

令和 7 年度労災疾病臨床研究事業費補助金
「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」
分担研究報告書(実験研究)

過労死関連疾患の予防対策に向けた体力評価研究

研究分担者 松尾知明 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
過労死等防止調査研究センター・上席研究員

＜研究要旨＞

【目的】本チームは、疾病発症への影響を労働時間(外的因子)と体力(内的因子)の双方から分析するための疫学調査研究(J-NIOSH 体力コホート研究)に取り組んでいる。これまでの研究では、体力の身体的要素として心肺持久力(CRF)に着目し、その簡便な評価法として質問票(WLAQ)を開発したうえで、横断的な検討を行ってきた。本年度は、これまでの追跡データを整理し、縦断的な分析を行った。また、本年度は、体力の精神的要素(mental fitness: MF)をコホート研究に含めることを目的に、質問票(OMFQ)の開発に取り組んだ。本稿では、それらの研究の概要と分析結果の一部を報告する。

【方法】現段階において、ベースライン時の勤務時間と CRF 値が得られた対象者は 5,800 人程であり、追跡期間は最大 6 年である。このデータセットを用いて、脂質代謝異常の新規発症をアウトカムとし、勤務時間と CRF を組み合わせた 6 群により、Cox 比例ハザード分析を行った。OMFQ 開発研究では、COSMIN ガイドラインに準拠する方法で、質問項目の考案と、その妥当性や信頼性、反応性等の検証を行った。

【結果】脂質代謝異常に関する分析では、基準群(CRF 高×勤務短)に対し、CRF 低×勤務短群では発症リスクが有意に高く、CRF 高×勤務長群ではリスクが有意に低かった。開発された OMFQ は、“オフensiva”(一歩踏み出すための気力:18 項目)と“ディフェンシブ”(踏みとどまるための気力:12 項目)から成る質問票である。構造的妥当性、内的一貫性、信頼性とも COSMIN 基準を満たし、1～2 年の間隔をあけて行った反応性の検証では、OMFQ スコアの上昇がエンゲイジメントやパフォーマンス向上と関連していた。

【考察】J-NIOSH 体力コホート研究では、労働時間などの外的因子が疾病発症に及ぼす影響を、労働者自身の状態(内的因子)を考慮したうえで検討しようとしている。質問票の開発や研究コホートの構築により、検討に向けた基盤が整いつつある。追跡調査のデータをさらに蓄積し、詳細な分析に取り組みたい。

【この研究から分かったこと】①勤務時間が短くても CRF が低ければ脂質代謝異常の発症リスクは高くなり、勤務時間が長くても CRF が高ければ発症リスクは低くなる可能性がある。② 体力の精神的要素の評価に OMFQ が活用できる見込みである。

【キーワード】体力、心肺持久力、メンタルフィットネス、労働時間、コホート

研究分担者:

蘇 リナ(労働安全衛生総合研究所過労死等防止調査研究センター・主任研究員)

研究協力者:

村井史子(同センター・研究業務職員)

近藤はな恵(同センター・研究補助員)

A. 目的

過労死等防止対策研究における体力科学チームの当初からの目標は、疾病発症への影響を労働時間(外的因子)と体力(内的因子)の双方から分析する疫学調査研究を、コホート研究(一定集団を長期間追跡した上で、縦断的に分析する研究手法)として行うことであった。この目標に向け、令和 5 年度までの研究

では、体力項目の中でも疾病発症との関連が特に強く¹⁾、疲れやすさの指標にもなる心肺持久力(cardiorespiratory fitness、以下「CRF」という。)に着目し、その簡便な評価法の開発に取り組んだ。その成果として開発された評価法のうち、質問票(Worker's Living Activity-time Questionnaire、以下「WLAQ」という。)²⁾は、疫学調査や体力低位者のスクリーニングに活用できるものであり、CRF だけでなく、勤務時間や睡眠時間、座位時間等の生活活動時間を評価できる点が特徴である。実技を伴う評価法として開発した J-NIOSH ステップテスト(以下「JST」という。)³⁾は、体力低位者でも簡便かつ安全に行える点が特徴である。JSTとWLAQを併用することで測定精度が高まる⁴⁾。しかし、職場での実技テストは課題が多く、導入できる事業場は一部に限られる上、事業者が労働者の体力を直接評価することを懸念する声もある。その一方で、自身の体力を知りたいと考える労働者も多い⁵⁾。このような状況に対応すべく、JSTの改良版としてJST2⁶⁾を考案した。JST2は、個人が自宅などで測定動画を見ながら簡便且つ安全に CRF を評価できる点が特徴である。WLAQ や JST を用いた疫学調査(横断分析)では、CRFと疾病との関係を報告した^{7),8)}。この疫学調査の参加者に対しては、年1回の追跡調査を毎年行っており、これにより、研究開始当初の目標としていたコホート研究(J-NIOSH 体力コホート研究)が実現できる。本年度は、これまでの追跡データの整理作業に取り組んだ。

