

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：34455

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11186

研究課題名（和文）要支援・要介護在宅高齢者の脱水指標探索と熱中症防止意識向上に向けた取り組み

研究課題名（英文）Exploring Dehydration Indicators among Elderly Individuals Requiring Care at Home and Initiatives to Enhance Awareness for Heatstroke Prevention.

研究代表者

上田 博之（Ueda, Hiroyuki）

大阪信愛学院大学・看護学部看護学科・教授

研究者番号：00203448

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：若年成人の高温環境下運動実験で、多周波数インピーダンス法による体水分量が脱水指標として有効であることを確認した。しかし、日常生活下の測定では誤差がみられ、測定前の行動など総合的な推定が必要である。要介護在宅高齢者の夏季生活環境調査で、低体水分率の高齢者は高い温湿度の居室で過ごし、重ね着の傾向が見られた。したがって、脱水の危険性を判断するためには、体水分量の変化や室内環境と着衣行動に着目すべきであろう。被介護者の体水分率や居室温湿度の習慣的測定、飲水行動や着衣行動の観察など確認事項を設定して脱水に陥る機序を理解させることが、介護員や被介護高齢者とその家族の熱中症予防への関心や意識を向上させる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの熱中症予防に関する指針やガイドラインは健康な自立高齢者を対象に策定されているが、要支援・要介護高齢者に対する脱水の指標は十分検討されていない。また、支援家族や介護員の熱中症防止に関する認識はあるが、サポートを必要とする高齢者への具体的な働きかけは示されていない。要介護在宅高齢者の脱水の危険性を推測するためには、体水分量や室内環境の変化と着衣行動に着目して総合的に判断することが重要である。被介護者の体水分率や居室温湿度の習慣的測定、飲水行動や着衣行動の観察など確認事項を設定して脱水に陥る機序を理解させることが、介護員や被介護高齢者とその家族の熱中症予防への関心や意識を向上させる。

研究成果の概要（英文）：We confirmed the effectiveness of the multi-frequency impedance method in determining body water content as a dehydration index during exercise in young adults under high-temperature environments. However, errors were observed in measurements during daily life, necessitating comprehensive estimation considering pre-measurement behaviour. It was found that homebound elderly with low body water content tended to spend time in high-temperature and high-humidity rooms and tended to wear multiple layers of clothing. Therefore, by focusing on changes in body water content, indoor environmental conditions, and clothing behaviour, it may be possible to assess the risk of dehydration comprehensively. Implementing measures, such as body water content, room temperature and humidity, and observation of the care recipient's drinking and clothing behaviour can improve the awareness of caregivers and elderly care recipients and their families regarding heatstroke prevention.

研究分野：環境生理学

キーワード：在宅高齢者 脱水 熱中症 要介護高齢者 多周波数インピーダンス法 体水分率 居室温湿度

1. 研究開始当初の背景

高齢者に対する熱中症防止の認識は高まったが、支援・介護を必要とする在宅高齢者に対する指針やアセスメントの検討はほとんどない。要支援・要介護高齢者は個別性の高いサポートを必要とするが、熱中症予防に関しては自立した健康な高齢者と同様にエアコン使用や水分補給を促すような注意喚起に限られている。今後増加する要支援・要介護高齢者の脱水の重症化を未然に防ぐためには、どのような状況の高齢者に注意が必要であり、それに対するアセスメント方法の確立が必要である。

2. 研究の目的

支援の必要な在宅看護において脱水状態を客観的に評価するため、運動で体内水分量が減少した時の脱水指標を健康な若年成人で探索し、脱水レベルとの関係からフィールドにおける脱水評価の可能性を探る。次に、要支援および要介護の在宅高齢者を対象に夏季日常生活における体内水分量を推定し、脱水レベルと生活環境調査との関係を探る。抽出された脱水に関わる生活要因について介護員が可能な脱水アセスメントを提案するとともに、介護員や支援家族の意識向上を目指す指導方法を検討する。

