

# ホッケーの暑熱対策用 ガイドライン作成にむ けて

周辺状況の調査・整理

前田 和雄 2019-05-11版

# CHANGES

Edition	Type	Remark
2019-05-11	Amendment	<p>菅野様(東京ホッケー協会)からいただいた資料情報を以下のとおり追加。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Contentsを追加した。</li><li>2. 1. 熱中症と脱水の中に「回復に6か月を要する」を追加した。</li><li>3. 2. 日本の暑熱環境の中に「熱中症にかかりやすい人」を追加した。</li><li>4. 5. 経口補水液 OS-1の中に「熱中症診療ガイドライン2015で推奨」を追加した。飲水量についても記載した。</li><li>5. 5. 経口補水液 OS-1の中の「梅雨時など」に補足説明を追記した。</li></ol>
2019-04-06	Amendment	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 変更履歴を追加した。</li><li>2. 各省に番号を振った。</li><li>3. 各章の終わりにサマリーを追加した。</li><li>4. 2. 日本の暑熱環境の中に「熱中症死亡率の統計」を追加した。</li><li>5. 3. ホッケーと暑熱環境(論文から)の環境条件を補足した。</li></ol>
2019-03-31rev.1	Amendment	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 熱中症と脱水の中に「熱中症の症状」スライドを追加した。</li><li>2. ホッケーと暑熱環境(論文から)の2019年の論文について補足した。</li><li>3. 暑熱環境の温度指標(WBGT)の最後に「WBGTと気温・湿度の関係」スライドを追加した。</li><li>4. 日本サッカー協会・熱中症対策ガイドラインにガイドラインを掲載した。</li></ol>
2019-03-31	New document	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 協会内外の関係者から意見を受けるために発行した。</li></ol>

# CONTENTS

Part 1 : [熱中症と脱水](#)

Part 2 : [日本の暑熱環境](#)

Part 3 : [ホッケーと暑熱環境\(論文から\)](#)

Part 4 : [暑熱環境の温度指標\(WBGT\)](#)

Part 5 : [経口補水液 OS-1](#)

Part 6 : [日本サッカー協会・熱中症対策ガイドライン](#)

# 1. 熱中症と脱水

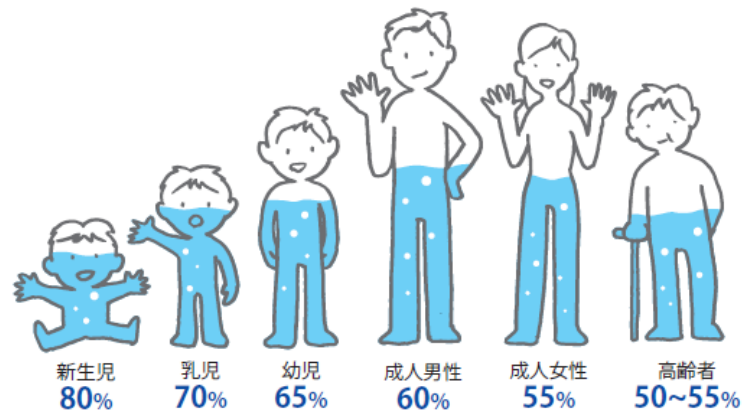


図3-1 体重あたりの水分量

守尾一昭:「脱水症の病態、病型:高齢者に特徴的な病態、病型はあるか?」,  
 『Geriatric Medicine (老年医学)』2008 vol.46.

James L. Gamble: [Chemical Anatomy Physiology and Pathology of Extracellular Fluid]

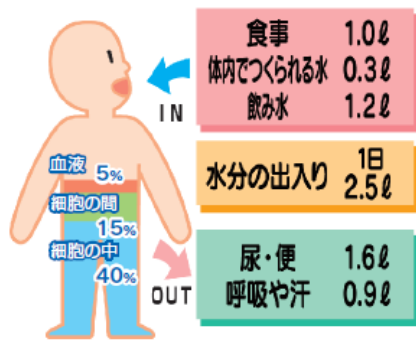


図3-2 水分の摂取と排泄

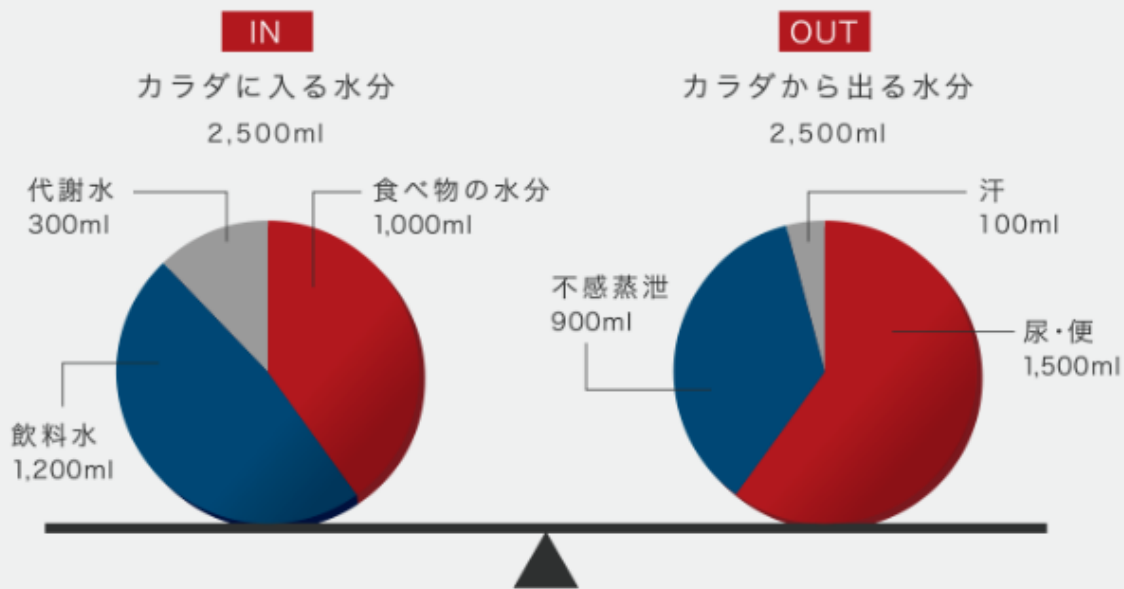
# 50~80%

の水分量（体重比）が人間の身体には含まれています。その体液は水と電解質でできています。

人間は体温を正常に維持するために、体が周囲の環境から受ける熱や運動によって生じた熱を、汗が蒸発するときの気化熱によって皮膚から放散します。また、皮下の血液循環により、身体の中心部の熱を体表面に運び、皮膚から周囲の環境へ熱を逃がします。

このような体温調節反応には体の中の水分量（体液量）が密接に関係しています

## 1日の成人の水分出納バランス



かくれ脱水ジャーナル

# 1,500~2,500ml

の水分が、成人の身体から、何もしなくても一日で失われます。そのおおよその内訳は、尿や便に含まれている水分が1,500ml、汗が100ml、不感蒸泄が900ml。

これに対して私たちは、1日に1,000~2,500mlの水分を補っています。そのおおよその内訳は飲み物から1,200ml、食べ物に含まれている水分から1,000ml。

