

令和5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】**過労死関連疾患の予防対策に向け、本研究班では、労働者自身が備え持つ特性(内的要因)の一つとして“心肺持久力(cardiorespiratory fitness:CRF)”に着目した研究に取り組んでおり、これまでの研究で、労働者向けの CRF 評価法として“労働者生活行動時間調査票(WLAQ)”や、“J-NIOSH ステップテスト(JST)”を開発した。本稿では、JST の実用性向上を目的に行った被験者実験と、WLAQ や JST を用いた疫学調査(追跡調査)の各分析結果を報告する。

**【方法】**被験者実験の分析対象者は30~60歳の労働者男女82人である。ステップ台を必要とせず、対象者自身がスマートウォッチで心拍を計測する方法として開発したJST2によるCRF推定値の信頼性(ICC分析)と妥当性(Bland-Altman分析)を検証した。疫学調査の分析対象者はベースライン調査と1年後の追跡調査に参加し、かつベースライン時に心血管疾患リスクを有さない30~60歳の労働者男女377人である。説明変数にベースライン時のCRF値(低群と高群)と1日あたりの勤務時間(長時間群と短時間群)を、目的変数に追跡調査時の健診結果から求めた心血管疾患リスクの有無をそれぞれ投入したロジスティック回帰分析によりオッズ比を算出した。

**【結果】**JST2によるCRF推定の信頼性評価値(ICC)は0.96(0.94-0.97)であり、良好であった。ランニングマシンで測定したCRF実測値を妥当基準としたBland-Altman分析では、JST2による推定値の固定誤差はなかったが、有意な比例誤差が認められた。推定値と実測値の相関係数( $r$ )は0.72で有意であった。疫学調査では、“CRF「高」かつ勤務時間「短」”群を基準(1.0)とした場合、“CRF「低」かつ勤務時間「長」”群のオッズ比は5.36(1.44-20.0)で有意であった。

**【考察】**被験者実験では、JST2によるCRF推定の信頼性と妥当性の評価値が良好であり、個々の労働者が、好きな時に、好きな場所で、一人でも、安全にCRF評価を行う方法としてJST2が有用であることが示された。疫学調査(追跡調査)では、長時間勤務が心血管疾患発症に及ぼす悪影響はCRFが低い者ほど顕著であることが示された。

**【この研究から分かったこと】**個々の労働者がCRFを自己評価する方法としてJST2は有用である。過労死関連疾患の予防対策では、労働時間等の労働環境を改善する対策を進めると共に、労働者個人の健康管理に資する対策も必要である。

**【キーワード】**体力、健康管理、予防対策

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)  
薛 載勲(同センター・研究員)

研究協力者:

村井史子(同センター・研究業務職員)  
中村有里(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

過労死等の実態解明を目指す研究では、労働環境など「外的要因」が労働者に及ぼす影響を検討する作業が主となるが、外的要因の影響を受ける側である労働者自身の特性

(内的要因)にも目を向ける必要がある。本研究班では、そのような内的要因の一つとして“体力”、特に“心肺持久力(cardiorespiratory fitness:CRF)”に着目し、この心肺持久力の評価法を開発することを目的とする研究に取り組んできた。CRF は“心臓の活力度”や“疲れやすさ”を示す体力指標であり、疾患発症に強く関わる<sup>1)</sup>。

CRF の代表的な評価指標は最大酸素摂取量( $\dot{V}O_{2max}$ )であるが、 $\dot{V}O_{2max}$  を測定するための運動負荷試験では、熟練した測定者や高額な装置が必要であったり、疲労困憊に至るまでの高強度運動を対象者に求めたりするため、 $\dot{V}O_{2max}$  は多人数を対象とした検査や個人の健康管理には適していない。そのためいくつかの推定法が提案されているが、それらは労働衛生での活用を企図されたものではないため、労働者には適用しづらい面がある。

