

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：34429

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26440264

研究課題名(和文)運動様式・種目の相違が女性の温熱的環境適応能に及ぼす影響

研究課題名(英文)Heat adaptability in female long-distance runners, sprinters and swimmers

研究代表者

勝俣 康之(KATSUMATA, Yasuyuki)

大阪国際大学・人間科学部・講師

研究者番号：80459130

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：女性の陸上長距離選手は陸上短距離選手や水泳選手(シンクロ選手を含む)よりも優れた発汗機能を有した。この優れた発汗機能は入力系(皮膚温度感受性を指標)、中枢系(発汗開始平均体温閾値)ではなく、優れた末梢機構【出力系(軸索反射性発汗を指標)と効果器系(直接刺激性発汗を指標)】に起因した。この女性陸上長距離選手の優れた発汗機能は頭部・下肢後面を除いた躯幹部・上肢・下肢前面で観察された。シンクロ選手が陸上短距離選手より劣った汗腺機能を示したものの、水泳選手と陸上短距離選手は入力系、中枢系、出力系、効果器系でほぼ同等の発汗機能を示した。

研究成果の概要(英文)：Female long-distance runners had a superior sweating function to female sprinters and swimmers (competitive and synchronized swimmers). This superior sweating function was due to the superior peripheral mechanisms [output system (axon reflex mediated sweating) and effector system (directly activated acetylcholine-induced sweating)], not to the input system (skin thermal sensitivity) and central mechanism (mean body temperature threshold for sweating). The superior sweating function in female long-distance runners was marked on the trunk, upper limbs and anterior of lower limbs (except for the head and posterior of the lower limbs). Although the synchronized swimmers showed an inferior sweating function than that in the sprinters, the competitive swimmers had similar sweating function (regardless of system) to the sprinters.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：女性 陸上長距離選手 陸上短距離選手 水泳選手 発汗機能 温熱的環境適応能 全身的協同

1. 研究開始当初の背景

快適環境の追求に伴うヒトの温熱的環境適応能の脆弱化が懸念されている。近年、この脆弱化に地球温暖化やヒートアイランド現象が加わり、新たな「災害」とまで言われる熱中症が急増している。その予防策の一つとして運動トレーニングによる熱放散反応の改善が推奨されているものの、その基盤となる知見は男性を対象として得られたものであり、女性に関する理解は乏しいのが現状である。

(1) 運動とトレーニングが発汗反応に及ぼす影響とその性差：一般に女性は男性より運動刺激・暑熱刺激・薬物刺激に対する発汗量が少なく、それは汗腺サイズ(単一汗腺あたりの汗出力)が小さいことに起因することが報告されている。さらに、運動トレーニングによる汗腺能力(単一汗腺あたりの汗出力の増加)の改善にも性差が存在し、女性が男性よりその改善度が小さく、一般人でみられる性差が運動鍛錬者の男女で顕著になることが見出され、これらの性差は性ホルモンの変化の相違に起因する可能性が考察されている(Inoue et al. 2005, 2014; Ichinose-Kuwahara et al. 2009, 2010)。

(2) 水中運動 vs. 陸上運動：運動トレーニングに伴う熱放散反応の改善には、トレーニング時の体温上昇レベルが強く影響する(Henane et al. 1977; Kondo et al. 1996)。水中運動は陸上運動に比べ、熱伝導率が高く、さらに通常体温よりも低い水温下で運動を実施している。このことと運動中の体温の相違がトレーニング効果に影響することを考え合わせると、水中運動トレーニングに伴う熱放散反応の改善様式およびその程度は上記の陸上運動とは異なることが予想される。しかしながら、水中運動トレーニングが発汗反応に及ぼす影響は、統一した見解が得られていないのが現状である(Henane 1977, Kondo et al. 1995, 1996)。

