

## 中等強度の水中運動と自転車運動における 部位別体水分量の変化と利尿作用

平野雅巳<sup>1)</sup>・高橋篤史<sup>2)</sup>・松波勝<sup>3)</sup>・寺本圭輔<sup>4)</sup>

### Changes in extracellular content water and diuretic activity during underwater exercise and bicycle exercise in moderate intensity

Masami HIRANO, Atsushi TAKAHASHI, Masaru MATSUNAMI  
and Keisuke TERAMOTO

本研究は、中等強度の水中運動による体水分の変化と利尿作用への影響について、同一運動強度の自転車運動と比較し、検討することを目的とした。対象者は、健康な若年成人女性7名とした。心拍数予備能の50%を目標心拍数として、水中運動と自転車運動をそれぞれ実施した。運動前後には、下腿と前腕の細胞外液量、体重変化による推定尿量、下肢の主観的むくみ感と尿意感を測定した。下腿と前腕の細胞外液量は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず、運動後に有意に減少した。推定尿量は、両運動間に有意差を認めなかった。主観的尿意感は、両要因の交互作用に有意性を認めず、運動後に有意に増加した。下肢の主観的むくみ感は、両要因の交互作用に有意性を認めず、主効果も認めなかった。これらの結果から、水中運動は、自転車運動と同様に下腿と前腕の細胞外液量を減少させ、利尿作用も促進させることが示唆された。

**Keywords** : 水中運動, むくみ, 部位別生体電気インピーダンス法, 利尿作用

Water exercise, Edema, Segmental bioelectrical impedance analysis, Diuretic activity

#### 1. 緒言

むくみは、成人女性において人口千人に対し32.2~98.5人が「足のむくみやだるさ」を自覚しており(厚生労働省、2010)、健常者にもしばしばみられる症状である。また、須藤ら(2010a)は、下肢の疲れとむくみを勤労女性の90%以上が感じていたことを報告している。つまり、健康な女性にとってむくみは、不定愁訴の一つとなっていると考えられる。

むくみは、細胞間質液が通常より増加した状態となり、形態に変化をもたらす。先行研究では、一過性の形態変化をメジャーで計測された周径囲によって評価する方法(柏ら、2010)や、複数の計測点の周径囲と各計測点の間隔から算出した円錐(須藤ら、2010b)や水置換法(小山ら、2004)、3次元曲面形状計測(村上ら、1998)で測定された体積によって評価する方法、部位別多周波生体

1) 愛知淑徳大学 健康医療科学部スポーツ・健康医科学科

2) 朝日大学 保健医療学部健康スポーツ科学科

3) 聖カタリナ大学 人間健康福祉学部健康スポーツ学科

4) 愛知教育大学 教育学部 保健体育講座

電気インピーダンス法 (S-BIA 法) による細胞外液量 (須藤ら、2011) によって評価する方法が用いられている。S-BIA 法は、周径囲計測から算出した体積変化 (平野ら、2014)、水置換法による体積変化 (川上ら、2007) を基に妥当性が確認され、一過性や慢性的なむくみ改善の評価に用いられている。

むくみの改善方法には、軽運動 (小山ら、2004) や弾性ストッキングを着用したウォーキング (Belczak CEQ et al., 2012)、水中運動による効果が認められている。水中運動においては、妊娠中の女性 (Hartmann S & Huch R, 2005 ; Kent T et al., 1999) や健常女子学生 (平野ら、2014) でむくみ改善効果が認められている。Hartmann S & Huch R (2005) は、水置換法による脚の体積を指標として、45 分間の水中運動の影響を前後比較試験により、運動後に左右の脚体積が減少したことを示した。Kent T et al. (1999) は、水置換法による脚の体積を指標として、30 分間の陸上立位、水中立位、および中等強度の水中運動の影響をランダム化クロスオーバー試験により、陸上立位安静に比べて水中立位および中等強度の水中運動のむくみ軽減効果を示した。また、平野ら (2012) は、S-BIA 法による細胞外液量と周径囲から算出した体積を指標として、30 分間の低強度の水中歩行と座位安静それぞれの前後に測定するランダム化クロスオーバー試験によって、水中歩行と座位安静によるむくみ変化を示した。これらは、水中運動が水中環境により立位における水圧差 (Onodera et al., 2001; 2013) と、筋の収縮と弛緩をリズムカルに繰り返す筋ポンプ作用 (Folkow B et al., 1970) が静脈還流量を増加させ、同様の効果が細胞間質液にも影響していると考えられる。さらに、水中環境では、静脈還流量の増加から尿生成の亢進が確認されており (Greenleaf JE et al., 1980)、尿量と主観的な尿意感が増加する可能性がある (和田ら、2013)。Kent T et al. (1999) の先行研究では、尿量が陸上の立位安静に比べて水中の立位安静と水中運動の条件において有意に増加したことを報告している。つまり、水中環境における全身運動は、体水分の循環を促進させる合理的な運動様式であると考えられる。しかし、水中運動によるむくみ改善効果の検証において、陸上や水中における安静状態を比較対照として設定されており、同一運動強度における運動様式の違いによる影響が示されておらず、検討する余地があると考えられた。