気温が上がったり、激しい運動をしたりすると、汗で失われる水分が増えてきます。

カラダから失われる水分量が増えると、一日に摂取する水分量を増やさなくてはカラダのバランスが崩れてしまいます。

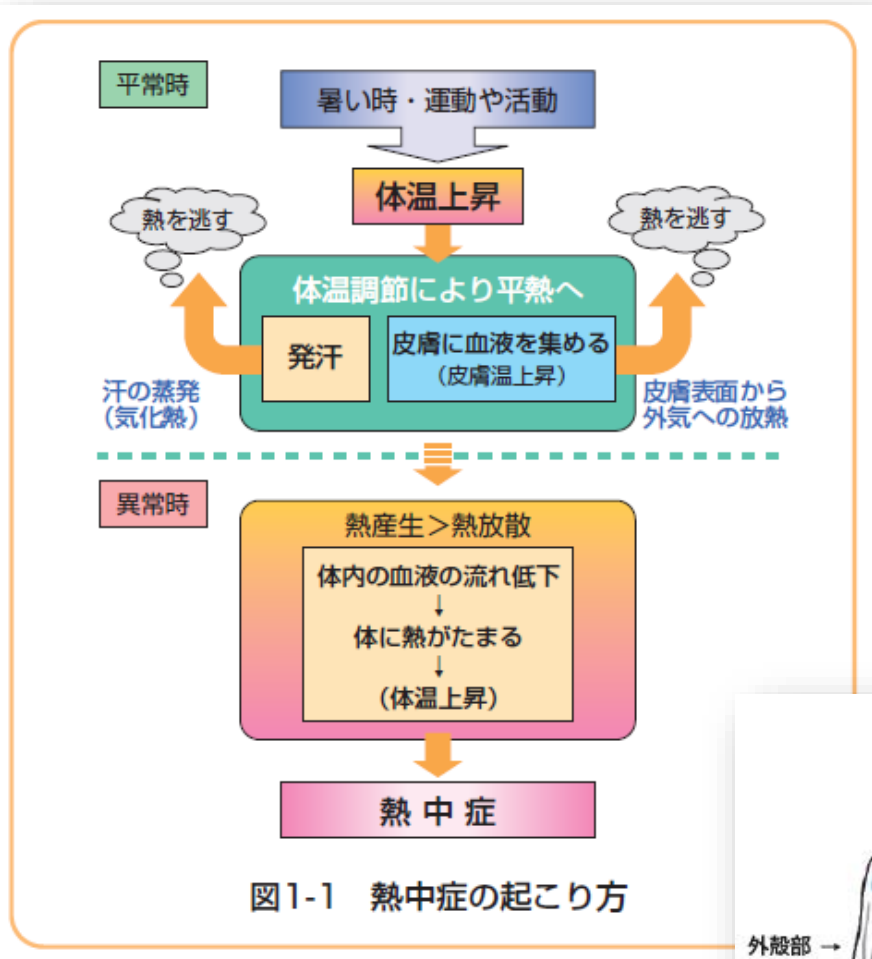


図1-1 熱中症の起こり方

熱中症環境保健マニュアル2018

# 37°C

人は環境によって体温が変動するカエルや魚などの変温動物とは違って、**37°C前後の狭い範囲に体の温度を調節**している恒温動物です。体内では生命を維持するために多くの営みがなされていますが、そのような代謝や酵素の働きからみて、この温度が最適の活動条件なのです。

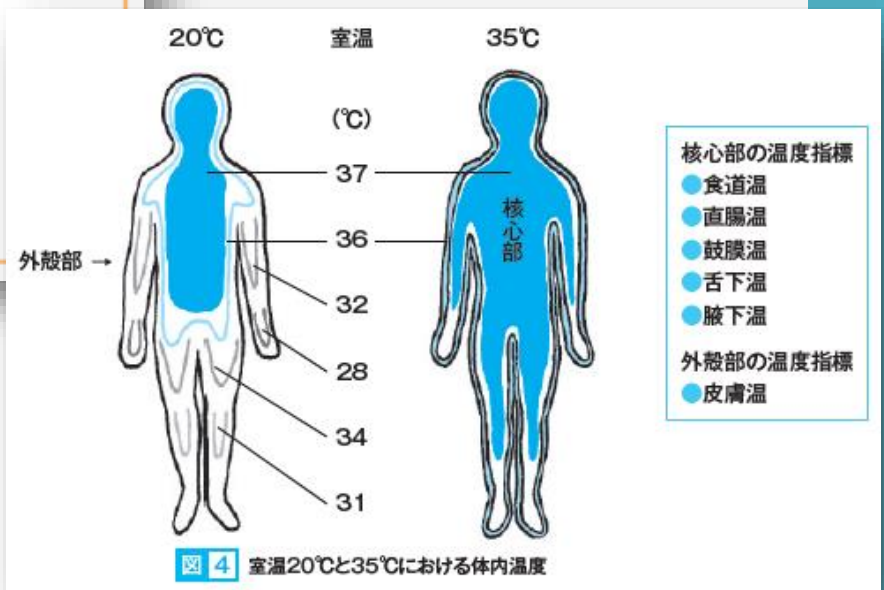
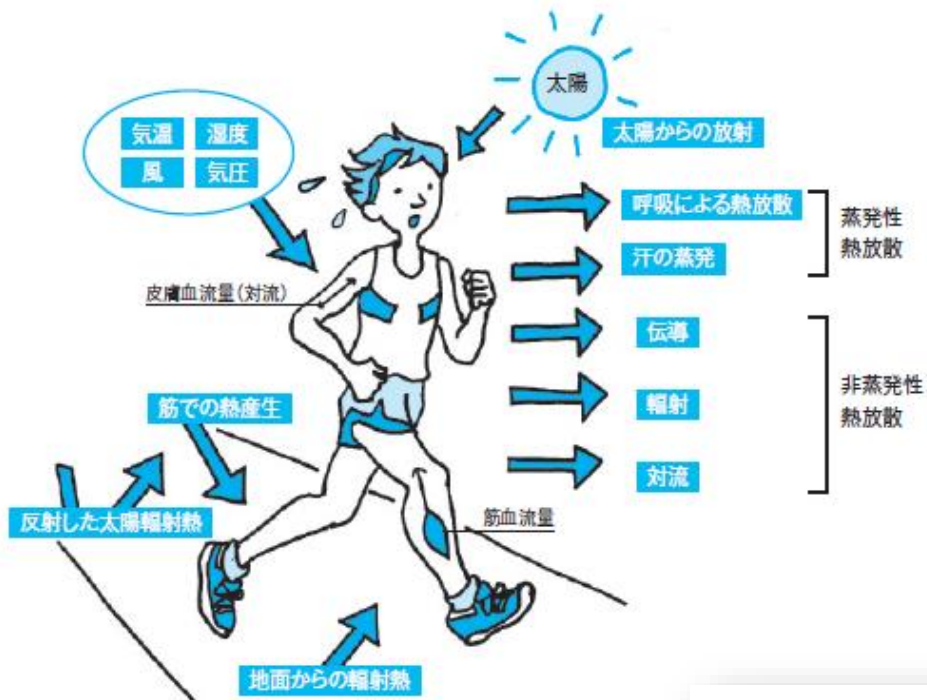
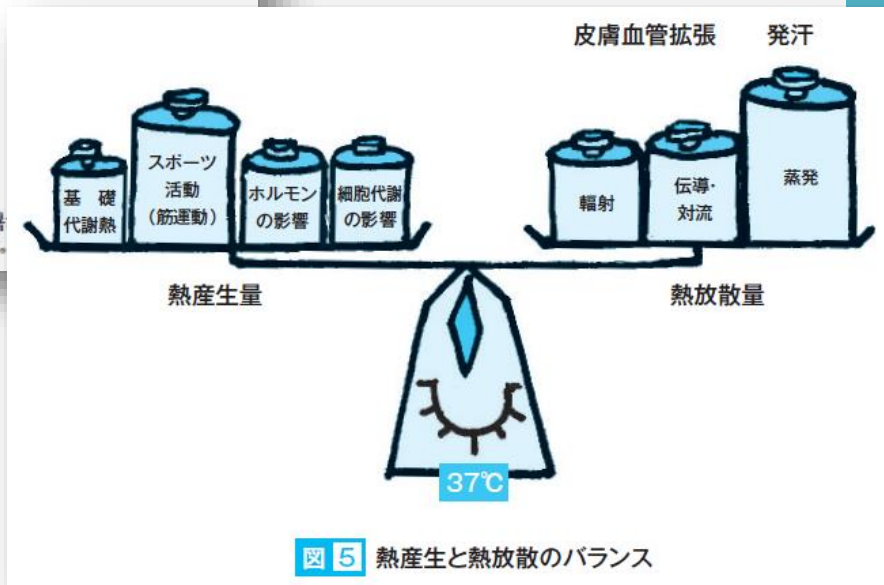


