

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 4 日現在

機関番号：34305

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500667

研究課題名（和文） 年齢階級を考慮した水分摂取基準算定に関する調査的研究

研究課題名（英文） A Study on the Calculation of the Recommended Daily Water Intake for Each Age Class

研究代表者

新矢 博美（SHINYA HIROMI）

京都女子大学・発達教育学部・教授

研究者番号：70201564

研究成果の概要（和文）：年齢階級を考慮した1日の水分摂取基準を算定することを目的として、乳児・幼児や児童および高齢者を対象に体重計測により1日の水分摂取量や発汗と不感蒸泄による水分損失量（ ΣS ）を夏季および冬季に測定して、若年成人の値と比較した。1日の ΣS は環境温度や活動量の上昇に伴い増加したが、高齢者は成人と同様で、児童、乳児、幼児は若年成人に比べて、それぞれ1.1倍、1.9倍、2.0倍であった。これらの倍率を用いることにより、年齢階級を考慮した水分摂取基準を算定することが可能と考えられた。

研究成果の概要（英文）：In order to calculate the recommended daily water intake for each age class, in this study, amounts of daily water intake and loss (ΣS) through perspiration and insensible evaporative loss were calculated by measuring the body weight in summer and winter, involving babies, infants, school-age children, and the elderly, to compare with values of young adults. As a result, daily ΣS values increased with an elevation in environmental temperatures and activities. While the elderly exhibited values similar to those of adults, school-age children, babies, and infants showed 1.1, 1.9, and 2.0 times higher values, respectively, than those of young adults. Based on these magnifications, it may be possible to calculate the recommended daily water intake for each age class.

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：熱中症、環境温度、脱水、乳幼児、高齢者、身体活動量

1. 研究開始当初の背景

近年、都市部のヒートアイランド化や地

球温暖化等に伴い、熱射病や日射病などの熱中症が多発している。特にわが国の熱中

症は、生理的機能が老化した高齢者や体温調節機能が未発達な子どもにおいて増加傾向にあり、その対策が急務である。

日常生活時に発生する熱中症を激減させるためには、その発生要因すなわち脱水を回避することが肝要であり、現代日本人における人的・生活・環境条件別の適切な1日の水分摂取基準を確立することが必要である。

2. 研究の目的

本研究では、基礎的資料の極めて少ない子どもと高齢者における1日の水分出納に関する調査を実施して、これまで筆者らが調査してきた成人男女の測定データと統合し、年齢階級を考慮した熱中症予防のための1日の水分摂取基準について、環境温度条件および身体活動レベル別に区分して確立することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 対象および期間

2009年～2011年に、0～1歳の乳児のべ16名について夏季および冬季に各1回、幼児（4.8±0.7歳）のべ24名について夏季に2回、児童（10.0±0.6歳）のべ22名について夏季および冬季に各1回、高齢者（65.9±3.5歳）のべ38名について、夏季および冬季に各1回、1日の水分出納、環境温度および活動量をそれぞれ測定した。また、比較対象とする成人男女（以下、成人）の値については、筆者らがこれまで測定してきた運動習慣を有しない男女大学生の値（日本生気象学会雑誌2001～2007）を用いた。

(2) 水分出納の測定

持ち運びに便利な最小表示50gの体重計（A&D, UC31）を用いて体重計測による1日の水分出納を以下①～⑤の手順で測定した。

- ① まず基本となる裸体体重（BW1）を調査開始時に測定した。
- ② 1日の生活中に生じた全ての飲食前後、排便・排尿前後に着衣のまま体重を測定した。計測値は全て所定の記録用紙に自己記入させた。ただし、乳・幼児の場合は保護者に記入させた。
- ③ 体重計測による増減量を合計して1日の総摂取重量（ ΣIN ）と排便・排尿による総損失量（ ΣU ）を算出した。また入浴前後、および就寝前と起床時に裸体体重を測定し、入浴時（Bath）と睡眠時（Sleep）の水分損失量を算出した。
- ④ 測定開始後24時間目に裸体体重（BW2）を再び測定した。
- ⑤ 発汗と不感蒸泄による1日の水分損失量（ ΣS [$BW1 \pm (\Sigma IN - \Sigma U) - BW2$]）、総水分損失量（ ΣOUT [$\Sigma S + \Sigma U$]）、および