そこで、本研究は、中等強度の水中運動による体水分の変化と利尿作用への影響について、同一運動強度の自転車運動と比較し、検討することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1. 対象者

対象者は、健康な若年成人女性 7 名 (年齢  $20 \pm 1$  歳 ; 身長  $157.0 \pm 7.6$ cm ; 体重  $53.93 \pm 9.14$ kg) とした。全ての対象者に研究目的や運動内容、測定項目等を書面及び口頭にて十分に説明し、理解した上で書面にて研究協力への同意を得た。なお、本研究は、愛知淑徳大学健康医療科学部に属する倫理審査委員会の承認を得た (健学学通第 2016-03 号)。

### 2.2. 実験プロトコール

実験は、15:00~18:00 の時間帯のうちほぼ同一時刻に中等強度の運動を水中運動または、自転車運動をそれぞれ別の日に 15 分間を水分補給のための 3 分間の休憩をはさんで 2 回実施させた (図 1)。運動中には心拍数と主観的運動強度、運動前後には部位別体水分量として下腿と前腕の細胞外液量、主観的尿意感と下肢の主観的むくみ感、運動後に推定尿量を測定した。細胞外液量は、運動開始約 30 分前に 5 分間の仰臥位安静ののちに測定した。また、運動終了後 5 分後から仰臥位安静を保ち、15、20、40、60 分後に測定した。中等強度の運動は、カルボーネン法を用いて心拍数予備能 (HRR : Heart Rate Reserve) の 50% に相当する心拍数を目標心拍数として、40~60%HRR に