図4 室温20°Cと35°Cにおける体内温度



**図6** 運動時の環境ストレスと熱の放散経路

- 熱産生量=熱放散量±蓄熱量
- 熱放散量=蒸発性熱放散量±非蒸発性熱放散量
- 熱の収支に関する環境因子は、気温、湿度、輻射熱、気流であり、暑乾球温度(気温)、湿球温度(湿度)、黒球温度(輻射熱)から計算する。



80%

身体運動を続けると、筋収縮にともなう産熱量は安静時の10~15倍にも増え、体温が上昇します。

筋のエネルギー効率を約20%と考えると、**運動にともなう代謝エネルギーの約80%が熱に変換されること**になります。

体重60kgの人が中程度の運動をした場合、全く放熱がなければ、体温は30分後には40°Cにまで達してしまい、運動を続けられなくなります。しかし実際には、30分間でせいぜい1°C程度の体温上昇にとどまります。**皮膚血流の増加や汗の蒸発など強力な体温調節作用によって多量の熱を放散できるから**です。

# 身体のサイズ

は放熱量と産熱量に影響します。

体積が小さくなると相対的に表面積が大きくなるため、大人より小さい子どもの放熱量は体重比で大人より大きくなります。

産熱量は体重に比例するので、子どもは産熱量に比し相対的に広い放熱面積を持つこととなります。

しかし子どもの発汗機能は未発達で、大人より発汗量が少なく、多くの汗を必要とする条件ほどその差も大きくなります。子どもは発汗能力で劣る分、頭部や躯幹部の皮膚血流量を大人より増加させ、より広い体表面積によって大人と同等の放熱をしています。

子どもは汗っかきではない

深部体温の上昇

環境温 < 皮膚温 …… 子ども = 成人

環境温 > 皮膚温 …… 子ども > 成人

体表面積 / 体重  
子ども > 成人

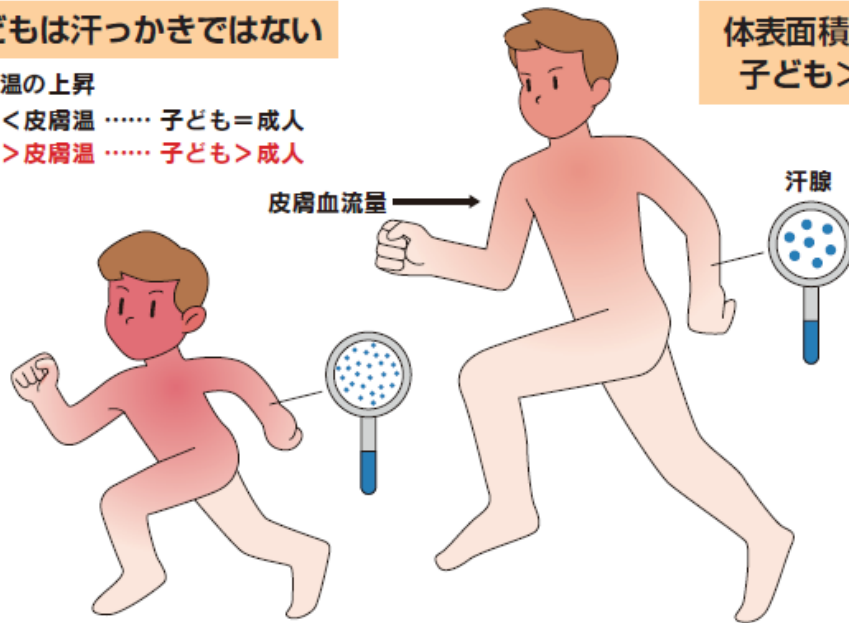
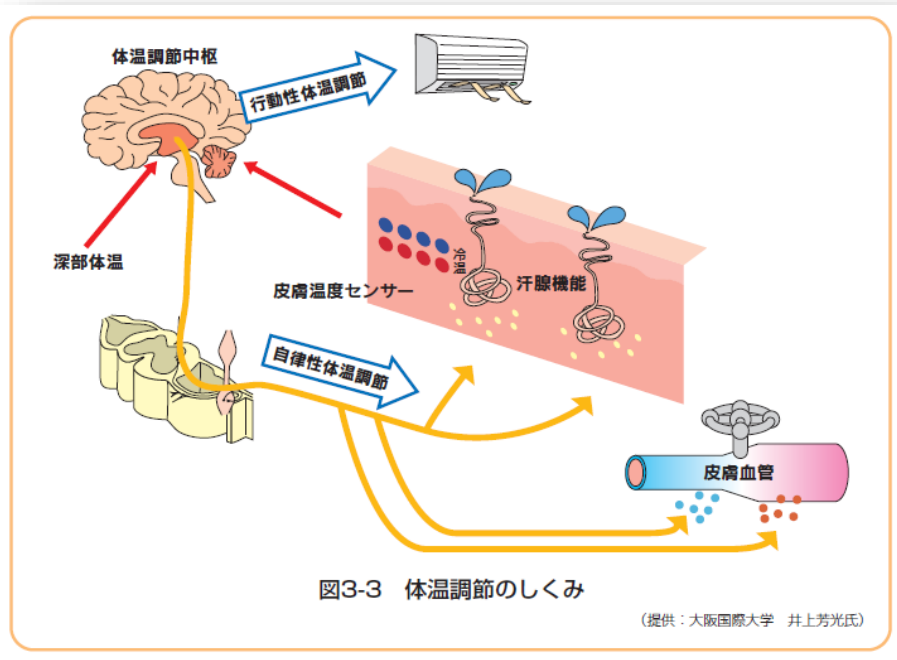


