

〔ランニング学会の見解〕

マラソンレース中の適切な水分補給について

伊藤 静夫¹⁾ 佐伯 徹郎²⁾ 青野 博¹⁾
 山本 正彦³⁾ 岡田 英孝⁴⁾ 隅田 祥子⁵⁾
 武田 一⁶⁾ 藤牧 利昭⁷⁾

梅雨も上がり、2010年も夏を迎えました。連日、猛暑日が続いています。急激な気温変化で暑さに対する順化が定着していないのでしょうか、熱中症の記事を新聞紙上でよく見かけます。このような水分摂取不足や、逆に多量の水分摂取による事故例を鑑みて、ランニング学会は、「マラソンレース中の適切な水分補給」に関する見解を発表します。

ランニングの現場指導の経験において、筆者はこれまで、高温下でのハーフマラソンやトラック1万メートルレースで、エリート学生ランナーが熱中症によるであろう「脚運びのもつれ」、「地面への膝付きや手付き」などを見かけました。加えて、ランニングクラブの指導員が暑い中、午前中に自分の練習を行った後、午後からの会員指導中に熱疲労を起こし、救急処置をした事もありました。二つの場合とも、水分補給の重要性を認識させられます。

また、ホノルルマラソンでは、水中毒の徴候を聞いています。2マイル毎の、給水ポイントで水分を必ず補給しながら走ったところ、ダイヤモンドヘッドに上る途中（約40km）で気分が悪くなり、何回か嘔吐し、顔面蒼白でゴールしたそうです。軽い低ナトリウム血症であったかもしれません。このように水分の過不足状況はヒトの体にいろいろな症状を発生させています。

本見解は昨今の「走る人」の増加をも意識してまとめられました。気温の高い中でのマラソンレースやトレーニングを実施する場合などに、指導者やランナー、市民ランナーなどの方々が、水分補給に関する「ランニング学会見解」を役立てていただければ幸いです。

（ランニング学会理事長 豊岡 示朗⁸⁾）

1) 日本体育協会

5) 慶應義塾大学

2) 日本女子体育大学

6) 桜美林大学

3) 東京工芸大学

7) 帝京平成大学

4) 電気通信大学

8) 大阪体育大学

〔ランニング学会の見解〕

マラソンレース中の適切な水分補給について

マラソンレースでは、大量の汗をかき体から水分が失われます。そのため、適切に水分を補つておく必要があります。しかし、その水分補給の方法にはいろいろな考え方があり、また誤解されていることも少なくありません。ランナーとしては迷うところでしょう。そこでランニング学会では、現在までの科学的研究成果に基づき、適切な水分補給のしかたについての見解をまとめました。

レース中の水分補給に関する誤解とは

■レース中に水を飲むな、という誤解

「水を飲むほど汗をかき疲労を早める」あるいは「水を飲むことによって意欲が低下する」などさまざまな理由から、かつてはレース中の水分補給を制限する考え方方が根強くありました。しかし、これらに確かな科学的根拠はありません。無理に喉の渴きを我慢して頑張っても、過度の脱水になれば、かえってパフォーマンスを低下させることにもなりかねません。さらに脱水が進行すれば、健康を損ない、熱中症におちいる危険性さえあります。

■レース中にはできるだけ多くの水を飲め、という誤解

一方、水を制限する考え方から一変して、1970年代になると水を飲むことを積極的に勧める考え方へと変わってきました。また、運動中の喉の渴きは体液が不足したのちにやや遅れて感じることから、運動中には体液が不足しがちになります。そこで喉が渴く前に、意図的に水をできるだけ多く飲むように勧められてきました。しかし、そのためにかえって水を飲み過ぎてしまうことも、現実に起きました。水を飲み過ぎれば、胃の具合が悪くなるだけでなく、最悪の場合には水中毒（低ナトリウム血症）になり、重篤な場合には死に至ることさえあります。

■マラソンや駅伝での疲労困憊アクシデントの原因が全て「脱水」、という誤解

マラソンや駅伝で極度に疲労し足取りもおぼつかない状態におちいることがあります、決まって原因に上げられるのが「脱水」です。しかしながら、このようなアクシデントは外見上の症状は同じでも、高体温症、低体温症、低血糖、水中毒などさまざまな疾患によって起こります。特に水中毒の場合であれば、脱水とは正反対に水の飲み過ぎが原因でこのような虚脱状態になります。また、その発症率も決して低くはありません。アクシデントの原因が全て脱水にあるという誤解が「レース中できるだけ多く水を飲むべき」という考えを後押ししてきたのではないかと思われます。

レース中の水分補給の適量とは

■ 「喉の渴き」に応じた水分補給を

マラソンレース中の水分補給量は、ランナーの発汗量に見合った量である必要があります。ただし、発汗量は走速度、体型、気象条件などによって大きく影響されます。したがって、発汗量に見合った適量といつても、これを一律に数値で表すことには無理があります。

個人の特性に応じた水分補給の適量を知るには、客観的数値に頼るより、むしろ主観的な「喉の渴き」によって判断する方法が推奨されています。この方法なら、深刻な脱水におちいることなく、同時に飲み過ぎにもならない、と考えられるからです。

