

熱中症対策としての塩分補給と高血圧症対策としての塩分制限を フィットネス現場で熟考する

田中喜代次¹⁾, 窪田辰政²⁾, 尾野美由紀³⁾, 武田圭子³⁾,
井上まや⁴⁾, 大山卞圭悟¹⁾, 山田 浩³⁾

In Reconsideration of Salt Intake Restriction against Hypertension and Salt Intake Recommendation against Heat Stroke

Kiyoji TANAKA¹⁾, Tatsumasa KUBOTA²⁾, Miyuki ONO³⁾, Keiko TAKEDA³⁾,
Maya INOUE⁴⁾, Keigo OHYAMA-BYUN¹⁾, Hiroshi YAMADA³⁾

Abstract

Excessive dietary sodium chloride (salt) intake is generally thought to be tightly associated with increased hypertension risk that, in turn, is a major risk factor for cardiovascular and cerebrovascular diseases. However, absolute proof of a cause-and-effect association between increased sodium intake and elevated blood pressure is still lacking. Excessive sweat loss during strenuous exercise and heavy labor, mainly in the heat, can cause dehydration, alter the fluid-electrolyte balance, and disturb thermoregulation, presenting a severe health risk and/or impairing athletic performance. Heat stroke is one such life-threatening event requiring treatment for neurological (SNC) and cardiovascular dysfunction. Previous ACSM and NATA reports have detailed fluid temperature and palatability, beverage carbohydrate/electrolyte ratios (according to exercise duration and intensity), and recommended schedules to

-
- 1) 筑波大学体育系 〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, 305-8574, Japan
 - 2) 静岡県立大学大学薬学部
School of Pharmaceutical Sciences, University of Shizuoka
 - 3) 静岡県立大学健康支援センター
Medical Support Center, University of Shizuoka
 - 4) セセラギ在宅クリニック
Seseragi Home Clinic

provide easier access to hydration. We believe that, in a wide range of people, decreasing sodium intake has a blood pressure-lowering effect which synergistically becomes very hazardous when coupled with increased water intake during strenuous exercise and heavy labor, especially in a hot environment. Thus, recommendations to lower salt intake during physical exertion seem to resemble the overly simplistic food intake arguments against metabolic syndrome (eat less and reduce body weight) and physical frailty (eat more and do not reduce body weight).

Key word: sodium intake, heat stroke, hyponatremia

I. 緒言

最近になって特にフレイル (frailty) 対策¹⁷⁾の重要性が唱えられるようになり、“たんぱく質やビタミンDの摂取を中心に食事をしっかり摂り、高齢期には体重を減らさないように”との健康支援が展開されている。他方で、中高齢者に向けて“食べる量を減らして痩せよ”というメタボリックシンドローム対策¹⁸⁾が叫ばれて久しいが、その啓発があまりにも強烈であったことから、当時の中年者が高齢者になった現在も、そのメタボ対策を継続的に実践している例も少なくない。このように、地域住民 (一般国民) とともに一部の有識者や行政の専門職の中でも、国や学会が発する健康情報に振り回されている感がある。縦割り行政が今もお施行されている現在、〇〇課はメタボ対策を、△△課はフレイル対策に向けた事業を担当しており、両対策の狭間にいる60歳台や70歳台の地域住民へ向けたメリハリのついた (充実した) 健康支援が展開されているとはいいたい。マニュアル式 (旧式) の自動車運転に例えれば、メタボ対策からフレイル対策へのギアチェンジの時期 (早くて50歳、遅くて80歳ごろ) を道路の混雑状況に応じて個人が迂回路を上手く見つけるよう支援すべきであるが、そのような対応は十分に遂行されていない。

メタボ対策・フレイル対策と類似したもう一つの課題に塩分摂取や水分補給、糖分摂取が挙

げられるのではないか。保健指導現場や健康教育現場において相反する啓発 (指導) が画一的に流布される実情に対し、困惑している国民は少なくない (保健指導や健康教育に携わる専門家の一部を含む)。国民 (主に学生、コメディカル) の中には、そういった半ば相反するメッセージ (例①: 痩せなさい vs 痩せてはいけません, 例②: 塩分はできるだけ控えなさい vs 塩分も水分と一緒に適量を摂取しなさい, 例③: 多くの野菜と脂身を削ぎ落した肉を食べなさい vs たんぱく質 (脂身の部分も含めて肉類や魚類) をしっかり摂りなさい等) に戸惑うことなく、情報を適切に解釈して自身の生活行動に生かす人たちばかりではない。塩分制限については、①通常の食事で塩分を十分に摂取しているため、夏場に少々汗をかいたからと言って塩分を余分に補給する必要はないという見解とともに、②熱中症対策には水分だけでなく塩分を補給すべきとの相反的な2つのメッセージが出ている。