一方、令和6年度からは別視点での体力科学研究にも取り組んでいる。学術的に体力は、

身体的要素(physical fitness: PF)と精神的要素(mental fitness: MF)の2要素に大きく分類される⁹⁾。筆者らは、他の研究プロジェクトでMF 研究に取り組んでおり、その研究では、労働者のPFを「身体を継続的に活動させるために体内に保持されている肉体エネルギー」、MFを「職務に向き合った際に体躯や神経を発動させるための主観的な精神エネルギー」とそれぞれ定義(図1)した上で、質的研究を行い、MF 理論モデルを構築した¹⁰⁾。令和6年度からは本補助金研究にMF 研究を含め、現在はMF 評価法として質問票(occupational mental fitness questionnaire、以下「OMFQ」という。)の開発研究に取り組んでいる。この研究では、質問票開発の国際指針であるCOSMINガイドライン¹¹⁾に準拠した手法による調査・実験を行っており、昨年度までに同ガイドラインで求められる質的研究や実験研究を概ね済ませた。OMFQ を今後の疫学調査で使用していくためには、開発研究のデータを論文としてまとめ、研究誌に掲載させる必要がある。今年度はその論文文化作業に取り組んだ。

本稿では、J-NIOSH 体力コホート研究の概要と分析結果の一部、OMFQ 開発研究の概要を報告する。

B. 方法

1. J-NIOSH 体力コホート研究

本コホートは、国内企業2社の各社員で構成される2グループ(A社とB社)と、研究所主催測定会の参加者グループ(Cグループ)の計3グループで構成している(表1)。A社及びB社では、まず社内担当者が全社員に質問票