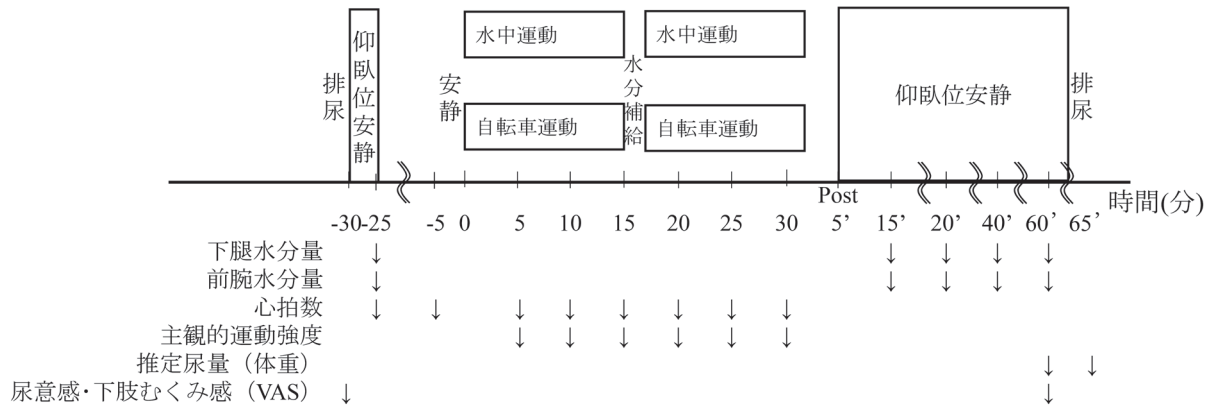


図1 実験プロトコール。

なるように行った。水中運動は、水深 1.35~1.45m、水温 30 度に設定された 25m の室内プールにて、水中ウォーキングまたは水中ジョギング運動を運動指導者と対象者自身が心拍数を随時確認しながら、目標心拍数になるように調整して実施した。自転車運動は、自転車エルゴメーター（Corival cpet、Lode Inc、オランダ）を用いて、運動指導者が随時心拍数を確認して、負荷量を調整して実施した。なお、水中環境では、安静時心拍数が陸上よりも低値を示す（小野寺ら、2010）ことを考慮し、水中運動時の目標心拍数は、浸水立位姿勢で安静時心拍数を測定して算出した。

対象者には、エネルギー消費や利尿作用への影響を最小限にするため、実験前日のアルコール摂取並びに激しい運動を控えるように指示し、実験当日の食事に唐辛子等の刺激物、カフェインが含まれる飲料を摂取しないように指示した。また、実験当日の昼食後（13:00 以降）は、規定のミネラルウォーターのみ摂取を許可した。なお、水中運動条件と自転車運動条件の順序を 2 日以上の間隔をあけてランダムな順に行う、ランダム化クロスオーバー試験として実施した。

### 2.3. 測定項目および測定方法

心拍数は、心拍数測定装置（A300、Polar、フィンランド）を用いて、運動強度の調整を行うために常に確認できる状態であった。また、心拍数の記録は、安定した 5 拍分の平均値を代表値とした。

主観的運動強度は、BorgScale（Borg GA, 1973）の日本語版を用いて 6~20 のスケール（小野寺と宮下、1976）を運動中に提示し、口頭または指示することで測定した。

部位別体水分量は、S-BIA 法を用いた身体組成分析装置（MLT-550N、SK メディカル電子、滋賀県）にて測定した。身体組成分析装置では、仰臥位安静状態の手首から肘までの前腕部、足関節から膝関節までの下腿部とし、各部位における区間抵抗値を測定した。前腕部は、中手指関節とそれより 2cm 近位、肘関節外側とそれより 2cm 遠位に相当する皮膚表面の計 4 か所にタブ電極（2330SU、スズケン、愛知県）を貼付して測定した。また、下腿部は、第二中足骨遠位とそれより 2cm 近位、脛骨上部とそれより 2cm 近位の皮膚表面の 4 か所にタブ電極を貼付して測定した。タブ電極は、運動前後のみ貼付するため、運動前の測定時に貼付箇所に油性マジックで印をつけ、運動後の測定時に同じ位置に貼付した。なお、得られた抵抗値の多周波数特性（Cole-Cole プロット）より推定された抵抗値  $R_0$  と  $R_\infty$  から、先行研究（Zhu F et al., 1998）にならって、細胞外液量を算出した。

推定尿量は、運動開始 30 分前に完全に排尿させ、運動終了後 60 分時点で再度排尿させる際に

その前後で体重を測定し、排尿前後の体重差から 90 分間の尿量として算出した。体重測定には、50g 単位で表示される体重計 (UC-321、エー・アンド・デイ、東京都) を用いた。なお、体重 1g=1mL として換算した。

主観的尿意感と下肢の主観的むくみ感は、視覚的評価スケール (VAS : Visual Analog Scale) を用いて、運動開始 30 分前と運動終了 60 分後の排尿前に測定した。VAS は、主観的尿意感 (和田ら、2013) が「全く尿意を感じない」から「この上ない程の尿意を感じている」、下肢の主観的むくみ感が「全くむくんでいない」から「この上なくむくんでいる」を 10cm の直線の両端に取り、対象者に縦 1 本線を引かせることで測定した。その後、定規を用いて 0.5mm 単位で計測し、単位を%とした。