本研究班はこれまでの研究で、労働者向けの新しい CRF 評価法の開発に向けた実験を行い、“労働者生活行動時間調査票(以下「WLAQ」という。)”<sup>2)</sup>や、“J-NIOSH ステップテスト(以下「JST」という。)”<sup>3)</sup>を開発した。WLAQ は身体活動状況を調査する質問票から得られる得点から、JST はステップ台を用いた昇降運動で得られる心拍数から  $\dot{V}O_{2max}$  を推定する。WLAQ と JST はそれぞれ単独で  $\dot{V}O_{2max}$  を推定することができるが、これらの二法を組み合わせることで推定精度が高まる<sup>4),5)</sup>。最近の研究では、JST の実用性を高めるための被験者実験と、WLAQ や JST を用いた疫学調査に取り組んでいる。本稿では、これらの分析結果を報告する。

## B. 方法

### 1. JST の実用性を高めるための被験者実験

#### 1) 概要

自身の体力レベルを知りたいと思う労働者は多い<sup>6)</sup>。しかし、職場での体力測定は実施が難しい場合が多く、実施できたとしても、人前での運動実践を好まない人や、自身の体力レベルを他者には知られたくない人もいる。このような実状に鑑みると、労働者の CRF 測定は、個々の労働者が、好きな時に、好きな場所で、一人でも、安全に行える形が望ましい。その点でステップ台を必要とする現状の JST は課題がある。また JST の開発実験では、心拍計測

にモニター心電計を用いており、対象者自身がスマートウォッチなどで自己計測した場合の妥当性が検証されていない。本研究ではこれらの課題に取り組んだ。実験に先立ち、まず、JST のステップ台なしバージョン(JST2)を考案する作業を行い、JST2 のプロトコルを定めた後、その信頼性と妥当性を検証する被験者実験を行った。

#### 2) 対象者

東京都及びその近隣県に在所する国内企業等に勤務する 30~60 歳の労働者男女を、研究支援企業の協力を得て募集した。本研究での分析対象者は 82 人(男性 43 人、女性 39 人)である。対象者の基本情報を表 1 に示した。

表 1. 対象者の基本情報

N数 (男性/女性)	82 (43/39)
年齢, 歳	45.5 ± 7.9
身長, cm	164.8 ± 8.4
体重, kg	60.3 ± 11.9
BMI	22.1 ± 3.1
$\dot{V}O_{2max}$ (実測値), ml/kg/min	37.1 ± 6.6
$\dot{V}O_{2max}$ (JST推定値), ml/kg/min	38.4 ± 4.6
$\dot{V}O_{2max}$ (JST2推定値), ml/kg/min	37.2 ± 4.8

#### 3) 測定項目と分析方法

参加者は研究所実験室に 1 週間程の間隔をあけて 2 度来室し、身体計測、WLAQ、JST、JST2、トレッドミルを用いた  $\dot{V}O_{2max}$  測定( $\dot{V}O_{2max}$  実測)を行った。再検査信頼性検討のため、JST2 は 2 回の来室時に各 1 回行った。JST はステップ台(30 cm 高)の昇降運動をメトロノームのテンポに合わせて行うもので、テンポは 1 分毎に早まる。3 分間のステップ運動中(1 分毎)とその後 2 分間の座位安静中(1 分毎)の心拍数を測定する。JST2 はメトロノームのリズムに合わせ、ステップ台を使わずに、また、場所の移動をせずに行う全身運動である。脚のステップ動作だけでなく、両手をリズムに合わせて動かす動作が含まれる。JST2 の運動時間や運動強度(心拍数や呼吸代謝)は JST と同程度に設定されている。JST と JST2 それぞれの特徴を図 1 に示した。なお、テスト中の心拍計測は、JST では検者がモニター心電計を目視する方法(電極は対象者の胸部に装着)で、



図 1. JST と JST2 の比較

JST2 では検者がモニター心電図を目視する方法に加え、対象者自身がウェアラブル機器 (PolarA370) で自己計測する方法 (手首での脈拍計測) の 2 通りで行った。

統計解析では、推定モデル算出に重回帰分析を、信頼性の検討に級内相関係数 (intraclass correlation coefficients: ICC) を、系統誤差の検討に Bland-Altman 分析を用いた。