3. 研究の方法

(1) 健康な男子大学生 5 名を対象に、トレッドミル走（心拍数 140 拍/分）と自転車運動（同 130 拍/分）をそれぞれ 15 分ずつ交互に 4 セット、各セット間に 5 分間の休息を挟み、総計 75 分間の運動と休息を気温 32℃・相対湿度 60%環境下で実施させた（図 1）。容易に測定できる多周波数生体電気インピーダンス法による体水分量と尿比重を測定し、脱水指標としての有効性を検討した。同一条件の運動テストを異なる日に 2 回行い、休息時の水分摂取を 50ml・3 回（脱水条件）と 300ml・3 回（通常条件）にして、脱水状態が異なるように計画した。脱水率（%）を〔体重減少量 / 運動前体重〕×100 で算出し、インピーダンス法による体水分量・尿比重との相関関係を検討した。

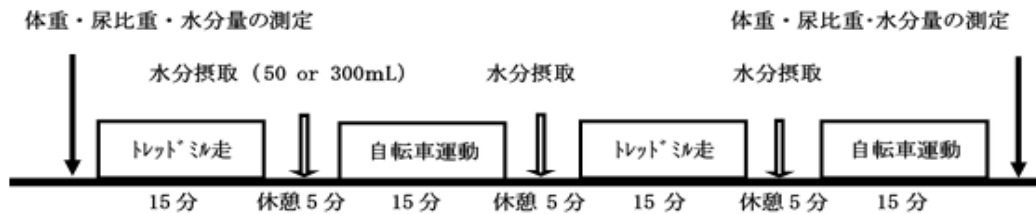


図 1 実験のプロトコル

(2) 健康な女子大学生 7 名を対象に、日常の学生生活において起床時から水分摂取制限をする場合と制限しない場合の体水分量を多周波数生体電気インピーダンス法で測定した。体水分量は同時刻に測定することとし、水分摂取制限有無の条件間で個人内比較をした。各被験者は各条件で通常の学生生活を営める測定日を 2～4 日間設定した。

(3) 要介護 1～3 の在宅高齢者 40 名（男性 22 名、女性 18 名）を対象に、夏季 6 月下旬～9 月上旬に家庭での介護や支援時に多周波数生体電気インピーダンス法による体水分量の測定を行った。同時に測定日を含む 4～5 日間、対象者が滞在する部屋（例えば昼間は居間、夜間は寝室）の温度および相対湿度を連続測定するとともに、各対象者の居住環境（戸建・集合住宅、同居家族構成、居間や寝室のエア・コンディショナー設置状況）、エア・コンディショナーの使用状況、水分制限の有無や水分補給に関する意識、耐暑性の自覚、着衣状況について調査した。測定した体水分量を体重で除して体水分率（%）を求め、この体水分率に基づいて脱水傾向のある高齢者を抽出した。各種調査項目や測定項目を脱水傾向の有無で分けた 2 群間で比較した。

4. 研究成果

(1) 脱水条件と通常条件の各条件において運動終了時の直腸温には有意な差が認められ（脱水： $F(3, 15)=37.95$ 、通常： $F(3, 15)=47.60$ 、いずれも $p<.05$ ）、いずれの条件でも、1・2 回目運動終了時に比べて 3・4 回目運動終了時が有意に高かった（1→4 回目の平均値と標準誤差：脱水： $37.7 \pm 0.1 \rightarrow 38.6 \pm 0.1$ 、通常： $37.7 \pm 0.1 \rightarrow 38.2 \pm 0.1$ 、 $p<.05$ ）。また、3・4 回目運動終了時、脱水条件の直腸温は通常条件に比べて高かった（3 回目： $t(5)=3.2$ 、4 回目： $t(5)=7.4$ 、いずれも $p<.05$ ）。また、運動終了時の心拍数には有意な差が認められ（脱水： $F(3, 15)=10.12$ 、通常： $F(3, 15)=4.92$ 、いずれも $p<.05$ ）、心拍数はいずれの条件でも 1 回目運動終了時（脱水： 153.6 ± 2.1 、通常： 150.3 ± 1.7 ）に比べて 3 回目運動終了時が有意に高く（ $p<.05$ ）、さらに脱水条件では 2 回目運動終了時に比べて 4 回目運動終了時（同 165.7 ± 2.8 、 158.3 ± 4.3 ）が有意に高かった（ $p<.05$ ）。いずれの運動実施回においても脱水・通常条件間に有意な差は認められなかったことから、各被験者の 2