そこで、本稿では、体育系や医療系の大学教育において、また実際のフィットネス・スポーツ活動現場や健康支援現場において、水分摂取や塩分摂取が推奨される熱中症対策^{1, 2, 3, 10, 13-15)}と循環器系疾患のリスク軽減のために塩分制限が推奨される減塩対策 (高血圧対策)¹⁶⁾の両輪を円滑に機動できることを企図して、省庁や学会や有識者から発せられている科学的知見に依拠しながら、以下に論理的な考察を展開する。

新型コロナウイルス感染症による死亡者数が近い将来0になることは十分期待できるが、今後も熱中症による死亡数を0に阻止することはほぼ不可能と考えられ、熱中症対策の重要性は明白である。

II. 塩分摂取の功罪

日本高血圧学会¹⁶⁾やWHO¹⁹⁾は塩分の過剰摂取の健康へのリスクを挙げており、行政による保健指導や健康づくり事業においては塩分の摂取量を抑えるメッセージが継続的に送られている。高血圧症の治療中における塩分摂取量は6g未満/日(日本高血圧学会・高血圧治療ガイドライン2019)、高血圧症の重症化予防の目標も6g未満/日(日本人の食事摂取基準2020)、生活習慣病予防のための塩分摂取量の目標値は男性7.5g未満/日・女性6.5g/日(日本人の食事摂取基準2020)と示されている。また、Intersalt Cooperative Research Group(1988)のデータ⁸⁾に基づいた計算から、佐々木敏(東京大学)は、35歳の時点で、1日あたりの塩分摂取量を14gから7gへ減らすと、加齢に伴う血圧上昇が抑制され、30年後の65歳の時点では、血圧は13歳分も低くなると報じている。しかしながら、ここで留意すべき点は、上記の塩分量は、「習慣的な摂取量」を示しているのであって、激しい運動時、高温時のような特殊な環境は考慮されていない点である。通常と大きく違う環境においては、適切な塩分摂取量が示されるべきところを、混同して、何が何でも減塩という風潮が、専門職や行政による保健指導で見られるのはいかがなものであろうか。

通常の快適な環境下かつ体調に異変がない場合には、体内のナトリウム(塩分)濃度は、腎臓の正常な機能によって一定に保たれており、軽微な減食、労働や運動が低ナトリウム血症(塩分欠乏)を引き起こすことはないと考えられる。しかし、暑熱環境下における多量の発汗を伴う労働や運動、激しいスポーツ活動、下痢の繰り返し(多量の水分喪失)などが起きると、体内の塩分が急激に失われることとな

る^{1,2,4,5,10,12)}。Katchら⁹⁾は、脱水と電解質濃度(ナトリウムなど)の不均衡によって熱痙攣が生じるため、電解質が再補充されるべきと説いている。日本高血圧学会¹⁶⁾は低血圧や起立性低血圧で立ちくらみなどがある場合、一部の病態では食塩摂取は多めのほうがよいこともあり、特に夏に大量に汗をかいた場合には、食塩摂取の必要なケースがあるとの指針を追記している。これらの点については、「水分摂取の功罪」や「低ナトリウム血症」の項で詳細に考察する。

【コラム1】 体内の塩分(ナトリウム)が欠乏すると、様々な症状が現れる。食塩の約40%がナトリウム量に相当する。
$$\text{ナトリウム (mg)} \times 2.54 \div 1000 = \text{食塩相当量 (g)}。$$

【コラム2】 電解質(イオン)とは、水に溶けると電気を通す物質のことで、血液や体液に含まれるナトリウム、クロール(塩素)、カリウム、カルシウム、マグネシウムなど(5大栄養素のミネラル)に属する。電解質は水中では電気を帯びたイオンになり、電気を通すもので、細胞の浸透圧の調節や筋肉細胞や神経細胞の働きに関わる重要な役割を果たしている。