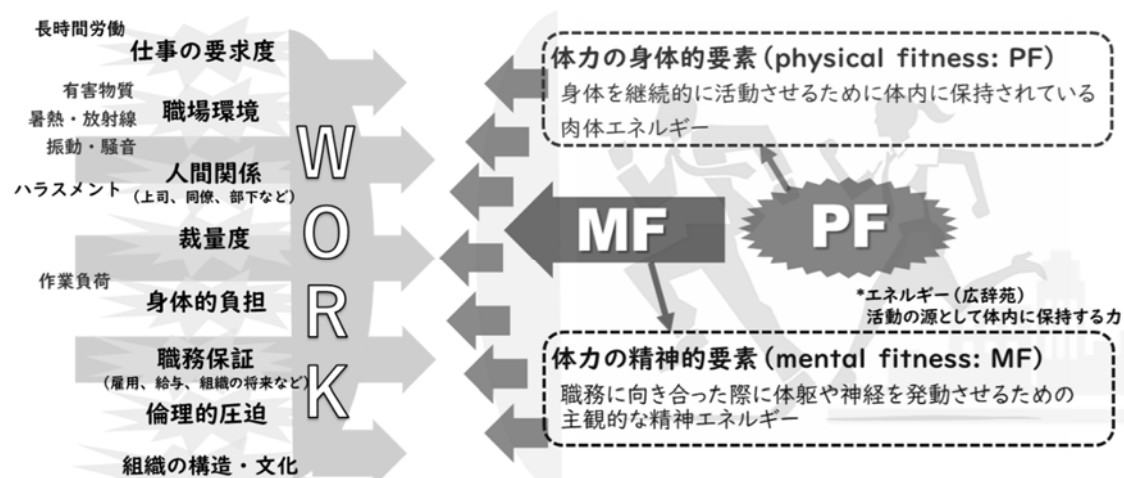


図1. 本研究における労働者のPFとMFの定義

(WLAQ)調査への参加を呼びかける。参加に同意した社員は、A 社ではイントラネットシステムを、B 社では当研究所の WLAQ ウェブ調査システムを利用して回答する。各システム内では研究専用 ID が発行され、社員番号などの個人情報研究所には提供されない仕組みとなっている。各社社員が WLAQ に回答した後、当該社員の健診情報が研究所に提供される。健診情報提供時は、各社担当者が個人名や社内 ID を研究用 ID に置き換える作業を行う。A 社からは健診情報に加え、レセプト情報も同様の方法で提供されている。一方、C グループでは、所外に設置した測定会場に参加者が集う形でベースライン調査が行われた。その際、WLAQ 情報は測定会場での質問票記入により、健診情報は各参加者が持参した健診結果の転記によりそれぞれ収集した。参加者の募集作業とデータ収集作業は研究支援企業に委託して行った。WLAQ 回答内容と健診情報は、研究支援企業により匿名化(各参加者に研究用 ID を付与)された後、電子化され研究所に提供された。

表 1. 各グループの収集データ

	A	B	C
対象者	国内企業 A社の社員	国内企業 B社の社員	研究所主催の 測定会参加者
ベースライン評価	勤務時間、睡眠時間、CRF		
健診データ収集	年1回		
レセプトデータ収集	年1回	—	—

各グループにおいてベースライン調査を令和元～5 年度に行った。現段階において、ベースライン値として勤務時間や睡眠時間、CRF 値が得られた対象者は 5,800 人程である。ベースライン調査参加者を対象に毎年行っている追跡調査では、健診データとレセプトデータ(A グループのみ)を収集している。追跡期間は現段階で最大 6 年である。

主な健診項目について追跡可能な対象者数を集計したところ、BMIと血圧が4,700 人程、血糖(もしくは HbA1c)と脂質代謝(中性脂肪もしくは HDL コレステロール)が 4,500 人程、レセプトデータが 3,000 人程であった。

2. OMFQ 開発研究

質問票開発の国際的な指針となっている COSMIN ガイドラインでは、10 項目(①開発、②内容的妥当性、③構造的妥当性、④内的

一貫性、⑤異文化間妥当性、⑥信頼性、⑦測定誤差、⑧基準関連妥当性、⑨構成概念妥当性、⑩反応性)のチェックリストが掲げられている。OMFQ 開発研究では、これらのうち 7 項目について、先行研究¹⁰⁾と本研究で取り組んだ。なお、「②内容的妥当性」と「⑧基準関連妥当性」は OMFQ 開発では非該当項目であり、「⑤異文化間妥当性」は、現在、データ収集中である。

「①開発」では、25～65 歳の国内労働者男女 50 人を対象とした質的研究¹⁰⁾を行い、MF 理論モデルを構築した上で、それを基に初版 OMFQ を開発した。

その他の項目の検証には、初版 OMFQ に回答した 30～60 歳の国内労働者男女 248 人のデータを用いた。「③構造的妥当性」は探索的因子分析(SPSS ver.26)と確認的因子分析(Amos ver.27)により、「④内的一貫性」は Cronbach's α により評価した。248 人のうち、165 人は 1 回目の回答から 1 週間後に 2 回目の OMFQ に回答した。このデータを用いて、「⑥信頼性」を intraclass correlation coefficient (ICC)で、「⑦測定誤差」を limits of agreement (LoA)でそれぞれ評価した。また、248 人のうち、128 人は OMFQ 以外の心理系質問票に回答した。このデータを用いて、「⑨構成概念妥当性」を、OMFQ と他の心理指標との相関係数(r)で評価した。さらにその内 46 人が 1～2 年後の追跡調査に参加した。このデータを用いて、「⑩反応性」を検証した。

3. 倫理面での配慮

本研究は計画の立案から実施に至るまで、ヘルシンキ宣言及び「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」に従って行った。参加者に対しては、研究内容を書面もしくは WEB 画面で説明し、同意文書への署名もしくはウェブサイト上での「同意」選択により、研究参加への同意を得た。本研究の内容は、労働安全衛生総合研究所研究倫理審査委員会にて審査され、承認された(承認番号: 2024N02, 2024N09)。