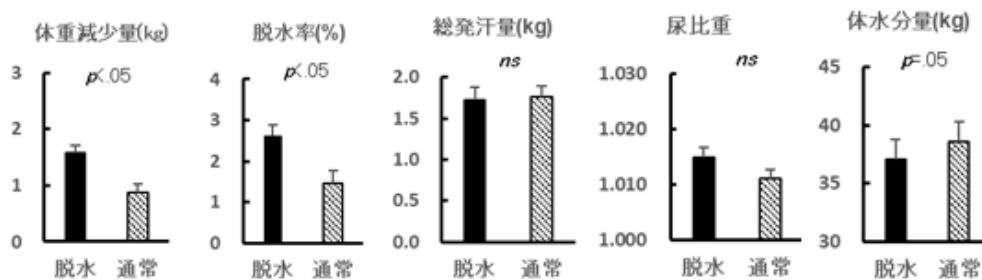


図2 脱水・通常条件の体重減少量、脱水率、総発汗量、運動終了後の尿比重と推定体水分量

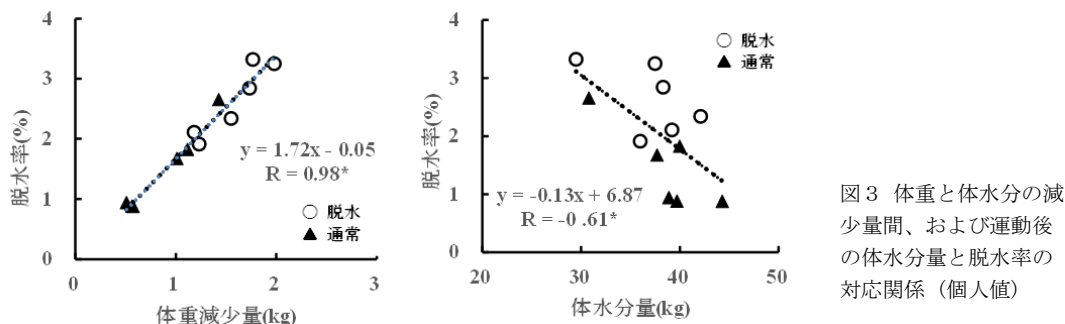


図3 体重と体水分の減少量間、および運動後の体水分量と脱水率の対応関係（個人値）

条件の実験で同等の運動負荷が与えられたと考えられる。

実験中の体重減少量とそれを実験前体重で除した脱水率(%)、運動中の総発汗量、運動直後に測定した尿比重と体水分量を図2に示す。なお、実験開始前における被験者の体重は、脱水条件時 60.4 ± 2.0 kg、通常条件時 60.0 ± 2.0 kg であり、条件間に有意な差はみられなかった。体重減少量は、脱水条件 (1.58 ± 0.13 kg) が通常条件 (0.87 ± 0.15 kg) より有意に多かった ($t(5)=7.24$, $p < 0.05$)。脱水率においても脱水条件 ($2.6 \pm 0.2\%$) が通常条件 ($1.5 \pm 0.3\%$) より有意に高かった ($t(5)=8.59$, $p < 0.05$)。体重減少量と飲水量から算出した運動中の総発汗量は、脱水条件 (1.73 ± 0.15) と通常条件 (1.77 ± 0.13) で有意な差はみられなかった ($t(5)=.46$, $p = .66$)。脱水時の深部体温と発汗量の対応関係は非脱水時と異なり、体温上昇に対する発汗量の増加は低下するために同一体温当たりの発汗量は減少する。本実験の3,4回目の運動終了時の直腸温は、通常条件に比べて脱水条件で高くなったことから、脱水条件に伴う発汗量の低下を高い深部体温による発汗量の増加が相殺し、総発汗量は同等になったと推察できる。したがって、運動実験での2条件間の脱水率の差異は飲水量の相違を反映したと考えられる。