どのくらい給水するか？ 数値で判断するより、そのときの「喉の渴き」やコンディションによって判断することを勧めます。

■ 発汗量を知る

それでもやはり、自分の発汗量は数字で知りたいところです。マラソンレースでの発汗量は、次の方法で簡単に予測できます。

マラソンのレースペースで1時間走を行い、前後の体重をはかります。その体重差すなわち体重減少量がおよその発汗量（1時間当たり）になります

$$\text{発汗量} = \text{体重減少量}$$

$$= \text{走行前の体重} - \text{走行後の体重}$$

途中で飲み物をとれば、その量を加えます

$$\text{発汗量} = \text{体重減少量} + \text{飲水量}$$

走った時間が1時間ではなかった場合、1時間当たりの量に補正します

$$\text{発汗量} = (\text{体重減少量} + \text{飲水量}) \div \text{走行時間 (分)} \times 60(\text{分})$$

■ 補給量を数字で示せば！

体重管理は苦手だが、ともかく水分補給量のおおよその数値を知っておきたい場合、1時間当たり400～800mlを目安にしておけばよいでしょう。ただし、以下の条件に応じて適量を選択します。

体の大きなランナー、記録のよいエリートランナー、気温の高い場合など

→多めの量；給水所でカップ半分以上（100～150ml）

体の小さいランナー、記録の遅い市民ランナー、気温の低い場合など

→少なめの量；給水所でカップ半分以下（50～100ml）

■ 脱水の程度を知る

レース中あるいはトレーニング中の水分補給量は、必ずしも発汗相当量である必要はなく、多少不足してもかまいません。その不足分、すなわち脱水率が2%程度におさまっていれば、その時の水分補給量は適量だったと判断できます。脱水率が3%をこえているようであれば、水分補給は不足していたといえます。逆に、走ったあとに体重が増え脱水率がマイナスになった場合は、明らかに水の飲み過ぎであり、十分注意しなければなりません。

脱水率は次の式で計算します（飲水量を加えないように）

$$\text{脱水率 (\%)} = \frac{\text{体重減少量}}{\text{走行前の体重}} \times 100$$

【解 説】

■水はできるだけ飲むな、という時代

スポーツ活動中、水分補給を勧める考え方は比較的最近のものといえます。1960年代以前、練習中やレース中の飲水はできるだけ控えるように指導されるのが一般的でした。「水を飲むと胃の具合が悪くなる」、「水を飲むほど汗をかき疲労を早める」、「水を飲むことによって意欲が低下する」などさまざまな理由があげられました。しかし、これらの理由に確かな科学的根拠はありません。無理に喉の渇きを我慢して頑張っても、かえってパフォーマンスを低下させるばかりではなく、著しく健康を害することにもなりかねません。

ただしこの時代には、学術レベルにおいても運動中の水分補給を積極的に推奨していたわけではありません。むしろ、飲み過ぎの弊害に注意が向けられていました。汗の研究で世界的に知られた久野寧（久野寧, 1963）は「水を飲み、少しでも内臓の恒常性を刺激してこの状態を乱すことは能率上不利であると考えることもできる」と述べています。また、運動生理学（猪飼道夫ら, 1960）やスポーツ栄養学（山岡誠一, 1965）の立場からも、運動中の水の飲み過ぎに注意をうながす趣旨の記述が残されています。興味深いことに、こうした時代的傾向はわが国だけでなく、欧米にも見られました。飲水を制限する考え方が、全面的に否定されるものではないことを暗示しているかのようです。

飲水をかたくなき禁止する指導に科学的根拠がない一方で、この時代の学術的見解は飲み過ぎにも注意が必要であることを示唆しています。

■水ができるだけ飲もう、という時代

しかしながら、1970年代になると一変して積極的に水分摂取を勧めるようになってきました。水分摂取の効果が科学的研究によって明らかにされてきたからです。その先駆けになったのが、1969年に南アフリカのWyndhamら (Wyndham and Strydom, 1969) によって行われた研究でした。マラソンレース前後の体重と直腸温を測定し、

レース後の体重減少すなわち脱水の程度とレース後の深部体温（直腸温）の関係をみたところ、脱水の大きいランナーほど直腸温が高くなっていることがわかりました（図1）。脱水が3%をこえると、脱水が進行するほどランナーの体はオーバーヒートしていたのです。この体温上昇が著しくなれば熱中症を招く恐れがある、とWyndhamらは警告します。

この研究以降、運動中の水分補給に関する研究が盛んに行われるようになりました。アメリカのCostillら (Costill et al, 1970) は、トレッドミルでマラソンレースをシミュレートした実験を行い、水分補給をしない条件では体温上昇が著しくなることを明らかにしました。

さらに、Armstrongら (Armstrong et al, 1985) は、ランナーに利尿剤を投与した脱水群と正常体液群を設定し、1500、5000、10000mのタイムトライアルを行わせました（図2）。その結果、脱水が記録を低下させることができが証明されたのです。また、長距離ほど脱水の影響が顕著であり、マラソンでの水分補給の重要性が強調される結果でもありました。