図3-4 子どもの熱放散特性

(提供：大阪国際大学 井上芳光氏)

熱中症環境保健マニュアル2018

環境温が皮膚温より高く、輻射熱の大きな条件（夏季の炎天下）になると、熱は逆に体に入ってくるようになり、子どもの広い体表面積はかえって不利になります。またこのような環境条件では汗が唯一の放熱手段になるので、子どもの未発達な発汗能力は体温調節ますます不利になります。



熱中症環境保健マニュアル2018

# 熱中症は脱水症から

高温の環境で運動や労働を行うと体温が上がり、体温を下げるために発汗が起こります。汗は蒸発するときに気化熱を奪い、“打ち水効果”で体温を下げる働きがあるのです。しかし、発汗で体液が失われると、水分の不足から栄養素、酸素、老廃物の出し入れが滞り、電解質の不足から障害が起こります。

熱中症は毎年多くの方の命を奪う恐ろしい病気ですが、その熱中症の背景には脱水症が潜んでいます。

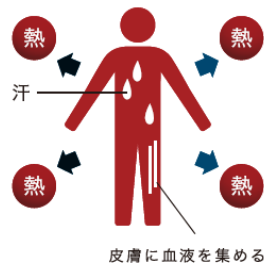
熱中症は①体液の不足で起こる障害、②体温上昇で起こる障害の総称です。高温の環境で運動や労働を行うと体温が上がり、体温を下げるために発汗が起こります。汗は蒸発するときに気化熱を奪い、“打ち水効果”で体温を下げる働きがあるのです。しかし、発汗で体液が失われると、水分の不足から栄養素、酸素、老廃物の出し入れが滞り、電解質の不足から様々な障害が起こります。これが脱水症。さらに発汗が続き、体液が失われると、カラダは体液のそれ以上の喪失にブレーキをかけるために、発汗にストップをかけます。すると発汗で体温が下げられなくなり、体温上昇で障害が起こります。発汗による体温調節機構が維持できなくなると、カラダ中の臓器にダメージが及びます。もっとも影響を受けやすいのは脳で、脳へのダメージからけいれんや意識障害などが起こることがあります。

**[熱中症の発生メカニズム]**

体温上昇→発汗→体液不足(脱水症)→発汗ストップ→熱中症

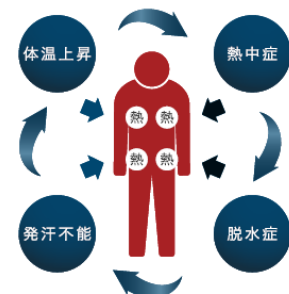
私たちが汗をかく理由

体温が一定に保たれている



暑くても汗が出ないのは異常

体温がぐんぐん上がる

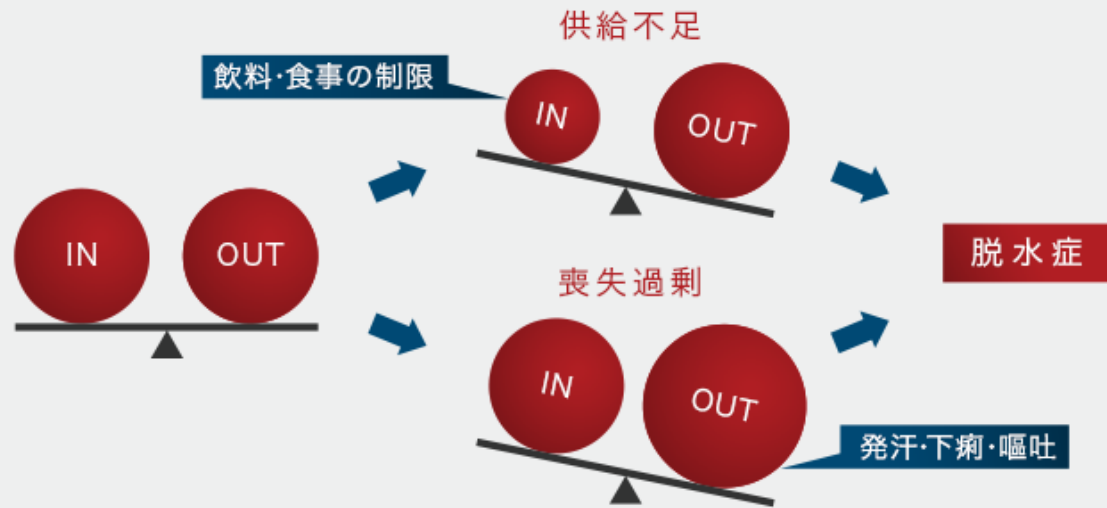


さらに発汗が続き、体液が失われると、カラダは体液のそれ以上の喪失にブレーキをかけるために、発汗にストップをかけます。すると発汗で体温が下げられなくなり、体温上昇で障害が起こります。

発汗による体温調節機構が維持できなくなると、カラダ中の臓器にダメージが及びます。もっとも影響を受けやすいのは脳で、脳へのダメージからけいれんや意識障害などが起こることがあります。

