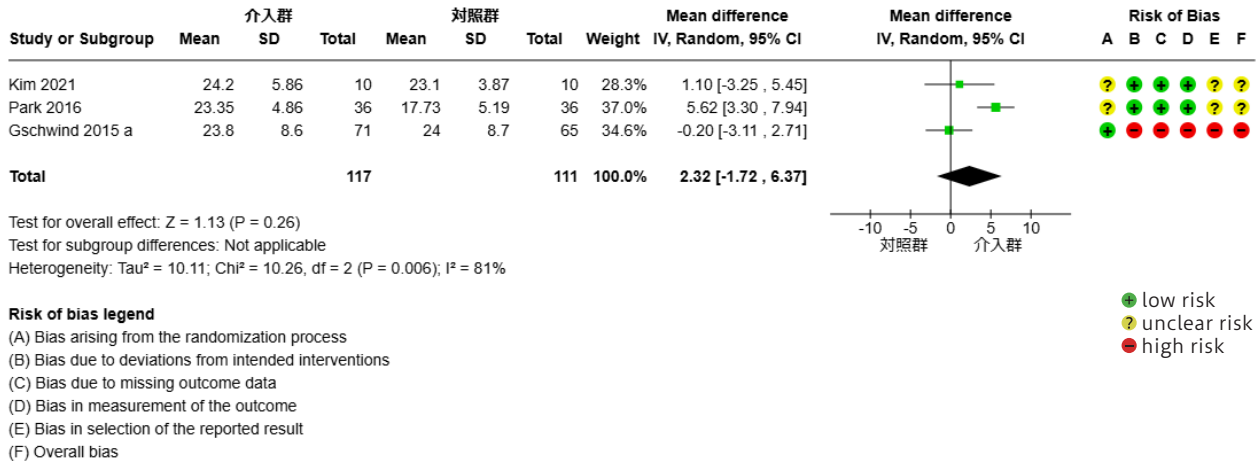


図42 フォレストプロット(通常歩行速度、m/秒)

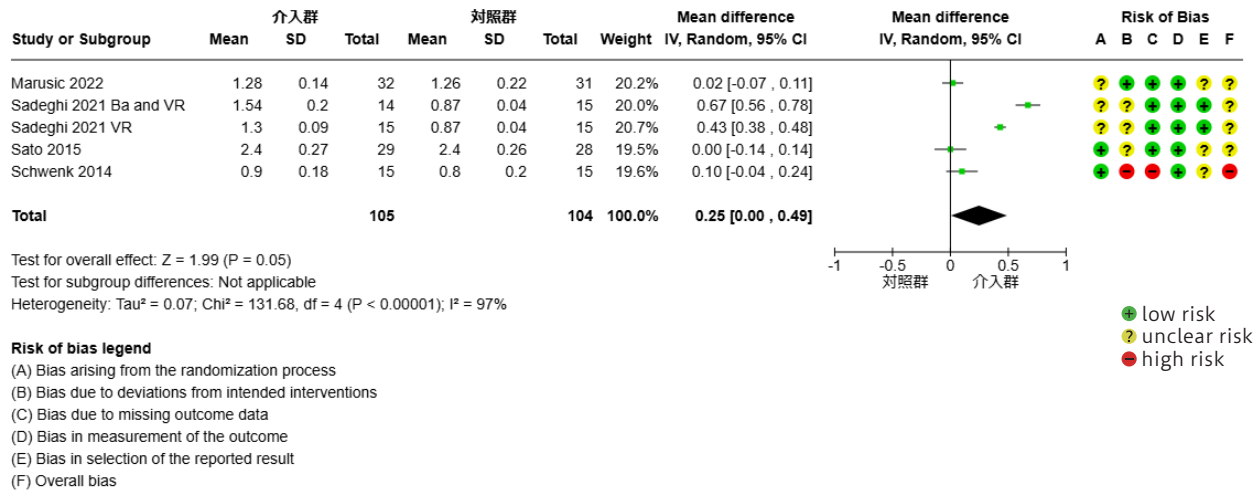


図43 フォレストプロット(5回椅子立ち上がりテスト、秒)

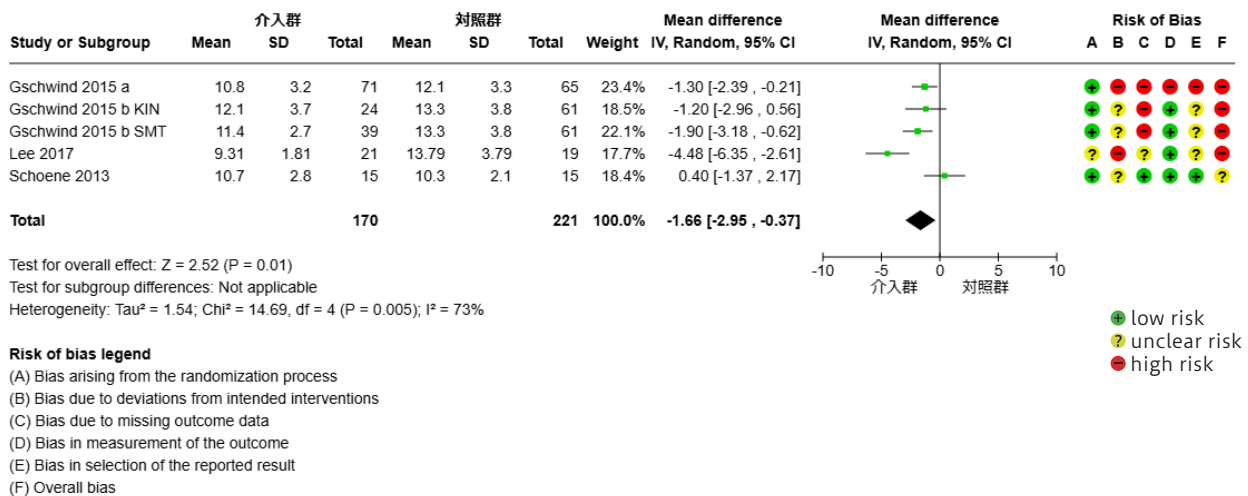


図44 フォレストプロット(30秒椅子立ち上がりテスト、回)

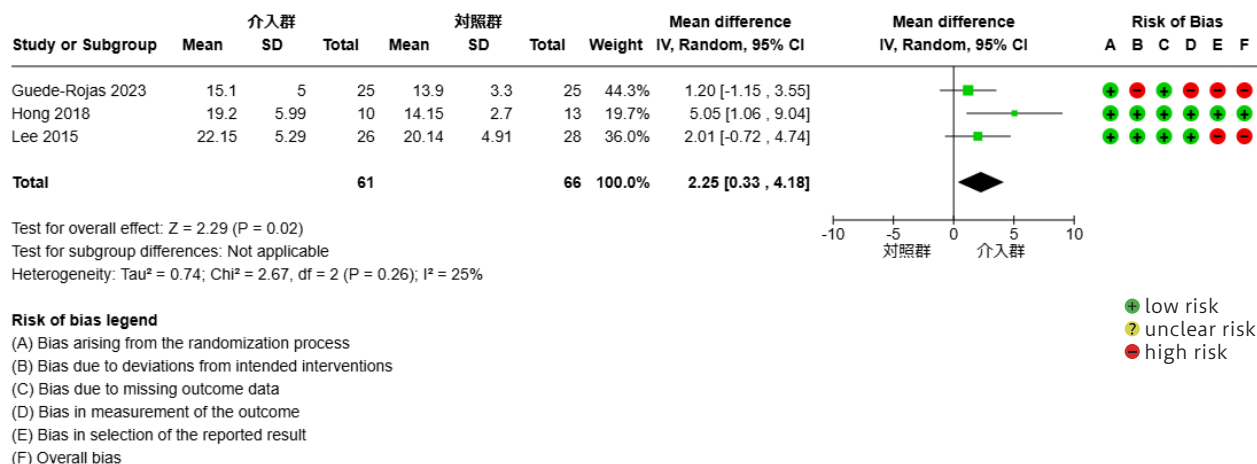
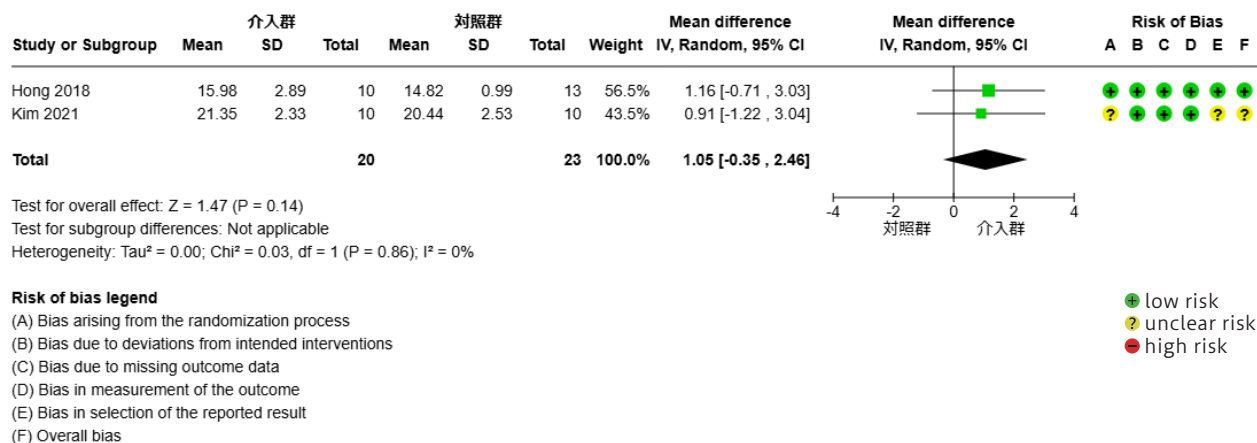


図45 フォレストプロット(四肢骨格筋量、kg)



(4)-2 統合できなかったアウトカム

3D VR カヤックプログラムを行った群(36名)では、通常運動プログラムを行った群(36名)と比較して、握力が有意に向上していた¹⁾。なお、3D VR カヤックプログラム群では30分間の通常運動プログラムに加えて、3DのVRを用いてカヤックの動きを再現したトレーニングを1回20分、週2回、6週間実施した。

バランストレーニング(バランス運動群)、VRトレーニング(VR群)、および両者を組み合わせたトレーニング(MIX群)を8週間行った結果、MIX群(14名)は通常活動群(15名)と比較して、通常歩行速度が有意に向上した。また、VR群およびバランス運動群も通常活動群と比較して有意な改善がみられたが、MIX群が最も大きな効果を示した⁷⁾。

Webベースのテレプレゼンス運動プログラムを行った介入群(10名)では、対照群(13名)と比較して、30秒椅子立ち上がりテストのスコアが有意に向上した¹⁵⁾。なお、Webベースのテレプレゼンス運動プログラムでは、セラバンドを用いたレジスタンストレーニングとバランス運動を、テレプレゼンス技術を利用して専門家のリアルタイム指導のもとで12週間にわたり週3回実施した。

表4 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果

	分類した介入の定義	用いたデジタルデバイス	介入効果がみられたアウトカム	介入効果がみられなかったアウトカム
非同期的介入	デジタルデバイスを用いて対象者が単独で介入を行う	・3Dビームプロジェクターを用いた運動介入	握力	
		・エクサゲーム	椅子立ち上がりテスト	歩行速度、握力
同期的介入	介入対象者以外の方がデジタルデバイスを活用した指導などで関与する	・Webによる遠隔運動介入	骨格筋量、椅子立ち上がりテスト	握力
		・コンピューターを用いた認知トレーニング	歩行速度	
		・歩行補助ロボット	歩行速度	
非同期的・同期的にかかわらない介入	非同期的介入、同期的介入に分類しない全介入	・VRによる運動介入	骨格筋量、歩行速度、椅子立ち上がりテスト	握力
		・アプリケーションを用いた運動プログラムの推奨		アドヒアランス

(5) アドヒアランス

介入のアドヒアランスについてみた研究を3編抽出した^{23~25}。いずれも対照群に比べ、介入アドヒアランスが劣るものではなかったが、プロトコルどおり実施できた研究対象者は20%前後であり、過半数が介入継続はできたものの、アドヒアランスが良好とはいえなかった。

(6) バイアスリスク

抽出された各研究のバイアスリスクをROB2で評価した。RCTとしてバイアスリスクが低い研究を2編認めたものの^{2,15}、論文の過半数はバイアスリスクが高いと考えられた。

(7) 介入方法(表4)と期間

運動系ゲーム^{3,6,9,12~14,16,17,19~21}、VR技術を用いたもの^{1,7,18,22}、スマートフォンなどのアプリを用いた介入^{8,23~25}が大半を占めた。最小の介入期間は4週間¹¹、最大は12ヵ月^{4,24,25}であった。介入期間の中央値は12週間、第一四分位8週間、第三四分位16週間であった。

3) 益と害のバランス評価

採用された研究では、重篤な有害事象の報告はなかった。運動系ゲームやVR技術(仮想現実)を用いたデジタルヘルスサービス介入は、いずれも扱う機器を準備する必要がある。また、スマートフォンアプリは所有するデバイスの利用が可能であろうと思われるが、社会に広範囲に普及した場合、利用コストがかかる可能性は否定できない。

採用された研究では、サルコペニア発症をアウトカムとして評価したものがなかった。しかし、サルコペニア診断に用いられるさまざまな指標において、ポジティブな効果を示していた。アドヒアランス(利用の継続性など)が低いにもかかわらずこの結果を得られたことは非常に意義があり、逆にアドヒアランスが向上すればさらに良い効果が期待できるかもしれない。アドヒアランス向上の工夫を提供サービスに組み入れることを期待する。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。サルコペニア予防のために、どのようなデジタルデバイスを使用して、継続的な（アドヒアランスの良い）介入が実現できるのか、今後のさらなる研究やサービスの展開に期待が寄せられた。