## 2. JST を用いた疫学調査 (追跡調査)

### 1) 概要

WLAQ や JST 開発の主たる目的は、これらを疫学調査や介入実験などで活用することである。そのため本研究班では、令和元年度から令和 4 年度にかけ、開発した WLAQ や JST を用いた疫学調査<sup>7),8)</sup>に取り組み、年間 200~300 人程のデータを収集してきた。疫学調査は 1 年毎の追跡調査を行うことで、よりエビデンスレベルの高い縦断的な分析が可能となるため、この調査の参加者に対して、毎年度行っている追跡調査への協力を呼び掛けている。

### 2) 対象者

参加者は研究支援企業の協力を得て募集しており、対象は東京都及びその近隣県に在所する国内企業等で勤務する 30~60 歳の労働者男女である。今回の分析では、ベースライン調査とその 1 年後の追跡調査に参加した 492 人の内、データに不備のあった 45 人とベースライン調査時に心血管疾患リスクを保有していた 70 人を除外した 377 人を分析対象者とした。対象者の基本情報を表 2 に示した。

### 3) 測定項目と分析方法

ベースライン調査では、参加者を特定会場に集め、身体計測、WLAQ 調査、JST 測定及び当該年度の健診結果の回収を行った。追跡調査は郵送法で行い、WLAQ 等の質問票と当該年度の健診結果を回収した。健診結果の内、収集した項目は、BMI、腹囲、血圧、血糖、HDL コレステロール、中性脂肪、服薬や既往歴に関する情報等である。

表 2. 対象者の基本情報

	ベースライン (N=377)	追跡1年後 (N=377)
年齢, 歳	45.5 ± 8.1	46.5 ± 8.1
体重, kg	58.3 ± 9.5	58.4 ± 10.0
BMI	21.4 ± 2.6	21.5 ± 2.8
腹囲, cm	76.5 ± 7.5	76.9 ± 8.3
収縮期血圧, mmHg	112.9 ± 13.1	113.9 ± 13.9
拡張期血圧, mmHg	69.7 ± 10.8	70.4 ± 10.7
善玉コレステロール, mg/dl	68.0 ± 15.0	69.4 ± 16.2
中性脂肪, mg/dl	85.5 ± 56.8	85.0 ± 70.5
空腹時血糖, mg/dl	90.7 ± 9.6	90.6 ± 9.1
推定VO <sub>2max</sub> <sup>‡</sup> , ml/kg/min	40.5 ± 8.1	-
心血管疾患リスク, n (%)	0 (100)	24 (6.4)*
①肥満, n (%)	41(10.9)	54(14.3)
②高血圧, n (%)	45 (11.9)	67 (17.8)*
③糖尿病または血糖値異常, n (%)	12 (3.2)	9 (2.4)
④脂質異常, n (%)	12 (3.2)	16(4.2)
喫煙, n (%)	24 (6.4)	23 (6.1)
飲酒習慣, n (%)	176 (46.7)	178 (47.2)
勤務時間, hour	9.8 ± 1.4	9.8 ± 1.4
勤務日睡眠時間, hour	6.9 ± 1.0	6.9 ± 1.0
休日睡眠時間, hour	7.9 ± 1.2	7.8 ± 1.2

<sup>‡</sup> WLAQとJSTから求めた推定値<sup>4,5)</sup>

\* P < 0.05

統計解析にはロジスティック回帰分析を適用し、オッズ比を算出した。その際、説明変数には、ベースライン時の WLAQ と JST から算出した CRF 値(推定  $\dot{V}O_{2max}$  で分類した低群と高群)と、同じくベースライン時の WLAQ から求めた 1 日あたりの勤務時間(11 時間を境界に長時間群と短時間群)を、目的変数には、1 年後の追跡調査時の健診結果から求めた心血管疾患リスクの有無を、また、調整因子には、性別及びベースライン時の年齢、飲酒の有無、喫煙の有無等を用いた。

なお、本研究では、心血管疾患リスクについて、①BMI $\geq$ 25 または腹囲 $\geq$ 85 cm(男性)/90 cm(女性)、②収縮期血圧 $\geq$ 130 mmHg または拡張期血圧 $\geq$ 85 mmHg または高血圧服薬有、③中性脂肪 $\geq$ 150 mg/dL または HDL コレステロール $<$ 40 mg/dL または脂質異常症服薬有、④空腹時血糖 $\geq$ 110 mg/dL または糖尿病服薬有の 4 項目のうち、2 項目以上に該当する場合をリスク有りとした。