### 2.4. 統計解析

心拍数、%HRR、主観的運動強度は、水中運動と自転車運動の運動様式要因と運動前及び運動中の時間経過を時間要因として、二要因分散分析を行った。その後、有意または傾向が認められた場合は、Bonferroni 法を用いて多重比較検定を行った。下肢と前腕の細胞外液量、主観的尿意感と下肢の主観的むくみ感は、運動様式要因と運動前後の時間経過を時間要因として、同様の分析を行った。推定尿量は、水中運動と自転車運動時の比較として、符号付順位検定を用いた。なお、すべての統計解析は、統計解析ソフト IBM SPSS ver 22 (IBM 社製) を用いた。なお、危険率 5%未満をもって有意、10%未満をもって傾向ありとした。

### 3. 結果

運動前と運動中における心拍数は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず ( $p=0.830$ )、時間要因に有意な主効果を認めた ( $p<0.01$ ; 表 1)。運動中の心拍数は、安静時より運動中が有意に高値を示した (それぞれ  $p<0.01$ )。なお、運動様式要因に有意な主効果を認めなかった ( $p=0.295$ )。また、運動中の%HRR および主観的運動強度は、両要因の交互作用に有意性を認めず (順に  $p=0.941$ 、 $p=0.860$ )、時間要因に有意な主効果を認めた (それぞれ  $p<0.01$ )。

運動前後の下腿細胞外液量は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず ( $p=0.168$ )、時間要因に有意な主効果を認めた ( $p<0.01$ ; 図 2-左)。多重比較検定の結果、運動終了後 60 分の下

表 1 水中運動と自転車運動における運動前と運動中の心拍応答と主観的運動強度

指標	安静時	運動中						
		5分	10分	15分	20分	25分	30分	
水中運動	心拍数	64±8	124±9**	126±5**	130±8**	128±5**	127±6**	127±4**
	%HRR	-	43.6±8.2	45.7±1.7	48.4±4.7	46.9±3.4	45.7±5.1	45.8±4.1
	主観的運動強度	-	12±1	13±1	13±1	13±0	13±1	13±1
自転車運動	心拍数	65±4	125±6**	130±4**	132±2**	130±1**	130±2**	131±2**
	%HRR	-	43.8±4.4	48.1±2.0	49.2±1.2	48.0±1.5	48.0±1.7	48.4±2.7
	主観的運動強度	-	12±2	13±1	13±1	13±1	13±1	13±1

HRR: Heart rate reserve.

心拍数の単位は拍/分、%HRR の単位は%.

\*\* : v.s. 安静時  $p<0.01$

(平均値±標準偏差)



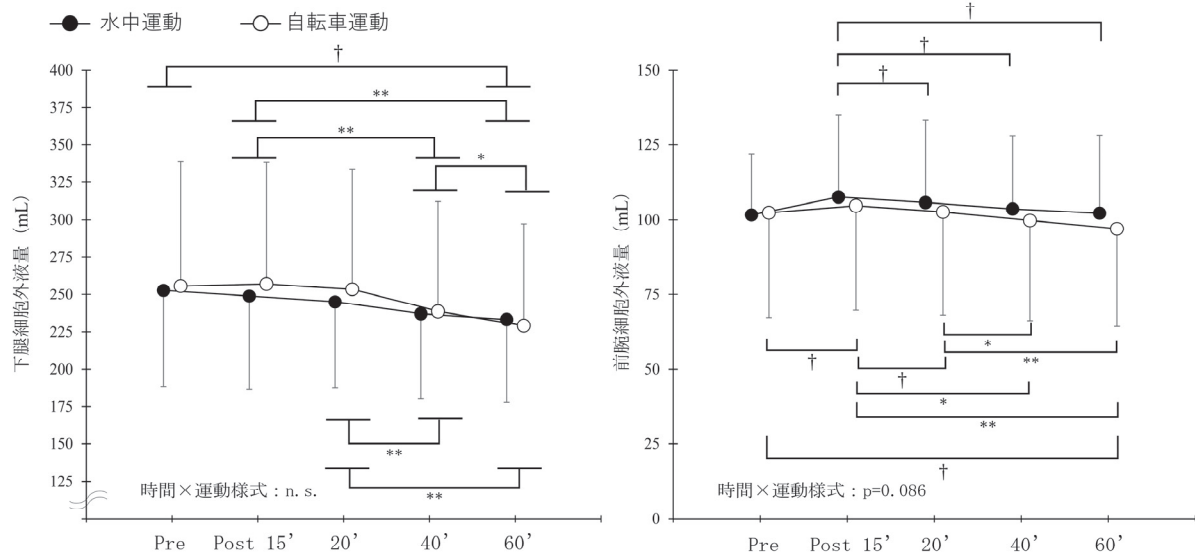


図2 下腿および前腕の細胞外液量変化。

† : p<0.1 ; \* : p<0.05 ; \*\* : p<0.01.