5) 資源利用と費用対効果

1つの研究で費用対効果に関する報告があった²⁴⁾。運動アプリソフトを使った介入を12ヵ月行った結果、25~116ユーロ、日本円でおおよそ4,000~19,000円（2024年12月上旬時点）の医療費減であったが、統計学的な有意差は検出されなかった。現時点で、デジタルヘルス介入によるサルコペニア予防の費用対効果の大小について、結論づけることはできない。

6) 今後の研究

デジタル技術を用いた介入によってサルコペニアを予防できるという直接的な研究結果を報告した研究はなかった。サルコペニア発症を一次アウトカムとするような、非サルコペニア高齢者を対象とした研究が期待される。ただし、対象となりうる高齢者グループにおいて、サルコペニアの新規発症頻度が1年間に数%であることを踏まえると、大規模かつ長期的な研究が必要である。アドヒアランス向上の仕組みを組み入れることも重要と考えられる。

一般的に、サルコペニア予防および治療には、継続した運動と栄養摂取の強化が軸である。今回のシステマティックレビューでは、運動面に焦点を当てた研究が大半であった。デジタル技術を用いたサルコペニア対策としても、運動系に注力するとともに、栄養強化にも焦点を当てた研究が増えることを期待する。

文献

- 1) Park J, Yim J. A New Approach to Improve Cognition, Muscle Strength, and Postural Balance in Community-Dwelling Elderly with a 3-D Virtual Reality Kayak Program. *Tohoku J Exp Med* 2016; 238: 1-8. PMID: [26656425](#)
- 2) Langeard A, Bigot L, Maffiuletti NA, et al. Non-inferiority of a home-based videoconference physical training program in comparison with the same program administered face-to-face in healthy older adults: the MOTION randomised controlled trial. *Age Ageing* 2022; 51: afac059. PMID: [35290431](#)
- 3) Gschwind YJ, Eichberg S, Ejupi A, et al. ICT-based system to predict and prevent falls (iStoppFalls): results from an international multicenter randomized controlled trial. *Eur Rev Aging Phys Act* 2015; 12: 10. PMID: [26865874](#)
- 4) Upatizing B, Hanson GJ, Kim YL, et al. Effects of home telemonitoring on transitions between frailty states and death for older adults: a randomized controlled trial. *Int J Gen Med* 2013; 6: 145-51. PMID: [23525664](#)
- 5) Kim DR, Song S, Kim GM, et al. Effects of ICT-Based Multicomponent Program on Body Composition and Cognitive Function in Older Adults: A Randomized Controlled Clinical Study. *Clin Interv Aging* 2021; 16: 1161-71. PMID: [34188459](#)
- 6) Ordnung M, Hoff M, Kaminski E, et al. No Overt Effects of a 6-Week Exergame Training on Sensorimotor and Cognitive Function in Older Adults. A Preliminary Investigation. *Front Hum Neurosci* 2017; 11: 160. PMID: [28420973](#)
- 7) Sadeghi H, Jehu DA, Daneshjoo A, et al. Effects of 8 Weeks of Balance Training, Virtual Reality Training, and Combined Exercise on Lower Limb Muscle Strength, Balance, and Functional Mobility Among Older Men: A Randomized Controlled Trial. *Sports Health* 2021; 13: 606-12. PMID: [33583253](#)
- 8) Mikolajzak AS, Taraldsen K, Boulton E, et al. Impact of adherence to a lifestyle-integrated programme on physical function and behavioural complexity in young older adults at risk of functional decline: a multicentre RCT secondary analysis. *BMJ Open* 2022; 12: e054229. PMID: [36198449](#)
- 9) Schwenk M, Grewal GS, Honarvar B, et al. Interactive balance training integrating sensor-based visual feedback of movement performance: a pilot study in older adults. *J Neuroeng Rehabil* 2014; 11: 164. PMID: [25496052](#)
- 10) Marusic U, Verghese J, Mahoney JR. Does Cognitive Training Improve Mobility, Enhance Cognition, and Promote Neural Activation? *Front Aging Neurosci* 2022; 14: 845825. PMID: [35677205](#)
- 11) Lee SH, Lee HJ, Kim K, et al. Effect of Exercise Using an Exoskeletal Hip-Assist Robot on Physical Function and Walking Efficiency in Older Adults. *J Pers Med* 2022; 12: 2077. PMID: [36556297](#)
- 12) Nagano Y, Ishida K, Tani T, et al. Short and long-term effects of exergaming for the elderly. *Springerplus* 2016; 5: 793. PMID: [27390634](#)
- 13) Schättin A, Arner R, Gennaro F, et al. Adaptations of Prefrontal Brain Activity, Executive Functions, and Gait in Healthy Elderly Following Exergame and Balance Training: A Randomized-Controlled Study. *Front Aging Neurosci* 2016; 8: 278. PMID: [27932975](#)
- 14) Sato K, Kuroki K, Saiki S, et al. Improving Walking, Muscle Strength, and Balance in the Elderly with an Exergame Using Kinect: A Randomized Controlled Trial. *Games Health J* 2015; 4: 161-7. PMID: [26182059](#)
- 15) Hong J, Kong HJ, Yoon HJ. Web-Based Telepresence Exercise Program for Community-Dwelling Elderly Women With a High Risk of Falling: Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2018; 6: e132. PMID: [29807877](#)
- 16) Gallardo-Meza C, Simon K, Bustamante-Ara N, et al. Effects of 4 Weeks of Active Exergames Training on Muscular Fitness in Elderly Women. *J Strength Cond Res* 2022; 36: 427-32. PMID: [32483059](#)
- 17) Schoene D, et al. A randomized controlled pilot study of home-based step training in older people using videogame technology. *PLoS One*. 2013; 8: e57734. PMID: [23472104](#)
- 18) Lee M, Son J, Kim J, et al. Individualized feedback-based virtual reality exercise improves older women's self-perceived health: a randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr* 2015; 61: 154-60. PMID: [26145489](#)
- 19) Guede-Rojas F, Medel-Gutiérrez MJ, Cárcamo-Vargas M, et al. Effects of Exergames and Conventional Physical Therapy on Functional Physical Performance in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Games Health J* 2023; 12: 341-9. PMID: [37585611](#)
- 20) Maillot P, Perrot A, Hartley A, et al. The braking force in walking: age-related differences and improvement in older adults with exergame training. *J Aging Phys Act* 2014; 22: 518-26. PMID: [24231655](#)

- 21) Gschwind YJ, Schoene D, Lord SR, et al. The effect of sensor-based exercise at home on functional performance associated with fall risk in older people - a comparison of two exergame interventions. *Eur Rev Aging Phys Act* 2015; 12: 11. PMID: [26865875](#)
- 22) Lee Y, Choi W, Lee K, et al. Virtual Reality Training With Three-Dimensional Video Games Improves Postural Balance and Lower Extremity Strength in Community-Dwelling Older Adults. *J Aging Phys Act* 2017; 25: 621-7. PMID: [28290746](#)
- 23) Pischke CR, Voelcker-Rehage C, Ratz T, et al. Web-Based Versus Print-Based Physical Activity Intervention for Community-Dwelling Older Adults: Crossover Randomized Trial. *JMIR Mhealth Uhealth* 2022; 10: e32212. PMID: [35319484](#)
- 24) Taraldsen K, Mikolaizak AS, Maier AB, et al. Digital Technology to Deliver a Lifestyle-Integrated Exercise Intervention in Young Seniors-The PreventIT Feasibility Randomized Controlled Trial. *Front Digit Health* 2020; 2: 10. PMID: [34713023](#)
- 25) Yang Y, Boulton E, Taraldsen K, et al. Adherence to mHealth and Paper-Based Versions of Lifestyle-Integrated Functional Exercise: A Secondary Analysis of Data From the PreventIT Feasibility Randomized Controlled Trial. *J Aging Phys Act* 2023; 31: 18-25. PMID: [35508304](#)

Key words

Sarcopenia, Prevention, Digital health

推奨

サルコペニアのリスクを有する非高齢者に対して、サルコペニア予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する。

推奨の強さ

弱い

エビデンスの確実性

弱い

解説

1)HQの背景

サルコペニアの予防を目的とした指導や介入サービスは、運動療法をはじめとする指導が施設などで行われてきた。近年、情報通信技術および各種機器の発展に伴い、情報、機器、人、組織などがつながり、デジタルヘルスサービスとして利用できる状況が生まれている。実際に心身状態のセンシング、スマートフォンやWebを用いた介入、ゲームの活用など、デジタルヘルスサービスを用いた技術や方法が開発されており、サルコペニアの予防に寄与する可能性がある。しかしながら、これらのデジタルヘルスサービスを用いた介入・評価が、ハイリスク非高齢者のサルコペニアの予防に有効か否かについては、エビデンスを伴う統一的な見解には至っていない。

2)エビデンス評価

3つの論文データベース (Web of Science、MEDLINE、CENTRAL) を対象に論文を検索してシステマティックレビューを行った。11,673編の研究論文が同定され、重複を除外した後に一次スクリーニング (抄録調査) を実施したうえでフルテキストスクリーニングを行い、最終的に36編の論文が適格論文として抽出された (図46)。抽出論文のうち、データが変化率 (%) のみで記載されたものや介入後の測定値がないなどの理由によって統合できない論文を除き、29編^{1~29)} の論文を対象にメタアナリシスを行った。

図46 論文の抽出過程 (PRISMA 2020フロー図)

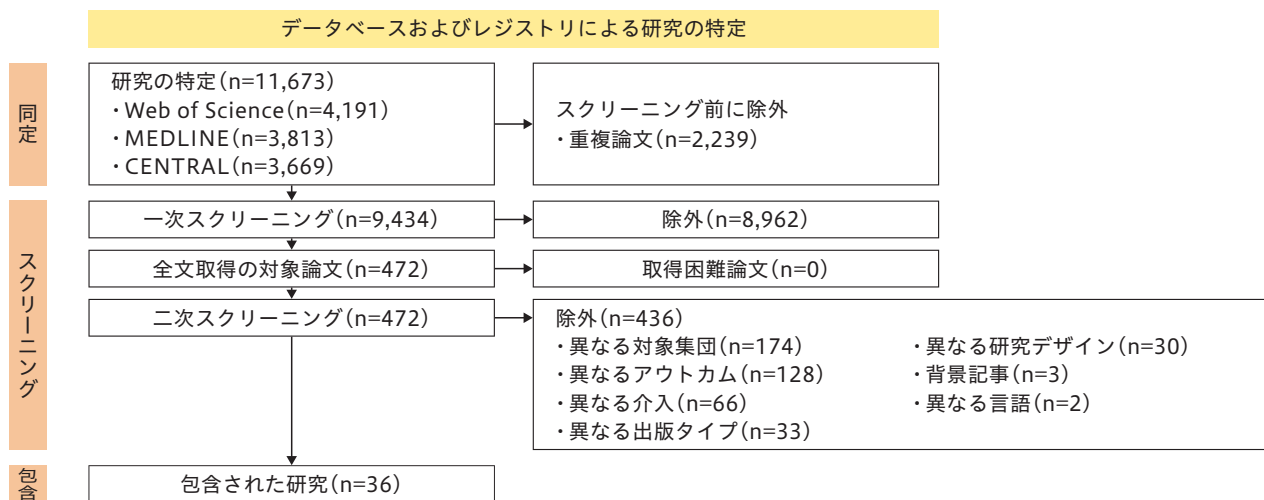


図49 フォレストプロット(歩行速度、m/秒)

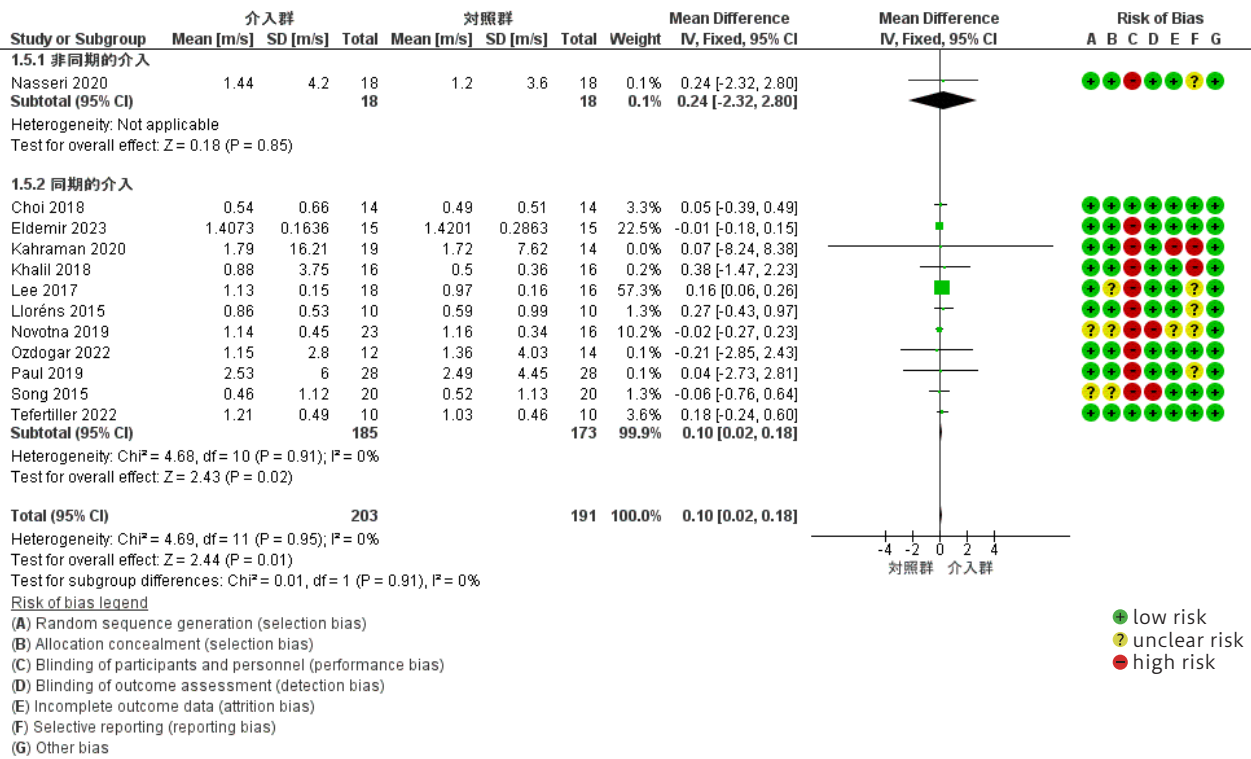


図50 フォレストプロット(DGI)