C. 結果

1. JNIOOSH 体力コホート研究

本研究の現時点での追跡年数は 2～6 年である。現在はデータ収集を主作業としており、

詳細な分析を行えていないが、今後の分析では、説明変数を「勤務時間」と「CRF」、目的変数を各健診項目の「所見有無」等としたコックス比例ハザード分析の適用を想定している。本稿では、現段階までのデータを用いて分析した脂質代謝異常についての結果を示す。分析では、ベースライン時の勤務時間と CRF が算出可能であり、且つ、ベースライン時に脂質代謝異常(中性脂肪 $\geq 150\text{mg/dL}$ または HDL コレステロール $< 40\text{mg/dL}$ または脂質異常治療薬服用有)の所見がなかった 3,759 人を対象とした。CRF は、年齢(年代)、性別、BMI で層化した三分位により「高」、「中」、「低」の 3 群に、勤務時間は、1 日あたりの勤務時間が 10 時間以上を「長」群、10 時間未満を「短」群とした 2 群にそれぞれ分類し、両者の組み合わせ 6 群(表 2)を用いて、脂質代謝異常発症までの時間をアウトカムとする Cox 比例ハザードモデルによりハザード比(HR)と 95%信頼区間(95%CI)を算出した。分析では、基準群を CRF「高」かつ勤務時間「短」群とした。

表 2. グループ別の年齢、勤務時間、CRF

	CRF「高」×勤務「長」	CRF「高」×勤務「短」
N (男性, %)	553 (60.8)	712 (32.2)
年齢, 歳	44.0 $\pm$ 9.0	42.9 $\pm$ 9.0
勤務時間/日, 時間	11.2 $\pm$ 0.9	9.1 $\pm$ 0.8
CRF, $\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{in}^{-1}$	43.0 $\pm$ 4.9	40.6 $\pm$ 5.0
	CRF「中」×勤務「長」	CRF「中」×勤務「短」
N (男性, %)	550 (66.4)	709 (27.8)
年齢, 歳	45.1 $\pm$ 8.3	43.0 $\pm$ 8.7
勤務時間/日, 時間	11.2 $\pm$ 0.9	9.0 $\pm$ 0.7
CRF, $\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{in}^{-1}$	39.5 $\pm$ 4.6	36.8 $\pm$ 4.5
	CRF「低」×勤務「長」	CRF「低」×勤務「短」
N (男性, %)	543 (66.9)	692 (27.0)
年齢, 歳	46.2 $\pm$ 8.3	44.0 $\pm$ 8.6
勤務時間/日, 時間	11.2 $\pm$ 1.0	8.9 $\pm$ 0.9
CRF, $\text{m} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{in}^{-1}$	36.0 $\pm$ 4.9	33.6 $\pm$ 4.3

「CRF:高×勤務時間:短」群に対し、有意な HR が得られたのは、「CRF:低×勤務時間:短」の 1.38(1.03-1.84) (勤務時間が短くても CRF が低ければ発症リスクは高い)と、「CRF:高×勤務時間:長」の 0.72(0.52-1.00) (勤務時間が長くても CRF が高ければ発症リスクは低い)であった(図 2)。

2. OMFQ 開発研究

本研究については、詳細な分析結果を論文としてまとめ、現在、研究誌に投稿中である。本稿の公開は研究誌での公開に先行するた

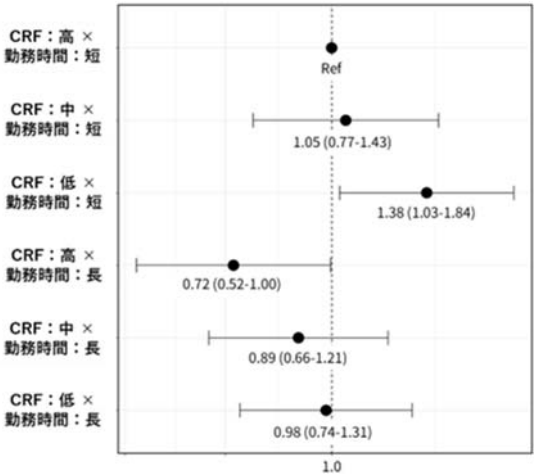


図 2. 勤務時間と CRF が脂質代謝異常の発症に及ぼす影響(Cox 比例ハザード分析)