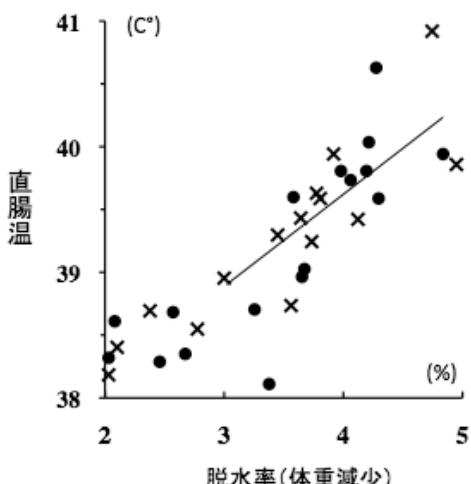


図1 マラソンレース後の脱水率と直腸温

二つのレース（●、×）について、レース前後の脱水率と直腸温を測定した結果、脱水率が3%をこえると、脱水率に比例して直腸温が上昇する。

脱水率=(レース前体重-レース後体重)/レース前体重×100
(Wyndhamたち (4)、1969)

この他にも多くの研究が積み重ねられ、スポーツ活動中の水分補給によって脱水を防ぎ、熱中症事故を予防しようとする考え方が定着していきます。

このような研究成果に呼応して、さまざまなスポーツ飲料が国内外で開発されてきたのもこの時代でした。

現在では、マラソンにおける水分補給の重要性は多くのランナーに認識されるようになり、トップランナーから市民ランナーまで、給水所では等しく水分補給を心掛けるようになっています。練習中の水分補給を闇雲に禁止するという、かつてよく見られた指導法もかなり改められました。

■運動中は脱水になりやすい=自発的脱水

さて、スポーツ活動中の水分補給が奨励される一方で、かつて心配された水の飲み過ぎについては、どのように考えればよいのでしょうか？

運動中、水を飲みたいという喉の渴きは、体液が失われると直ちに起こるのではなく、やや遅れ

て感じることが知られています。これを「自発的脱水（voluntary dehydration）」と呼びます。日本体育協会では、夏期のさまざまなスポーツ活動中の発汗量と水分補給の実態を広範に調査しました。図3はスポーツ少年団の事例ですが、自発的に水分補給を行わせると発汗相当量は補給されず、やはり1～2%の自発的脱水が生じます（大貫ら、2002）。

なぜ自発的脱水が生じるのかについては、まだ議論のあるところですが、いずれにしても、運動中には自発的脱水によって水分補給が遅れがちになり、体液不足（脱水）が起こりやすくなります。全米スポーツ医学の勧告においても、運動中には自発的脱水によって体液が不足しやすくなることから、つとめて水分摂取を心掛けることが推奨されました。スポーツ活動中の水分補給は、飲み過ぎの心配より、ともかく不足しがちな水分の補給が重視されたのでした。

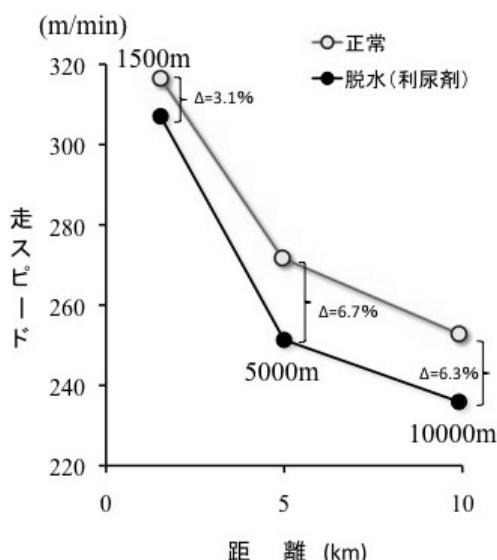


図2 脱水が長距離走の競技成績に及ぼす影響
8人の長距離ランナーを対象に、正常体液状態と利尿剤を投与して脱水状態を設定した条件で、トラック長距離走の記録を比較した。脱水条件で明らかにパフォーマンスは低下し、中距離種目より長距離種目でその傾向は顕著であった

(Armstrongたち、1985)

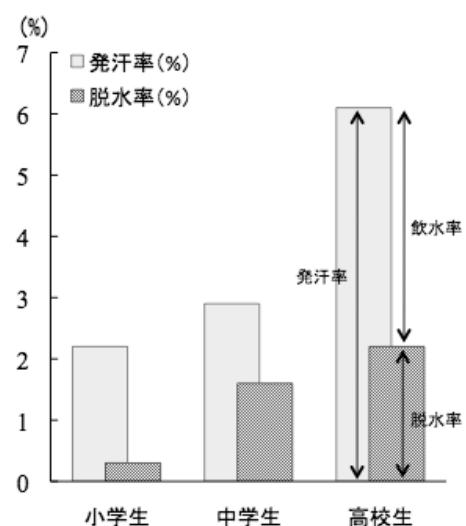


図3 夏季の野球練習中の発汗率、飲水率、脱水率

$$\text{発汗率} (\%) = (\text{練習前体重} - \text{練習後体重} + \text{飲水量}) / \text{練習前体重} \times 100$$

$$\text{飲水率} (\%) = \text{飲水量} / \text{練習前体重} \times 100$$

$$\text{脱水率} (\%) = (\text{練習前体重} - \text{練習後体重}) / \text{練習前体重} \times 100$$

$$= \text{発汗率} (\%) - \text{飲水率} (\%)$$

(大貫ら、2002の図を改変)