### 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。被験者実験や疫学調査の参加者に対しては、研究内容を説明した上で、研究参加に関する同意文書に署名を得た。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・承認されている。また、研究内容に変更が生じた際はその都度、同委員会に申請し、承認を得た(承認番号: 2021N06, 2021N17, 2023N06)。

## C. 結果

### 1. JST の実用性を高めるための被験者実験

WLAQ<sup>2)</sup>と JST<sup>3)</sup>それぞれによる  $\dot{V}O_{2max}$  推定法や、それらを組み合わせた推定法<sup>4),5)</sup>については、各論文でその詳細を報告している。本研究では、それら先行研究を参考に、JST2 による  $\dot{V}O_{2max}$  推定法を検討した。そのための重回帰分析では、妥当基準とした  $\dot{V}O_{2max}$  実測値を目的変数、性別(男性 1、女性 0)、年齢、BMI、WLAQ 得点、JST2 による心拍数指数(HR index)を説明変数とした。なお、JST2 の HR index は、運動開始 90 秒目、180 秒目、220 秒目、リカバリー 1 分目、2 分目の心拍数の総和である。また、推定式を求めるための重

回帰分析にはモニター心電図から得られた心拍数を用いたが、各対象者の推定  $\dot{V}O_{2max}$  算出にはスマートウォッチの心拍数を用いた。JST2 による推定  $\dot{V}O_{2max}$  と実測  $\dot{V}O_{2max}$  の相関係数( $r$ )は 0.72( $P < 0.01$ ) (図 2A)、JST2 と JST それぞれの推定  $\dot{V}O_{2max}$  間の相関係数( $r$ )は 0.85( $P < 0.01$ )であった。図 2B は実測  $\dot{V}O_{2max}$  (妥当基準)と JST2 による推定  $\dot{V}O_{2max}$  を用いた Bland-Altman 分析の結果である。固定誤差は有意ではなく、比例誤差は有意であった。

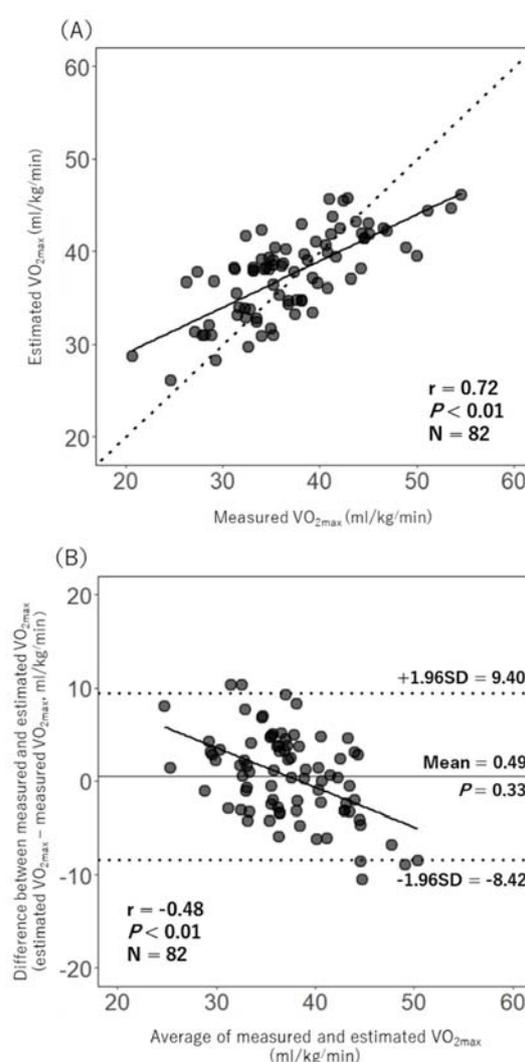


図 2. JST2 による推定値とランニングマシンによる実測値の相関図(A)と Bland-Altman 図(B)

JST2 による推定  $\dot{V}O_{2max}$  の再検査信頼性については、モニター心電計で計測した場合の ICC は 0.98 (0.96-0.99)、参加者自身がスマー