め、本稿では概要のみ報告する。

質的研究により 17 概念 44 項目から成る初版 OMFQ(4 件法)が開発された。初版 OMFQ の構造的妥当性を、確認的因子分析により評価したところ、その評価値は COSMIN ガイドラインの基準値を満たしていなかった。そのため、概念及び質問項目の削除や入れ替えと評価分析を繰り返して行い、OMFQ を再構成した。

再構成版 OMFQ は、「オフェンシブ」(一歩踏み出すための気力)と「ディフェンシブ」(踏みとどまるための気力)の 2 大概念(カテゴリー)から成る質問票で、前者は「適職意識」など 8 概念 18 項目、後者は「職場愛」など 6 概念 12 項目でそれぞれ構成される。再構成版 OMFQ の最小値は 0 点、最大値は 90 点であり、本研究対象者の平均値は 53.5 $\pm$ 14.0 点であった。再構成により妥当性評価値が改善し、ガイドラインの基準を満たした。Cronbach's α は 0.91、ICC(95%CI)は 0.92(0.89-0.94)と基準(いずれも ≥ 0.70 で良好)を満たした。LoA は、下限 -11.3、上限 11.7 であった。他の指標との相関係数(r)は、K6 の-0.30、パフォーマンスレベル(WHO-HPQ)の 0.38 などで有意であった。反応性の検証では、1~2 年間で OMFQ が増加した群のエンゲイジメントとパフォーマンスレベル(WHO-HPQ)が向上していた。

D. 考察

1. JNIOOSH 体力コホート研究

横断調査として令和元年度に開始した本研究は、徐々に参加者を増やし、6,000 人近くを

追跡できる研究コホートとなった。今年度も現在、全 3 グループの追跡データを収集しており、それらを含めると最大追跡年数は 7 年となる。コホート研究としては小規模ではあるが、半数(3,000 人程)については健診情報に加え、レセプト情報も得ており、貴重な研究資源となっている。少なくとも令和 8 年度までは本研究を継続させたい。

CRF は体力項目の中で代表的であるだけでなく、死亡リスクへの影響が喫煙や高血圧などよりも強いことを示した先行研究¹²⁾もあり、人の健康状態を知る上で重要な指標(内的因子)である。この体力は「活発な身体活動を維持するための能力」であり、「疲れやすさ」の指標でもある。勤務時間と過労死関連疾患との関係を考える上で、内的因子である CRF を含めて検討することは重要と思われるが、これまでの国内外の研究では、労働時間と CRF がどのような相互関係をもって疾病発症に影響を及ぼすかは検討されていない。J-NIOSH 体力コホート研究ではこの点を中心に検討していきたいと考えている。現時点での分析として、脂質代謝異常の発症リスクについて検討したところ、勤務時間が短くても、CRF が低ければ脂質代謝異常の発症リスクは高くなり、勤務時間が長くても、CRF が高ければ発症リスクは低くなるという興味深い結果が得られている。他の健診項目の結果も概ね同様であるが、さらにデータを蓄えた上で詳細な分析を施し、論文等で報告する予定である。

2. OMFQ 開発研究

本邦の体力科学研究の黎明期に重要な貢献を果たした猪飼⁹⁾は、“体力には精神と肉体との両者が含まれており、これを全く別々に議論することはあまり意味がない”と述べている。脳・心臓疾患と精神障害による労災防止が主テーマとなる過労死等防止対策研究に、“体力”の観点を取り入れる場合も、CRF などの身体的要素(PF)だけでなく、精神的要素(MF)も含めて検討することは合理的である。しかし、このような観点で取り組まれた先行研究はない。本チームでは、この課題に疫学研究の手法を用いて取り組もうとしており、WLAQ と共に OMFQ をその手段として活用したいと考えている。そのため、J-NIOSH 体力コホート研究の B グループと C グループの参加者に対しては、昨年度より調査項目に OMFQ を加えている。