表1 マラソンなど長距離レースで発症した水中毒(低ナトリウム血症)

レース	発症数	発症率	文献
サンディエゴ・マラソン (1998)	21	0.11% (参加者 19,978 人)	Davis,2001
ヒューストン・マラソン (2000)	21	0.32% (参加者 6,660 人) 8.9% (救護所治療 237 人)	Hew,2003
ピッツバーグ・マラソン (2000)	14	0.44% (参加者 3,200 人) 5.8% (救護所治療 241 人)	Hsieh,2002
ロンドンマラソン (2003)	14	0.04% (参加者 32,563 人)	Goudie,2006
ボストンマラソン (2002)	62	12.7% (事前に採血依頼した 488 人) 重篤な低ナトリウム血漿 (<120mmol/l) は 3 例 (0.6%)	Almond,2005
ボストンマラソン (2003)	9	6.4% (虚脱で収容され治療した 140 人)	Kratz,2005
マラソン、自転車ロード、トライアスロンなど 8 レース	156	7.3% (採血した 2,135 人) 重篤例 (<129mmol/l) は 31 人 (1.5%) 過剰水分摂取者 231 人に対し 67.5%、重篤例は 13.4%	Noakes,2005

■水の飲み過ぎによる弊害＝水中毒

しかしながら、水分補給の重要性が普及する一方で、近年、水の飲み過ぎによる弊害が再び指摘されています。

マラソンなど長時間のスポーツでは、極度に疲弊し、足取りもおぼつかない状態になることがあります。このような症状を総称してコラップス(虚脱)といいますが、よく原因に上げられるのが「脱水」です。ところが、虚脱という外見上の症状は同じでも、脱水とは正反対に水の飲み過ぎで血中ナトリウム濃度の低下する低ナトリウム血症、いわゆる「水中毒」が原因である場合も少なくありません。水中毒は細胞の水が過剰になって起こるもので、その症状としては不安感、めまい、頭痛などが起り、さらに重篤な場合には肺や脳に水がたまり肺水腫や脳浮腫を起こし、最悪の場合には死に至ることもあります。

これまで、スポーツ活動時に起こる低ナトリウム血症は極めてまれな例と認識されていましたが、近年、特にアメリカを中心に軍事訓練時やマラソンレースにおいて死亡事故を含む低ナトリウム血症の症例が次々に報告され注目されるようになりました。表1は、マラソンレースで報告された低ナトリウム血症についてまとめたものです。表の上段4例は、救護所に収容された事例です。救護所で採血を受けたランナーの中に、血中ナトリウム濃度が135mmol/L以下の低ナトリウム血症とみなされる事例が一定の割合で存在することに注目しなければなりません。救護所に収容されなかつたランナーの中にも、血中ナトリウム濃

度の低下している例が予測されるからです。2002年のボストンマラソンにおいて、あらかじめ採血を依頼したランナーを対象に調査した結果では、対象者の13%に低ナトリウム血症が見られました。さらに、重篤例 (<120mmol/l) は 3 例 (0.6%) でした。この発症率をレース参加者全員 (15,000人) に当てはめると、低ナトリウム血症になり得るランナーは 1,900 人、重篤例は 90 人規模ということになります。

また図4は、マラソンをはじめ、ウルトラマラソン、自転車、トライアスロンなどのレースについて、2,000人以上の競技者を対象に体重減少量と血清ナトリウム濃度の関係を見たものです。図の左側はゴール後に体重が増えた例で、水を飲み過ぎていたことをあらわします。明らかに、水を飲み過ぎると血清ナトリウム濃度が低下する傾向が認められます。また、重症の水中毒と診断された例のほとんどは、やはり水を飲み過ぎてゴール後に体重が増えています。

水中毒は、トップランナーにはほとんどみられません。今日多くの市民ランナーがマラソンに参加するようになりましたが、実は市民ランナーにこそ水を飲み過ぎてしまう危険性があります。特に、体重が軽くレース時間が長くなる初心者のランナーでは、なおのこと注意が必要です。初心者ランナーはトップランナーほど汗をかかないにもかかわらず、「水ができるだけ飲んだ方がよい」という勧告を律儀に守っていけば、過剰摂取にならざるを得ないからです。しかし、水を飲み過ぎれば直ちに重症の水中毒になるわけではありません