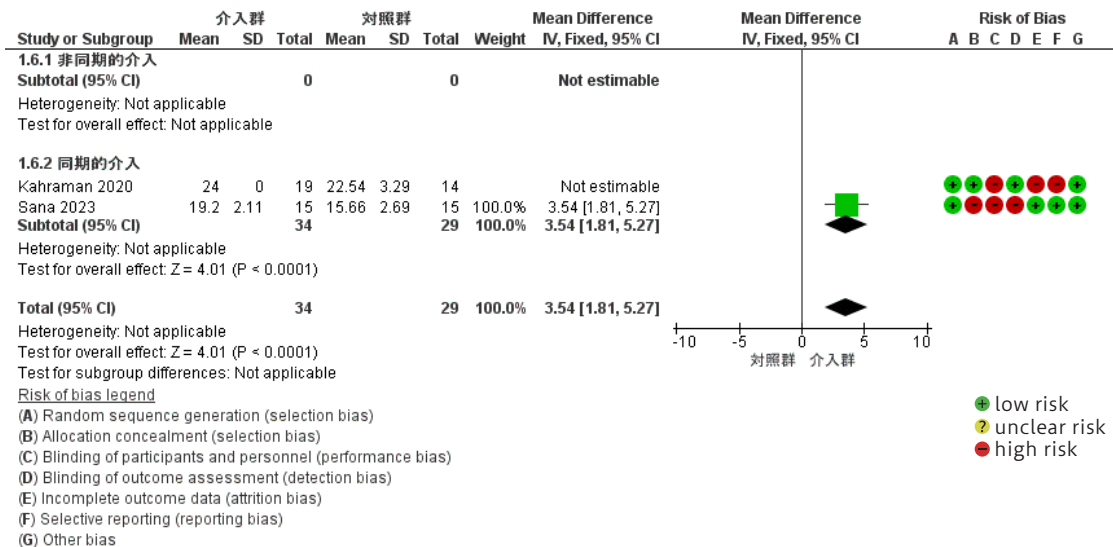


図51 フォレストプロット(TUG、秒)

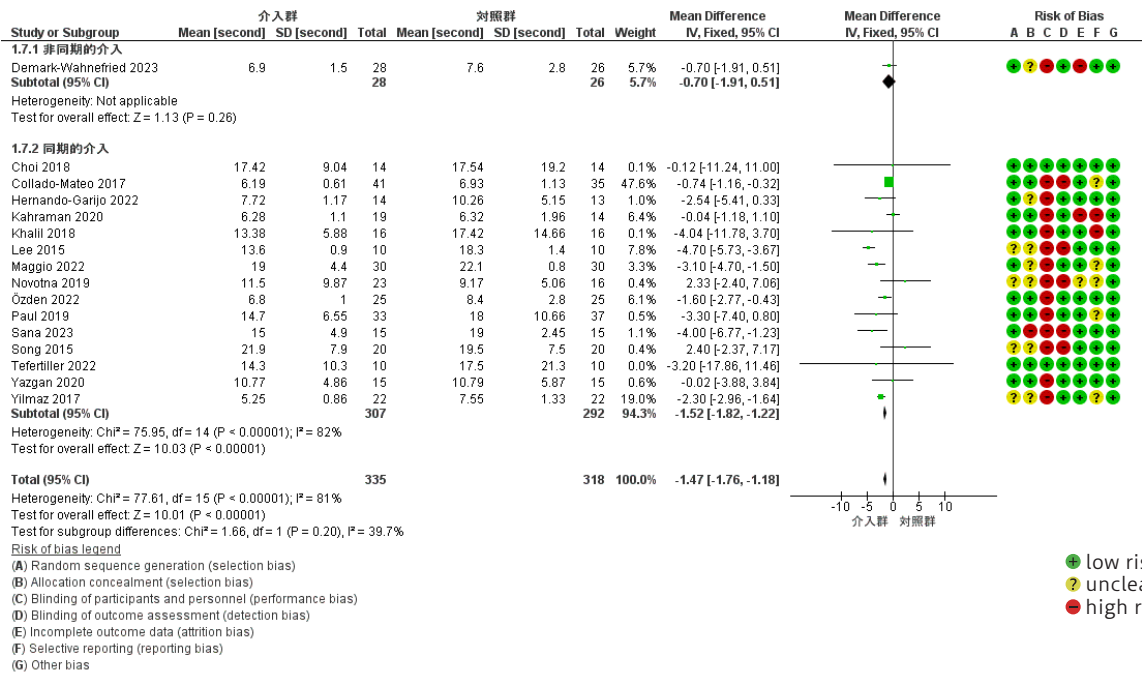
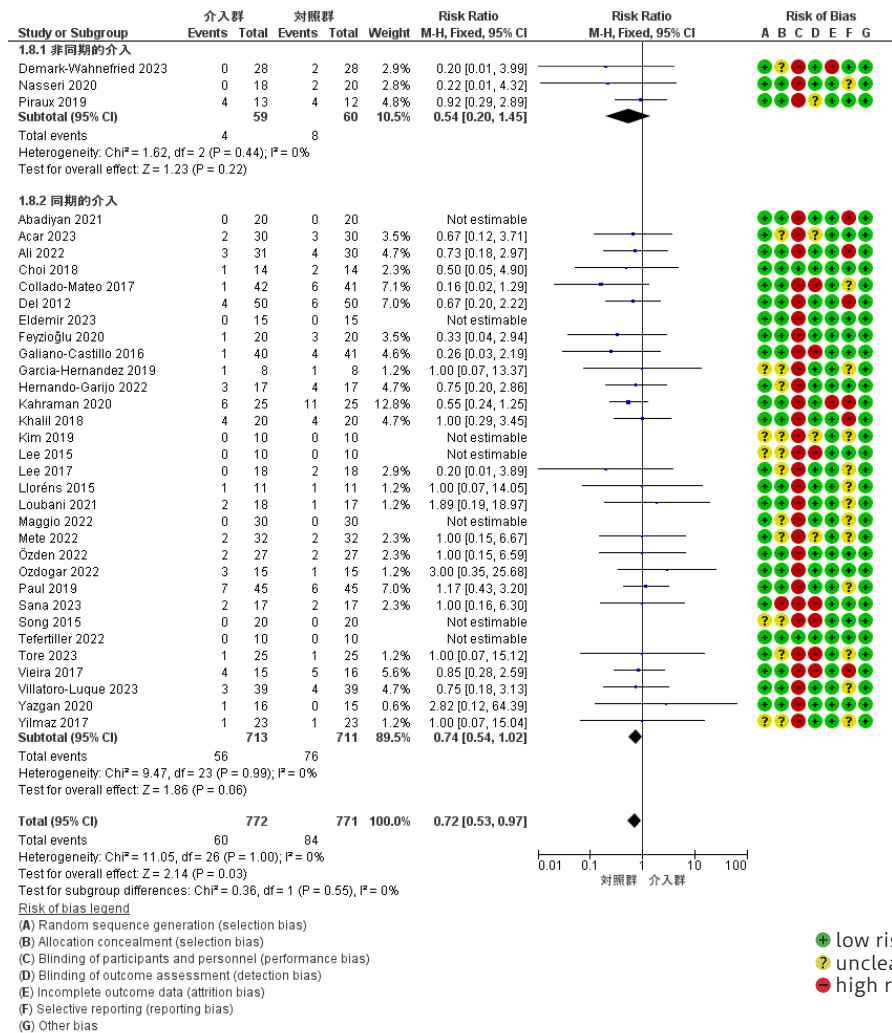


図52 フォレストプロット(脱落人数)



個別のデジタルヘルスサービスごとの効果を分析するには研究数が少なく困難であったが、アプリやウェアラブルデバイスなどのデジタルデバイスを用いて対象者が単独で介入を行う「非同期的介入」と、VRやビデオ会議などを用いて対象者以外が指導などで関わる「同期的介入」とに分類してデジタルヘルスサービスの効果を分析した。その結果、デジタルヘルスサービス全体(同期・非同期に分類しない場合)として有意な介入効果が認められた握力、椅子立ち上がりテスト、歩行速度、DGI、TUGについては、非同期的介入では有意な効果が消失し(DGIは研究事例なし)、同期的介入では有意な介入効果が継続して認められた(図47~51)。たとえば、亜急性期脳卒中患者に対して、VRによるバランス練習を8週間実施したところ、前庭器官のリハビリテーションを実施した対照群と比較して、DGIやTUGが有意に改善した(DGI: 19.20 ± 2.11 vs 15.66 ± 2.69 , TUG: 15 ± 4.90 vs 19 ± 2.45 秒)¹⁴⁾(図50、51)。脱落人数については、非同期的介入、同期的介入いずれの場合においても差がなかった(図52)。デジタルヘルスサービス全体として有意な介入効果が認められなかった下肢筋力、除脂肪量については、非同期介入、同期的介入のサブグループ解析を行った場合でも有意な介入効果は認められなかった。

下肢筋力、除脂肪量について有意な介入効果が認められなかったにもかかわらず、歩行速度、椅子立ち上がりテスト、DGIおよびTUGで有意な介入効果が認められた結果については、筋力や筋量に与えるほどの効果ではないものの、バランス能力などを含めた下肢機能全般に効果を与えた可能性がある。また、デジタルヘルスサービスを活用する場合であったとしても、対象者以外の人に関わる同期的介入が有効な可能性がある。ただし、現時点においては研究数が少なく、いずれの考察についても結論づけることは困難である。対照群と比較して介入群の脱落者が少なかったことについては、ゲームなどを楽しみながら取り組む、遠隔による指導などのさまざまな要因が考えられる。今後研究が進むことで、効果的なアウトカムにつながる介入手法だけでなく、継続する介入手法の開発が期待される。

システマティックレビューのエビデンスの質を評価するために、アウトカムの項目ごとにGRADEの基準を参照して検討した結果、エビデンスの確実性としては歩行速度および脱落人数が「中程度」、握力・除脂肪量が「低い」、下肢筋力・椅子立ち上がりテスト・DGI・TUGが「非常に低い」という結果であった。

以上の結果から、サルコペニアのリスクを有する非高齢者に対して、サルコペニア予防を目的にデジタルヘルスサービスを用いた介入を行うことを提案する、と結論づけた。より多くの質の高い研究が求められる。

表5 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果

著者	国	研究デザイン	セッティング	対象者特性	介入
Tore NG, et al. 2023 ¹¹⁾	トルコ	RCT	在宅	変形性関節症患者	遠隔運動療法 (Zoom)
Mete E, et al. 2022 ²⁾	トルコ	RCT	外来	変形性膝関節症患者	エクサゲームプログラムによる運動療法 + 通常の理学療法
Demark-Wahnefried W, et al. 2023 ³⁾	アメリカ	RCT	在宅	がん患者とパートナー	Webベースの身体活動増加、食事、減量の介入 (食器・体重計・Fitbitはモニタリング目的で測定・Webサイトにデータを収集、アドバイスフィードバックなどを受け取る)
Ozdogar AT, et al. 2022 ⁴⁾	トルコ	RCT	入院	多発性硬化症患者	エクサゲームによる運動療法
Feyzioğlu Ö, et al. 2020 ⁵⁾	トルコ	RCT	在宅および週2回の通院	乳がん術前患者	上肢理学療法プログラム (組織マッサージ、受動的な可動域運動)、Xbox360Kinect
Piroux E, et al. 2019 ⁶⁾	ベルギー	RCT	フィットネスセンター	HIV感染者	公共のフィットネスセンターでの運動療法、Webサイトによる情報提供 (エクササイズについて)
Nasseri NN, et al. 2020 ⁷⁾	ドイツ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	スマートフォンアプリによる運動管理
Galiano-Castillo N, et al. 2016 ⁸⁾	スペイン	RCT	在宅	乳がん生存者	遠隔リハビリテーション (運動プログラムとビデオ会議)
Yilmaz Yelvar GD, et al. 2017 ⁹⁾	トルコ	RCT	外来	慢性疼痛患者、運動恐怖症患者	仮想歩行統合理学療法
Yazgan YZ, et al. 2020 ¹⁰⁾	トルコ	RCT	外来	多発性硬化症患者	介入1群はWii Fit、介入2群はバランストレーニング
Novotna K, et al. 2019 ¹¹⁾	チェコ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	Homebalanceシステム
Lloréns R, et al. 2015 ¹²⁾	スペイン	RCT	外来	脳卒中患者	VRトレーニング
Paul L, et al. 2019 ¹³⁾	イギリス	RCT	在宅	多発性硬化症患者	Webベースのトレーニングプログラム
Sana V, et al. 2023 ¹⁴⁾	パキスタン	RCT	在宅	亜急性期脳卒中患者	VRによるバランス練習 (3回/週)
da Silva Vieira AS, et al. 2017 ¹⁵⁾	ポルトガル	RCT	在宅	冠動脈疾患患者	在宅での心リハにVRを併用
Kim K, et al. 2019 ¹⁶⁾	韓国	RCT	記載なし	機能的足首不安定性を有する患者	VRトレーニング
Collado-Mateo D, et al. 2017 ¹⁷⁾	スペイン	RCT	記載なし	線維筋痛症患者	エクサゲーム (VirtualEx-FM)
Özden F, et al. 2022 ¹⁸⁾	トルコ	RCT	在宅	慢性腰痛患者	ビデオエクササイズベースの遠隔リハビリテーション
Lee J, et al. 2017 ¹⁹⁾	韓国	RCT	在宅	脳卒中患者	スマートフォンベースのモーショントラッキング技術を使用した歩行トレーニング (SITT)
Loubani K, et al. 2021 ²⁰⁾	イスラエル	RCT	外来、在宅	乳がん後の患者	遠隔運動療法
Hernando-Garjito I, et al. 2022 ²¹⁾	スペイン	RCT	在宅	線維筋痛症患者	遠隔運動療法
Maggio MG, et al. 2022 ²²⁾	イタリア	RCT	在宅	多発性硬化症患者	VRを用いた認知トレーニング
Choi D, et al. 2018 ²³⁾	韓国	RCT	入院	脳卒中患者	ゲーム (任天堂Wii Fit)
Song GB, et al. 2015 ²⁴⁾	韓国	RCT	外来	脳卒中患者	VRゲーム
Tefertiller C, et al. 2022 ²⁵⁾	アメリカ	RCT	外来	外傷性脳損傷患者	VRを使用したトレッドミルトレーニング
Lee IW, et al. 2015 ²⁶⁾	韓国	RCT	外来	脳卒中患者	VRを活用したエクササイズプログラム
Kahraman T, et al. 2020 ²⁷⁾	トルコ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	遠隔リハビリテーション (Tele-MIT)
Khalil H, et al. 2018 ²⁸⁾	ヨルダン	RCT	在宅	多発性硬化症患者	VRによるバランストレーニング
Eldemir K, et al. 2024 ²⁹⁾	トルコ	RCT	在宅	多発性硬化症患者	遠隔運動療法