運動開始前の尿比重は脱水条件 (1.019 ± 0.004) と通常条件 (1.016 ± 0.004)、運動後における尿比重は脱水条件 (1.015 ± 0.002) と通常条件 (1.011 ± 0.002) で、運動前後とも有意な条件差はみられなかった ($t(5)=0.88$, $p = .41$, $t(5)=2.09$, $p = .09$)。運動実験における2条件の脱水レベルを尿比重で判定することはできなかった。尿濃縮が主に血漿浸透圧に基づく抗利尿ホルモンとその感受性など腎機能に依存することから、ハードワークを必要とする競技の合宿などにおいて脱水予防に向けて脱水の指標として尿比重が利用されている。しかし、本実験のような短時間の中等度強度運動では、尿比重に明確な差異が認められなかったと推察する。一方、多周波数インピーダンス法による体水分量は、運動開始前において脱水条件時で 38.7 ± 1.8 kg、通常条件時 39.6 ± 1.8 kg で有意な差はみられなかった ($t(5)=-1.50$, $p = .19$) のに対して、運動後は脱水条件 (37.1 ± 1.7 kg) が通常条件 (38.6 ± 1.8 kg) より低値であった ($t(5)=-2.57$, $p = .05$)。図3は、運動実験中の体重減少量と脱水率、運動後の体水分量と脱水率の対応関係を示す。体重減少量と脱水率は強い相関関係 ($r = .98$, $p < .05$) を示し、運動後の体水分量と脱水率にも有意な相関関係 ($r = -.61$, $p < .05$) が認められた。このように多周波数インピーダンス法により測定した体水分量と脱水率に有意な相関関係が認められたことから、多周波数インピーダンス法による体水分量は脱水指標になると考えられる。

(2) 行動記録から、いずれの各被験者にも測定前日から測定まで激しい運動や運動に伴う発汗、過飲食はみられなかった。起床から測定時間までの飲水量 (mL) は、飲水制限条件において12時測定の5名では $0 \sim 82$ mL、24時測定の3名では $117 \sim 388$ mL、通常条件において12時測定の5名の $263 \sim 617$ mL と24時測定の3名の $333 \sim 633$ mL であった。図4には、飲水量、尿量、尿比重、インピーダンス法で測定した体水分量とその変動係数を条件ごとに示す。8名の平均飲水量は飲水制限条件で 122 ± 45 mL、通常条件で 462 ± 54 mL であり、飲水制限条件の飲水量が通常条件より有意に少なかった ($t(7)=7.97$, $p < .05$)。起床から測定時間までの尿量は、飲水制限条件で 326 ± 35 mL、通常条件で 356 ± 39 mL であり、条件間に有意な差は認められなかった ($t(7)=0.77$, $p = .47$)。尿比重は飲水制限条件 (1.018 ± 0.001) と通常条件 (1.014 ± 0.002) に有意な差はみられなかった ($t(7)=-2.07$, $p = .08$)。体水分量は飲水制限条件 (22.7 ± 0.7 kg) が通常条件 (23.2 ± 0.7 kg) より有意に少なかった ($t(7)=3.21$, $p < .05$)。また、体水分量の変動