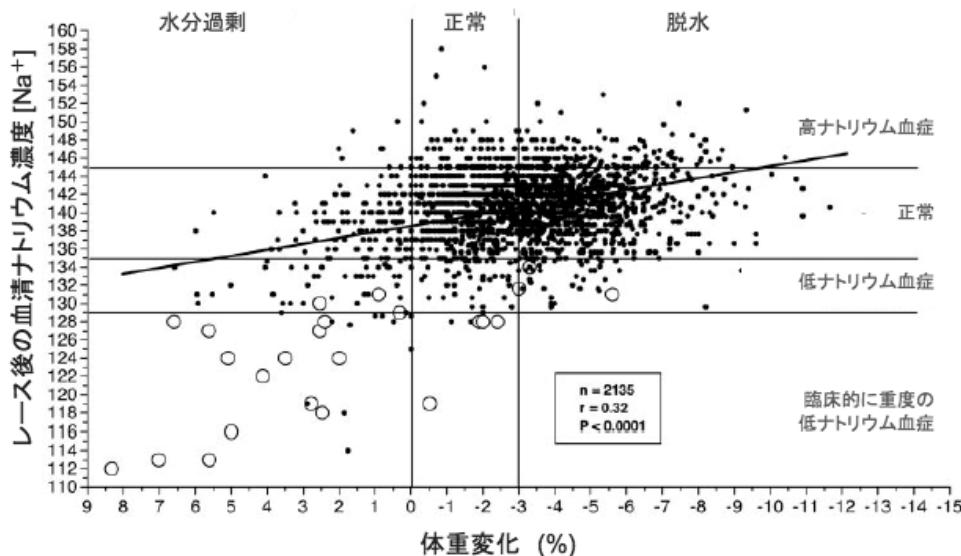


図4 レース後の血清ナトリウム濃度と体重変化の関係

マラソン、ウルトラマラソン、トライアスロン、自転車ロードレースなど長距離競技8レース2,135選手を対象に測定。
 ●=特に異常を訴えなかった競技者、○=重度の低ナトリウム血症の症状をあらわした競技者。
 低ナトリウム血症に該当する選手は156人で7.3% (2,135人) に相当。重篤例 (<129mmol/l) は31人 (1.5%)。過剰水分摂取者231人に対し67.5%、重篤例は13.4%
 (Noakes et al, 2005)

高ナトリウム血症；血中ナトリウム濃度が145mmol/Lを上回る状態をいう。主に水分の不足が原因。主症状は口渴、他にめまい、頭痛、錯乱、興奮などの神経症状がある。

低ナトリウム血症；血中ナトリウム濃度が135mmol/L以下の状態をいう。胃の膨満感（水でガバガバする）、激しい頭痛、吐き気、呼吸困難などの症状をあらわす。このような状態になったら、排尿があって症状が改善するまで水分補給は停止。さらに血中濃度が129mmol/L以下を臨床的に重症な低ナトリウム血症とする。このような重症例では、発作、昏睡、脳損傷、呼吸停止などが起り、死に至ることもある。

ん。その背景には、腎臓の具合が悪かったり、あるいは体液を調整する内分泌系(抗利尿ホルモン)が不調であったりすることも原因に考えられています。

スポーツ活動中の水分補給について、その重要性は何ら変わりません。しかし、このような飲み過ぎによる弊害があることも是非知っておかなければなりません。

■水分補給量に関するガイドライン

表2は、おもな学会やスポーツ団体が出たマラソンレース中の水分補給に関するガイドラインです。各団体が提唱する補給量の適量は、「発汗

相当量」(表上段)と「ある程度(2%)の脱水を許容」(表下段)するものとに分けられます。

失った量に見合って同じ量を補うというのは、ごく自然な考え方でしょう。スポーツ医科学の代表的な学術団体である全米スポーツ医学会は、1975年から今日まで数回にわたって運動中の水分補給に関する勧告を出してきましたが、そこでもやはり、発汗相当量の補給を積極的に勧めてきました。

同時に、具体的な数値で水分補給量を提示し、全米スポーツ医学会1966年の勧告 (Convertino et al, 1996) では、1時間あたり600ml~1200mlとしました。しかしながら、ランナーの発汗量は、

表2 学会およびスポーツ団体が出したマラソンレースでの水分補給に関する勧告

年	団体	コメント	水分補給量 (ml/h)	文献
1996	全米スポーツ医学会	発汗相当量(できるだけ多く)	600-1200	Convertino,1996
2003	ブラジル・スポーツ医学会	発汗相当量	500-2000	Brazilian Society of Sports Medicine,2003
2000	全米アスレティックトレーナー協会	発汗相当量	600-1800	Casa,2000
1994	日本体育協会	2%以内の脱水を許容	500-1000	川原,1994
2007	全米スポーツ医学会	2%以内の脱水を許容	個人差に応じた適量	Sawka,2007
2006	国際マラソン医師協会	任意飲水(口渴感に応じて)		Hew-Butler, 2006
2003	全米陸上競技連盟	任意飲水(口渴感に応じて)		Casa,2007
2004	国際陸上競技連盟	脱水を防ぐように	400-800	Yamasawa,2004