III. 電解質(ナトリウム、ミネラルなど)摂取の重要性

米国スポーツ医学会^{1,2)}は、1時間以上にわたって行なう運動中には1ℓあたり0.5~0.7gのナトリウム(食塩1.27~1.78g)を含むスポーツ飲料の摂取を推奨している。暑熱環境下での激しい運動の場合、発汗に伴い通常時よりも8gほど多い13~17gの塩分(汗1ℓあたり2.3~3.4g)が喪失される。表1に示すように、90分の運動中に1.7ℓもの汗を喪失することは珍しくない。1時間に1ℓ以上の水分とともに、0.5~0.7gのナトリウムを喪失することになるが、水か茶だけを飲んでいると水中毒(低ナトリウム血症)に陥り、身体の諸機能にさまざまな危

表1 運動中の汗の総質量と発汗率

A	運動前の体重	61.7 kg
B	運動後の体重	60.3 kg
C	運動前後の差 (A - B)	1400 g
D	飲水量	420 ml
E	排泄尿量	90 ml
F	汗の喪失量 (A + D - B - E)	1730 ml
G	運動時間	90分
H	発汗率 (F ÷ G)	19.2 ml/分 (1152 ml/時)

険状態が生まれる（詳細は後述する）。ちなみに、表1のF（汗の喪失量）から塩分喪失量を求めると、計算上4～6g程度となる。

発汗による水分喪失量は、熱エネルギー600 kcalあたり1ℓ程度となる¹²⁾。42.195 kmのマラソンを市民ランナーが完走すれば、タイムが3時間でも5時間でも2400 kcalの熱エネルギーが生まれ、単純に計算すると4ℓもの発汗量となる。実際には体重は1～3 kgしか減らないが、途中で水分を補給しているからである。体重が60 kgから58.2 kgへ減ったとしよう。減量分の1.8 kgは体重の3%に相当し、血漿量の減少から低ナトリウム血症を引き起こしうる2～3%に達する。

一流のマラソンランナーにいたっては、総発汗量は平均5.3 ℓ（体重の6～8%）にも及ぶと報告されている。対策として、Katchら⁹⁾やMcArdleら¹²⁾は、①塩分などミネラルを含む水分（市販のスポーツドリンクなど）をしっかり摂取すること、②暑熱ストレスを受ける数日前から日常の塩分摂取量を増やすこと、を挙げている。日本高血圧学会などは、運動時、重い労作時、前日の下痢など体調異変時のナトリウム喪失量を過小に見積もっているのかもしれない。

IV. 水分摂取の功罪

標準的な成人男性（170 cm, 70 kg）の場合、1日の水分摂取は食事から約1.0 ℓ、飲み物から約1.2 ℓ、そして体内でつくられる量が約0.3 ℓ、合計2.5 ℓ程度になると仮定しよう。この場合、水分排泄量は尿・便として約1.3 ℓ、呼

吸や汗として約1.2 ℓ、合計2.5 ℓ程度であり、通常の生活では水分の摂取量と排泄量が概ね一致する⁹⁾。体重を制御するエネルギー出納バランスと同様、体内の水分分布を正常に保つべく、摂取量と排泄量の均衡が図られている。

体内の水分量は、年齢によって違いがあるものの、概ね50%（高齢者）～70%（乳幼児）にもなり、細胞外液と細胞内液に分けられる。細胞外液は、血漿（血球や血小板など細胞成分を除いた液体）と間質液（組織液・細胞間液）を合わせたものである。また、骨格筋量の約80%（28 kg × 0.8 = 22.4 ℓ）、脂肪組織量の約50%（16 kg × 0.5 = 8.0 ℓ）が水分で占められていることから、体内の水分量は痩せれば減り、太れば増えることとなる^{9,10)}。

水分が過度に増えた状態（水中毒）については後述する。

【コラム3】 細胞外液は0.9%の食塩水に近い組成と言われている。大量の発汗によって体内のナトリウム（塩分）も大きく減少するが、無塩の水だけを補給していると、低ナトリウム血症（水中毒）を引き起こす。

心不全や人工透析の患者は、主治医から必ず水分摂取を控えるように指示されるが、その理由は血漿量が増えることで血圧が上昇しやすく、心臓血管系や腎臓系に負担が増すからである。他方、最近では心不全や透析を受けている患者に対しても運動の有益性が唱えられ、院内でのメディカルフィットネスが展開されているこ