(3) 陸上長距離 vs. 陸上短距離：夏季のトレーニング時における深部体温を陸上競技の長距離選手と短距離選手で比較した結果、短距離選手はメインのトレーニングであっても最高深部体温は 38.8 であったのに対し、長距離選手はトレーニング終了まで深部体温が上昇し続け、最高深部体温は 39.7 まで達していた。このように短距離選手と比較すると長距離選手は運動トレーニング時の深部体温上昇の程度が大きいことから、その間熱放散反応をより作動して暑熱・運動に対処していることが予想され、運動トレーニングによる熱放散反応の亢進がより大きいと予想される。

運動トレーニングによる熱放散反応の改善には VO_2max の増加の程度が影響することも示唆される(Thomas et al. 1999, Buono and Sjöholm 1988, Okazaki et al. 2002)。したがって、長距離や短距離など競技種目によって VO_2max が異なるような陸上競技で

は、熱放散反応も種目ごとに異なることが予想される。しかし、陸上競技の種目差が熱放散反応に及ぼす影響を発汗量の身体部位差や皮膚血管拡張反応から詳細に検討した例、特に女性に関するデータは見当たらない。

2. 研究の目的

本研究では、運動様式・種目の相違が女性の温熱的環境適応能に及ぼす影響を検討するために、以下の4実験を実施し、女性の陸上長距離選手、陸上短距離選手、水泳選手の熱放散反応、特に発汗反応を比較した。さらに、運動トレーニング様式および種目による相違のメカニズムを、4つの実験データに基づき全身協働的視点で入力系、中枢系、出力系、効果器系から検討した。

実験1：本実験では、女性のシンクロナイズドスイミング、陸上長距離選手、陸上短距離選手において運動時の発汗・皮膚血管拡張反応を比較し、運動トレーニングにおける様式・種目の相違が熱放散反応に及ぼす影響を検討した。

実験2：本実験では、運動時の身体17部位の発汗量を女性陸上選手(長距離・短距離)と女性水泳選手で比較し、運動種目・様式の相違が運動時の発汗反応に及ぼす影響を身体多部位で検討した。

実験3：本実験では、女性の運動種目・様式の相違が汗腺機能に及ぼす影響を明らかにするため、女性の陸上競技長距離選手・陸上短距離選手・水泳選手・一般大学生のアセチルコリン(ACh)誘発性発汗反応を比較検討した。

実験4：本実験では、女性の運動種目・様式の相違が皮膚温度感受性に及ぼす影響を明らかにするため、女性の陸上競技長距離選手・陸上短距離選手・水泳選手・一般大学生の皮膚温度感受性を比較検討した。

3. 研究の方法

実験1：本実験では、女性のシンクロナイズドスイミング選手(シンクロ群)、陸上競技短距離・跳躍選手(短距離群)、女性陸上競技長距離選手(長距離群)を被験者(18~22歳)とした。各被験者はショートパンツ・ショーツ・スポーツブラを着用し、28°C・50%RHの人工気象室で30%・45%・60% VO_2max 自転車運動をそれぞれ20分ずつ、連続的に計60分間実施した。その間、直腸温(T_{re})、5部位(前額・胸・背・前腕・大腿)の皮膚温(T_{sk})、前額・胸・前腕の局所発汗量(SR:カプセル換気法)と皮膚血流量(LDF)、胸・前腕の活動汗腺数(ASG:ヨード澱粉法)、心拍数(HR)、血圧、総発汗量をそれぞれ測定した。さらに、得られたデータに基づき、平均皮膚温(T_{sk})、平均体温(T_b)、平均血圧(MAP)、胸と前腕の単一汗腺あたりの汗出力($SGO = SR/ASG$)、皮膚血管コンダクタンス($CVC = LDF/MAP$)のベースラインからの変化率

(%CVC)をそれぞれ算出した。また、主観的運動強度(RPE)および全身温冷感を運動中10分毎に申告させた。なお、各被験者の30%・45%・60%VO₂max運動時の絶対的運動強度は、最大下負荷漸増法で推定したVO₂maxとその際のVO₂-運動強度(watts)の対応関係に基づき決定した。