体型、競技レベル、代謝特性などによって大きく変わり、当然、水分補給の必要量も個人によって異なります。一律に数字で示すことには無理があり、幅広い数値で表示せざるを得なかったのです。しかし、仮に体重の軽い初心者ランナーが推奨された数値の上限を守って、4時間、5時間と水を飲み続ければ、相当過剰な水分摂取になってしまいます。

マラソンレース時の水中毒による一連の死亡事故に対し、いち早く対応し勧告を出したのが国際マラソン医師協会 (Hew-Butler et al, 2006)、全米陸連 (Casa, 2007)、国際陸連 (Yamasawa, 2004) といったスポーツ団体でした（表2、下段）。これらの中には、いずれも、飲み過ぎを注意する内容になっています。そして2007年、全米スポーツ医学会 (Sawka et al, 2007) も適切な飲水量をこれまでの発汗相当量から体重2%以内の脱水を許容する内容に改め、水中毒の予防を喚起することになりました。また補給量についても、個人差を考慮し選手個人の裁量に委ね、これまでのような具体的な数値をあえて提示していません。なお、我が国では日本体育協会が1994年に「熱中症予防ガイドブック」を発行し、運動時の水分補給に関しては、体重減少が2%を越えない飲水を終始勧めてきました（川原ら, 1994）。

以上、現在の水分補給に関するガイドラインを総括するなら、その目的の一つは過度の脱水予防であり、今一つはその対極の飲み過ぎによる水中毒の予防といえます。推奨される補給量の目安としては、「体重減少が2%を越えない水分摂取量」

ということになります。ただしその具体的な量は、2007年の全米スポーツ医学会の勧告にあるように、各自が把握しておかなければなりません。そこで次に、個人の水分補給量を決める方法について解説します。

■個人ごとの水分補給量

マラソン中の発汗量が毎時2～3Lに及ぶといった記述を見ることがあります、これはあくまでも大型のエリートランナーが高温環境で走った場合のことです。一般市民ランナーでは、余程体重の重い人でもこれほどの発汗量にはなりません。しかしこれを誤って解釈すると、市民ランナーが4時間でマラソンを走るとき8～12Lの水を飲まなければならない計算になってしまいます。

マラソンレースでの水分補給の適量を知るには、まず、自分のレース時の発汗量をよく把握しておく必要があります。その方法は、2ページに具体的に説明されています。日頃のトレーニングの前後で体重測定を行う習慣をつけ、レースにおける発汗量（体重減少量）の目安をつけておくとよいでしょう。

発汗量には個人差が大きいのですが、おおよその目安をつけるには、計算で求める方法もあります。表3は、エリートランナーと市民ランナーについて、発汗量の推定値、および水分補給量に応じた脱水率をあらわしたものです。

マラソンを2時間10分で走る体重60kgのエリートランナーを想定した場合、高温環境での発汗量は毎時1.5Lと計算されます。レース後に2%

表3 エリートランナー及び市民ランナーの推定発汗量および水分補給による脱水率

(Cheuvront et al,2007)

体重 (kg)	飲水量 (L/h)	高温環境			低温環境	
		発汗量 (L/h)	脱水率 (%)	発汗量 (L/h)	脱水率 (%)	
【エリートランナー；マラソンの記録=2時間10分】						
60	0	1.47	-5.3	0.91	-3.3	
	0.5	1.47	-3.4	0.91	-1.5	
	1.0	1.47	-1.7	0.91	+0.3	
【市民ランナー；マラソンの記録=4時間】						
50	0	0.570	-4.6	0.172	-1.4	
	0.5	0.570	-0.6	0.172	+2.6	
	1.0	0.570	+3.4	0.172	+6.6	
70	0	0.855	-4.9	0.391	-2.2	
	0.5	0.855	-2.0	0.391	+0.6	
	1.0	0.855	+0.8	0.391	+3.5	
90	0	1.140	-5.1	0.625	-2.8	
	0.5	1.140	-2.9	0.625	-0.6	
	1.0	1.140	-0.6	0.625	+1.7	

発汗量は、体型、走速度、環境条件から発汗量推定式 (Gagge,1996) に当てはめ計算

高温環境はオリンピックマラソンの平均的気温 (28°C、湿度 30%)、低温環境はニューヨークシティーマラソンの平均的気温 (14°C、湿度 70%) を当てはめる

の脱水率が許容されるのであれば、水分補給量は毎時 800mL 程度でよいことになります。涼しい環境では、発汗量は少なくなり（毎時 0.9L）、水分補給量も高温環境の時の半分でよいことになります。1 時間に 6 回の給水チャンスがあるとすれば、一回の給水所での補給量は、夏のマラソンでコップ半分程度、冬ではさらにその半分でよいことになります。

一方、市民ランナーが高温環境で走った場合、水を全く飲まないと 2% 以上の脱水となってしまいますが、体重の重いランナー以外は毎時 500～600mL の水分補給を行っておけば十分です。冬のレースでは、体重の軽いランナーであれば、例え水分を全く補給しなくても著しい脱水にはなりません。給水所での一回の補給量は、1 時間に 3 回の給水チャンスがあるとして、夏はコップ半分～1 杯 (100～200mL)、冬ではその半分程度が適量です。なお、冬のレースでは市民ランナー（体重 50～70kg）が毎時 1L の水分補給を続けると、レース後には体重が増え、水の飲み過ぎになることが予測されます。市民ランナーには、このよう