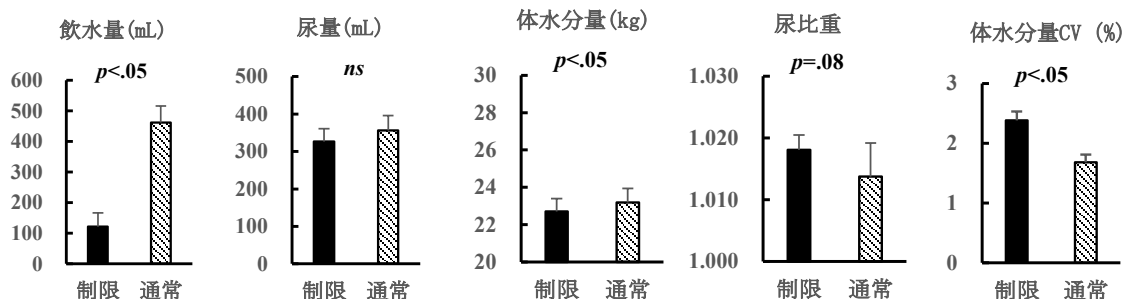


図4 日常生活下における飲水制限・通常条件の飲水量、尿量、尿比重、推定体水分量とその変動係数(CV)

係数 (CV) は、通常条件 (1.7 ± 0.3) に比べて飲水制限条件 (2.4 ± 0.4) において有意に大きかった ($t(7) = -2.44$, $p < .05$)。日常生活下における飲水制限実験においても脱水傾向を検出できたことから、多周波数インピーダンス法による体水分量は訪問介護・看護で実用的な脱水指標になると考えられる。しかし、日常生活下で測定された体水分量の被検者内変動係数は、脱水条件が通常条件より大きくなった。多周波数インピーダンス法は体内水分管理に臨床応用されるが(長尾ら 2019)、一方で運動や飲水の影響が報告されている (Deurenberg ら 1988)。訪問看護や介護における測定では、対象者の激しい運動はほとんどなく、測定前に一定時間の安静を保持することで運動の影響は避けることができるが、飲食や飲水による測定誤差には注意する必要があると考えられる。

(3) 測定した体水分率で区分した脱水群・対照群について表 1 に示す。脱水群は男女各 5 人、対照群は男性 16 名・女性 14 名から構成され、脱水群は 1 名の要介護 1、8 名の要介護 2、同居家族のいる 1 名の要介護 3 で、対照群は 7 名の要介護 1、22 名の要介護 2、同居家族のいる 1 名の要介護 3 でそれぞれ構成され、その構成比に有意な群差はみられなかった。

「耐暑性 (暑さに強いまたは弱い)」に関する質問に対して、両群の回答度数に有意な群差はみられなかった(表 2)。「日常生活下における水分補給」に関する質問に対して、水分補給を意識していないと回答した者は、脱水群で 1 名、対照群で 3 名と両群ともに少なかった(表 3)。なお、既往症などから水分制限を意識している対象者が脱水群に 1 名、対照群に 7 名存在したが、いずれも医療機関から厳格な制限を求められてはいなかった。

対象者の世帯状況は、独居世帯 58% (脱水群: 50%、対照群: 60%)、高齢夫婦世帯 25% (脱水群: 30%、対照群: 23%) であった。住居は戸建 25% (脱水群: 40%、対照群: 20%)、集合住宅 75% (脱水群: 60%、対照群: 80%) で、風通しの悪い住宅は観察されなかった。昼間を主に過ごす居間にエア・コンディショナーが設置されていない住宅が、脱水群で 20%、対照群で 13%、また、寝室に設置していない住宅が脱水群で 30%、対照群で 13% みられた。なお、世帯状況・住居様式・エア・コンディショナー設置状況には、脱水群と対照群に有意な差はみられなかった(表 3)。