実験2:本実験では、大学陸上競技部の女子の長距離選手(以下、長距離群)、短距離選手と跳躍選手(短距離群)、大学水泳部女子選手(水泳群)を被験者とした。なお、水泳群は短距離種目を専門とする者を対象とした。各被験者には、発汗テストに先立つ別の日にトレッドミル最大負荷漸増テストを実施させ、走速度・HRの対応関係を個人毎に求め、それに基づき130~135拍/分のHRに相当するトレッドミル速度を決定した。ショートパンツ・ショーツ・スポーツブラを着用させた各被験者には、発汗テストとしてその速度のトレッドミル走を気温27.5・相対湿度50%に設定された環境制御室で30分間負荷した。テスト中、Tre, 3か所のTsl(胸・上腕・大腿)、HR、主観的運動強度(RPE)および局所発汗量、総発汗量を測定した。局所発汗量は、外部からの侵入を防ぐように加工した高分子吸収シートを身体17部位【前額、頬(右)、胸部(左と中央)、腹部(右と中央)、背(右と中央)、腰部(右と中央)、脇腹部(右)、上腕部(右)、前腕部(右)、大腿部(右の前面と後面)、下腿(右の前面と後面)】に貼付して、運動前後のそれぞれのシート重量差から求めた。なお、前額・頬には10.25 cm²、その他の部位には25.2 cm²のシートを貼付した。また、背部発汗量をカプセル換気法で連続的に測定した。Tre, Tslデータに基づき、TskとTbをそれぞれ算出した。

実験3:本実験では、女子大学生(20歳前後)の陸上競技長距離選手(長距離群)・陸上競技短距離選手(短距離群)、水泳選手(水泳群)、一般人(一般群)を被験者とした。ショートパンツ・ショーツ・スポーツブラ・ビブスを着用した各被験者に対し、26・50%RHに設定した人工気象室内で前腕屈曲面および大腿前面の皮膚に10%ACh溶液を2mAの直流通電(イオントフォレーシス法)で5分間それぞれ投与した。このイオントフォレーシス実施中の5分間は軸索反射性発汗(AXR)を、その後7分間は直接刺激性発汗(DIR)をそれぞれカプセル換気法で測定した。AXRの指標として発汗曲線に基づき発汗開始時間(AXR_{onset})、最大発汗量(AXR_{max})、総発汗量(AXR_{sv})を、DIRの指標としてラスト5分間の平均発汗量(DIR_{SR})、活動汗腺数(DIR_{ASG})および単一汗腺あたりの汗出力(DIR_{SGO})をそれぞれ求めた。DIR_{ASG}は、直接刺激性発汗測定終了直後にヨード澱粉紙法で測定し、DIR_{SGO}は

DIR_{SR}をDIR_{ASG}で除して求めた。さらに、イオントフォレーシス開始直前には舌下温、前腕・大腿の皮膚温を測定した。各被験者のVO₂maxは、自転車エルゴメーターを用いた最大下負荷漸増法(4~5段階の負荷強度を55rpmで各4分間)で推定した。

実験4:本実験では、女子大学生の陸上競技部短距離選手(短距離群)・長距離選手(長距離群)、水泳選手(水泳群)、一般人(一般群)を被験者とした。全ての被験者には上記(3)実験と同様の実験着を着用させ、気温26・相対湿度50%に設定した人工気象室で30分間安静状態を保持させ、その間に皮膚温センサーを装着した。その後、舌下温、胸・前腕・大腿・下腿の皮膚温を測定し、全身温冷感・快適感を申告させ、温覚・冷覚閾値テストを実施した。温覚・冷覚閾値テストは、熱流束温冷覚閾値計を使用し、身体8部位(前額・胸・背・前腕・手背・大腿・下腿・足背)を、冷覚閾値の前額から足背の順で行い、温覚閾値も同様の手順で測定した。これらの測定を1セットとし、計3セット、すなわち各部位の温覚・冷覚閾値を3回ずつ測定し、3回の平均値を各部位の代表値とした。その各部位の温覚・冷覚閾値の熱流束差に体表面の按分比率を考慮し、温覚・冷覚閾値の全身平均熱流束差も算出した。さらに自転車運動を実施させ、VO₂maxを最大下負荷漸増法で推定し、VO₂max vs. 温覚・冷覚閾値の熱流束差の対応関係を運動選手のデータを用いて検討した。