表2 主観的尿意感および下肢の主観的むくみの変化

	主観的尿意感			下肢の主観的むくみ感		
	運動前	運動終了後 60分	交互作用 (F値)	運動前	運動終了後 60分	交互作用 (F値)
水中運動	3.4±4.9	30.9±14.6 <sup>‡</sup>	0.414	26.4±29.2	21.9±21.7	0.055
自転車運動	1.9±2.0	34.5±20.5 <sup>‡</sup>		18.2±20.9	19.7±21.6	

<sup>‡</sup> : 運動前 v.s.運動終了後 60分 p<0.01

(平均値±SD)

腿細胞外液量は、運動前に比べて減少傾向を示した (p=0.060)。また、運動終了40分後と60分後は、運動終了15分後および、運動終了20分後よりも有意に減少した (それぞれ p<0.01)。運動前後の前腕細胞外液量は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意傾向を認めた (p=0.086 ; 図2-右)。単純主効果として、水中運動は、運動終了15分後より運動終了20、40、60分後に減少傾向を示した (それぞれ p<0.1)。自転車運動は、運動終了15分後および20分後より運動終了40と60分後に有意な減少を示し (それぞれ p<0.05 ; p<0.01)、運動前より運動終了60分後に減少傾向を示した (p<0.1)。

推定尿量は、水中運動 (229±81mL) と自転車運動 (150±104mL) との間に統計的な有意差を認めなかった (p=0.206)。また、主観的尿意感は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めなかった (p=0.544 ; 表2)。主効果として、時間要因に有意な差を認め、運動前に比べて運動後に有意な高値を認めた (p<0.01)。下肢の主観的むくみ感は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず (p=0.156 ; 表2)、両要因ともに統計的に有意な主効果を認めなかった。

#### 4. 考察

水中運動と自転車運動では、心拍数、%HRR、主観的運動強度に運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず、心拍数において安静時より運動中に高値を示したが、運動中の心拍数を含めて各指標において統計的に有意な差を認めなかった。水中環境では、陸上環境と異なる呼吸循環応答を示し、陸上運動を基準として処方された運動強度で水中運動を行うと過大評価となる

可能性があるが、相対的に運動強度を統一した場合、エネルギー消費量に差異が生じないことが報告されている(道下ら、2013)。すなわち、本研究における水中運動と自転車運動の運動強度は、すべての時間帯において、目標心拍数である50%HRRに近似しており、相対的に同一運動強度であったことが示唆された。

下腿の細胞外液量は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず、運動前に比べて運動後に時間の経過とともに有意な減少を示した。また、前腕の細胞外液量は、両要因の交互作用に有意傾向を認め、水中運動と陸上運動共に運動後に減少を示した。両運動共に細胞外液量の減少傾向が認められたことは、周径囲と水置換法による体積変化を基に、座位における上体の軽運動による一過性のむくみ抑制効果を示唆した先行研究(小山ら、2004)と同様の結果であった。運動によるむくみ軽減効果としては一致するものの、本研究に用いた水中運動と自転車運動による運動様式の影響は認められなかった。また、下肢の主観的むくみ感は、運動前後において有意な差を認めなかった。このことから、下肢と前腕の細胞外液量変化が認められたものの、健常女性における中等強度の有酸素性運動によるむくみ改善効果は、主観的に変化をとらえるまでに至らない可能性が示唆された。