エア・コンディショナーの使用状況において、脱水群 (10 名) では「在宅中は常時使用する」と回答した者はなく、「昼間は使用するが夜寝るときに消す」と回答した者が 2 名、「暑く感じた時だけに使用する」と回答した者が 3 名、「ほとんど使用しない」と回答した者が 1 名、「未回答」が 4 名であった。これに対して、対照群 (30 名) では「在宅中は常時使用する」と回答した者が 8 名、「昼間は使用するが夜寝るときに消す」と回答した者が 4 名、「食事中・風呂上がり・暑く感じた時に使用する」と回答した者が 9 名、「ほとんど使用しない」と回答した者が 4 名、「未回答」が 5 名であった(表 3)。また、「日常エア・コンディショナーを非常に頻繁もしく

表 1 脱水群・対照群の被験者の特性

	人数	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	推定体水分率 (%)	性別 (人)		要介護度 (人)		
							男性	女性	1	2	3
脱水群	10	79.3 [8.3]	156.7 [13.4]	60.5 [11.8] †	23.9 [2.7]	44.3 [3.8]	5	5	1	8	1
対照群	30	83.1 [9.5]	155.1 [9.4]	53.5 [9.7]	22.2 [3.7]	53.7 [7.4] *	16	14	7	22	1

† $p < .10$ * $p < .05$

表 2 各群の耐暑性・水分補給の必要性自覚および世帯状況と空調機器の設置と使用状況

人数	耐暑性		水分補給の必要性		世帯状況		空調機器設置		空調機器の使用状況					
	自覚ある	自覚ない	自覚ある	自覚ない	独居	高齢夫婦	居間	寝室	常時	昼間	暑く感じた時	使用せず	未回答	
脱水群	10	50%	30%	90%	10%	50%	30%	80%	70%	0%	20%	30%	10%	40%
対照群	30	33%	48%	92.5%	7.5%	60%	23%	87%	87%	27%	13%	30%	13%	17%

は頻繁に使用している」と回答した者が、脱水群で4名、対照群で15名みられた。なお、これらのエア・コンディショナーの使用状況については、両群間に有意な差は認められなかった。調査期間中の通常着衣状況において、上半身に2~5枚（女性は下着を含む）の重ね着をする者が脱水群で67%、対照群で63%、下半身に下着を除く2~4枚の重ね着をする者が脱水群で90%、対照群で77%、それぞれ存在した。夏季の高い室温にも関わらず、通常着衣状況において重ね着する要介護高齢者が両群ともに多くみられた。

調査実施日における平均気温、平均相対湿度は、2019年8月26日1~9月5日では26.8±1.5℃、77.9±6.7%、2020年6月19日1~9月3日では27.9±3.0℃、72.3±10.0%であった。調査実施日の平均気温、平均相対湿度は、脱水群で28.0±2.1℃、73.8±7.1%、対照群で27.0±1.7℃、74.4±7.5%であり、いずれも両群に有意な差は認められなかった。対象者が自宅で滞在した部屋における調査実施日の終日、昼間（8~20時）、夜間（20~翌8時）の平均気温・相対湿度を脱水群と対照群と比較したところ、脱水群の室内温度は対照群より終日と昼間で高い傾向にあり（ $p=.05$ 、 $p=.08$ ）、夜間では有意に高かった（ $p<.05$ ）。室内湿度には、終日・昼間・夜間ともに脱水群と対照群に有意な差はみられなかったが、いずれも70~75%と高湿度であった。