な飲み過ぎにならない配慮も是非必要です。

■ 「喉の渇き」に応じた水分補給を

われわれ生物にとって、水はなくてはならないものです。マラソンレースでは、多量の汗をかくことから、汗によって失われた水を適切に補う必要があります。しかし、人の体液の恒常性では、ある程度の不足状態には耐えられても、過剰状態への対応能力はいたって低く、水の過剰摂取によって思わぬ障害を起こすことがあります。実際、水の飲み過ぎによる水中毒の事故も報告されています。

このようなことから、マラソンレース中の水分補給では、脱水を予防し、また水分過剰にもならないよう、相反する要求を同時に満たさなければならないことになります。これは、一見むずかしい課題のようですが、ある程度の不足状態が許容されるの

であれば、それは、それほどむずかしい課題ではなくなります。そして、ある程度の不足状態、すなわち 2% 程度の脱水であれば、人体の生理的機能や競技成績は損なわれない、というのが今日の科学的見解です。

また、その具体的な水分補給量としては、むしろ客観的な数値をよりどころにするよりも、「喉の渴き」に応じて水を飲む方法が推奨されています (Hew-Butler et al, 2006 ; Casa, 2004)。最近の研究からも、長距離走 (Cheuvront and Haymes, 2001 ; Daries et al, 2000)、100km ウルトラマラソン (Knechtle et al, 2010) あるいは 4 時間に及ぶ軍事訓練中 (Nolte et al, 2010) の水分補給について、「喉の渴きに応じた」自由飲水が過剰な脱水を防ぐとともに水分の過剰摂取をも防いでいることが明らかにされています。

表 3 の飲水量は、ランナーの体型、走速度、環境条件をもとに計算によって求めた平均的な数値です。表 3 の飲水量をおおよその目安に、あるいは、日頃のトレーニング時の体重計測によって自分の発汗量の目安をつけておきながら、最終的には「喉の渴き」を判断基準にした水分補給を推奨します。

■飲料の内容

実際のレースで補給されるスポーツ飲料などには、水分だけでなくそのほかの成分も含まれます。そこで最後に、代表的な成分について簡単にふれておきます。

1) ナトリウム

塩分濃度としては、0.1~0.2% 程度の食塩を含んだものが勧められます。市販のスポーツ飲料の多くは、ほぼこの程度に塩分を含んでいます。塩分を含む意味としては、血中のナトリウム濃度が低下する水中毒（低ナトリウム血症）を予防する目的があります。また、夏の競技会などで、筋肉

の痙攣に苦戦している選手を見ることがあります。これも血液中のナトリウム不足が一因と考えられています。ナトリウムを含む飲料の水中毒や筋痙攣への予防効果については未解明のところもありますが、少なくともそうした予防効果が期待される以上、飲み過ぎにならない限り、真水よりもナトリウムを含んだスポーツ飲料が適しているといえます (Eichner, 2007)。

2) 糖質

また、糖質を含んだ飲料も、マラソンのように長時間運動を継続する場合には、エネルギーを補給するという意味から、有効です。

そのため、ほとんどのスポーツ飲料には適度の糖分が含まれています。ところで、糖分の濃度をあまり濃くすると、胃にたまりやすく水の吸収が遅くなることが実験的に証明されました (Costill, 1974)。また冷たいものの方が胃の通りがよいこともわかっています (Costill, 1974)。したがって、スポーツ飲料としては糖質濃度が低く冷たいものが勧められてきました。しかし、胃の通過速度はさまざまな要因の総合的作用によって決まります。胃にためられた飲料の容量もその一つです。胃内容量が多いほど、胃の通過も早くなります (Noakes, 1991)。したがって、仮に糖質濃度が多少高い飲料でも、スタート前に少し飲んで胃にためておき、給水所ごとにこまめに補給してゆけば漸次吸収されることになります。糖質濃度の低いことだけが必ずしもよい飲料の決め手にはなりません。かといって、糖質濃度の濃いものは甘ったるく飲みづらいのも事実です。また、スタート前にあまり多く飲んでしまうと、胃がガバガバとして走りづらくなります。したがって飲料を選ぶときには、味が良いあるいは胃での膨満感の少ないものといった「好み」を優先した方がよいでしょう。

また、胃の通過速度は個人差が極めて大きく (Gisolfi, 1992)、まずは個人特性を配慮し、飲んだ飲料が胃にたまりやすい人は飲む量を控えめにする、といった個別の対応がより重要になります。

以上を勘案すると、レース中の水分補給では、

少しづつこまめに胃の具合と相談しながら補給していくのが原則となります。好ましい飲料とは、糖分、塩分を含んだものということになりますが、「味がよく飲みやすいもの」という条件が優先されてよいでしょう。そして、最終的には「喉の渴き」と相談しながら補給して下さい。