4. 研究成果

実験1:年齢・身長・体重・体脂肪率・体表面積・体表面積/体重比、平均皮下脂肪厚は短距離群と長距離群とシンクロ群で有意な差はなかったが、VO₂maxは長距離群が短距離群とシンクロ群より有意に高かった。各運動強度時における絶対的運動強度は長距離群(35%: 48±3, 45%: 79±3, 60%VO₂max: 110±3 watts)が短距離群(36±3, 62±4, 89±6 watts)およびシンクロ群(35±2, 62±3, 87±4 watts)よりいずれの強度時にも有意な高値を示した。なお、短距離群とシンクロ群のVO₂maxと絶対的運動強度はほぼ同等だった。

HRは、3群とも運動強度の増大に伴い有意に増加したが、安静時で長距離群が短距離群より有意に低く(55±2 vs. 72±4 拍/分)、この有意な群差は各運動強度時にも保たれた。MAPおよびRPEは各群とも運動強度の増大に伴い有意に増加したが、安静時および各運動強度時において群間で有意な差は認められなかった。TreとTbは各群とも運動強度の増大に伴い有意に増加した。一方、Tskは各群とも運動開始後30%VO₂max運動時終了時にかけて有意に低下し、その後、45%から60%VO₂max運動終了時にかけて有意に上昇した。Tre・Tb・Tskには、安静時お

よび各運動強度時にも有意な群差が認められなかった。

発汗は 35%VO₂max 運動中に始まり、各部位における発汗開始時間は短距離群 vs. 長距離群 vs. シンクロ群の間に有意な群差はみられず、発汗開始 Tb 閾値でも有意な群差が認められなかった。さらに、60 分間の総発汗量にも有意な群差はみられなかった。前額・胸・前腕の SR も 3 群とも運動強度の増大に伴い有意に増加した。前額 SR はいずれの運動強度時にも有意な群差が認められなかったが、胸と前腕では長距離群が短距離群およびシンクロ群より 30%・45%・60%VO₂max で有意に高い値を示した。また、前腕において、60%VO₂max 時にシンクロ群の SR が短距離群よりも低い傾向を示した (p = 0.07)。

胸の ASG は 3 群とも 45%VO₂max から 60%VO₂max にかけて有意に増加した。前腕 ASG は 3 群とも 30%VO₂max から 45%VO₂max へ増加し、その後 45%VO₂max から 60%VO₂max へ有意な増加はみられなかった。胸および前腕の ASG は、全ての運動強度で群間に有意な差はみられなかった。SGO は、3 群ともいずれの部位においても運動強度の増大に伴い有意に増加した。長距離群の胸の SGO は、いずれの強度においても短距離群とシンクロ群より有意に高い値を示した。胸の SGO ではいずれの運動強度時もシンクロ群・短距離群間に有意な差はみられなかった。前腕の SGO は長距離群が短距離群およびシンクロ群より 45%・60%VO₂max で有意に高かった。また、60%VO₂max で前腕の SGO はシンクロ群が短距離群より有意に低い値を示した。

安静時における前額・胸・前腕の CVC は、短距離群と長距離群との間に有意な差は認められなかった。しかし、シンクロ群の前額の安静時 CVC は短距離群よりも有意に低い値を示した。%CVC は 3 群ともいずれの部位においても運動強度の増大に伴い有意に増加した。また、全ての部位および運動強度で群間に有意な差はみられなかった。