ΣS からBathとSleepを除いたその他活動時の水分損失量（Others）を算出した。

(3) 環境温度および活動量の測定

環境温度は、測定日に携帯用温度計（ESPEC）を被験者に所持させ、被験者が曝露された1日の環境温度を測定した。活動量は、測定日に歩数計（ライフコーダ）を被験者に携帯させて歩数を測定し、1日の活動量とした。

4. 研究成果

(1) 年齢階級別水分出納

表1に、夏季（環境温度28.3℃～29.4℃）の乳児、幼児、児童、高齢者およびこれまで調査した成人（21.3±0.5歳）の1日の水分出納値（体重あたり）を示した。乳児、幼児、児童の値は成人や高齢者に比べて高値を示した。一方、高齢者の ΣIN 、 ΣOUT 、 ΣU は成人よりも5g程度高かったが、 ΣS は同様であった。活動量（歩数）は、乳児が3,990±2,505歩、幼児が11,218±3889歩、児童が4,775±3,096歩、高齢者が10,553±7,361歩であった。今回対象とした高齢者は1日に1万歩を超えるウォーキング愛好者であったので、水分摂取量が増加したために ΣIN や ΣU が運動習慣を有しない成人より高値を示したと思われる。

表1 夏季の年齢階級別体重当りの水分出納

	乳児 n=9	幼児 n=24	児童 n=11	高齢者 n=19	成人 n=20
ΣIN	132.0 ± 21.5	88.7 ± 26.0	71.9 ± 38.4	49.8 ± 13.3	44.1 ± 13.2
ΣOUT	125.9 ± 14.0	92.3 ± 26.0	60.2 ± 23.3	49.1 ± 14.8	43.6 ± 9.3
ΣU	73.9 ± 24.4	34.9 ± 18.2	23.6 ± 15.8	20.5 ± 6.9	15.5 ± 1.2
ΣS	52.0 ± 16.9	57.4 ± 20.3	32.2 ± 8.4	28.7 ± 12.2	28.1 ± 8.1
Bath	2.0 ± 2.4	3.6 ± 4.0	4.8 ± 7.5	0.4 ± 0.4	2.7 ± 3.2
Sleep	38.7 ± 18.3	17.5 ± 7.0	10.3 ± 7.3	5.2 ± 4.7	5.2 ± 2.1
Others	11.3 ± 26.9	36.3 ± 17.6	17.0 ± 9.0	23.2 ± 12.7	20.2 ± 7.1

mean±SD (g/BW/day)

表2には、冬季(環境温度 15.5°C~21.2°C)の乳児、児童および高齢者に、これまで調査した成人(21.5±0.5歳)の1日の水分出納値を加えて示した(幼児は未測定)。ΣIN、ΣOUT、ΣU、ΣSはいずれも乳児や児童が成人に比べて高値であったが、高齢者は成人に比べてΣUは高く、ΣSは低かった。活動量は、乳児が10,805±7,518歩、児童が3,493±2,702歩、高齢者が10,768±7,110歩であった。高齢者は夏季と同様に活動量が多かったため、成人に比べてΣINやΣUが高かったと思われる。

表2 冬季の年齢階級別体重当りの水分出納

	乳児 n=7	幼児 -	児童 n=11	高齢者 n=19	成人 n=22
ΣIN	143.8 ± 29.1	-	52.0 ± 17.0	48.4 ± 16.9	37.4 ± 6.0
ΣOUT	138.4 ± 34.3	-	48.3 ± 9.8	50.0 ± 16.4	39.3 ± 8.6
ΣU	73.9 ± 24.4	-	23.5 ± 7.1	32.4 ± 11.8	19.5 ± 7.5
ΣS	45.3 ± 18.8	-	24.8 ± 9.7	17.6 ± 10.1	19.8 ± 5.9
Bath	3.4 ± 4.7	-	5.8 ± 6.8	0.4 ± 0.4	2.4 ± 4.0
Sleep	39.2 ± 24.4	-	8.9 ± 5.9	3.3 ± 4.3	5.3 ± 2.8
Others	3.2 ± 23.5	-	10.3 ± 10.1	13.9 ± 10.5	12.0 ± 5.7

mean±SD (g/BW/day)

表3には夏季(上段)と冬季(下段)について、成人を1とした場合のΣIN、ΣOUT、ΣUおよびΣSの比率を年齢階級別に示した。

表3 成人を基準とした水分出納値の比率

夏季	乳児	幼児	児童	高齢者
ΣIN	3.0	2.0	1.6	1.1
ΣOUT	2.9	2.1	1.4	1.1
ΣU	4.8	2.3	1.5	1.4
ΣS	1.9	2.0	1.1	1.0