トウォッチで計測した場合の ICC は 0.96 (0.94-0.97) であった。

## 2. JST を用いた疫学調査(追跡調査)

図 3 は、勤務時間の長短と CRF の高低の組み合わせが、1 年後の心血管疾患発症リスクに及ぼす影響を検討した疫学調査の分析結果である。勤務時間が長いと疾患発症リスクが高まる傾向が見られ、その傾向は CRF が低い場合に顕著であった。

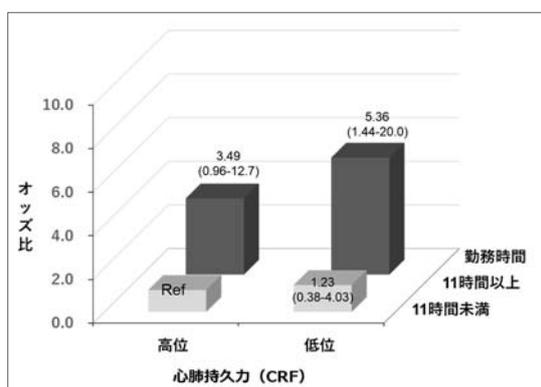


図 3. 勤務時間と CRF が 1 年後の心血管疾患発症リスクに及ぼす影響

## D. 考察

### 1. JST の実用性を高めるための被験者実験

JST2 の開発には、JST と同程度の安全性、省スペース性、妥当性を、ステップ台を使わずに実現することが求められた。開発作業は令和 2 年度から始めたが、初期のプロトコルは妥当性の評価値が一定レベルに達せず、進捗が遅れた。ステップ台がある場合は対象者の動作コントロールが比較的容易であり、心拍数も合理的な範囲内で変動する。しかし、ステップ台を使わない場合、省スペースで心拍数を上昇させるために全身運動を取り入れることになるが、インストラクション動画で対象者の動作を誘導しても、動きに個体差が生じやすく、その分、心拍数の変動の個体差も大きくなる。これが妥当性の数値が高まらない要因であった。動作の個体差がなるべく少なくなるよう、また、運動強度の推移が JST と同様になるよう検討を重ねた結果、図 1 に示したプロトコルが採用された。

JST2 による  $\dot{V}O_{2max}$  推定の再検査信頼性の評価値 (ICC) は、モニター心電計を用いた場合よりスマートウォッチによる自己計測の場合

がやや低いものの、どちらも良好な値であった。また、JST2 による推定  $\dot{V}O_{2max}$  の系統誤差分析では有意な比例誤差が認められたが、これは WLAQ や JST を用いた先行研究<sup>2),3)</sup>と同様の結果であり、重回帰分析を用いた推定モデルの特徴、限界点<sup>9)</sup>と言える。

JST2 による  $\dot{V}O_{2max}$  推定値と実測  $\dot{V}O_{2max}$  や JST による推定値との相関係数はそれぞれ 0.72、0.85 であり、概ね良好であった。ただし、推定値の妥当性検証はモデルを作成した対象者群とは別群で行うことが望ましい。今回はサンプル数が不十分であったため、妥当性検証も推定モデルを作成した対象者集団内で分析している。本研究の結果を論文として研究誌で報告する際は、別群での検証を含める予定であり、現在、その作業を進めている。

本研究では、スマートウォッチによる自己計測が  $\dot{V}O_{2max}$  推定の妥当性に及ぼす影響を検討するため、モニター心電図で得た心拍数を用いて作成されたモデルに、スマートウォッチで得た心拍数をあてはめる方法で推定  $\dot{V}O_{2max}$  を算出した。再検査信頼性の結果で示したように、スマートウォッチでの心拍数の自己計測はモニター心電計での計測と比べるとやや不安定になるものの、スマートウォッチで自己計測した場合でも、 $\dot{V}O_{2max}$  推定値は実測値や JST による推定値と高い相関関係にあり、妥当性を大きく損ねることはなかった。