以上の結果、長距離群は短距離群よりも運動時の熱発生量が多いにもかかわらず、短距離群より優れた熱放散反応により、短距離群と同等の体温上昇に抑えることができた。この優れた熱放散機能は皮膚血管拡張より発汗機能、とくに末梢の汗腺機能で顕著だった。シンクロ群は同等の VO₂max を有する短距離群に比し、劣った汗腺機能を有していることが窺われた。

実験 2 : 年齢・身長・体表面積には 3 群間に有意な差はみられなかったが、水泳群が陸上の長距離・短距離群より体表面積/体重比で有意な低値を、体脂肪率で有意な高値を、短距離群より体重で有意な高値をそれぞれ示した。VO₂max は、長距離群が短距離群・水泳群より有意に高かったが、短距離群と水泳群には有意な差はみられなかった (63±2 vs.

46±1 vs. 41±1 ml/kg/min)。

発汗テスト時の走行速度は、長距離群が水泳群と短距離群より有意に速かったが、水泳群と短距離群はほぼ同一だった。HR は、安静時で長距離群が短距離群より有意に低かったが、運動開始 5 分目には 3 群間には有意差は認められなかった (130±2 vs. 136±4 vs. 133±1 拍/分)。しかし、HR は長距離群が運動開始 10 分目以降で短距離群より、15 分目以降で水泳群より、有意な低値を示した (運動終了時: 138±3 vs. 159±2 vs. 151±2 拍/分)。RPE は陸上の 2 群間には差はみられなかったが、15 分目以降で水泳群が長距離群より有意な高値を示した。

時間経過に伴い Tre と Tb は上昇し、Tsk には変化はみられなかったが、Tre (運動終了時: 38.02±0.09 vs. 38.02±0.11 vs. 37.92±0.09)・Tb・Tsk とも 3 群間には有意な差はみられなかった。総発汗量は長距離群が水泳群と短距離群より有意に多かったが、水泳群と短距離群はほぼ同等だった。カプセル換気法で測定した背部発汗量は、時間経過に伴い増加し、長距離群が水泳群と短距離群より有意に高かったが、水泳群と短距離群はほぼ同等だった。発汗開始 Tre および Tb 閾値には 3 群間に有意な差はみられなかった。

身体 17 部位で測定した局所発汗量では、長距離群が胸中央・胸左・腹中央・腹右・脇腹・背右・腰中央・腰右・上腕・下腿前で短距離群と水泳群より、背中央・前腕・大腿前・下腿前で短距離群より、大腿前で水泳群よりも有意に多いもしくはその傾向を示した。しかし、局所発汗量は水泳群と短距離群の全 17 部位で、水泳・短距離・長距離群の前額・右頬・大腿後・下腿後ではほぼ同等だった。

以上の結果、女性の運動時発汗量のみならず発汗中枢機構・末梢機構にも運動様式 (陸上短距離 vs. 水泳短距離) の相違はみられなかったものの、運動種目差 (長距離 vs. 短距離) がみられ、その差は末梢機構で顕著で身体部位差が存在した。すなわち、陸上長距離選手は短距離選手・水泳選手より躯幹部・上肢・下肢前面で優れた発汗機能を有し、頭部・下肢後面では種目差はみられないことが示唆された。

実験 3 : 年齢、身長、体重、体表面積には 4 群間に有意な差はみられなかった。体表面積/体重比では短距離群、長距離群が水泳群よりも有意に高く、一般群が水泳群よりも高い傾向だった。体脂肪率では短距離群と長距離群が水泳群と一般群より有意な低値を示した。VO₂max では長距離群が短距離群、水泳群および一般群よりも有意に高かった。その他 3 群間には有意な差はみられなかった。イオントフォーシス開始直前の舌下温では、短距離群と一般群が水泳群よりも有意な高値を示したが、長距離群と水泳群との間には有意な差はみられなかった。前腕皮膚温で