デジタルヘルス分類(ビデオ会議、センサー、ロボット、ゲーム、VR、アプリ、AI、Webサイトなど)	その他の追加介入	介入期間	対照群への介入	改善したアウトカム	改善しなかったアウトカム
ビデオ会議	なし	8週間	運動パンフレットの配布	椅子立ち上がりテスト	
ゲーム	なし	6週間	通常の理学療法(物理療法+筋力トレーニングなど)	下肢筋力	
Webサイト、センサー	なし	6ヵ月間	待機リスト対照群		椅子立ち上がりテスト、TUG
ゲーム	なし	入院中	通常のリハビリテーション		歩行速度
ゲーム	なし	8週間	上肢理学療法プログラム(組織マッサージ、受動的な可動域運動)		握力
Webサイト、電話	なし	6週間	運動習慣を変更しないよう指示		握力、椅子立ち上がりテスト、除脂肪量
アプリ	なし	3ヵ月間	リーフレットによる運動を勧めるための情報提供		椅子立ち上がりテスト、歩行速度
Webサイト、ビデオ会議、インスタントメッセージ	なし	8週間	運動のための基本的な推奨事項を書面で受け取った	握力	椅子立ち上がりテスト
VR	なし	2週間	運動日記	TUG	
ゲーム	ウォームアップとして10分間の無抵抗サイクリングワーク	8週間	なし		TUG
Homebalanceシステム(ゲーム)	なし	4週間	なし		歩行速度、TUG
VR	なし	4週間	通常ケア(理学療法)		歩行速度
Webサイト	日誌の提出	6ヵ月間	紙ベースでのトレーニングメニュー		歩行速度、TUG
VR	なし	8週間	前庭リハビリテーション	TUG、DGI	
VR	従来の心リハ	6ヵ月間	リスク因子に関する教育		除脂肪量
VR	なし	4週間	従来の運動療法	下肢筋力	
VR、ゲーム	なし	8週間	通常の活動	TUG	
Webサイト	なし	8週間	紙ベースの従来のリハビリテーション	TUG	椅子立ち上がりテスト
VR、センサー	なし	6週間	通常のトレッドミルトレーニング	歩行速度	
ビデオ会議、センサー、ゲーム	なし	6週間	標準治療のみ、電話によるフォローアップ、T3完了後にハイブリッドMaP-BC介入を提案		握力
モニタリング、ビデオ会議	なし	15週間	ビデオ会議		下肢筋力、椅子立ち上がりテスト、TUG
半没入型VRシステム	一般的なコンディショニング・エクササイズ	8週間	伝統的な対面での認知トレーニングと一般的なコンディショニング・エクササイズ	TUG	
ゲーム	なし	6週間	一般的なバランストレーニング		歩行速度、TUG
ゲーム	なし	8週間	エルゴメータートレーニング		歩行速度、TUG
VR	なし	4週間	VRを用いないトレッドミルトレーニング/標準治療		歩行速度、TUG
ゲーム	なし	6週間	なし	TUG	
ビデオ会議	なし	8週間	なし		歩行速度、TUG
VR	なし	6週間	従来のバランストレーニング		歩行速度、TUG
ビデオ会議	なし	6週間	なし		下肢筋力、歩行速度

3) 益と害のバランス評価

採用された研究では、有害事象の報告はなかった。サルコペニアに関わるアウトカム（握力、椅子立ち上がりテスト、歩行速度、DGI、TUG）において介入効果が認められているので、害と益のバランスから益が上回ると考えられる。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

2020年時点のスマートフォンの世帯保有率は約9割、個人保有率も約7割という状況を考慮すると（令和3年情報通信白書 総務省）、スマートフォンのアプリなどによる介入を利用するハードルは比較的低いと考えられる。他方、新たにウェアラブルデバイスなどの購入が必要な場合も想定される。デジタルヘルスサービスの有効性に関するエビデンスが蓄積されることで、費用対効果が明確になると考えられる。

6) 今後の研究

本ガイドラインを作成するにあたり、システマティックレビューの基準を満たす研究が限定されていたため、「推奨度は弱く、エビデンスの確実性も弱い」という結論となった。今後、デジタルヘルスサービスによる介入効果を検証する多くの研究が実施されることが望まれる。今回、非同期的介入（アプリ、ウェアラブルデバイスなどを用いて対象者単独で行う介入）と比較して、同期的介入（VR、ビデオ会議などを用いて対象者以外が指導などで関わる介入）が有効である可能性が示唆された。今後、デジタルデバイス単独、および人間とデジタルデバイスを組み合わせたデジタルヘルスサービスの有効性を検証する研究が進められて、より効果的なデジタルヘルスサービスを確立していく必要があるだろう。

近年、大規模言語モデル（LLM）を利用した生成AIの技術的進化が目覚ましく、人間のような自然な受け答えや文章作成が可能となってきていることから、人間とデジタルデバイスの組み合わせだけでなく、LLMを用いたデジタルヘルスサービスについても今後の研究進展が望まれる。

また、単にデジタルヘルスサービスの効果検証を行うだけでなく、施設利用との有効性比較や継続利用につながる介入手法の検討、利用者の環境や性格など個人の特性にあわせた介入手法の研究開発が行われることを期待する。

文献

- 1) Tore NG, Oskay D, Haznedaroglu S. The quality of physiotherapy and rehabilitation program and the effect of telerehabilitation on patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2023; 42: 903-15. PMID: [36279075](#)
- 2) Mete E, Sari Z. The efficacy of exergaming in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled clinical trial. *Physiother Res Int* 2022; 27: e1952. PMID: [35470534](#)
- 3) Demark-Wahnefried W, Oster RA, Crane TE, et al. Results of DUET: A Web-Based Weight Loss Randomized Controlled Feasibility Trial among Cancer Survivors and Their Chosen Partners. *Cancers (Basel)* 2023; 15: 1577. PMID: [36900368](#)
- 4) Ozdogar AT, Baba C, Kahraman T, et al. Effects and safety of exergaming in persons with multiple sclerosis during corticosteroid treatment: a pilot study. *Mult Scler Relat Disord* 2022; 63: 103823. PMID: [35523062](#)
- 5) Feyzioğlu Ö, Dinçer S, Akan A, et al. Is Xbox 360 Kinect-based virtual reality training as effective as standard physiotherapy in patients undergoing breast cancer surgery? *Support Care Cancer* 2020; 28: 4295-303. PMID: [31907649](#)
- 6) Piraux E, Reyckler G, Forget P, et al. Feasibility and Preliminary Effects of a Telerehabilitation Program for People Living With HIV: A Pilot Randomized Study. *J Assoc Nurses AIDS Care* 2019; 30: 176-85. PMID: [30822290](#)
- 7) Nasser NN, Ghezalbash E, Zhai Y, et al. Feasibility of a smartphone app to enhance physical activity in progressive MS: a pilot randomized controlled pilot trial over three months. *PeerJ* 2020; 8: e9303. PMID: [32612882](#)
- 8) Galiano-Castillo N, Cantarero-Villanueva I, Fernández-Lao C, et al. Telehealth system: A randomized controlled trial evaluating the impact of an internet-based exercise intervention on quality of life, pain, muscle strength, and fatigue in breast cancer survivors. *Cancer* 2016; 122: 3166-74. PMID: [27332968](#)
- 9) Yılmaz Yelvar GD, Çirak Y, Dalkılıç M, et al. Is physiotherapy integrated virtual walking effective on pain, function, and kinesiophobia in patients with non-specific low-back pain? Randomised controlled trial. *Eur Spine J* 2017; 26: 538-45. PMID: [27981455](#)
- 10) Yazgan YZ, Tarakci E, Tarakci D, et al. Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord* 2020; 39: 101902. PMID: [31924591](#)
- 11) Novotna K, Janatova M, Hana K, et al. Biofeedback Based Home Balance Training can Improve Balance but Not Gait in People with Multiple Sclerosis. *Mult Scler Int* 2019; 2019: 2854130. PMID: [31934450](#)
- 12) Lloréns R, Gil-Gómez JA, Alcañiz M, et al. Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke. *Clin Rehabil* 2015; 29: 261-8. PMID: [25056999](#)

- 13) Paul L, Renfrew L, Freeman J, et al. Web-based physiotherapy for people affected by multiple sclerosis: a single blind, randomized controlled feasibility study. *Clin Rehabil* 2019; 33: 473-84. PMID: [30514108](#)
- 14) Sana V, Ghous M, Kashif M, et al. Effects of vestibular rehabilitation therapy versus virtual reality on balance, dizziness, and gait in patients with subacute stroke: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)* 2023; 102: e33203. PMID: [37327306](#)
- 15) da Silva Vieira AS, de Melo MC, Soares Pinho AR, et al. The effect of virtual reality on a home-based cardiac rehabilitation program on body composition, lipid profile and eating patterns: A randomized controlled trial. *Eur J Integr Med* 2017; 9: 69-78. doi.org/10.1016/j.eujim.2016.11.008
- 16) Kim K, Choi B, Lim W. The efficacy of virtual reality assisted versus traditional rehabilitation intervention on individuals with functional ankle instability: a pilot randomized controlled trial. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2019; 14: 276-80. PMID: [29385840](#)
- 17) Collado-Mateo D, Dominguez-Muñoz FJ, Adsuar JC, et al. Exergames for women with fibromyalgia: a randomised controlled trial to evaluate the effects on mobility skills, balance and fear of falling. *PeerJ* 2017; 5: e3211. PMID: [28439471](#)
- 18) Özden F, Sari Z, Karaman ÖN, et al. The effect of video exercise-based telerehabilitation on clinical outcomes, expectation, satisfaction, and motivation in patients with chronic low back pain. *Ir J Med Sci* 2022; 191: 1229-39. Erratum in *Ir J Med Sci* 2022; 191: 1469. PMID: [34357527](#)
- 19) Lee J, Lee K, Song C. Speed-Interactive Treadmill Training Using Smartphone-Based Motion Tracking Technology Improves Gait in Stroke Patients. *J Mot Behav* 2017; 49: 675-85. PMID: [28632106](#)
- 20) Loubani K, Kizony R, Milman U, et al. Hybrid Tele and In-Clinic Occupation Based Intervention to Improve Women's Daily Participation after Breast Cancer: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 5966. PMID: [34199448](#)
- 21) Hernando-Garijo I, Medrano-de-la-Fuente R, Jiménez-Del-Barrio S, et al. Effects of a Telerehabilitation Program in Women with Fibromyalgia at 6-Month Follow-Up: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *Biomedicines* 2022; 10: 3024. PMID: [36551780](#)
- 22) Maggio MG, De Luca R, Manuli A, et al. Do patients with multiple sclerosis benefit from semi-immersive virtual reality? A randomized clinical trial on cognitive and motor outcomes. *Appl Neuropsychol Adult* 2022; 29: 59-65. PMID: [31920097](#)
- 23) Choi D, Choi W, Lee S. Influence of Nintendo Wii Fit Balance Game on Visual Perception, Postural Balance, and Walking in Stroke Survivors: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Games Health J* 2018; 7: 377-84. [doi/10.1089/g4h.2017.0126](https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0126)
- 24) Song GB, Park EC. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 2057-60. PMID: [26311925](#)
- 25) Tefertiller C, Ketchum JM, Bartelt P, et al. Feasibility of virtual reality and treadmill training in traumatic brain injury: a randomized controlled pilot trial. *Brain Inj* 2022; 36: 898-908. PMID: [35834738](#)
- 26) Lee IW, Kim YN, Lee DK. Effect of a virtual reality exercise program accompanied by cognitive tasks on the balance and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 2175-7. PMID: [26311949](#)
- 27) Kahraman T, Savci S, Ozdogar AT, et al. Physical, cognitive and psychosocial effects of telerehabilitation-based motor imagery training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled pilot trial. *J Telemed Telecare* 2020; 26: 251-60. PMID: [30744491](#)
- 28) Khalil H, Al-Sharman A, El-Salem K, et al. The development and pilot evaluation of virtual reality balance scenarios in people with multiple sclerosis (MS): A feasibility study. *NeuroRehabilitation* 2018; 43: 473-82. PMID: [30400117](#)
- 29) Eldemir K, Guclu-Gunduz A, Eldemir S, et al. Effects of Pilates-based telerehabilitation on physical performance and quality of life in patients with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil* 2024; 46: 1807-14. PMID: [37147864](#)