とを鑑みると、環境変化や個人に応じて水分補給や塩分補給のあり方が熟考されるべきかと思われる。

V. 熱中症対策

環境省による「熱中症：環境保健マニュアル 2009 および 2018」¹⁰⁾によると、“汗をたくさんかいたら塩分の補給も忘れずに!!”とのメッセージが目につく。めまい、たちくらみ、こむらえりなどを自覚する重症度Ⅰ度の熱中症や、強い頭痛や吐き気、倦怠感を覚える重症度Ⅱ度の熱中症の場合、水分と塩分（電解質）の補給が推奨されている^{1, 2, 9, 10, 12, 14)}。また、熱中症はその重症度にかかわらず、精神の不安定、眠気（あくび）、無力感などを覚える例もある。従来から、熱中症の多くは高温環境下での労働やスポーツ活動時に発生していたが、近年の地球温暖化に伴うヒートアイランド現象および超高齢化社会の進展による影響として、日常のさまざまな局面で熱中症が発生して救急搬送される件数、救急搬送されても命を落とす件数が増加している^{6, 10, 11)}。体温調節機能が老化によって低下している高齢者、そして体温調節機能の発達が十分でない小児・乳幼児は熱中症にかかりやすいが、体温調節機能が十分に発達している成人であっても、暑熱環境下でのスポーツ活動時に塩分を含まない飲料から水分を摂取した場合には、熱中症のリスクが一段と高まることに留意しなければならない。なお、熱中症による死亡数は1994年以降増加しており、2010年には1745件にも上ったと報告されている。また、熱中症が原因と考えられる救急搬送の数は、暑い夏となった2010年と2013年には5万6千人を超えている。

熱中症の対策の一つとして、脱水症の防止とともに、低ナトリウム血症の防止が従来から叫ばれている。他方では、塩分摂取や糖分摂取を控えるように指導を受けていて、水か麦茶、緑茶ばかりを飲んでいる一般の高齢者では、まったく運動をしていなくても、温度や湿度の調整

を怠ることにより自宅内で熱中症にかかって死亡する事例が多い。暑熱環境下のスポーツ活動中では、若者が熱中症で救急搬送され、死亡する事例が毎年発生しており、学校関係では訴訟問題に発展しているケースもある。適切な熱中症対策とは、特にスポーツ現場や重労働現場では、水分、塩分、糖分などの補給のあり方についてもリテラシー向上の啓発や指導が展開されるべきと考える。

1. 暑熱環境下での運動実践の功罪

フィットネスや運動・スポーツの習慣化による功罪の功の部分として、暑熱環境下での体温調節機能が高まることが挙げられる。その結果、蒸し暑くても運動や労働を難なく遂行する力が養成されうる。熱い真夏は空調の行き届いた室内で過ごす人が多い中、屋内外で活発にフィットネスや運動・スポーツを実践することで、筋力、持久力、柔軟性、巧緻性、俊敏性などの体力要素も維持・強化されうる。また、規律の遵守、社交性、メンタルタフネス等の向上が期待できる。しかしながら、暑熱環境下でのスポーツに慣れてきたはずの一流マラソンランナーであっても、東京オリンピック2020（札幌で2021年に開催）に出場した106人中30人が途中棄権していることは見逃せない。

激しい運動時には、安静時に比べて左心室から全身に拍出される循環血液量が肺で3～5倍、筋肉や皮下組織では5～20倍にも増加しうる。胃腸、肝臓、腎臓へ配分される血液量は安静時と同等か、むしろ減少することが多く、脳への血液供給量は同等か微増となる。運動時には骨格筋組織の血液需要が大幅に増加するので、多くの臓器が安静時よりも少ない血液供給に耐え凌ぎながら、骨格筋を手助けしていると解釈できる。心臓や肺は運動への適応力を高めて、一般的に高い心肺機能を保持するようになるが、一部の人では不整脈や心肥大などのデメリットが顕在化する。

このような身体各部への過酷なストレスが数

(熱放散の遅延)、深部体温が高まりやすい。加えて、喉の渇きを感じる感覚が鈍り、水分補給が遅れることで、熱中症にかかる確率が一段と高まると考えられる。体組成の視点から捉えると、高齢者では骨格筋量などの減少に伴い体内水分量が減少しているため、脱水に陥りやすく、脱水から回復しにくくなっていると考えられる。メタボ対策では体重の減少が最優先事項となるが、高齢者のフレイル対策や熱中症対策においては体重の減少(⇒骨格筋量や体水分量の減少)が重大なリスク要因となりうることに留意しなければならない^{4,5,7,9,10,12)}。