は、短距離群と長距離群が水泳群よりも有意に高く、また、短距離群が一般群より高い傾向だった。大腿皮膚温では、短距離群、長距離群および一般群が水泳群より有意に高く、短距離群が一般群より高い傾向だった。しかし、前腕・大腿皮膚温では短距離群と長距離群で有意な差はみられなかった。

軸索反射性発汗において、AXR_{Ronset} では前腕・大腿に有意な差はみられなかった。AXR_{max} では前腕で長距離群と水泳群が一般群よりも有意に高かった。大腿では長距離群が他の3群よりも有意に高かった。また、一般群よりも短距離群と水泳群が高い値を示した。しかし、両部位ともAXR_{max} には短距離群と水泳群との間には有意な差は認められなかった。AXR_{sv} では前腕で長距離群と水泳群が一般群よりも高い値を示した。大腿では、長距離群が短距離群、水泳群、一般群よりも有意に高かった。

直接刺激性発汗において、DIR_{SR} では前腕・大腿とも、長距離群が短距離群・水泳群・一般群よりも有意に高かった。また、前腕では水泳群が一般群よりも有意に高い値を示した。大腿では一般群よりも短距離群が有意に高く、水泳群が高い傾向を示した。DIR_{ASG} では前腕と大腿とも有意な群差はみられなかった。DIR_{SGO} は前腕で、長距離群が短距離群、水泳群、一般群よりも有意に高く、水泳群が一般群よりも有意な高値を示した。大腿では長距離群が短距離群、水泳群、一般群よりも有意に高く、一般群よりも短距離群と水泳群が高い傾向を示した。また、DIR_{SR} およびDIR_{SGO} でも前腕・大腿とも短距離群と水泳群との間に有意な差は認められなかった。なお、AXR_{max} とAXR_{sv} では、前腕と大腿でVO_{2max} と有意な正の相関関係がみられた。DIR_{SR} とDIR_{SGO} では前腕・大腿ともVO_{2max} と有意な正の相関関係がみられた。AXR_{Ronset} とDIR_{ASG} には、前腕・大腿ともVO_{2max} と有意な正の相関関係がみられなかった。

以上の結果、運動トレーニングの種目・様式の相違が女性の軸索反射性(交感神経節後線維の要素を反映する)および直接刺激性発汗(汗腺それ自体の要素を反映する)に影響することが示唆された。すなわち、陸上長距離選手は陸上短距離選手や水泳選手より優れた汗腺機能を、水泳選手は陸上短距離選手と同等の汗腺機能を有し、このトレーニングに伴う亢進の程度には身体部位差が存在することが示された。陸上長距離選手の優れた汗腺機能は、優れたコリン感受性 and/or 大きな汗腺サイズに起因することが示唆された。

実験4: 身長、体重、体表面積では、短距離群・長距離群・水泳群・一般群の4群間で有意な差はみられなかったものの、体脂肪率では短距離・長距離群が水泳群・一般群よりも有意に低かった。体表面積/体重比では、水

泳群より短距離群が有意に高く、長距離・一般群がその傾向を示した。VO_{2max} では、長距離群(55±1 ml/kg/min)が短距離(38±2 ml/kg/min)・水泳群(42±2 ml/kg/min)よりも有意に高く、水泳群が短距離群より高い傾向だった(一般群のデータなし)。温覚・冷覚閾値テスト開始直前の下腿皮膚温は、短距離群が水泳群よりも有意に高かったが、舌下温、胸・前腕・大腿の皮膚温、平均皮膚温、平均体温には有意な群差はみられなかった。また、全身温冷感・快適感にも4群間に有意な差はみられなかった。