冬季	乳児	幼児	児童	高齢者
ΣIN	3.8	-	1.4	1.3
ΣOUT	3.5	-	1.2	1.3
ΣU	3.8	-	1.2	1.7
ΣS	2.2	-	1.3	0.9

注：冬季の幼児は未測定

乳児は1.9~4.8倍、幼児は2.0~2.3倍、児童は1.1~1.6倍、高齢者は1.0~1.4倍となった。環境温度や活動量の変化に影響すると考えられる夏季のΣSについては、成人に比較して乳児や幼児が1.9~2.0倍、児童が1.1倍であったが、高齢者は夏季および冬季ともに成人と同様であった。

(2) 環境温度や歩数とΣSの関係

高齢者における環境温度とΣSや、乳・幼児および児童における歩数(活動量)とΣSの間にはいずれも有意な相関関係が認められた(それぞれ $r=0.444$, $p<0.001$, $n=37$, $y=0.7564x+6.2723$; $r=0.462$, $n=29$, $p<0.05$, $y=0.00015x+34.859$)。

(3) 年齢階級を考慮した水分摂取基準の算定

これまでに筆者らが実施した成人を対象とした調査結果(芳田他:2007年度科学研究費補助金成果報告書)から、標準体重(男64.7kg;女51.2kg)を有する普通の身体活動レベル(PAL-II)である成人では、夏季の1日(平均気温が28°C)の水分摂取基準(食事を含む)は男3.2kg;女2.8kg(体重当りでは49~54g/day)、低い身体活動レベル(PAL-I)では男2.9kg;女2.6kg(体重当りでは44~50g/day)と算出した。本研究における成人の夏季水分出納(ΣIN、ΣOUT)は、上記の低い身体活動レベルと同等で、高齢者については普通の身体活動レベルに類似した。

環境温度や活動量に最も影響を受けるのは発汗や不感蒸泄を含む水分損失量(ΣS)であるので、ΣSを基準に夏季の水分摂取基準を算出する必要があると考える。本研究におけるΣSは、運動習慣を有しない成人に比べて児童では1.1~1.3倍、高齢者では0.9~1.1倍であったため、これまでに報告した成人を対象とする水分摂取基準を児童および高齢者に応用することは十分可能と考えられる。しかし、乳児や幼児のΣSは成人の2倍近い値であったため、成人を対象とする水分摂取基準を乳・幼児に応用することは困難である。したがって、今後調査を追加して乳・幼児に適した水分摂取基準を新たに算定する必要性が示唆された。

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24件)

- ① Relationship between mean body temperature calculated by two- or three-compartment models and active cutaneous vasodilation in humans: a comparison between cool and warm

- environments during leg exercise、International Journal of Biometeorology、出町耕一、芳田哲也、常岡秀行、56、277-285、2012、査読有。
- ② 熱中症とは、中井誠一、Aging&Health、57 巻、8-9、2011、査読無。
 - ③ 熱中症の定義と発生の実態、中井誠一、ウォーキング研究、15 巻、13-17、2011、査読無。
 - ④ ウォーキングと熱中症、寄本明、ウォーキング研究、15 巻、7-11、2011、査読無。
 - ⑤ 中高齢者における夏季暑熱環境下農作業時の体温調節反応、鈴木英悟、櫻村修生、寄本明、中井誠一、日生気誌、48 (8)、69-77、2011、査読有。
 - ⑥ ストックウォーキングが高齢者の生理的機能に及ぼす影響、寄本明、滋賀県立大学国際教育センター紀要、16 巻、135-141、2011、査読無。
 - ⑦ 急増する熱中症、中井誠一、子どものからだと心白書 2011、2011 年度版、8-10、2011、査読無。
 - ⑧ 新しい熱中症予防指針作成の提案、中井誠一、臨床スポーツ医学、28 (7)、705-708、2011、査読無。
 - ⑨ 中高年のウォーキング時における熱中症予防のための水分摂取基準、寄本明、南和広、新矢博美、中井誠一、芳田哲也、ウォーキング研究、13、167-171、2009、査読有。
 - ⑩ 水泳練習時の発汗量、飲水量、脱水量と環境温度との関係、佐竹敏之、芳田哲也、新矢博美、中井誠一、京都体育学研究、25、11-17、査読有。