Key words

Sarcopenia, Digital health, Wearable electronic devices, Mobile phone, Virtual reality

推奨

デジタルヘルスサービスを用いた介入が、サルコペニア高齢者のサルコペニアを改善させるか否かを評価した介入試験は乏しく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する。

推奨の強さ — エビデンスの確実性 非常に弱い

解説

1)HQの背景

サルコペニアの治療は、従来、運動療法や栄養療法の教育・指導が行われてきたが、これらは通院や通所を前提としていた。個々の治療状況を客観的にモニターすることも難しく、多くは個人の自己記録や自己報告に委ねられてきた。

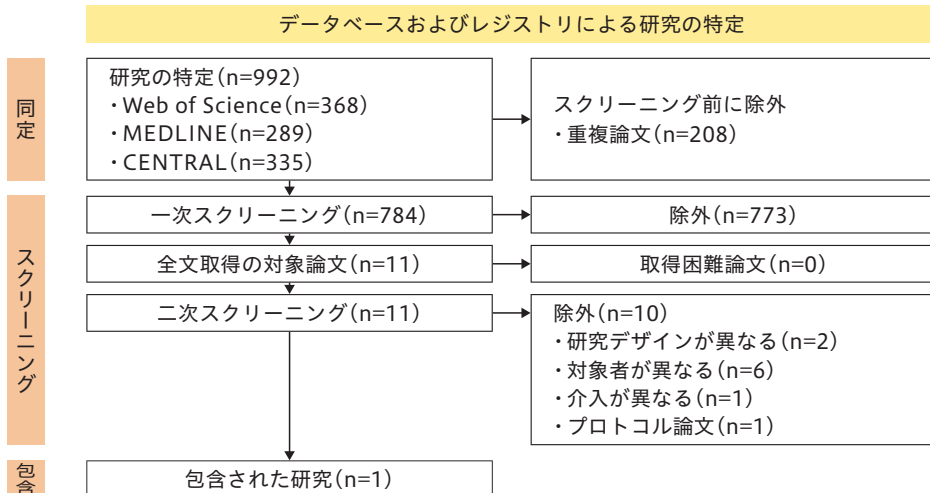
近年、テクノロジーの発展に伴い、スマートフォンアプリやウェアラブルデバイスが広く利用されるようになり、実施状況が自動記録され、通院や通所などの手間を最小限として自己管理が行える方法が開発されている。特にCOVID-19感染症のパンデミックの経験から、非接触型の健康増進アプリやデバイスが開発されている。

しかし、これらのデジタルヘルスサービスによる介入が、サルコペニア高齢者の治療介入方法として、どのように位置づけられているかは明らかにされていない。

2)エビデンス評価

3つのWebサイトを用いて文献を網羅的に検索し、重複した論文を除外した結果、合計784編の論文がスクリーニングに組み入れられた。一次スクリーニング(抄録調査)の結果、773編の論文が除外され、11編の論文が二次スクリーニング(論文調査)へと進んだ。最終的に、研究デザインが介入試験でない報告2編、対象者が本HQに見合わない報告6編、介入が本HQに見合わない報告1編、プロトコル報告1編を除外した結果、適格性を満たす報告は1編のみであった(図53)。

図53 論文の抽出過程(PRISMA 2020フロー図)



抽出された論文の研究は、中国上海市で実施されたクラスターRCTで、対象者は①65～75歳のサルコペニア高齢者で、②介助なしに歩行が可能で、③スマートフォンを3年以上使用している者であった。参加者の平均年齢は69.5歳で、女性が83.1%を占めた。12週間のアプリによる栄養介入、運動介入、あるいはそれらの併用介入を行い、筋力、筋機能、骨格筋量に及ぼす影響が評価された¹⁾。上海市の16地域から4つの地域が無作為に抽出され、地域ごとに栄養介入群(58名)、運動介入群(62名)、併用介入群(60名)、対照群(54名)に割り付けられた。最終的な解析対象者は、対照群51名、その他の群は各50名であった。

栄養介入としては、参加者個々の食事を、エネルギーとたんぱく質の推奨量と実際の摂取量との差をアプリが評価し、それらの是正を行うためのレシピが推奨された。運動介入では、アプリが参加者個々の運動実践状況の評価し、中～高強度の運動(速歩やジョギング)あるいは筋力運動(座位での下肢挙上、壁を背にした静的スクワット、ダンベルを用いた運動、ゴムバンドを利用した運動など)を1日あたり40～60分行うことを推奨した。これらの評価とフィードバックは2週間ごとに対象者に通知され、少なくとも5回の評価とフィードバックが提供された。脱落率は、対照群で5.6%、栄養介入群で12.1%、運動介入群で19.4%、併用介入群で16.7%であり、試験の平均保持率は80%以上であった。5回以上フィードバックされた者は各介入群において半数を上回り、3～4回だった者は30～40%であった。

有効性解析の結果、いずれの介入群も対照群と比較して、筋機能(バランス、歩行速度、椅子立ち座り)や活動性の改善効果はみられなかったが(図54、55)、栄養介入群または併用介入群では、骨格筋量

図54 フォレストプロット(通常歩行速度、m/秒)

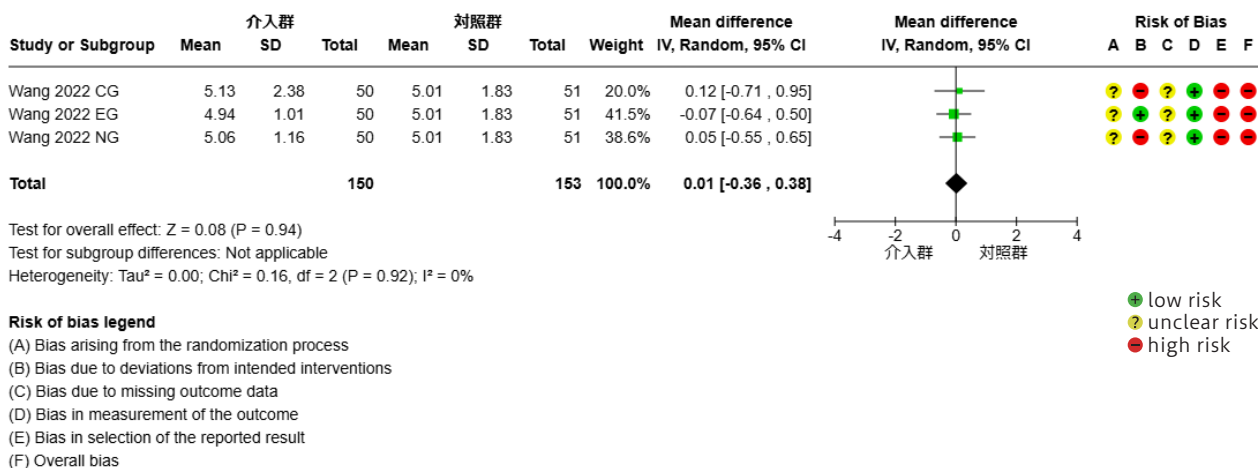


図55 フォレストプロット(5回椅子立ち上がりテスト、秒)

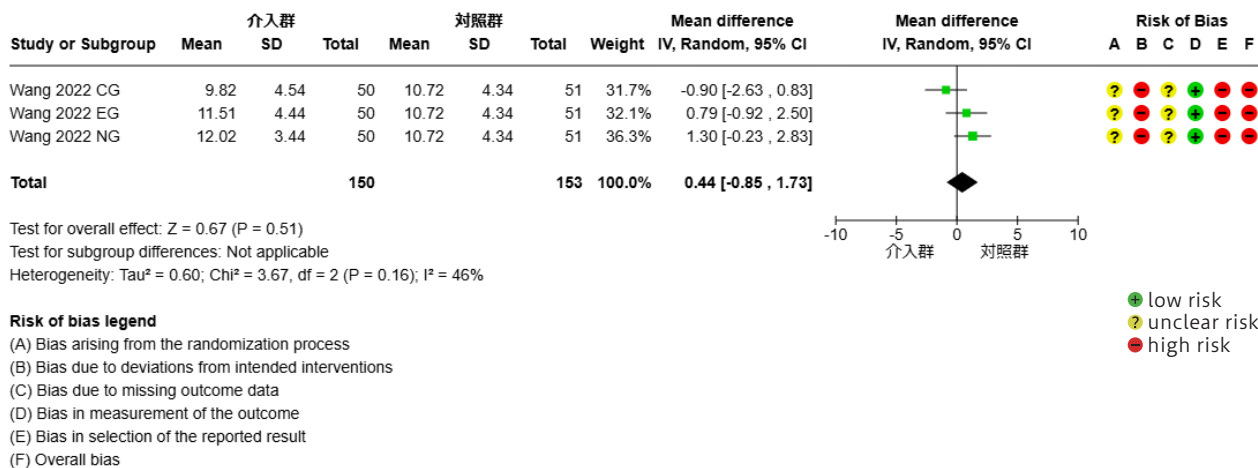


図56 フォレストプロット(骨格筋量、kg)

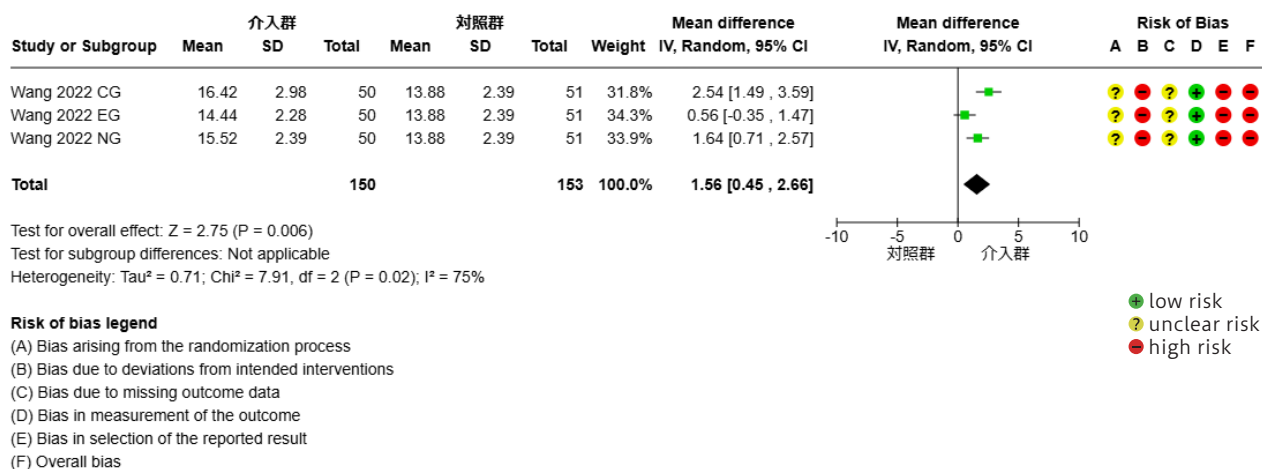


表6 デジタルヘルスサービスの分類と介入効果

	分類した介入の定義	用いたデジタルデバイス	介入効果がみられたアウトカム	介入効果がみられなかったアウトカム
非同期的介入	デジタルデバイスを用いて対象者が単独で介入を行う	・スマートフォンのアプリを用いた栄養評価・管理	骨格筋量 骨格筋指数 -身長2乗補正(女性) -体重補正	骨格筋指数 -身長2乗補正(男性) -BMI補正 -体脂肪率補正 身体機能(バランス、4m歩行速度、椅子立ち座りテスト)
		・スマートフォンのアプリを用いた運動評価・管理	骨格筋指数 -体重補正 -BMI補正 -体脂肪率補正	骨格筋量 骨格筋指数 -身長2乗補正(男性・女性) -体重補正 身体機能(バランス、4m歩行速度、椅子立ち座りテスト)
		・スマートフォンのアプリを用いた栄養と運動の評価・管理	骨格筋量 骨格筋指数 -身長2乗補正(女性) -体重補正 -BMI補正 -体脂肪率補正	骨格筋指数 -身長2乗補正(男性) 身体機能(バランス、4m歩行速度、椅子立ち座りテスト)
同期的介入	該当研究なし			
非同期的・同期的にかかわらない介入	該当研究なし			

(インピーダンス法による測定)が増加し(平均差 1.56 [95%CI 0.45- 2.66] kg、P=0.006)(図56)、質の良いたんぱく質がより多く摂取されていた。しかし、握力評価に関する記載がなく、骨格筋量以外の項目の改善はみられなかったことから、サルコペニアを改善したか否かについては評価できなかった。

以上の結果を踏まえ、デジタルサービスを用いたサルコペニア高齢者への介入は、これまでのところ有効性を示す知見が極めて少なく、エビデンスが不十分のため推奨・提案を保留する、とした。

(1) デジタルデバイスまたは介入手法の種類と研究結果(表6)

本HQにおいて抽出された論文では、スマートフォンのアプリが、食事内容や運動実践状況を評価し、不足している具体的な食事の提案を行い、また実施すべき具体的な運動メニューと実施時間を2週間ごとに推奨した。栄養介入を行った群において骨格筋量の増加が認められた。