### 2. JST を用いた疫学調査(追跡調査)

WLAQ や JST を用いた疫学調査の分析結果は以前の報告書や論文<sup>7),8)</sup>でも示してきたが、それらは全て横断分析の結果であった。因果関係の検討には横断分析では不十分で、縦断的な検討が必要とされる。本研究の調査参加者には 1 年毎の追跡調査への参加を呼び掛けている。最初(令和 2 年度)の調査参加者は今年(令和 5 年度)が 3 回目、令和 3 年度に初めて参加した対象者は今年が 2 回目、令和 4 年度の参加者は今年が初めての追跡調査となる。このように収集している追跡調査のデータのうち、今回は、ベースライン時と 1 年後の各データが揃った 380 人程を対象に、勤務時間の長短と CRF の高低が心血管疾患発症に及ぼす影響を数値化するための縦断分析を行った。本研究では、ベースライン調査時の心血管疾患リスク非該当者が、1 年後の調査時に該当者となった場合を“発症”とみなし

た。その結果、長時間勤務が心血管疾患発症に及ぼす悪影響は、CRFが低い者ほど顕著であることが示された。本研究の結果は疫学調査としては対象者数が少ない分析で得られたものであるため、対象者数を増やしての再分析が必要ではあるが、結果はリーズナブルであり、労働時間の管理と共に、労働者一人ひとりの健康管理もまた重要であることを示唆するものである。

### 3. 第3期総括

第3期(令和3~5年度)は第2期までに開発したWLAQやJSTを用いて、その推定精度を高めるための実験やそれらの実用性を高めるための実験に取り組み、具体策を示した。第2期から取り組み始めたWLAQやJSTを用いた疫学調査研究では、横断分析や縦断分析を行い、CRFや長時間労働が心血管疾患に影響を及ぼすことを報告した。また、昨年度(令和4年度)には、労働者の特性(内的要因)と疾患リスクとの関係を改めて検討する観点から、脳・心臓疾患労災認定事案の分析を行い、心血管疾患リスク保有者に長時間労働などの強いストレスが掛かると、インシデントが発生しやすい現状があることを示した。さらに第3期では、WLAQやJSTによる実験や調査を効率的に進めるために、WLAQ調査のオンライン化、ウェアラブル機器(身体活動量計)データの自動処理化、ウェアラブル機器計測と併用して用いる活動日誌のWEBアプリ化、測定結果の個人返却のオンライン化など、ITを活用したシステム開発作業に取り組み、今後の実験や調査を円滑に進めるための基盤を築いた。

### 4. 今後の課題

“体力”の概念としては身体機能のイメージが先行するが、学術的には体力を“身体的要素(physical fitness: PF)”と“精神的要素(mental fitness: MF)”の2要素で捉えようとする考えが古くからある。これまでの研究ではPFの代表的指標であるCRFに着目した研究に取り組んできたが、今年度(令和5年度)より、MFを評価対象とした実験を開始した。労働者が様々なばく露因子から身を守る力(体力)には、PFだけでなく、MFも重要と考えたためであり、うつ病などの精神疾患に罹患する労働者が多い昨今の現状に鑑みると、MFに関する知見を深め、PFとMFの双方から疾病予防策を検討する必要があると考えたためである。今後の研究では、疫学調査でPFとMFが疾患

発症リスクに及ぼす影響を検討し、介入実験でそれらを改善する策を検討することを予定している。

## E. 結論

本稿では、JSTの実用性を高めるための被験者実験の結果と、WLAQやJSTを用いた疫学調査のデータを用いた縦断分析の結果について報告した。JSTの実用化に向けて開発したJST2の信頼性、妥当性の評価値は良好であり、個々の労働者が、好きな時に、好きな場所で、一人でも、安全にCRF評価を行う方法としてJST2が有用であることが示された。一方、疫学調査(追跡調査)では、長時間勤務が心血管疾患発症に及ぼす悪影響は、CRFが低い者ほど顕著であることが示された。過労死関連疾患の予防対策では、労働時間等の労働環境を改善する対策を進めると共に、労働者個人の健康管理に資する対策も必要である。

## F. 健康危機情報

該当せず。

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 蘇リナ、村井史子、松尾知明. 身体活動評価に向けたウェアラブル機器の活用と今後の展望. 産業ストレス研究. 2023; 30(2): 191-200.
- 2) Seol J, So R, Murai F, et al. Relationship between rest-activity rhythms and cardiorespiratory fitness in middle-aged workers: a cross-sectional study with non-parametric analysis using accelerometers worn on the thigh. BMC Public Health. 2024; 24(1): 62.