冷覚閾値の熱流束差では、手背で一般群が短距離・長距離選手よりも有意な低値(鋭敏な冷覚を意味する)、またはその傾向を示したが、他の身体部位(前額、胸、背、前腕、大腿、下腿、足背、全身平均)では4群間に有意な差はみられなかった。温覚閾値の熱流束差では、下腿で長距離群が一般群・短距離群よりも有意な高値(鈍感な温覚を意味する)、またはその傾向を示したが、他の身体部位では有意な群差はみられなかった。VO_{2max} vs. 温覚・冷覚閾値の熱流束差の対応関係を短距離・長距離・水泳選手で検討した結果、温覚・冷覚閾値とともに、いずれの身体部位でもVO_{2max} との意味ある有意な相関関係は認められなかった。

以上の結果、皮膚の温覚・冷覚感受性は、若年女性では運動種目・様式のみならず、運動トレーニングそれ自体によっても修飾されないことが示唆された。

まとめ: 女性において、陸上長距離選手は陸上短距離選手や水泳選手(シンクロ選手を含む)よりも優れた発汗機能を有した。この優れた発汗機能は入力系(4)実験の皮膚温度感受性を指標)、中枢系(1)(2)実験の発汗開始T_b 閾値を指標)ではなく、優れた出力系(3)実験の軸索反射性発汗を指標)と効果器系(3)実験の直接刺激性発汗を指標)に起因した。女性陸上長距離選手の優れた発汗機能は、頭部・下肢後面を除いた軀幹部・上肢・下肢前面で観察された。シンクロ選手が短距離選手より劣った汗腺機能を示したものの、水泳選手と陸上短距離選手との間には入力系、中枢系のみならず、出力系や効果器系にも運動様式差はみられなかった。女性陸上短距離選手に対する女性のシンクロ選手と水泳選手の結果の相違は、入水時間や入水時の水温の相違と関連するのかもしれない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

勝俣康之, 下石真由, 小倉幸雄, 久保田豊司, 安松 秀, 井上芳光・屋内・屋外におけるスポーツ活動現場の温熱的環境. 国際研究論叢 27(3): 51-60, 2014
井上芳光. 発汗機能の成長・老化とその

性差．発汗学 21(2): 53-56, 2014
Inoue Y, Ueda H et al.. Sex differences
in age-related change on peripheral
warm and cold innocuous thermal
sensitivity. *Physiol Behav* 164(Pt A):
86-92, 2016 (査読有)

[学会発表](計4件)

小倉幸雄, 近藤徳彦, 井上芳光: 高温下
運動時における持久系・瞬発系種目の水
分摂取と生体負担度. 第70回日本体力医
学会大会, 2015年9月, 和歌山

井上芳光, 小倉幸雄, 一之瀬智子, 天野
達郎, 近藤徳彦: 高齢マラソンランナー
の運動時発汗反応とその身体部位差. 第
70回日本体力医学会大会, 2015年9月,
和歌山

勝俣康之, 松下彩希, 堂野真樹, 小倉幸
雄, 一之瀬智子, 上田博之, 井上芳光:
女子陸上長距離・短距離、水泳手におけ
る運動時の局所発汗量. 日本生理人類学
会第73回大会, 2016年6月, 大阪

上田博之, 塩見敦子, 小倉幸雄, 勝俣康
之, 一之瀬智子, 井上芳光: 女子陸上長
距離・短距離、水泳選手におけるアセチ
ルコリン誘発性発汗. 日本生理人類学会
第74回大会, 2016年10月, 石川

6. 研究組織

(1) 研究代表者

勝俣 康之 (KATSUMATA, Yasuyuki)
大阪国際大学・人間科学部・講師
研究者番号: 80459130

(2) 研究分担者

井上 芳光 (INOUE, Yoshimitsu)
大阪国際大学・人間科学部・教授
研究者番号: 70144566

小倉 幸雄 (OGURA Yukio)
大阪国際大学短期大学部・幼児保育学科・
教授
研究者番号: 00300301

上田 博之 (UEDA Hiroyuki)
大阪信愛女学院短期大学・看護学科・教授
研究者番号: 00203448