本調査より要介護高齢者において夏季日常生活下での水分補給の必要性が意識されていることがわかった。しかし、水分補給の高い意識づけにもかかわらず、対象者の中に体水分率の低い高齢者が存在した。本調査における要介護高齢者の滞在居室湿度は、健常高齢者を対象とした先行研究（上田ら 2017）より高湿であった。雨天で高湿な測定日が複数日、複数の対象者に含まれたことも影響したものと推察されるが、要介護高齢者が熱放散に不利な高湿環境下であってもエア・コンディショナー等を使用しなかった（またはできなかった）事実、要介護高齢者の脱水予防に向けての大きな課題になる。さらに、本調査対象者の多くが夏季の高温高湿下でも重ね着をしていた。夏季の日常生活において健常高齢者ではあるが若年成人より重ね着が顕著であり、それに伴い高い衣服内温度も観察され、また、夏季の室内滞在時においても若年成人より高い衣服内湿度を観察したことが報告されている（Uedaら 1996）。高温高湿の室内や衣服内環境は老化に伴う温度感受性の鈍化に起因しているものと推察され、この温熱環境が熱放散を抑制し、それが深部体温の上昇ひいては発汗量の増大を誘発し、脱水を進行させる可能性が考えられる。加えて、本調査では、温冷感の鈍化にも関わらず、暑さに強いと自覚している者が要介護高齢者に一定の割合で存在した。これらのことは、要介護高齢者が滞り場所の温熱環境が高温高湿であっても適切な行動性体温調節をとれない、またはとらないで生活する可能性を示唆し、この問題の解決には同居家族や医療・介護従事者の気づきや介助が重要であると考えられる。脱水群で観察された高い温度環境はエア・コンディショナーの使用時間が短く、使用した際でも設定温度が高い可能性が考えられる。今後脱水群で観察された高い室温の理由を詳細に検討する必要があるものの、本結果は脱水ひいては熱中症予防に向けて、要介護高齢者の住居には温熱環境制御が容易にできる設備を整備し、適切な温度制御・着衣調節を促すように支援とする必要性があることを示唆している。

これらの成果を参考にして、要介護在宅高齢者を訪問サポートする介護員に「加齢に伴う体温調節能低下と熱中症発生の機序」を解説する資料を作成・配布した。これに対するフィードバックを得て、訪問介護員が被介護高齢者やその家族に対して「加齢に伴う体温調節能低下と熱中症防止策」について解説する動画を作成して、熱中症防止の関心や意識向上に向けた活動を試みた。対象高齢者が滞りする居室の温湿度測定や体重計などに付帯する簡易な測定器を用いた体水分率測定を習慣的に行うこと、被介護者の飲水行動や着衣行動を把握することなど確認事項を設定することは、介護員だけでなく被介護高齢者とその家族の熱中症予防への関心や意識を向上させる一助となると考えている。

引用文献

- ・長尾尋智, 神崎将克, 武安美希子. 透析医工学の最前線 透析関連技術の進歩 (6) 体内水分組成モニタを利用した水分管理. 臨床透析 35 (5):2-6, 2019.
- ・Deurenberg P, Weststrate JA, Paymans I, et al. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. Eur J Clin Nutr 42:1017-1022, 1988.
- ・Ueda H, Inoue Y, Araki T, et al. Clothing microclimate temperatures during thermal comfort in boys, young and older men. International Journal of Biometeorology 39(3):127-132, 1996.
- ・上田博之, 山崎彩佳, 坂東沙耶, 他. 高齢者の熱中症予防に向けた夏季日常生活下における温熱環境の月別調査. 日本生気象学会誌 54(4):135-145, 2017.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 上田博之、豊島めぐみ	4. 巻 57
2. 論文標題 簡易な脱水指標の探索：尿比重とインピーダンスによる推定体水分量	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大阪信愛学院短期大学紀要	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 上田博之、豊島めぐみ	4. 巻 1
2. 論文標題 要介護高齢者の脱水指標に影響する夏季温熱的生活要因の探索	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大阪信愛学院大学紀要	6. 最初と最後の頁 11-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	井上 芳光 (Inoue Yoshimitsu) (70144566)	大阪国際大学・その他部局等・名誉教授 (34429)	
研究分担者	豊島 めぐみ (Toyoshima megumi) (70773274)	梅花女子大学・看護保健学部・講師 (34424)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------