### 2. 学会発表

- 1) So R, Murai F, Fujii M, et al. Association of sitting time and cardiorespiratory fitness with cardiovascular disease risk and healthcare costs. ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine. 2023; Abstract apps.
- 2) Murai F, So R, Fujii M, et al. Pandemic-mediated changes in sitting time: Effects on obesity and cardiorespiratory fitness. ACSM Annual Meeting, World

- Congress on Exercise is Medicine. 2023; Abstract apps.
- 3) Matsuo T, So R, Murai F. Estimation methods for detecting changes in cardiorespiratory fitness due to exercise training and subsequent detraining. ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine. 2023; Abstract apps.
  - 4) 松尾知明、蘇 リナ、村井史子. 労働者の健康リスク軽減を目指す体力科学研究. 日本産業衛生学会関東地方会第1回健康的な職場づくり研究会研修会, オンライン, 2023; 抄録集なし.
  - 5) 松尾知明. 労働人口減少社会における体力科学研究と産業保健, 第33回日本産業衛生学会全国協議会4部会合同シンポジウム「労働現場における急速な少子高齢化への対応」, 講演集. p.136.
  - 6) 蘇 リナ、村井史子、薛 載勲他. 日本人労働者の勤務中身体活動の現状と課題. 第34回日本臨床スポーツ医学会学術集会合同シンポジウム, 予稿集. 2023; 189.
  - 7) 村井史子、蘇 リナ、藤居 学他. コロナ禍における生活活動の変化と肥満や心肺機能との関連. 第96回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌. 2023; 65(Suppl):336.
  - 8) 薛 載勲、蘇 リナ、村井史子他. 日勤労働者の勤務日における睡眠・活動リズムと心肺持久力との関係. 第25回日本運動疫学会学術総会, 抄録集. 2023; 45.
  - 9) 蘇 リナ、村井史子、薛 載勲他. 職種別・男女別にみた日本人労働者の座位時間と健康リスク. 第25回日本運動疫学会学術総会, 抄録集. 2023; 46.
  - 10) 村井史子、蘇 リナ、松尾知明. 大規模疫学調査に向けたデータ収集、身体活動分析ツールの開発～web 活動日誌、HANAE2 の紹介～. 第25回日本運動疫学会学術総会, 抄録集. 2023; 47.
  - 11) 薛 載勲、蘇 リナ、村井史子他. 労働者の運動習慣が社会的時差ぼけ、抑うつ、プレゼンティズムに及ぼす影響:3者の関係性に基ついた検討. 日本睡眠学会第45回定期学術集会, 抄録集. 2023; 300.
  - 12) 松尾知明、蘇 リナ、西村悠貴他. 労働者の健康リスク軽減を目指す体力科学研究. 第71回日本職業・災害医学会学術大会, 日本職業・災害医学会誌. 2023; 71(Suppl): 102.
- H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)**  
なし
- I. 文献**
- 1) Ross R, Blair SN, Arena R et al. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2016; 134:e653-e699.
  - 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. *European Journal of Applied Physiology*. 2020; 120(11), 2445-2454.
  - 4) Matsuo T, So R, Murai F. Improved VO<sub>2</sub>max Estimation by Combining a Multiple Regression Model and Linear Extrapolation Method. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2022; 10(1): 9.
  - 5) Matsuo T, So R, Murai F. Estimation methods to detect changes in cardiorespiratory fitness due to exercise training and subsequent detraining. *European Journal of Applied Physiology*. 2023; 123(4): 877-889.
  - 6) Matsuo T, So R. Socioeconomic status

relates to exercise habits and cardiorespiratory fitness among workers in the Tokyo area. *Journal of Occupational Health*. 2021; 63(1): e12187.

- 7) 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.
- 8) So R, Murai F, Fujii M, et al. Association of sitting time and cardiorespiratory fitness with cardiovascular disease risk and healthcare costs among office workers. *Industrial Health*. 2023; 61(5): 368–378.
- 9) Nakamura E, Miyao K, Ozeki T. Assessment of biological age by principal component analysis. *Mechanisms of ageing and development*. 1988; 46: 1–18.