3) 益と害のバランス評価

採用された文献では、有害事象の報告はなかった。

多様な高齢者に対する個別性の担保がどの程度行われるかによっては、有害事象につながる危険性は考えうる。アプリやデバイスの内容や使用方法による問題もあるため、現時点では一律に論じることはできない。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

デジタルヘルスケアの利用は、個人の健康状態、リテラシー、経済力、教育やデジタル通信環境に左右される。このため、すべての人々が公平にデジタルヘルスケアにアクセスできる機会や環境を整えなければ、情報格差(デジタルデバイド)を生み出す可能性が懸念される。このような格差が生じないように、利用者にやさしい支援が整備される必要がある。

一方で、スマートフォンのアプリやウェアラブルデバイスを用いた栄養介入や運動介入は、ケア提供者も利用者も、時間や人手をかけずに利用できる点で高い費用対効果が期待できる。また、感染症の流行下では、各自が自宅で実施できることから、感染予防を行いながら健康増進を行える利点がある。

6) 今後の研究

今回のシステマティックレビューでは、1編の介入試験しか抽出されず、エビデンスが乏しい領域であることが明らかとなった。したがって、サルコペニア高齢者に対するデジタルヘルスサービスの効果検証が今後さらに必要である。

アプリを用いた介入は、遂行(遵守と継続)の適性に個人差があることや、長期利用者では、内容に新鮮さがなくなると飽きてしまい、脱落者が増加することが懸念される。また、参加者同士の人的交流をどのようにマネジメントするかも課題となる。デジタルヘルスケアサービスによる健康増進という観点では、機器の開発が高齢者に見合った内容となっているものはまだ多くない。今後、簡便で魅力的なアプリの開発が進むことで、これらの課題が解決され、サルコペニア高齢者に対する有効性が検証されることを望む。

文献

1) Wang Z, Xu X, Gao S, et al. Effects of Internet-Based Nutrition and Exercise Interventions on the Prevention and Treatment of Sarcopenia in the Elderly. *Nutrients* 2022; 14: 2458. PMID: [35745187](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35745187/)

Key words

Sarcopenia, Older adults, Digital health, Skeletal muscle, Mobile application, E-health

推奨

高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む複合（多成分）運動を行うことを強く推奨する。

推奨の強さ 強い エビデンスの確実性 強い

解説

1)HQの背景

フレイルの発生・進展の予防を目的とした運動に関するエビデンスは多く、RCTだけでなく、すでにシステマティックレビューやメタアナリシスも比較的行われている。そのため本HQにおいては、システマティックレビューとメタアナリシスを対象に網羅的に文献検索した手法であるアンブレラレビューを実施した。

2)エビデンス評価

プレフレイルまたはフレイルの高齢者を含む対象への運動介入の効果を検討した研究のシステマティックレビューまたはメタアナリシスは7編抽出された(図57、58)。

65歳以上のプレフレイルまたはフレイル高齢者を対象に、レジスタンストレーニングと他の運動（バランス運動、ウォーキング、有酸素運動など）を組み合わせた運動介入による筋力や身体機能への影響を検討したシステマティックレビュー（10編、介入期間12週～3ヵ月）では、通常ケア、健康教育、低強度運動と比較し、有意に筋力、TUG、SPPBを改善させたが、歩行速度は改善しなかった¹⁾。

プレフレイルまたはフレイル高齢者を対象にエクサゲーム（ビデオゲームを用いたエクササイズ）にレジスタンストレーニングを組み合わせた運動介入の身体機能への影響を検討したシステマティックレビュー（7編、介入期間2～15週）では、レジスタンストレーニングのみと比較し筋力を改善させた²⁾。

図57 論文の抽出過程(PRISMA 2020 フロー図)

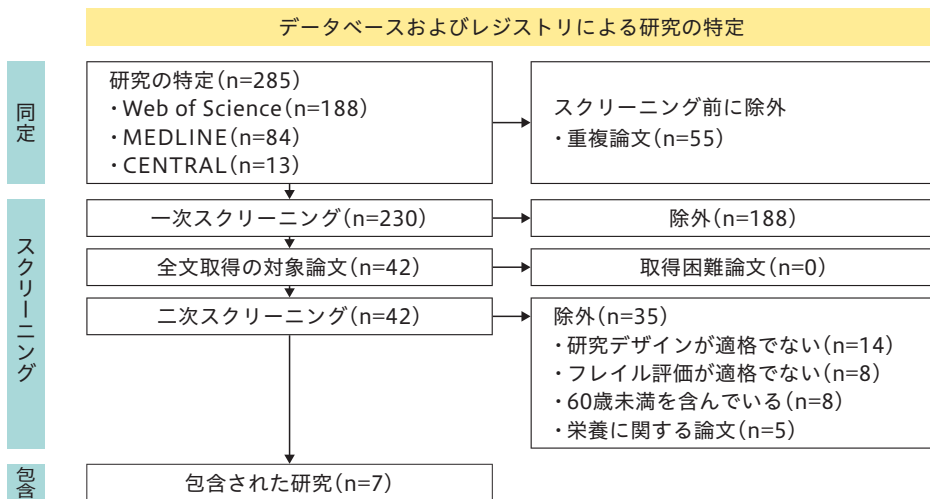
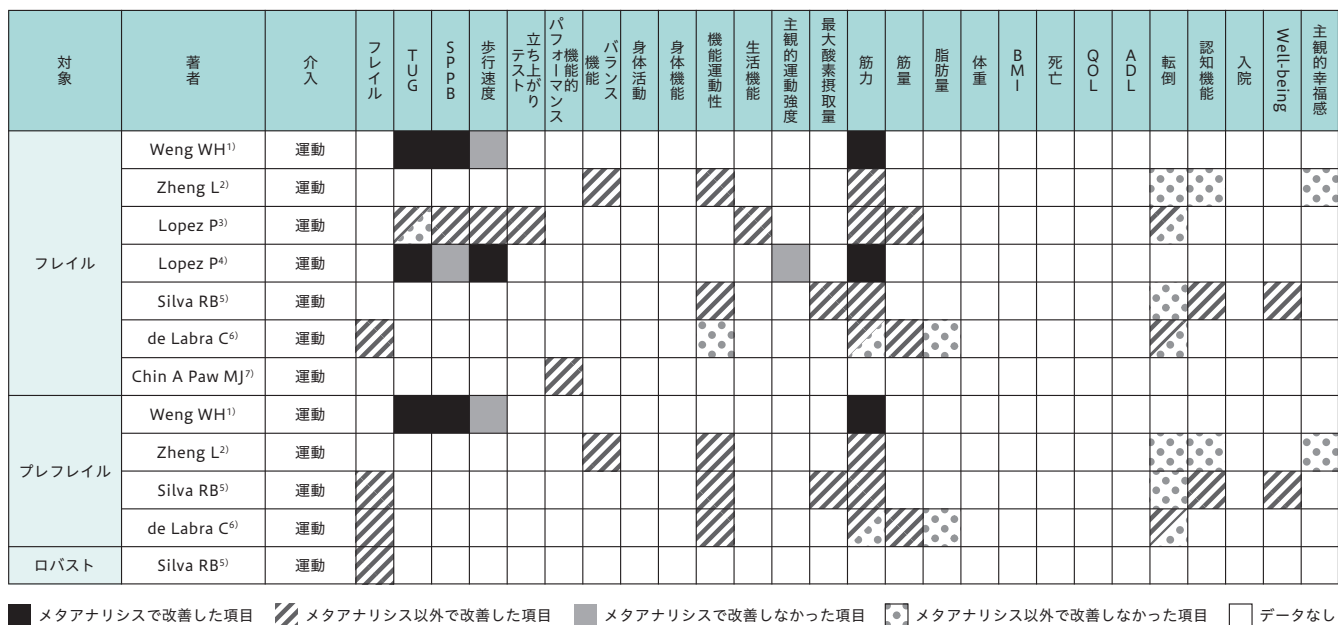


図58 介入効果のヒートマップ(対象別)



65歳以上の身体フレイル高齢者を対象に、レジスタンストレーニング単独または多成分運動（バランス運動、ウォーキング、有酸素運動など）との併用の効果を検討したシステマティックレビュー（16編、介入期間8～48週）では、レジスタンストレーニング単独または多成分運動との併用により筋量、筋力、筋パワー、身体機能、転倒発生率が改善した報告が多かったものの、改善がみられなかったものもあった³⁾。

また65歳以上のフレイル高齢者を対象に、レジスタンストレーニング単独または多成分運動（15編、バランス運動、ウォーキング、有酸素運動など）との併用の効果とともに運動期間と運動強度について検討した研究のメタアナリシスでは、レジスタンストレーニング単独または多成分運動はフレイルの身体的側面を改善させ、12週間以下の運動期間および1RM（1回が限界の負荷量）の40～80%の運動強度が筋力、身体機能の改善に有効であることが示されている⁴⁾。

プレフレイルまたはフレイル高齢者（60歳以上）を対象に、運動介入によるフレイルを含む転帰への影響を検討したRCTのシステマティックレビュー（9編、介入期間12週～12ヵ月）では、運動介入はフレイルの身体的側面のみならず精神・心理的側面も改善させ、その内容としてレジスタンストレーニングにバランス運動などを組み合わせた多成分運動を週3回、1回に60分行うことを推奨している⁵⁾。

プレフレイル以上の高齢者（平均年齢82.5歳）を対象に、運動介入（有酸素運動またはレジスタンストレーニング）によるフレイルまたは身体機能への影響を対照群（習慣的なライフスタイルの維持または自宅での低強度運動プログラム）と比較したRCTのシステマティックレビュー（9編、介入期間9～20週）では、運動介入によりフレイルが改善したが、筋力と除脂肪量については改善した研究と変化しなかった研究がみられた⁶⁾。

地域在住、介護施設、整形外科病棟、サービス付き高齢者向け住宅などあらゆる環境のフレイル高齢者を対象に、運動介入（レジスタンストレーニング、太極拳、多成分運動）の身体能力への影響を検討したRCTのシステマティックレビュー（20編、介入期間10週～1年）では、ほとんどの研究において運動介入により身体能力の改善が得られていた⁷⁾。

7編ともプレフレイルまたはフレイルの高齢者を含む対象の研究のシステマティックレビューまたはメタアナリシスであった。運動介入の内容はレジスタンストレーニング単独またはレジスタンストレーニングにバランス運動やウォーキング、有酸素運動などを組み合わせた多成分運動であり、すべての研究においてフレイルの改善が得られており、多成分運動のほうがより効果が大きいことで一致している。

以上から本HQの推奨度は強く、エビデンスの確実性も強いとし、高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む多成分運動を行うことを強く推奨する、とした。

3) 益と害のバランス評価

運動がフレイルの進展予防において有害とする報告はなく、一部の研究では認知・精神機能の改善も得られたとしており、むしろ益が大きいと思われる。運動の実施に関しては理学療法士や健康運動指導士などの指導を受ける場合を除けば無料であり、費用に関しての不利益は小さいと考えられる。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

該当する論文なし。

6) 今後の研究

プレフレイルまたはフレイル高齢者を対象にした運動介入のエビデンスは豊富であることが明らかとなったが、運動の頻度や強度について言及しているものはまだ少ないため、この点をテーマにしたエビデンスの創出が求められる。

文献

- 1) Weng WH, Cheng YH, Yang TH, et al. Effects of strength exercises combined with other training on physical performance in frail older adults: A systematic review and meta-analysis. Arch Gerontol Geriatr 2022; 102: 104757. PMID: [35777245](#)
- 2) Zheng L, Li G, Wang X, et al. Effect of exergames on physical outcomes in frail elderly: a systematic review. Aging Clin Exp Res 2020; 32: 2187-200. PMID: [31520334](#)
- 3) Lopez P, Pinto RS, Radaelli R, et al. Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. Aging Clin Exp Res 2018; 30: 889-99. PMID: [29188577](#)
- 4) Lopez P, Izquierdo M, Radaelli R, et al. Effectiveness of Multimodal Training on Functional Capacity in Frail Older People: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. J Aging Phys Act 2018; 26: 407-18. PMID: [28952861](#)
- 5) Silva RB, Aldoradin-Cabeza H, Eslick GD, et al. The Effect of Physical Exercise on Frail Older Persons: A Systematic Review. J Frailty Aging 2017; 6: 91-6. PMID: [28555710](#)
- 6) de Labra C, Guimaraes-Pinheiro C, Maseda A, et al. Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. BMC Geriatr 2015; 15: 154. PMID: [26626157](#)
- 7) Chin A Paw MJ, van Uffelen JG, Riphagen I, et al. The functional effects of physical exercise training in frail older people : a systematic review. Sports Med 2008; 38: 781-93. PMID: [18712944](#)

Key words

Frailty, Resistance training, Multi-component exercise, Physical performance, Functional ability

推奨

高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、栄養補充、または運動に栄養補充を併用することを提案する。

推奨の強さ 弱い

エビデンスの確実性 弱い

解説

1) HQの背景

フレイルの発生・進展の予防を目的とした栄養補充に関するエビデンスは多く、RCTだけでなく、すでにシステマティックレビューやメタアナリシスも比較的行われている。そのため本HQにおいては、システマティックレビューとメタアナリシスを対象に網羅的に文献検索した手法であるアンブレラレビューを実施した。

2) エビデンス評価

プレフレイルまたはフレイル、健常高齢者を対象に栄養補充単独、または運動に栄養補充を併用した介入の効果を検討した研究のシステマティックレビューまたはメタアナリシスは5編抽出された(図59、60)。

フレイルを呈する肥満高齢者(平均69.7歳)を対象に、体組成の変化をアウトカムとし、運動、運動と栄養指導(肥満とフレイル対策を目的としたあらゆる種類の栄養アドバイス)の併用の効果を、対照(通常ケア)群と比較した研究のシステマティックレビュー(8編、介入期間6~12ヵ月)では、栄養指導によりフレイル高齢者でも安全に減量できることが示された¹⁾。