3. 熱中症を疑う場合の対応

体調不良を訴えている場合、熱中症の可能性が高いと診るのが一般的で、呼びかけに対する応答や意識が明瞭であっても、頭痛や吐き気、こむら返りなどの脱水症状が出ていれば熱中症を疑う。そのような場合、胃の表面で熱を奪う冷たい飲料(冷水)の摂取が必要で、発汗量が大量となった場合には、塩分(1ℓの水に1～2g程度の食塩:0.1～0.2%の食塩水)を補うことが推奨されている。実際現場では食塩と水分を予め具備して適切な食塩水をつくるのが面倒であれば、市販のスポーツドリンクや経口補水液を持ち込んでおくのが便利である。

呼びかけに対する応答が鈍く、意識が不明瞭な場合、水分が気道に流れ込む可能性が高まるため、輸液(静脈注射による水分生理食塩水の投与)など厳重な体調管理が施される医療機関へ迅速に搬送することが最優先されるべきである。救急車が到着するまでは、スポーツドリンクまたは経口補水液の投与を慎重に検討するとともに、濡れタオル、保冷剤、氷嚢、氷枕、うちわ、扇風機などを利用して皮下に溜まっている水分を蒸発させ、体全体を速やかにしっかりと冷やすことに努める。保冷剤や氷嚢、氷枕を利用できる場合、前頸部の両脇(両側)、腋下(脇の下)、鼠径部(両脚の付け根の前面)などを中心に冷やし、冷やされた血液が心臓へもどっ

ていくように工夫すると良い¹⁰⁾。

スポーツ競技選手においては、競技中や直後に適切な量の水分を補給することが必須であるが、尿の色や臭いは目安になる。暗黄色で臭気が強く尿量が少ない場合、水分補給が不十分であると考えられる¹²⁾。水分補給が適切になされている場合、尿の色は薄い(薄い)し、臭気がなく、排泄量も多い。

4. 低ナトリウム血症

市民マラソンやトライアスロンなど競技時間が数時間以上に及ぶスポーツ活動時には、塩分の摂取不足や水の過剰摂取を原因とする低ナトリウム血症(細胞外のナトリウム濃度の低下)が起きやすいと報告されている^{9,10,12)}。低ナトリウム血症では、大量の発汗に伴う結果として過度のナトリウム喪失が生じ、ナトリウム濃度の低い飲料またはナトリウムを含まない水分を大量に摂取することで、細胞外(血漿中など)のナトリウムが希釈され、細胞内外の浸透圧の低下を引き起こす(図1, 2)。建設業や農業、林業などにおいても、多量の発汗と多量の水分摂取によって低ナトリウム血症が起きうる。軽症の場合、口や喉の渇き、倦怠感、脱力感、頭痛などのほか、軽微な吐き気、嘔吐、こむらがえり(筋痙攣)などの症状で済むこともあるが、重症に転じると循環不全、肺水腫や脳浮腫を原因とする呼吸困難および意識障害が起きることに留意しなければならない¹⁰⁾。

暑熱環境化での持久性運動では、塩分の喪失量は概ね13～17g(汗1ℓあたり2.3～3.4g)にもなる⁹⁾。米国スポーツ医学会¹⁾は、持久性運動中に摂取する平均ナトリウムは水分1ℓあたり0.5～0.7gとなるため、スポーツドリンクの摂取を推奨している。血漿中のナトリウムが低値を維持すると、血液脳関門浸透圧バランスが崩れ、脳内に水が流入してしまう(脳浮腫)。脳浮腫に引き続き、錯乱、昏睡、肺水腫(肺動脈性うっ血)、不整脈(心室細動)から心停止(意識喪失)を起こし、死に至る例もあるとの指摘

がなされている (図2)^{5,9)}。

5. その他の留意事項

体調不良を感じる時、疲労が溜まっている時などは転倒や不注意による事故、脱水、熱中症などを引き起こしやすいので、慎重に行動しなければならない。特に下痢を繰り返した場合、スポーツ活動時はもちろんのこと、翌日や当日のスポーツ観戦だけでも熱中症に陥りやすいので、屋内外や気温・湿度の高低にかかわらず、食塩を含む水分補給できる態勢を整えておくことが肝要である。糖分やクエン酸などの補給の効果については個人差があり、体調悪化を抑制する方向に作用するケースと反対に体調の悪化を促進するケースがある。糖分の摂取に関しては、糖濃度が高ければ水分の胃通過速度が遅れるが、5～8%の炭水化物(糖分)であれば、より円滑な運動継続のエネルギー補充に資すると考えられる。また、ACSM¹⁾によると、運動中の電解質や糖質を含む飲料を飲むことは、水を飲む以上に利点が生まれると述べている。