## 脱水症の状態と原因

「脱水症とはカラダから水分と電解質が失われた状態」



かくれ脱水ジャーナル

# 脱水症

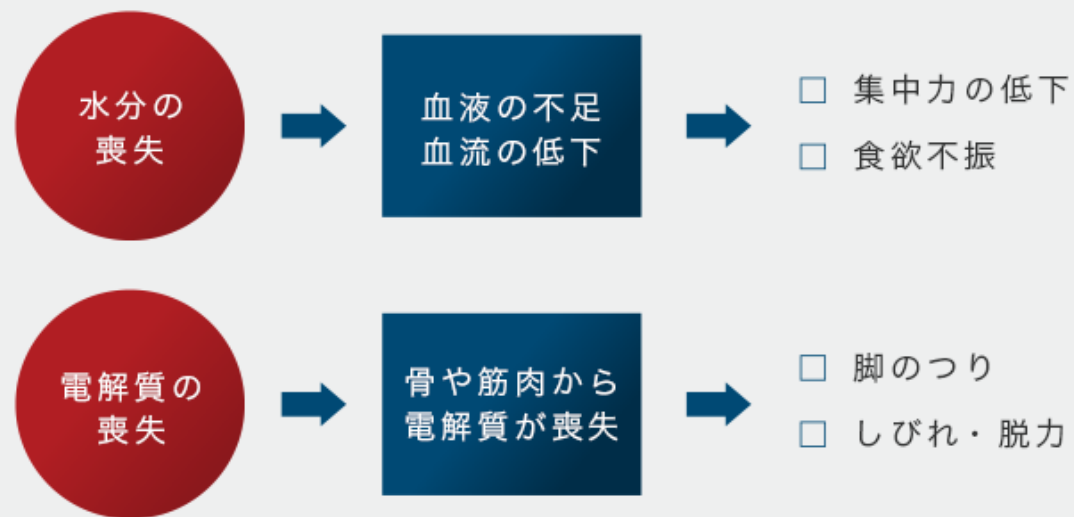
は単なる脱水（水の不足）ではありません。

カラダにとって不可欠な体液が不足した状態を「脱水症」と言います。

脱水症は体液が失われた状態ですから「カラダから水分が失われるだけではなく、電解質も同時に失われた状態」のことです。

脱水症は、汗などで体液が失われた場合、そして体液の供給が不足した場合に生じます。

水分と電解質が失われると…

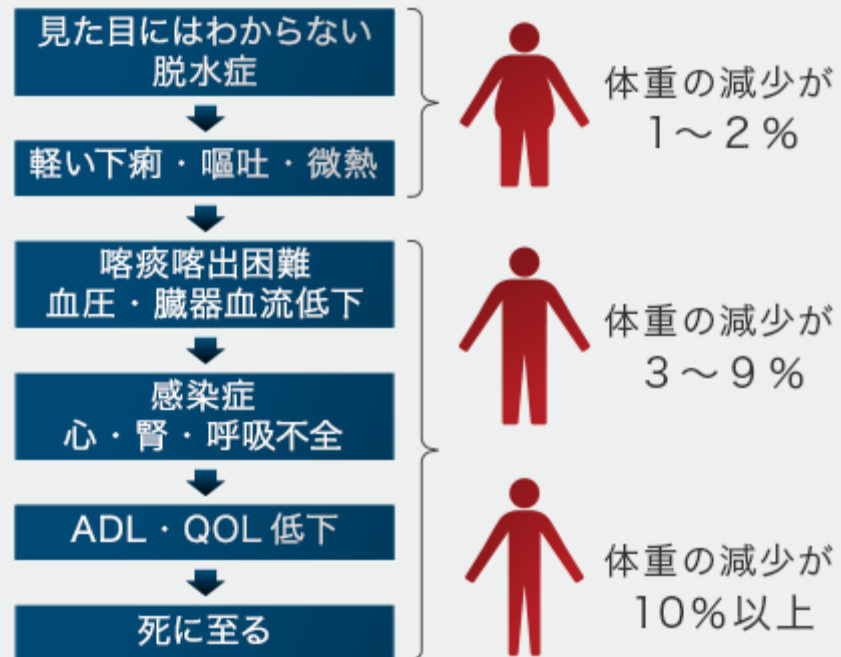


# 脱水症

の症状は、

1. 水分が減ることによるものと
2. 電解質が減ることによるもの  
の2つが複合したものの。

## 脱水症の症状と体重の減少率




かくれ脱水ジャーナル

# 脱水症の重症度

は、通常は体重の減少率を目安にします。体重減少が1~2%に留まっている場合は、脱水症がないか軽度の脱水症です。見た目にはわからない脱水症で、のどが渇いたり尿量が少なくなったりします。

体重減少が3~9%であれば、中等度の脱水症。中等度以上の脱水症になると、けんたい感、頭痛、嘔吐、めまいなどが起こり、喀痰（痰）を出すのが困難になったり、血圧や臓器の血流低下といった症状が出てきたりします。10%以上になると高度の脱水症で重篤な症状を示します。

表2-1 熱中症の症状と重症度分類

分類	症 状	症状から見た診断	重症度
Ⅰ度	めまい・失神 「立ちくらみ」という状態で、脳への血流が瞬間的に不十分になったことを示し、「熱失神」と呼ぶこともあります。	熱失神	
	筋肉痛・筋肉の硬直 筋肉の「こむら返り」のことで、その部分の痛みを伴います。発汗に伴う塩分(ナトリウム等)の欠乏により生じます。 手足のしびれ・気分の不快	熱けいれん	
Ⅱ度	頭痛・吐き気・嘔吐・倦怠感・虚脱感 体がぐったりする、力が入らない等があり、「いつもと様子が違う」程度のごく軽い意識障害を認めることがあります。	熱疲労	
Ⅲ度	Ⅱ度の症状に加え、 意識障害・けいれん・手足の運動障害 呼びかけや刺激への反応がおかしい、体にガクガクとひきつけがある(全身のけいれん)、真直ぐ走れない・歩けない等。 高体温 体に触ると熱いという感触です。 肝機能異常、腎機能障害、血液凝固障害 これらは、医療機関での採血により判明します。	熱射病	

(日本救急医学会分類2015より)

# 熱中症の症状

「暑熱環境にさらされた」という状況下での体調不良はすべて熱中症の可能性がります。

軽症である熱失神は「立ちくらみ」、同様に軽症に分類される熱けいれんは全身けいれんではなく「筋肉のこむら返り」です。どちらも意識は清明です。

中等症に分類される熱疲労では、全身の倦怠感や脱力、頭痛、吐き気、嘔吐、下痢等が見られます。

最重症は熱射病と呼ばれ、高体温に加え意識障害と発汗停止が主な症状です。けいれん、肝障害や腎障害も合併し、最悪の場合には早期に死亡する場合があります。

Ⅰ度熱中症の症状



熱中症環境保健マニュアル2018

かくれ脱水ジャーナル

## CQ10：熱中症の後遺障害には どのような特徴があるか

A10：熱中症の主たる後遺障害は中枢神経障害である（1C）。深部体温が高く、高度の意識障害や血圧低下など循環障害を認める場合に生じる傾向がある（1C）。

熱中症診療ガイドライン2015

## 回復に6ヶ月を要する

熱中症における主たる後遺障害は中枢神経障害であり、その症状として小脳失調やパーキンソン症候群などの報告がある。

中等症である熱疲労では、発症2週間後に短期記憶や姿勢安定性の低下など中枢神経障害を認めるものの、これらの症状は3～6ヶ月後には改善している。

後遺障害としての中枢神経障害は、熱中症の発生から病院での冷却終了までに長時間要していることが、その発生に関連する要因として示されている。

# Summary

熱中症と脱水症を防ぐには適切な水分補給（飲食）が大事。

- 人間の身体の50～80%（体重比）は水分（体液）で構成されているが、単なる日常活動でも1,500～2,500mlの体液が失われ、不足する水分の約90%を飲物と食物で補っている。
- 運動では筋肉を動かすが、筋肉が作り出す全エネルギーの実に約80%が熱として発散されて体温が上昇する。
- 人間の体温は37度前後が生命活動に最適なものとされ、汗の蒸発や体表面からの放熱によってその温度が維持されている。
- 発汗により体液が失われると水分の不足から栄養素の出し入れが滞り、電解質の不足から様々な障害（脱水症）が起きる。
- 発汗がさらに進むと生命維持のために身体が発汗をストップして体温調整ができなくなり、身体中の臓器に深刻な障害（熱中症）がおきる。

## 2. 日本の暑熱環境

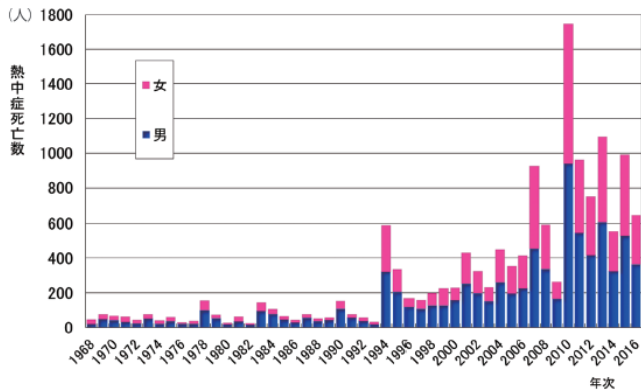


図1-9 年次別男女別熱中症死亡数 (1968年~2016年)