利尿作用について、推定尿量は、水中運動と自転車運動との間に有意な差を認めなかった。また、主観的尿意感は、運動様式要因と時間要因の交互作用に有意性を認めず、主効果として運動終了60分後に有意な増加を認めた。一般的な成人の平均尿量が約1~2L/日(約42~83mL/時)であることから、本研究では、各運動前後の推定尿量が水中運動で $229 \pm 81$ mL(約153mL/時)、自転車運動で $150 \pm 104$ mL(約100mL/時)であり、有酸素性運動によって尿量と尿意感ともに増加したと推察された。運動中における血管内外の水分移動には、心房性ナトリウム利尿ホルモンが関与している(Nakashima K et al., 1995)。Tanaka H et al. (1986)の先行研究では、利尿作用を有する心房性ナトリウム利尿ホルモンが最大酸素摂取量( $\dot{V}O_2\max$ )の約30%に相当する軽強度において増加して約50% $\dot{V}O_2\max$ に相当する中等強度では頭打ちとなり、一方、抗利尿作用を有するバソプレッシンとアルドステロンが70% $\dot{V}O_2\max$ 以降に増加したことが報告されている。また、水中環境では、体内水分の排出を促進させる可能性が示唆されている(Sagawa S et al., 1992)。本研究の水中運動と自転車運動は、ともに中等強度であったことから、利尿ホルモンの分泌により尿量を増加させるとともに主観的にも尿意感を増加させ、利尿作用が促進されたと考えられた。一方、水中運動は、水中環境の特性により、利尿が促進すると仮説を立てたが、水中運動と陸上の自転車運動との間に差を認めなかった。

本研究では、いくつかの問題点が存在した。第一に、健康な若年女性を対象者としたが、月経周期を考慮しておらず、自覚症状や生理応答に性周期が影響した可能性があった。次に、運動後に仰臥位を維持させることで両運動後の測定条件を統一させたが、今回のプロトコールでは立位や日常的な身体活動時のむくみ軽減効果を評価することができなかった。しかし、これまでに水中運動と陸上運動のむくみ軽減効果への影響を同一運動強度で検討が行われておらず、クロスオーバー試験による検証も少ない。今後、運動前後の測定条件を検討し、さらに対象者を増やしていく必要がある。

## 5. 結語

本研究では、健康な若年女性を対象とし、50%HRRの中等強度に相当する水中運動と自転車運動において、運動前後の細胞外液量と主観的な尿意感および下肢のむくみ感の変化、推定尿量についてランダム化クロスオーバー試験にて検討を行った。水中運動は、自転車運動と同様に下腿と前腕の細胞外液量を減少させ、利尿作用も促進させることが示唆された。一方、運動様式による

差は認められなかった。

## 6. 謝辞

研究にご協力いただいた対象者の皆さんに厚く御礼申し上げます。なお、本研究は、愛知淑徳大学平成 28 年度特定課題研究 16TT18 の支援を受けて実施された。

## 7. 引用文献

- Belczak, CEQ., Godoy, JM., Belczak, SQ., Silva, MAM., & Caffaro, RA. (2012) Compression stockings have a synergistic effect with walking in the late afternoon to reduce edema of the lower limbs. *International Angiology*, 31 (5), 490-493.
- Borg, GA. (1973) Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5 (2), 90-93.
- Folkow, B., Gaskell, P., & Waaler, BA. (1970) Blood flow through limb muscles during heavy rhythmic exercise. *Acta physiologica Scandinavica*, 80 (1), 61-72.
- Greenleaf, JE., Shvartz, E., Kravik, S., & Keil, IC. (1980) Fluid shifts and endocrine responses during chair rest and water immersion in man. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 48 (1), 79-88.
- Hartmann, S., & Huch, R. (2005) Response of pregnancy leg edema to a single immersion exercise session. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*, 84 (12), 1150-1153.
- 平野雅巳・檜垣靖樹・田中宏暁・清永明 (2014) 水中歩行における下腿体積と水分量変化との関係, 日本水泳・水中運動学会2014年度論文集, 126-129.
- 柏智之・明崎禎輝・野村卓生・田岡理佳子・加藤正広・中村久子・佐藤厚 (2010) 女性勤労者における下肢浮腫改善に対する弾性ストッキングの有用性. 理学療法学, 25 (3), 443-446.
- 川上慶・川本貴志・山崎信寿 (2007) 女性のVDT作業姿勢に対応したむくみ軽減オフィスチェア. 人間工学, 43 (5), 252-260.
- Kent, T., Gregor, J., Deardorff, L., & Katz, V. (1999) Edema of pregnancy: a comparison of water aerobics and static immersion. *Obstetrics and gynecology*, 94, 726-729.
- 厚生労働省 (2010) 平成 22年 国民生活基礎調査の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/toukei.html> (2016/10/28閲覧)
- Nagashima, K., Nose, H., Yoshida, T., Kawabata, T., Oda, Y., Yorimoto, A., Uemura, O., & Morimoto, T. (1995) Relationship between atrial natriuretic peptide and plasma volume during graded exercise with water immersion. *Journal of applied physiology*, 78 (1), 217-224.
- 道下竜馬・平野雅巳・内野香苗・筒井佑・堤康平・清永明・田中宏暁・檜垣靖樹 (2013) 水中トレッドミルと陸上トレッドミルによる呼吸循環応答の差異, 臨床スポーツ医学, 30 (3), 285-290.
- 村上泉子・遠藤真由美・新井清一・飯塚幸子・柄原裕 (1998) 成人女性の身体形状に関する研究- 下肢部、手指部および顔面部形状の日内変化-. 日本生理人類学会誌, 3 (3), 109-118.
- Onodera, S., Miyachi, M., Nishimura, M., Yamamoto, K., Yamaguchi, H., Takahashi, K., Yong, JI., Amaoka, H., Yoshioka, A., Matsui, T., & Hara, H. (2001) Effects of water depth on abdominal aorta and inferior vena cava during standing in water. *Journal of Gravitational Physiology*, 8 (1), 59-60.