60歳以上の健常高齢者を含む対象において、レジスタンストレーニングに栄養(少なくとも1つの生理学的に有用とされる栄養素を含む)介入を併用した際の筋量・筋力・身体機能への影響を、レジスタンストレーニング単独と比較した研究のシステマティックレビュー(25編、介入期間8~24週間)では、筋量・筋力・身体機能に対する栄養介入の追加効果はみられなかった²⁾。

図59 論文の抽出過程(PRISMA 2020 フロー図)

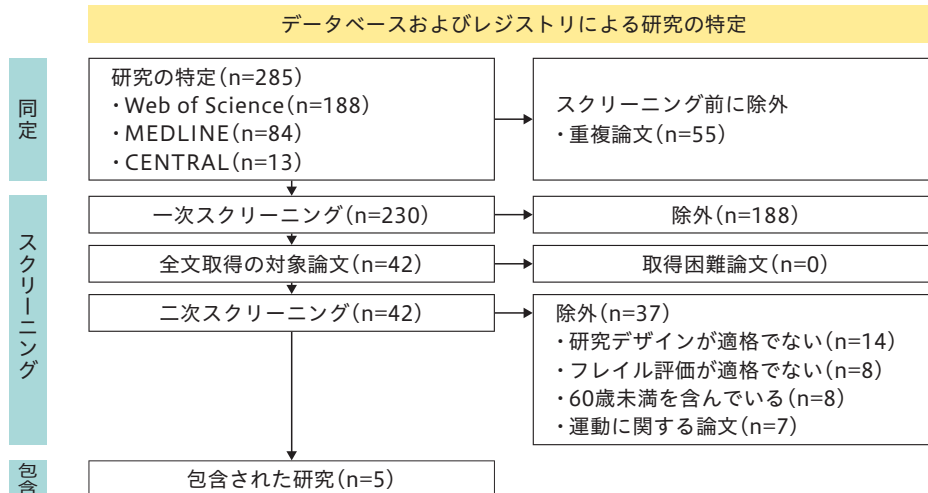


図60 介入効果のヒートマップ(対象別)

対象	著者	介入	フレイル	TUG	SPPB	歩行速度	立ち上がりテスト	パフォーミングテスト	機能的バランス	身体活動	身体機能	機能運動性	生活機能	主観的運動強度	最大酸素摂取量	筋力	筋量	脂肪量	体重	BMI	死亡	QOL	ADL	転倒	認知機能	入院	Well-being	主観的幸福感
フレイル	de Moraes MB ³⁾	栄養																										
	Yin YH ¹⁾	栄養+運動																										
	Mareschal J ⁴⁾	栄養+運動																										
プレフレイル	de Moraes MB ³⁾	栄養																										
	Mareschal J ⁴⁾	栄養+運動																										
ロバスト	Cuesta-Triana F ⁵⁾	栄養																										
	Choi M ²⁾	栄養+運動																										
	Mareschal J ⁴⁾	栄養+運動																										

■ メタアナリシスで改善した項目 ▨ メタアナリシス以外で改善した項目 ■ メタアナリシスで改善しなかった項目 ⊙ メタアナリシス以外で改善しなかった項目 □ データなし

在宅または介護施設に入所中のプレフレイルまたはフレイル高齢者(60歳以上)を対象に、栄養介入(栄養教育、栄養処方、エネルギーおよび/またはたんぱく質の経口栄養補助食品(ONS)の使用など)の影響をみた研究のシステマティックレビュー(19編、介入期間7~24週間)では、筋力・身体機能・フレイル・転倒などいずれのアウトカムに対しても栄養介入の有用性は認められなかった³⁾。

65歳以上のフレイルを含む地域在住高齢者を対象に、栄養介入(適切なエネルギー摂取および/またはたんぱく質補充)単独、または他の治療(レジスタンストレーニング、バランス運動、ストレッチ、認知トレーニング、アンドロゲン療法など)との併用による筋量・筋力・身体能力および入院・再入院率への影響をみた研究のシステマティックレビュー(28編)では、フレイルまたはサルコペニア高齢者に対する栄養介入と他の治療との併用は筋量・筋力・身体能力の改善に有用であるが、入院率・再入院率への影響についてはデータが少なく結論づけられなかった⁴⁾。

60歳以上の地域高齢者を対象に、牛乳または乳製品の摂取によるフレイル、サルコペニア、認知機能への影響を、それらの摂取が少ない群と比較した研究のシステマティックレビュー(6編、介入期間3ヵ月~20年)では、牛乳または乳製品の摂取は四肢筋量、バランス能力を向上し、週7回以上のこれらの摂取は週1回以下の摂取に比べ有意にフレイルリスクを低下させた(オッズ比0.52)⁵⁾。

以上から、栄養補充または栄養補充と運動の併用がフレイルの発生または進展を予防するかについては、栄養介入の内容が一定しないことや併用する運動の内容、介入期間などの影響もあり、現時点では結論づけることはできないが、少なくとも悪化させるとする報告はない。そのため本HQの推奨度は弱く、エビデンスの確実性も弱いとし、高齢者のフレイルの発生・進展を予防するために、栄養補充、または運動に栄養補充を併用することを提案する、とした。

3) 益と害のバランス評価

採用されたシステマティックレビューのうち、乳製品を用いた検討において女性で、または中年期に摂取量が多いことが認知機能低下と関連したと結論づけているため、その点には注意が必要であるが、それ以外には栄養または栄養と運動の併用が有害とする報告はなかった。栄養または栄養と運動との併用は医療保険または介護保険により実施可能であり、費用に関しての不利益は小さいと考えられる。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

該当する論文なし。

6) 今後の研究

フレイルの発生、進展予防に対する栄養補充のエビデンスは多いものの強い推奨が得られなかった理由として、対象、栄養補充の種類・量、期間などが一定していないこと、介入を継続させるためのサポート体制などが影響していると考えられるため、これらを考慮したエビデンスの創出が求められる。

文献

- 1) Yin YH, Liu JYW, Fan TM, et al. Effectiveness of Nutritional Advice for Community-Dwelling Obese Older Adults With Frailty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Nutr* 2021; 8: 619903. PMID: [34268326](#)
- 2) Choi M, Kim H, Bae J. Does the combination of resistance training and a nutritional intervention have a synergic effect on muscle mass, strength, and physical function in older adults? A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* 2021; 21: 639. PMID: [34772342](#)
- 3) de Moraes MB, Avgerinou C, Fukushima FB, et al. Nutritional interventions for the management of frailty in older adults: systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Nutr Rev* 2021; 79: 889-913. PMID: [33330911](#)
- 4) Mareschal J, Genton L, Collet TH, et al. Nutritional Intervention to Prevent the Functional Decline in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review. *Nutrients* 2020; 12: 2820. PMID: [32942634](#)
- 5) Cuesta-Triana F, Verdejo-Bravo C, Fernández-Pérez C, et al. Effect of Milk and Other Dairy Products on the Risk of Frailty, Sarcopenia, and Cognitive Performance Decline in the Elderly: A Systematic Review. *Adv Nutr* 2019; 10 Suppl: S105-19. PMID: [31089731](#)

Key words

Frailty, Nutrition, Protein supplementation, Exercise, Dairy product

推奨

高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む複合（多成分）運動を行うことを強く推奨する。

推奨の強さ 強い エビデンスの確実性 強い

解説

1) HQの背景

サルコペニアの発症・進展の予防を目的とした運動に関するエビデンスは多く、RCTだけでなく、システマティックレビューやメタアナリシスも比較的行われていることから、本HQにおいてはシステマティックレビューとメタアナリシスを対象に網羅的に文献検索した手法であるアンブレラレビューを実施した。本HQでは、高齢者におけるサルコペニアの発症・進展予防のうえで、レジスタンストレーニングや同トレーニングを含む複合（多成分）運動の実施の効果、意義について検討した。

2) エビデンス評価

アンブレラレビューで採用され、サルコペニアの高齢者を含む高齢者に対する運動介入の効果を検討した研究のシステマティックレビューあるいはメタアナリシスは9編抽出された^{1~9)} (図61、62)。これらの9編中5編がプレサルコペニアまたはサルコペニアを含む高齢者を対象とした研究のシステマティックレビューあるいはメタアナリシスであった。運動介入の内容は、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングにバランス運動、有酸素運動、歩行訓練などを組み合わせた複合運動であった。

これらの5編においては筋量（SMI、除脂肪量）、筋力（握力、膝伸展力）、身体機能（歩行速度、TUG、SPPB）のうちいずれかが有意に改善していた。また、9編中4編^{6~9)}については地域在住高齢者を対象としており、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングに有酸素運動、バランス運動、歩行訓練、ADL訓練などを組み合わせた複合運動によって筋力、身体機能、バランス能力のいずれ

図61 論文の抽出過程 (PRISMA 2020 フロー図)

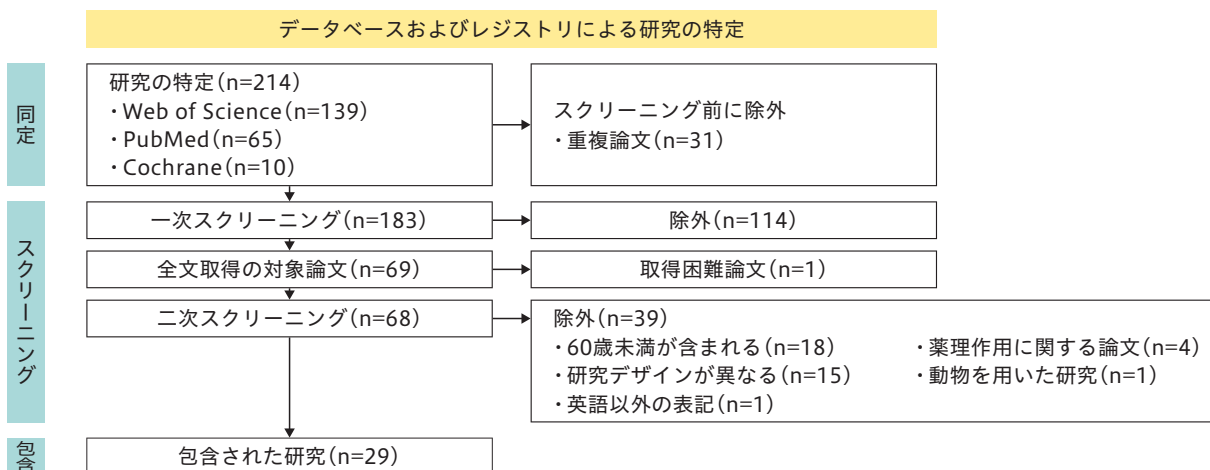


図62 介入効果のヒートマップ

著者	介入	握力	TUG	歩行速度	SPPB	下肢筋力	バランス	筋量	生活機能	可動性	6分間歩行
Mende E ¹⁾	運動	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Talar K ²⁾	運動	■	□	■	■	■	■	■	■	■	■
Zhang Y ³⁾	運動	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tsai YT ⁴⁾	運動	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Wang H ⁵⁾	運動	■	□	■	■	■	■	■	■	■	■
Liu CJ ⁶⁾	運動	▨	■	■	■	■	▨	■	▨	▨	■
Thiebaud RS ⁷⁾	運動	■	■	■	■	■	■	■	▨	■	■
Martins WR ⁸⁾	運動	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Papa EV ⁹⁾	運動	■	■	▨	■	■	▨	■	■	▨	■

■ メタアナリシスで改善した項目 ▨ メタアナリシス以外で改善した項目 ■ メタアナリシスで改善しなかった項目 □ メタアナリシス以外で改善しなかった項目 □ データなし

かが有意に改善していた。これらの研究における運動介入期間は4~120週間であった。運動介入の頻度や強度に関しては一定した結論に至っていない。

アンブレラレビューで採用された9編中5編がプレサルコペニアまたはサルコペニアを含む高齢者を対象であること、また地域在住高齢者に対するサルコペニア予防としての運動介入の有効性も示されており、高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、レジスタンストレーニング単独、またはレジスタンストレーニングを含む多成分運動を行うことを強く推奨する、とした。

3) 益と害のバランス評価

採用された文献では、有害事象の報告はなかった。筋力や身体機能の改善、ADL維持・改善に効果的とする研究も含まれ、費用に関する不利益は小さい。これらより益が害を上回ると考えられる。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

サルコペニアの発症・進展予防に向けてレジスタンストレーニング単独、あるいは複合運動が効果的であるという推奨内容は、患者・市民や社会に好影響を与えることが期待され、運動を導入・強化するきっかけや運動指導を受けたりする契機につながりうる。

6) 今後の研究

高齢者のサルコペニアの発症・進展予防に向けた効果的な運動内容、運動と栄養の組み合わせの研究など、日本人高齢者を含めた、世代や性差も考慮した質の高いエビデンスの構築が期待される。

文献

- 1) Mende E, Moeinina N, Schaller N, et al. Progressive machine-based resistance training for prevention and treatment of sarcopenia in the oldest old: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol* 2022; 163: 111767. PMID: [35318104](#)
- 2) Talar K, Hernández-Belmonte A, Vetrovsky T, et al. Benefits of Resistance Training in Early and Late Stages of Frailty and Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *J Clin Med* 2021; 10: 1630. PMID: [33921356](#)
- 3) Zhang Y, Zou L, Chen ST, et al. Effects and Moderators of Exercise on Sarcopenic Components in Sarcopenic Elderly: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Med (Lausanne)* 2021; 8: 649748. PMID: [34095166](#)
- 4) Tsai YT, Su HH, Chou CH, et al. Impact of Elastic Band Training on Functional Outcomes and Muscle Mass in the Elderly with Sarcopenia: A Meta-Analysis. *Int J Gerontol* 2022; 16: 224-30. [doi.org/10.6890/IJGE.202207_16\(3\).0011](https://doi.org/10.6890/IJGE.202207_16(3).0011)
- 5) Wang H, Huang WY, Zhao Y. Efficacy of Exercise on Muscle Function and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenia: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19: 8212. PMID: [35805870](#)
- 6) Liu CJ, Shiroy DM, Jones LY, et al. Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults *Eur Rev Aging Phys Act* 2014; 11: 95-106. DOI [10.1007/s11556-014-0144-1](https://doi.org/10.1007/s11556-014-0144-1)