(提供: 京都女子大学 中井誠一氏)

「熱及び光線の作用」(T67)による死亡数を集計

(注) 国内における死亡分類の方法が1995年以降変更となっている点に注意が必要

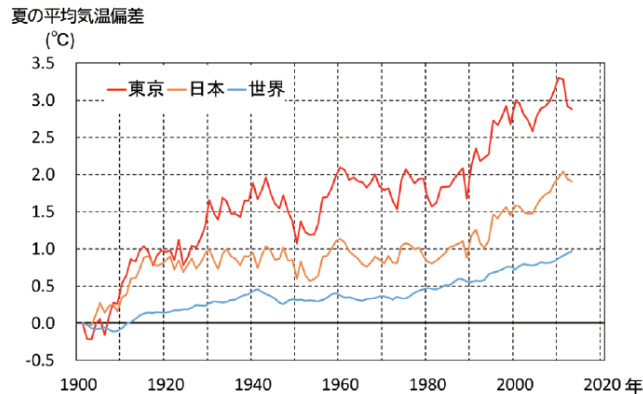


図1-17 世界、日本、東京の夏(6月~8月)の平均気温偏差(1900年からの偏差)

(気象庁資料から作成、5年移動平均)

# 厳しくなる日本の暑熱環境

日本の夏は暖かく湿った空気を持つ太平洋高気圧に支配されており、気温が高いだけでなく、湿度が高く蒸し暑いのが特徴です。熱中症は気温だけではなく、湿度も大きく影響することから、蒸し暑い日本では、夏季の気温上昇が進むとともに、熱中症患者の急激な増加が、近年大きな問題となっています。

## 熱中症環境保健マニュアル2018

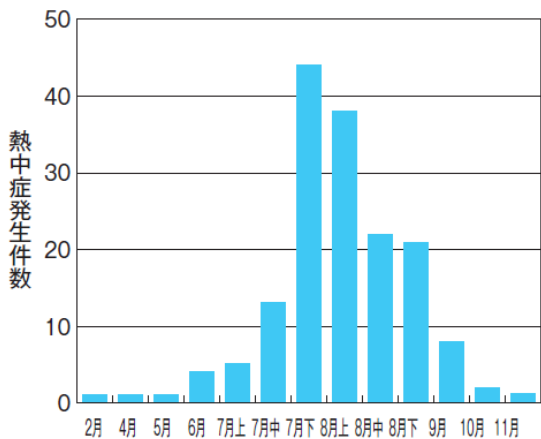


図15 発生時期 学校管理下の熱中症死亡事故 (1975~2011年 n=161)

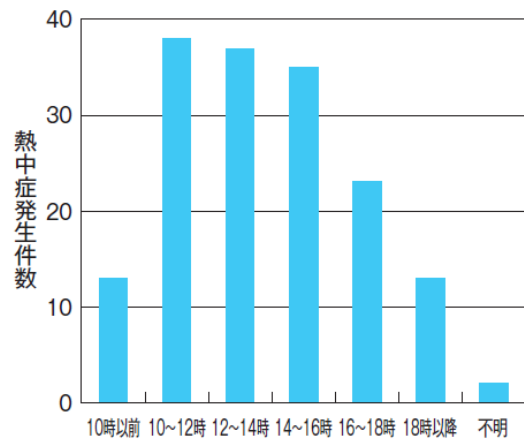


図16 発生時刻 学校管理下の熱中症死亡事故 (1975~2011年 n=161)

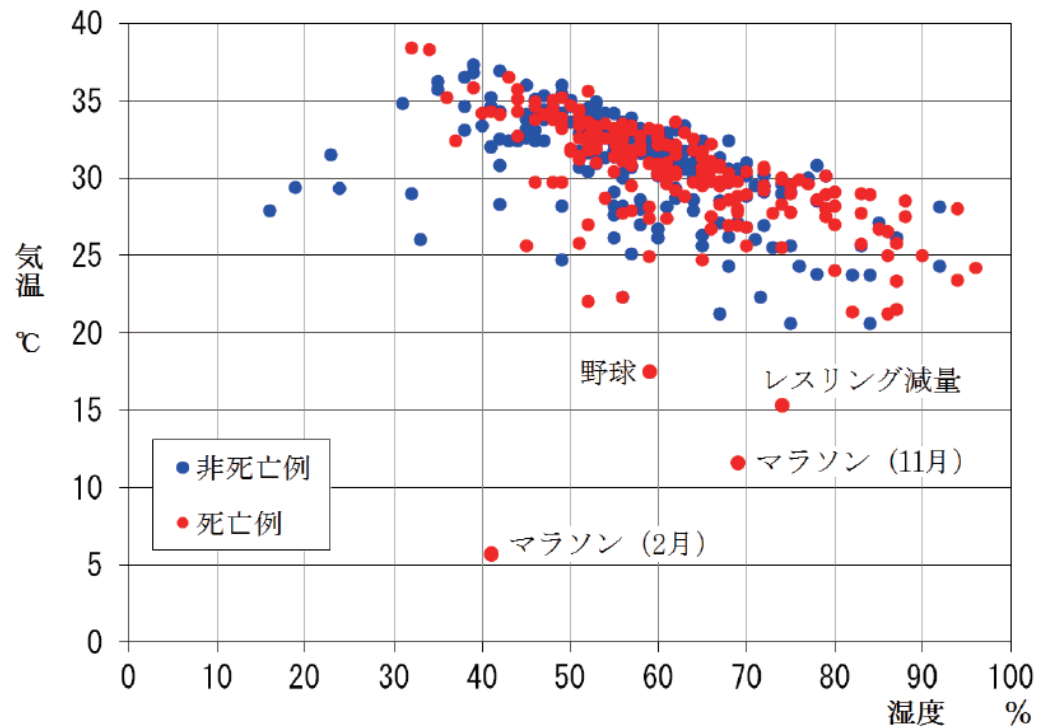


図3-7 運動時熱中症発生時の相対湿度と気温の関係(1970~2017年)

(提供: 京都女子大学 中井誠一氏)

## 熱中症発生時

の環境条件(気温と湿度)を発生地最寄りの気象台のデータで解析した結果をみると、多くの場合、気温は21～38°Cの広い範囲に分布しており、湿度が高ければ気温がそれほど高くなくても発生していることが分かります。

なお、熱中症事故はそれほど気温が高くなくても発生していることにも注意しておかなければなりません。(厚着をしてのマラソン、野球でのダッシュの繰り返し、レスリングでの減量)