“MF(メンタルフィットネス)”と同類であり先行

研究にも使われている用語に“メンタルタフネス(mental toughness)”がある。メンタルタフネスに関する先行研究¹³⁾は MF を議論するうえで大いに参考になる。“強靱性”とも訳される toughness には、「(評価値が)高い方が良い」イメージが強い。メンタルタフネスに限らず、体力は「高い方が良い」と考えるのが一般的であるため、MF にも「高い方が良い」イメージが先行する。しかし、これまでの MF 研究を通じて筆者らは、MF は、“適応(fitness)”が重要であり、ある一時点での評価値が高い場合のみが(健康的に)良好な状態とは限らず、“連続的な高値(あるいは低値)”や“高低の幅”など、変化を考慮する必要があると考えている。実際、これまでの研究で、MF は同一個人であっても状況や時期によって変化することが分かっている。今後の研究では、労働者の健康を守るために MF はどのような状態が好ましいのかを明らかにしていきたい。

E. 結論

過労死関連疾患(脳・心臓疾患と精神障害)への対策としては、「業務による明らかな過重負荷」や「業務による強い心理的負荷」といった外的因子をいかに軽減するかが重要となり、例えば、過労死等防止対策で重視される時間外勤務については、1 か月あたり「45 時間」、「80 時間」、「100 時間」といった基準値がすでに定められており、ハラスメント防止意識も世間に広がっている。しかし、過労死関連疾患の災害件数に低下の兆しはなく、ここ数年はむしろ増加傾向にある。

当然ながら災害発生には外的因子だけではなく、労働者自身の状態(内的因子)が関わる。定期健診や毎年のストレスチェックが事業者課せられているのも、この観点からの対策である。実際、脳・心臓疾患労災支給決定事案の 90%近くが有所見者であり、この数値は一般労働者集団と比べると著しく高い¹⁴⁾。過労死等防止対策としては外的因子へのアプローチだけではもはや限界があり、内的因子へのアプローチ、すなわち、潜在的にリスクがある者への踏み込んだ対策が必要となるのではないかと。現在でも健康診断の事後措置が事業者に求められているが、個人情報扱いの問題があったり、中小の事業場では産業保健スタッフが不在であったりするため、踏み込んだアプローチが可能な事業場が限られているのが実情

である。この点へのさらなる対策が必要である。

本チームは、J-NIOSH 体力コホート研究を通じて、労働時間などの外的因子が疾病発症に及ぼす影響を、“労働者自身の状態”を考慮したうえで検討しようとしており、CRF や MF をその手段として活用している。CRF や MF が疾病発症と関連するのであれば、それらを良好な状態に導く方策を検討することで、増加傾向にある災害件数の抑制に貢献できると考えている。

F. 健康危機情報

該当せず。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) So R. Advancing solutions for workplace sedentary behavior. Ind Health. 2025; 63(5): 412-13.
- 2) So R, Murai F, Komatsu M, Matsuda W, Matsuo T. Web-based high-intensity interval training with calorie restriction for workplace metabolic-syndrome. Occup Med (Lond). 2025; 75(8): 502-09.
- 3) So R, Murai F, Seol J, Matsuo T. The impact of occupational sitting time and occupation on cardiometabolic health in Japanese workers. Int Arch Occup Environ Health. 2025; 98: 25-32.
- 4) Murai F, So R, Matsuo T. Self-assessment of cardiorespiratory fitness: evaluation of reliability and validity of a step test eliminating a step board. Eur J Appl Physiol. 2025; 125: 2999-3007

2. 学会発表

- 1) So R, Murai F, Komatsu M, Matsuda W, Matsuo T. Impact of occupational physical activity on cardiometabolic health in Japanese workers. ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine. 2025; Abstract apps.
- 2) So R, Murai F, Holtermann A, Matsuo T, Gupta N. The association between domain-specific Physical behaviors

profile and Health: A study on Japanese workers using accelerometry. ISBNPA Annual Meeting. 2025; Abstract apps.