1996年のアトランタオリンピックでは、選手やボランティアに比べて観客の熱中症が割合(%)として4倍ほど高かったと報告されている¹⁰⁾。また、水泳活動時も熱中症の危険性ははらんでおり、特にコンクリート製のプールサイドが設計されている屋外プールでは、日よけのない施設が多く、直射日光の輻射熱を被りやすい。プール内では水分補給できない規則になっている例もあり、熱中症に陥りやすい悪条件が重積していると考えられる。

近年、ドーピング検査の厳格化に伴い利尿剤など薬物を利用するアスリートは激減しているが、過去には多かった。高血圧者の間では、現在でも利尿剤を利用・服用する例は少なくない。アスリートは試合前の計量にパスする目的で急速な減量(体水分量の喪失)を達成し、高血圧者は安定的に体水分量を少なめに維持して血圧を上げない目的で日々服用していた。いずれも循環血漿量が減少することとなり、度が過ぎる

と体温調節機能や循環器系機能に悪影響が及ぶことに留意しなければならない。

結語

塩分感受性に個人差があるように、暑熱環境下でのリスク度にも個人差があり、塩分摂取の可否(是非)は一概に言えないが、気温・湿度・運動時間・運動強度に比例してリスク度が上昇する。運動中はもちろん、在宅の状態でも熱痙攣(筋痙攣)によって救急搬送される例、熱中症によって死亡する例は後を絶たないことから、もっと実情を精査する姿勢が肝要だろう。自然環境や個人の特性(高齢男性)・体調(厳しい塩分制限下での下痢による脱水)などの条件によっては、運動時以外でも低ナトリウム血症を引き起こすかもしれない。将来的な疾病や早死を考慮した高血圧対策とともに、その日に命を落としかねない熱中症対策の両輪を健康教育や保健指導でバランスよく走らせることが課題ではなかろうか。

引用文献

- 1) ACSM position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc, 39: 377, 2007.
- 2) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10th ed. Wolters Kluwer, 2018.
- 3) Asakura K, Uechi K, Sasaki Y, Masayasu S, Sasaki S. Estimation of sodium and potassium intakes assessed by two 24h urine collections in healthy Japanese adults: a nationwide study. Br J Nutr 2014; 112(7): 1195-205. 2016
- 4) Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. N Engl J Med. 2002; 346:1978-1988.
- 5) Epstein Y, & Yanovich R, Heatstroke, N Engl J Med, 380, 2449-2459, 2019.
- 6) Hifumi T, Kondo Y, Shimizu K, & Miyake Y. Heat stroke. J Intensive Care 6, 30-38, 2018.

- 7) Hughson RL, Staudt LA, Mackie JM. Monitoring road racing in the heat. *Phys Sportsmed*. 1983; 11(5): 94-105.
- 8) Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt. an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *BMJ* 297: 319-328, 1988.
- 9) Katch VL, McArdle WD, Katch FI. *Essentials of Exercise Physiology*. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
- 10) 環境省, 熱中症環境保健マニュアル 2018. https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/manual/heatillness_manual_full_high.pdf
- 11) 厚労省, 「職場における熱中症予防対策マニュアル」, <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11200000-Roudoukijunkyouku/manual.pdf>
- 12) McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Sports & Exercise Nutrition*. Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- 13) NATA position statement, <http://natajournals.org/doi/pdf/10.4085/1062-050-50-9-07>, 2019年9月21日.
- 14) 日本アスレティックトレーニング学会, 熱中症を予防するために, 2019年10月12日, [infograph_EHI.pdf \(js-at.jp\)](#)
- 15) 日本救急医学会 熱中症に関する委員会, 熱中症の実態調査, *日本救急医学会雑誌* 25, 846-862, 2014.
- 16) 日本高血圧学会会・高血圧治療ガイドライン 2019, https://www.jpnsn.jp/data/jsh2019/JSH2019_hp.pdf
- 17) 日本人の食事摂取基準 2020, <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>
- 18) 田中喜代次, 田畑 泉 (編). *エクササイズ科学*. 文光堂, Pp.112-121, 197-208, 2012.
- 19) 田中喜代次, 笹井浩行, 中田由夫. 総論: 特定保健指導における運動の意義と効果的な実践. *臨床栄養* 137 (3) : 284-288.
- 20) WHO, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>