熱中症の発生には環境温度だけでなく、無理な運動が影響していたことが考えられます。

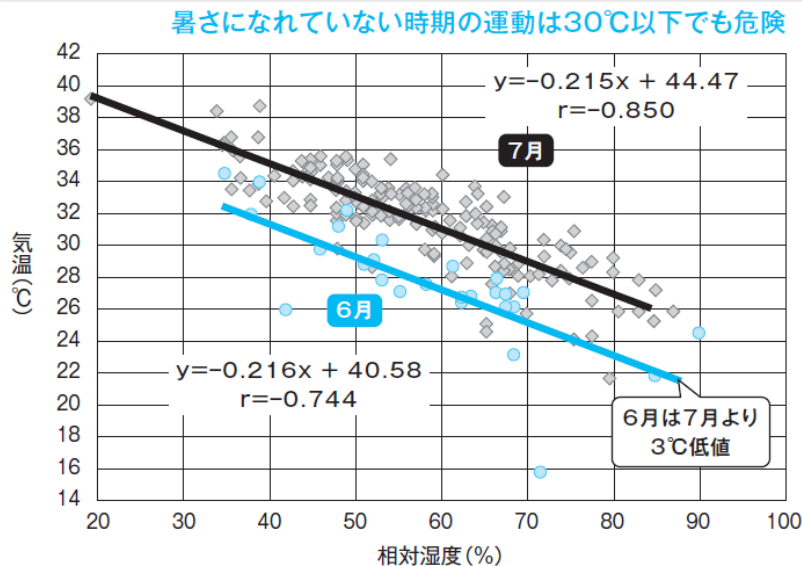


図20 運動時熱中症発生時の相対湿度と気温の月別分布(1970~2010年)  
 (中井,2012)

# 梅雨の合間や 梅雨明けなど

の気温が急に上昇した時に熱中症が多く発生しています。いずれも、「からだ暑さになれていない」からです。

図20から、6月では7月より約3℃低い気温で熱中症が発生していることがわかります。暑さになれていない6月で熱中症が起きやすいことがよくわかります。



図3-6 熱中症による搬送者数と最高気温(2003年:東京)

(提供:気象業務支援センター 村山貢司氏)

最も多い。気象条件の詳細については他項に譲るが、晴天での発症が多いことから、気温は環境要因の危険因子として重要である。性別は男性に多く、年齢・発生状況別にみると若年男性はスポーツ、中壮年男性は労働による発生頻度が高い。男性であることは危険因子の1つといえよう。重症度を検討した疫学調査でも、救急搬送された患者のⅢ度に関連する独立危険因子の1つに、男性であることが報告されている<sup>5)</sup>。

スポーツおよび労働による労作性熱中症は屋外での発症頻度が高く重症例は少ない。しかし、陸上競技などグラウンドでのスポーツは重症率が高い傾向にある。米国の高校の運動選手を対象とした疫学調査では、約3割の熱中症は2時間を超える練習で発症し、さらにその3分の1は医療従事者が発症現場に不在の時であったという<sup>6)</sup>。長時間の連続した練習は避け、指導者が適切に監督する必要がある。労

## 熱中症にかかりやすい人

男性の発症が多い。

米国の疫学調査では、2時間を超える練習時に医療従事者が現場にいない時の発生数が高校スポーツにおける熱中症発生の3割に上ることが報告されている。

# Summary

気温が大きく変わるような日や月は熱中症の発生に十分な注意を払う。

- 世界の夏気温は年々上昇しているが、特に日本（東京）の上昇は非常に大きく、1910年頃に比べて約3°C上昇している。
- 日本の夏は気温だけでなく湿度が非常に高くなることが特徴であり、統計でも1994年以降に急増している（2012年以降は国の各機関からのガイダンス発行に伴い減少に転じている）。
- 熱中症は気温が高い時のみでなく、湿度が高ければ気温が低くても発症している。特に20°C以下の熱中症事故は厚着による内部湿度の上昇が原因とされており、ホッケーではGKへのケアが必要となる。
- 熱中症は6月の梅雨明けから急増しており、急激な温度変化が予想される季節やそういった日には十分な注意が必要である。



### 3. ホッケーと暑熱環境(論文から)

## FLUID BALANCE AND HYDRATION HABITS OF ELITE FEMALE FIELD HOCKEY PLAYERS DURING CONSECUTIVE INTERNATIONAL MATCHES

HANNAH MACLEOD AND CAROLINE SUNDERLAND

*School of Science and Technology, Nottingham Trent University, Nottingham, United Kingdom*

### ABSTRACT

MacLeod, H and Sunderland, C. Fluid balance and hydration habits of elite female field hockey players during consecutive international matches. *J Strength Cond Res* 23(4): 1245–1251, 2009—The purpose of this study was to assess sweat loss and hydration practices of elite female field hockey players during consecutive international matches. Eighteen England U21 field hockey players were assessed during 2 consecutive international matches. Sweat loss was assessed from changes in body mass after correction for the volume of fluid consumed and any urine loss. Players completed a questionnaire to assess hydration habits and practices. Mean ( $\pm$  SD) change in body mass after match 1 was  $-0.1 \pm 0.6$  kg compared with  $-0.3 \pm 0.5$  kg after match 2. This equates to a percentage level of body mass change of  $-0.2 \pm 1.1\%$  after match 1 and  $-0.5 \pm 0.7\%$  after match 2. Mean fluid intake was  $1264 \pm 394$  mL during match 1 and  $1216 \pm 488$  mL during match 2. Prematch urine osmolality was significantly higher before match 2 ( $425 \pm 206$  mOsm·kg<sup>-1</sup>) compared with match 1 ( $197 \pm 110$  mOsm·kg<sup>-1</sup>;  $p = 0.008$ ). There was no significant difference between morning body mass changes ( $p = 0.97$ ); however, 14 players experienced reductions in body mass. There were large

### INTRODUCTION

**H**ypohydration is a physiological state characterized by a deficit in body fluid levels (23). The deleterious effects of fluid loss on cardiovascular function and hyperthermia are well established (10,19,23). During exercise, metabolic heat production occurs, resulting in an increase in core temperature (10). If ambient temperature is in excess of skin temperature, heat storage is further increased, increasing the risk of hyperthermia and heat illness. The main mechanism for heat loss—to ensure that core temperature is maintained around 37°C—is through evaporation of water from the surface of the skin, which results in dehydration. Thermoregulation is critically dependent on sweat production and evaporation, especially when exercising in hot conditions, as convective and radiative heat loss are minimal (13). Levels of dehydration as little as 2% body mass can impair athletic performance for a number of different parameters such as skill performance, endurance capacity, and cognitive function (1,6,11).

Field hockey is intermittent in nature and is characterized by variable speeds of high-intensity effort interspersed with periods of recovery. The average distance covered by international female players ranges from 5 to 8 km during an average playing time of 50 minutes (unpublished findings).