おわりに

マラソンレース中、汗で失われる水分を補給する目的から、適切な水分摂取が勧められます。ひと頃のように、かたくなに水を飲むことを禁止するのは明らかに誤りです。一方、一定量の水を半ば強制的に飲むのも間違っています。

ヒトを含めあらゆる動物は、さまざまな生理的機能による体温調節を行うと同時に、日陰で休んだり、水を飲んだりといった、行動を起こすことによっても体温調節を行っています。しかし、我々人間の意識は、このような本来備わっている行動性体温調節機能を退化させてきたといわなければなりません。喉の渴きに気を配り、適切に水を飲むという、自然に身についた調節機能を今一度見直してみる必要があるでしょう。

文 献

- 久野寧（1963）汗の話、光生館、東京
- 猪飼道夫ほか（1960）スポーツの生理学、同文書院、221-223
- 山岡誠一（1965）スポーツと栄養（In）スポーツ科学講座4 スポーツと疲労・栄養、大修館書店、230-232
- Wyndham CH. and Strydom NB. (1969) The danger of an inadequate water intake during marathon running, South African medical journal, 43 : 893-6
- Costill DL. et al (1970) Fluid ingestion during distance running, Archives of environmental health, 21 : 520-5
- Armstrong LE. et al (1985) Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance, Medicine and science in sports and exercise, 17 : 456-61
- 大貫義人ほか（2002）野球の夏季練習時におけるジュニア期年代別の温熱生理学的実態（In）平成13年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 ジュ

ニア期の夏期スポーツ活動に関する研究

- Davis DP. et al (2001) Exercise-associated hyponatremia in marathon runners : a two-year experience, The Journal of emergency medicine, 21 : 47-57
- Hew TD. et al (2003) The incidence, risk factors, and clinical manifestations of hyponatremia in marathon runners, Clinical journal of sport medicine, 13 : 41-7
- Hsieh M. et al (2002) Hyponatremia in runners requiring on-site medical treatment at a single marathon, Medicine and science in sports and exercise, 34 : 185-9
- Goudie AM. et al (2006) Exercise-associated hyponatraemia after a marathon : case series, Journal of the Royal Society of Medicine, 99 : 363-7
- Almond CS. et al (2005) Hyponatremia among runners in the Boston Marathon, The New England journal of medicine, 352 : 1550-6
- Kratz A. et al (2005) Sodium status of collapsed marathon runners, Archives of pathology & laboratory medicine, 129 : 227-30
- Noakes TD. et al (2005) Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia : evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102 : 18550-5
- Convertino VA. et al (1996) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement, Medicine and science in sports and exercise, 28 : i-vii
- Brazilian Society of Sports Medicine (2003) Guidelines of the Brazilian Society of Sports Medicine ; Dietary changes, fluid replacement, food supplements and drugs : demonstration of ergogenic action and potential health risks, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 19 : 57-68
- Casa DJ. et al (2000) National Athletic Trainers' Association Position Statement : Fluid Replacement for Athletes, Journal of athletic training, 35 : 212-224
- 川原貴ほか（1994）スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック、財団法人日本体育協会
- Sawka MN. et al (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement, Medicine and science in sports and exercise, 39 : 377-90

- Hew-Butler T. et al (2006) Updated fluid recommendation : position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA), Clinical journal of sport medicine, 16 : 283-92
- Casa DJ (2004) Proper hydration for distance running Identifying individual fluid needs, <http://www.usatf.org/groups/Coaches/library/2007/hydration/ProperHydrationForDistanceRunning.pdf>
- Yamasawa F (2004) IAAF policy on fluid replacement, www.iaaf.org/newsfiles/33129.pdf.
- Cheuvront SN. et al (2007) Fluid replacement and performance during the marathon, Sports Medicine, 37 : 353-7
- Gagge AP (1996) Mechanisms of heat exchange: biophysics and physiology. (In) Fregly MJ. and Blatteis CM. (Ed), Handbook of physiology, New York, Oxford University Press, 45-84
- Cheuvront SN. and Haymes EM. (2001) Ad libitum fluid intakes and thermoregulatory responses of female distance runners in three environments, Journal of sports sciences, 19 : 845-54
- Daries HN. et al (2000) Effect of fluid intake volume on 2-h running performances in a 25 degrees C environment, Medicine and science in sports and exercise, 32 : 1783-9
- Knechtle B. et al (2010) Maintained total body water content and serum sodium concentrations despite body mass loss in female ultra-runners drinking ad libitum during a 100 km race, Asia Pacific journal of clinical nutrition, 19 : 83-90
- Nolte H. et al (2010) Ad Libitum Fluid Replacement in Military Personnel during a 4 Hour Route March, Medicine and science in sports and exercise, Epub ahead of print
- Eichner ER (2007) The role of sodium in 'heat cramping', Sports Medicine, 37 : 368-70
- Costill DL (1974) Factors limiting gastric emptying during rest and exercise, Journal of applied physiology, 37 : 679-83
- Noakes TD (1991) The importance of volume in regulating gastric emptying, Medicine and science in sports and exercise, 23 : 07-13
- Gisolfi CV (1992) Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events, Medicine and science in sports and exercise, 24 : 679-87