[学会発表] (計 43 件)

- ① 体重計測より求めた水分損失量の測定精度に関する研究、新矢博美、廣田広恵、寄本明、中井誠一、芳田哲也、第 50 回日本生気象学会、2011、11/5、京都女子大学 (京都市)。
- ② 体重計測より求めた水分損失量に与える運動習慣と環境温度の影響、第 50 回日本生気象学会、廣田広恵、新矢博美、寄本明、中井誠一、芳田哲也、2011、11/5、京都女子大学 (京都市)。
- ③ 温熱負荷による体温調節反応の季節差に与える生活習慣の影響、良川諒介、芳田哲也、久米雅、寄本明、新矢博美、中井誠一、第 50 回日本生気象学会大会、2011、11/4、京都女子大学 (京都市)。
- ④ 水中運動実施者の水分摂取と脱水状況および体温変化、坂手誠治、寄本明、星秋夫、2011、9/18、海峡メッセ下関 (山口県)。
- ⑤ 熱中症発生の実態と予防対策 (ワークシヨップ)、中井誠一、2011、9/17、海峡メ

- ッセ下関 (山口県)。
- ⑥ ウォーキング時の心拍数、酸素摂取量および酸素脈に与える環境温度の影響、藤松典子、寄本明、中井誠一、第 66 回日本体力医学会、2011、9/17、海峡メッセ下関 (山口県)。
 - ⑦ 温熱負荷テスト時の体温調節反応に与える運動習慣の影響、芳田哲也、廣田広恵、新矢博美、寄本明、中井誠一、第 66 回日本体力医学会、2011、9/16、海峡メッセ下関 (山口県)。
 - ⑧ ウォーキングと熱中症、寄本明、第 15 回日本ウォーキング学会大会、2011、6/4、国立オリンピック記念青少年総合センター (東京都)。
 - ⑨ 乳幼児における熱中症死亡事故の発生実態、新矢博美、野々村真美、中井誠一、芳田哲也、寄本明、第 49 回日本生気象学会、2010、11/5、文化女子大学 (東京都)。
 - ⑩ 乳児における 1 日の水分出納、廣田広恵、芳田哲也、寄本明、中井誠一、新矢博美、第 49 回日本生気象学会、2010、11/5、文化女子大学 (東京都)。
 - ⑪ 夏季における幼児の 1 日の水分出納、中山美里、新矢博美、中井誠一、芳田哲也、廣田広恵、寄本明、第 49 回日本生気象学会、2010、11/5、文化女子大学 (東京都)。
 - ⑫ 児童の 1 日の水分損失量に与える活動量の影響、中山美里、新矢博美、芳田哲也、寄本明、中井誠一、第 65 回日本体力医学会、2010、9/17、千葉商科大学 (千葉市)。
 - ⑬ 日常生活における発汗量および不感蒸泄の季節変動、野々村真美、新矢博美、芳田哲也、寄本明、中井誠一、第 65 回日本体力医学会、2010、9/17、千葉商科大学 (千葉市)。
 - ⑭ 年齢階級別にみたウォーキング時における熱中症予防のための水分摂取基準、寄本明、南和広、新矢博美、中井誠一、芳田哲也、第 48 回日本生気象学会、2009、10/31、産業技術総合研究所 (つくば市)。
 - ⑮ 体重計測から求めた児童の水分出納、中山美里、廣田広恵、新矢博美、芳田哲也、寄本明、中井誠一、第 64 回日本体力医学会、2009、9/19、朱鷺メッセ (新潟県)。

[図書] (計 2 件)

- ① 健康生活のための運動・スポーツ、東山書房、新矢博美他 5 名、2011、76-79・83-89・109-115。
- ② からだと温度の辞典、中井誠一他 72 名、2010、509-511。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新矢 博美 (SHINYA HIROMI)
京都女子大学・発達教育学部・教授

研究者番号：70201564

(2) 研究分担者

芳田 哲也 (YOSHIDA TETSUYA)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・
准教授
研究者番号：00191601

寄本 明 (YORIMOTO AKIRA)
滋賀県立大学・国際教育センター・教授
研究者番号：30132278

中井 誠一 (NAKAI SEIICHI)
京都女子大学・家政学部・教授
研究者番号：90090092

(3) 連携研究者

なし