- Onodera, S., Yoshioka, A., Nishimura, K., Kawano, H., Ono, K., Matsui, T., Ogita, F., & Hara, H. (2013) Water exercise and health promotion. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2 (4), 393-399.
- 小野寺昇・吉岡哲・西村一樹・河野寛・小野くみ子 (2010) 水中運動時の循環動態. 臨床スポーツ医学, 27 (8), 815-822.
- 小野寺孝一・宮下充正 (1976) 全身持久性運動における主観的運動強度と客観的強度の対応性-Rating of perceived exertion の観点から-. 体育学研究, 21 (4), 191-203.
- 小山秀紀・海老根祐一・安藤敏弘・坂東直行・金城正佳・野呂影勇 (2004) 航空機シート着座中の軽運動が下肢の血行動態に与える影響. 人間工学, 40, 309-314.
- Sagawa, S., Miki, K., Tajima, F., Tanaka, H., Choi, JK., Keil, LC., Shiraki, K., & Greenleaf, JE. (1992) Effect of dehydration on thirst and drinking during immersion in men. *Journal of applied physiology*, 72(1), 128-134.
- 須藤元喜・千葉亜弥・上野加奈子・矢田幸博・赤滝久美・三田勝己 (2010a) 勤労女性における下肢のむくみと疲労に関する研究 -アンケート調査および心理計測から -. 日本女性心身医学会雑誌, 15, 175-182.
- 須藤元喜・千葉亜弥・上野加奈子・矢田幸博・赤滝久美・武貞征孝・三田勝己 (2010b) 下肢のむくみと筋疲労の関連性. 日本生理人類学会誌, 5 (3), 77-82.
- 須藤元喜・上野加奈子・矢田幸博・武貞征孝・赤滝久美・伊東保志・三田勝己 (2011) 下肢の細胞外水分貯留と筋収縮: 誘発EMG、MMGによる評価. 日本生理人類学会誌, 16 (2), 93-98.
- Tanaka, H., Shindo, M., Gutkowska, J., Kinoshita, A., Urata, H., Ikeda, M., & Arakawa, K. (1986) Effect of acute exercise on plasma immunoreactive-atrial natriuretic factor. *Life sciences*, 39 (18), 1685-1693.
- 和田拓真・斎藤辰哉・林聡太郎・高木祐介・野瀬由佳・小野寺昇 (2013) 水中と陸上における座位安静時の尿量および尿意感の変化. 川崎医療福祉学会誌, 22 (2), 224-230.
- Zhu, F., Schneditz, D., Wang, E., & Levin, NW. (1998) Dynamics of segmental extracellular volumes during changes in body position by bioimpedance analysis. *Journal of applied physiology*, 85 (2), 497-504.