- 7) Thiebaud RS, Funk MD, Abe T. Home-based resistance training for older adults: a systematic review. *Geriatr Gerontol Int* 2014; 14: 750-7. PMID: [25109883](#)
- 8) Martins WR, de Oliveira RJ, Carvalho RS, et al. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr* 2013; 57: 8-15. PMID: [23562413](#)
- 9) Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging* 2017; 12: 955-61. PMID: [28670114](#)

Key words

Sarcopenia, Exercise

推奨

高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、栄養補充、または運動に
栄養補充を併用することを提案する。

推奨の強さ 弱い エビデンスの確実性 中

解説

1) HQの背景

サルコペニアの発症・進展の予防を目的とした栄養補充に関するエビデンスは多く、RCTだけでなく、システマティックレビューやメタアナリシスも比較的行われていることから、本HQにおいてはシステマティックレビューとメタアナリシスを対象に網羅的に文献検索した手法であるアンブレラレビューを実施した。本HQでは、高齢者におけるサルコペニアの発症・進展予防のうえで、栄養単独または運動に栄養を併用することの効果、意義について検討した。

2) エビデンス評価

プレサルコペニアあるいはサルコペニアを含む高齢者を対象に、栄養介入単独あるいは運動と栄養との併用介入の効果を検討した研究について、アンブレラレビューで採用されシステマティックレビューもしくはメタアナリシスで抽出された19編について調べた^{1~19)}(図61、63)。

図63 介入効果のヒートマップ

著者	介入	握力	TUG	歩行速度	SPPB	下肢筋力	バランス	筋量	生活機能	可動性	6分間歩行
Rus GE ¹⁾	栄養	■						■			
Guo Y ²⁾	栄養		■								■
Komar B ³⁾	栄養	■						■			
Wu H ⁴⁾	栄養							■			
Tsuboi M ⁵⁾	栄養	■							■		
Yaegashi A ⁶⁾	栄養		□					□			
Huang YH ⁷⁾	栄養		■					■			
Xu ZR ⁸⁾	栄養							■			
Xu ZR ⁹⁾	栄養							■			
Mareschal J ¹⁰⁾	運動+栄養	▨						▨		▨	
Takahashi K ¹¹⁾	運動+栄養	■							■		
Colonetti T ¹²⁾	運動+栄養							■			
Choi M ¹³⁾	運動+栄養							■			
Park SH ¹⁴⁾	運動+栄養	■		■				■			
Liao CD ¹⁵⁾	運動+栄養					■		■		■	
Lozano-Montoya I ¹⁶⁾	運動+栄養	▨		▨				▨			
Malafarina V ¹⁷⁾	運動+栄養	□		▨		□		▨			
Thomas DK ¹⁸⁾	運動+栄養	□	□	□	□			□		□	
Antoniak AE ¹⁹⁾	運動+栄養					■		■			

■ メタアナリシスで改善した項目 ▨ メタアナリシス以外で改善した項目 ■ メタアナリシスで改善しなかった項目 □ メタアナリシス以外で改善しなかった項目 □ データなし

栄養（総エネルギーの充足、たんぱく質・アミノ酸の補充など）介入を対照群と比較したシステマティックレビューやメタアナリシスでは、プレサルコペニアまたはサルコペニアの高齢者を対象としたものが3編あり、栄養介入によって筋量、筋力、身体機能などに対するいずれかの効果が認められた^{1~3)}。健康高齢者などを対象とした3編では、HMB、ロイシン、ビタミンD、オメガ3脂肪酸による介入により筋量、筋力、身体機能のいずれかが改善した結果が示された一方で、3編ではたんぱく質、ロイシンによる介入、もしくは栄養教育によっても筋量、筋力、身体機能の改善が認められず、一定した結果につながらなかった。

運動と栄養との併用介入については、健康高齢者またはサルコペニアの高齢者を対象としたものが7編抽出され、同文献ではレジスタンストレーニングに栄養介入（たんぱく質や特定の栄養素追加）を併用した際にレジスタンストレーニング単独介入と比較した際の追加効果が示された一方で、他の3編ではホエイたんぱく質やビタミンDを含めた介入によって同効果が認められなかった。

抽出された19編はいずれもRCTを中心としたシステマティックレビューあるいはメタアナリシスであり、栄養単独介入がサルコペニアの発症・進展予防に寄与し、運動と栄養との複合介入も効果的である可能性が指摘されている一方で、栄養単独介入あるいは運動に栄養介入を追加しても上記効果が認められなかったという内容もあり、高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、栄養補充、または運動に栄養補充を併用することを提案する、とした。

3) 益と害のバランス評価

採用された文献では、有害事象の報告はなかった。筋量、筋力、身体機能のいずれかが改善したとする結果があり、費用に関する不利益は小さい。これらより益が害を上回ると考えられる。

4) 患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

5) 資源利用と費用対効果

サルコペニアの発症・進展予防に向けて、栄養介入や運動と栄養とを組み合わせた介入が効果的である、という推奨内容は患者・市民や社会に好影響を与えることが期待され、栄養摂取内容の見直しや強化、栄養指導、栄養改善の契機につながりうる。その一方で、栄養介入の効果について、日本人高齢者を含めた質の高いエビデンスの構築が求められる。

6) 今後の研究

高齢者のサルコペニアの発症・進展予防に向けた効果的な栄養内容や栄養介入時期、運動内容と栄養内容とのより詳細な組み合わせの研究など、日本人高齢者を含めた質の高い、世代や性差も考慮したエビデンスの構築が期待される。

文献

- 1) Rus GE, Porter J, Brunton A, et al. Nutrition interventions implemented in hospital to lower risk of sarcopenia in older adults: A systematic review of randomised controlled trials. *Nutr Diet* 2020; 77: 90-102. PMID: [32022999](#)
- 2) Guo Y, Fu X, Hu Q, et al. The Effect of Leucine Supplementation on Sarcopenia-Related Measures in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of 17 Randomized Controlled Trials. *Front Nutr* 2022; 9: 929891. PMID: [35845777](#)
- 3) Komar B, Schwingshackl L, Hoffmann G. Effects of leucine-rich protein supplements on anthropometric parameter and muscle strength in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *J Nutr Health Aging* 2015; 19: 437-46. PMID: [25809808](#)
- 4) Wu H, Xia Y, Jiang J, et al. Effect of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on muscle loss in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr* 2015; 61: 168-75. PMID: [26169182](#)
- 5) Tsuboi M, Momosaki R, Vakili M, et al. Nutritional supplementation for activities of daily living and functional ability of older people in residential facilities: A systematic review. *Geriatr Gerontol Int* 2018; 18: 197-210. PMID: [28858409](#)
- 6) Yaegashi A, Shirahata A, Kudo S, et al. Effects and contents of nutrition education relating to sarcopenia and frailty for Japanese older adults: A systematic review. *Geriatr Gerontol Int* 2021; 21: 1084-92. PMID: [34708491](#)
- 7) Huang YH, Chiu WC, Hsu YP, et al. Effects of Omega-3 Fatty Acids on Muscle Mass, Muscle Strength and Muscle Performance among the Elderly: A Meta-Analysis. *Nutrients* 2020; 12: 3739. PMID: [33291698](#)
- 8) Xu ZR, Tan ZJ, Zhang Q, et al. The effectiveness of leucine on muscle protein synthesis, lean body mass and leg lean mass accretion in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr* 2015; 113: 25-34. PMID: [25234223](#)

- 9) Xu ZR, Tan ZJ, Zhang Q, et al. Clinical effectiveness of protein and amino acid supplementation on building muscle mass in elderly people: a meta-analysis. *PLoS One* 2014; 9: e109141. PMID: [25268791](#)
- 10) Mareschal J, Genton L, Collet TH, et al. Nutritional Intervention to Prevent the Functional Decline in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review. *Nutrients* 2020; 12: 2820. PMID: [32942634](#)
- 11) Takahashi K, Momosaki R, Yasufuku Y, et al. Nutritional Therapy in Older Patients With Hip Fractures Undergoing Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc* 2020; 21: 1364.e6. PMID: [32859299](#)
- 12) Colonetti T, Grande AJ, Milton K, et al. Effects of whey protein supplement in the elderly submitted to resistance training: systematic review and meta-analysis. *Int J Food Sci Nutr* 2017; 68: 257-64. PMID: [27653283](#)
- 13) Choi M, Kim H, Bae J. Does the combination of resistance training and a nutritional intervention have a synergic effect on muscle mass, strength, and physical function in older adults? A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* 2021; 21: 639. PMID: [34772342](#)
- 14) Park SH, Roh Y. Which intervention is more effective in improving sarcopenia in older adults? A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Mech Ageing Dev* 2023; 210: 111773. PMID: [36529259](#)
- 15) Liao CD, Tsao JY, Wu YT, et al. Effects of protein supplementation combined with resistance exercise on body composition and physical function in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2017; 106: 1078-91. PMID: [28814401](#)
- 16) Lozano-Montoya I, Correa-Pérez A, Abraha I, et al. Nonpharmacological interventions to treat physical frailty and sarcopenia in older patients: a systematic overview - the SENATOR Project ONTOP Series. *Clin Interv Aging* 2017; 12: 721-40. PMID: [28490866](#)
- 17) Malafarina V, Uriz-Otano F, Iniesta R, et al. Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc* 2013; 14: 10-7. PMID: [22980996](#)
- 18) Thomas DK, Quinn MA, Saunders DH, et al. Protein supplementation does not significantly augment the effects of resistance exercise training in older adults: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc* 2016; 17: 959.e1-9. PMID: [27670605](#)
- 19) Antoniak AE, Greig CA. The effect of combined resistance exercise training and vitamin D₃ supplementation on musculoskeletal health and function in older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2017; 7: e014619. PMID: [28729308](#)

Key words

Sarcopenia, Nutrition

推奨

高齢者のサルコペニアの発症・進展を予防するために、EMSを行うことを提案する。

推奨の強さ ▶ 弱い エビデンスの確実性 ▶ 弱い

解説

1)HQの背景

筋力を増強するアプローチの1つとして、骨格筋に対して電気刺激を与えるEMS(electrical myostimulation)の可能性が知られている。サルコペニアの発症・進展の予防を目的としたEMSに関するエビデンスについて、本HQではシステマティックレビューとメタアナリシスを対象に網羅的に文献検索した手法であるアンブレラレビューを実施した。本HQでは、高齢者におけるサルコペニアの発症・進展予防のうえで、EMSの効果、意義について検討した。

2)エビデンス評価

システマティックレビューで採用された文献は1編であり、サンプルサイズは508名であった¹⁾(図61、64)。介入内容はEMSを活用した両下肢または体幹の刺激であり、4~54週間のプログラムが提供された。検証に用いられたアウトカムは、サルコペニアの構成要素である筋量(SMI)、筋力(握力)、身体機能(歩行速度、TUG、SPPB)などであった。メタアナリシスの結果、EMSによって有意な筋力増加が認められたが、筋量や身体機能の有意な変化は認められなかった。またEMS介入に伴って重大な安全性の懸念は生じなかった。今回のレビューによって適格基準を満たした研究が非常に少なく、採択論文についても十分なエビデンスを確認するには至らなかったため、今後より大規模な質の高い研究が求められる。RCTを中心としたシステマティックレビューが1編認められたにとどまり、EMS介入がサルコペニア発症・進展の予防に寄与するという結論には至っておらず、高齢者のサルコペニアに対してEMSを行うことを提案する、とした。

3)益と害のバランス評価

採用された文献では、有害事象の報告はなかった。介入効果として筋力改善が示されている一方で、今回の介入における益と害のバランスについては今後の知見が待たれる。

4)患者・市民の価値観・希望

HQの策定会議および推奨決定のための投票に市民代表者が加わり、可能なかぎり意向を踏まえて推奨を決定した。

図64 介入効果のヒートマップ

著者	介入	握力	TUG	歩行速度	SPPB	下肢筋力	バランス	筋量	生活機能	可動性	6分間歩行
Zhong W ¹⁾	EMS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ メタアナリシスで改善した項目 ▨ メタアナリシス以外で改善した項目 ■ メタアナリシスで改善しなかった項目 ⊙ メタアナリシス以外で改善しなかった項目 □ データなし

5) 資源利用と費用対効果

サルコペニアのリスクを有する高齢者にとって、EMSによる介入がサルコペニアの発症・進展を予防するという科学的根拠を十分に示す必要があり、今後の質の高いエビデンス構築が必要と考えられる。

6) 今後の研究

高齢者のサルコペニアの発症・進展予防に向けた効果的なEMS内容、介入の頻度や期間など、日本人高齢者を含めた、世代や性差も考慮した質の高いエビデンスの構築が期待される。

文献

1) Zhong W, Zhang H, Li W, et al. Efficacy and Safety of Electrical Myostimulation for Sedentary Elderly People at Risk of Primary Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Gerontol* 2020; 14: 90-8. [doi.org/10.6890/IJGE.202005_14\(2\).0001](https://doi.org/10.6890/IJGE.202005_14(2).0001)

Key words

Sarcopenia, Electrical myostimulation