- 3) Murai F, So R, Matsuo T. Effectiveness and Long-term Impact of Web-based HIIT and CR Program on Physical Activity in Workers with MetS. ISBNPA Annual Meeting. 2025; Abstract apps.
- 4) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 日野俊介, 水上勝義. Occupational Mental Fitness Questionnaire: COSMIN ガイドラインによる検証. 第 79 回日本体力医学会大会, 2025 年; 抄録集, p.229.
- 5) 蘇リナ, 村井史子, 小松美保, 松尾知明. 労働者における遠隔指導型 Met 介入の効果と 1 年後の変化. 第 79 回日本体力医学会大会, 2025 年; 抄録集, p.185.
- 6) 蘇リナ, 村井史子, 松尾知明. 働く世代に対する Web 型職場介入の成果と今後の課題: 生活習慣改善プログラムの検討. 日本産業衛生学会第 2 回関東地方会学会, 2025 年; 抄録集. p.73.
- 7) 松尾知明. 宇宙医学における HIIT 研究で得た知見を一般労働者の CRF 向上策に. 第 44 回日本臨床運動療学会学術集会シンポジウム「高強度インターバルトレーニングとインターバル速歩と散歩」, 2025 年; 抄録集. p.76.
- 8) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 日野俊介, 水上勝義. Occupational Mental Fitness Questionnaire の開発に向けた取り組み. 第 98 回日本産業衛生学会, 2025 年; 産業衛生学雑誌. 67 巻, p.554.
- 9) 蘇リナ, 村井史子, Andreas Holtermann, Nidhi Gupta, 松尾知明. 職場と余暇における身体活動パターンが労働者の健康に及ぼす影響. 第 98 回日本産業衛生学会, 2025 年; 産業衛生学雑誌. 67 巻, p.435.
- 10) 村井史子, 蘇リナ, 松尾知明. 勤務時間と心肺持久力が 1 年後の心血管疾患リスクに及ぼす影響. 第 98 回日本産業衛生学会, 2025 年; 産業衛生学雑誌. 67 巻, p.390.

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

なし

I. 文献

- 1) Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009; 301(19): 2024-35.
- 2) Matsuo T, So R, Takahashi M. Workers' physical activity data contribute to estimating maximal oxygen consumption: a questionnaire study to concurrently assess workers' sedentary behavior and cardiorespiratory fitness. *BMC Public Health*. 2020; 20(1): 22.
- 3) Matsuo T, So R, Takahashi M. Estimating cardiorespiratory fitness from heart rates both during and after stepping exercise: a validated simple and safe procedure for step tests at worksites. *Eur J Appl Physiol*. 2020; 120(11): 2445-54.
- 4) Matsuo T, So R, Murai F. Estimation methods to detect changes in cardiorespiratory fitness due to exercise training and subsequent detraining. *Eur J Appl Physiol*. 2023; 123(4): 877-89.
- 5) Matsuo T, So R. Socioeconomic status relates to exercise habits and cardiorespiratory fitness among workers in the Tokyo area. *J Occup Health*. 2021 63(1):e12187.
- 6) Murai F, So R, Matsuo T. Self-assessment of cardiorespiratory fitness: evaluation of reliability and validity of a step test eliminating a step board. *Eur J Appl Physiol* 2025;125, 2999-3007
- 7) So R, Murai F, Fujii M, Watanabe S, Matsuo T. Association of sitting time and cardiorespiratory fitness with cardiovascular disease risk and healthcare costs among office workers. *Ind Health*. 2023; 61(5): 368-78.
- 8) So R, Murai F, Matsuo T. Association of cardiorespiratory fitness with the risk factors of cardiovascular disease: Evaluation using the Japan step test from the National Institute of Occupational Safety and Health. *J Occup Health*. 2022; 64(1): e12353.
- 9) 猪飼道夫, 日本人の体力, 心とからだのトレーニング, 日本経済新聞社, 1967.
- 10) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 水上勝義, 日野俊介. 精神的体力(mental fitness)の評価法に関する研究. 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 SRR. 2023; 147-150.
- 11) Mokkink LB, de Vet HCW, Prinsen CAC, Patrick DL, Alonso J, Bouter LM, et al. COSMIN Risk of Bias checklist for systematic reviews of Patient-Reported Outcome Measures. *Quality of Life Research*. 2018;27(5):1171-9.
- 12) Myers J, Prakash M, Froelicher V et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*. 2002, 346:793-801.
- 13) Kawabata M, Pavey TG, Coulter TJ. Evolving the validity of a mental toughness measure: Refined versions of the Mental Toughness Questionnaire-48. *Stress Health*. 2021;37(2):378-391.
- 14) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 中村有里, 近藤はな恵. 令和 4 年度労災疾病臨床研究事業費補助金「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」分担研究報告書(実験研究)「労働者の体力を簡便に測定するための指標開発」2023; 355-62.