# 2%

を超える脱水（体重比・試合当り）が国際大会に参加したU21女子代表選手に発生していたとする研究成果を英国の研究者（2009年）が報告し、その後の研究でもその事実が追認されている。

逆に採り過ぎの選手がいる事実も掲載された。

### 研究の環境条件

21～23°C & 49～59%RH

## Previous-day hypohydration impairs skill performance in elite female field hockey players

H. MacLeod, C. Sunderland

School of Science and Technology, Nottingham Trent University, Nottingham, UK  
Corresponding author: Dr. Hannah MacLeod, School of Science and Technology, Nottingham Trent University, 204 Erasmus Darwin Building, Clifton Lane, Nottingham NG11 8NS, UK. Tel: +44 0 115 8486601, Fax: +44 0 115 8486636, E-mail: hannahmacuk@yahoo.co.uk

Accepted for publication 5 August 2010

The purpose of this study was to determine the effects of 2% hypohydration on skill performance in elite female field hockey players following intermittent exercise in the heat. Eight elite female field hockey players performed 50 min of a field hockey-specific intermittent treadmill running protocol (FHITP) in hot environmental conditions (33 °C, 60% relative humidity) in different hydration states: euhydrated (EUH) and hypohydrated by 2% body mass (HYPO). Hydration status was manipulated via a period (121 ± 10 min) of passive hyperthermia (40 °C, 75% relative humidity) and controlled fluid intake 1 day preceding testing. *Ad libitum* fluid intake was permitted throughout

both trials. Field hockey skill tests were performed pre- and post-FHITP. Skill performance time increased ( $P = 0.029$ ) in the HYPO trial compared with the EUH trial, which may be attributed to an increase in penalty time ( $P = 0.024$ ). Decision-making time increased ( $P = 0.008$ ) in the HYPO trial and was significantly impaired compared with EUH ( $P = 0.016$ ) pre-FHITP. *Ad libitum* drinking appeared to be sufficient to maintain decision-making performance as no interaction effects were evident post-FHITP. Players who commence match-play in a state of hypohydration are susceptible to decrements in skill and decision-making performance.

Field hockey provides a constantly changing environment and the effects of hypohydration on field hockey skill performance are not well understood.



# 暑熱環境下での2%の脱水

は女子代表選手のホッケースキルに負の影響（エラーの増加、判断時間の増加）を与えている可能性があるとする研究成果を英国の研究者が報告（2012年）している。

## 研究の環境条件

ランニングマシン

33°C & 60%RH

40°C & 75%RH

そもそも40°C&75%RHの環境は危険であることが4. 暑熱環境の温度指標（WBGT）で分かる。

## RESEARCH ARTICLE

## Open Access



## Effects of heat stress and dehydration on cognitive function in elite female field hockey players

Hannah MacLeod<sup>1</sup>, Simon Cooper<sup>1</sup>, Stephan Bandelow<sup>2</sup>, Rachel Malcolm<sup>1</sup> and Caroline Sunderland<sup>1\*</sup>

## Abstract

**Background:** It has previously been suggested that heat exposure and hypohydration have negative effects on cognitive performance, which may impact upon sporting performance. The aim of the present study was to examine the independent effects of heat stress and hypohydration on cognitive performance in elite female field hockey players.

**Methods:** Eight unacclimatised elite field hockey players (age:  $22 \pm 3$  y; height:  $1.68 \pm 0.05$  m; body mass:  $63.1 \pm 6.0$  kg) completed a cognitive test battery before and after 50 min of field hockey specific exercise on a treadmill in four experimental trials; two in hot conditions ( $33.3 \pm 0.1$  °C), and two in moderate ( $16.0 \pm 3.0$  °C), both with and without ad libitum water intake.

**Results:** On the visual search test, participants were faster overall in the heat (1941 vs. 2104 ms,  $p = 0.001$ ). Response times were quicker in the heat on the Sternberg paradigm (463 vs. 473 ms,  $p = 0.024$ ) and accuracy was improved (by 1.9%,  $p = 0.004$ ). There was no effect of hydration status on any of the markers of cognitive function.

**Conclusions:** Overall, the findings suggest that in elite field hockey players exposure to heat enhances response times and/or accuracy on a battery of cognitive function tests. However, hypohydration does not appear to affect cognitive performance in elite field hockey players.

**Keywords:** Decision-making, Skill, Intermittent exercise, Team sports, Cognitive performance, Hypohydration

## Background

Field hockey demands an extensive requirement for high levels of mental processing to successfully perform in a dynamic environment. In addition, successful skilled per-

heat is negatively influenced by hypohydration, as a result of both an increase in the number of errors and an increase in decision-making time [4].

The negative effect of heat stress on physical perform-



## 暑熱環境下での脱水症

は女子代表選手のホッケースキルに影響を与えることはなく、暑熱環境下（ $33.3^{\circ}\text{C}$  &  $59\%\text{RH}$ ）では通常環境下（ $16^{\circ}\text{C}$  &  $53\%$ ）よりも選手のスキルが上昇したとする研究成果を英国の研究者が報告（2018年）している。

- この研究では東京オリンピックの環境条件を想定して暑熱環境を設計。
- あくまでもフル代表レベルの選手を前提としている旨記載。

## 研究の環境条件

ランニングマシン

 $33.3^{\circ}\text{C}$  &  $59\%\text{RH}$  $16^{\circ}\text{C}$  &  $53\%$

## Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect

Wing Yin Lau,<sup>1</sup> Haruyasu Kato,<sup>2</sup> Kazunori Nosaka<sup>1</sup>

To cite: Lau WY, Kato H, Nosaka K. Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2019;5:e000478. doi:10.1136/bmjsem-2018-000478

Accepted 31 January 2019

### ABSTRACT

**Objective** No previous study has compared water and oral rehydration solution (ORS) intake after dehydration induced by exercise in the heat for the effect on muscle cramps. The present study tested the hypothesis that water ingestion after dehydration would increase muscle cramp susceptibility, but this would be prevented by ORS ingestion.

**Methods** Ten men performed two bouts of downhill running (DHR; -5%) in the heat (35°C–36 °C) until their body mass was reduced by 2%. Ten minutes after DHR, either spring water or electrolyte water similar to ORS (OS-1<sup>®</sup>) was ingested in a counter-balanced order on two different days separated by a week. Muscle cramp susceptibility was assessed by a threshold frequency (TF) of electrical train stimulation to induce cramp before, immediately after (0), and 30 and 60 min after the ingestion. Blood samples were taken before, immediately and 80 min after DHR to measure serum electrolyte concentrations.

**Results** Muscle cramp susceptibility assessed by TF did not change from baseline to immediately after DHR for both conditions (water: 24.6 ± 2.1 Hz, OS-1<sup>®</sup>: 24.7 ± 1.4 Hz). TF decreased after water intake by 4.3 Hz (30 min) and 5.1 Hz (60 min post-ingestion), but increased after OS-1<sup>®</sup> intake by 3.7 and 5.4 Hz, respectively. Serum sodium

### Summary box

- ▶ The new findings of the present study are as follows: (1) water intake after 2% dehydration induced by downhill running in the heat increased muscle cramp susceptibility, but (2) ingestion of fluid containing electrolytes such as sodium, potassium and chloride, and glucose (similar to oral rehydration solution) after the dehydration made muscles more immune to cramp.
- ▶ These results suggest that to prevent exercise-associated muscle cramp, it is better to intake fluid containing electrolytes. However, further studies are necessary to examine what kind of and how much electrolytes should be contained in the fluid to prevent muscle cramp.

from muscle spindles and inhibitor from Golgi tendon organs to the alpha neurons, rather than dehydration or electrolyte deficits.<sup>2,7</sup>

In association with the dehydration-electrolytes theory, several studies have reported that dehydration does not affect muscle cramp susceptibility.



# 体液に近い電 解質を含んだ 経口補水液

(OS-1) をダウンヒルランニング直後に服用した被験者グループでは、時間を追って筋痙攣が起こりにくくなるという研究結果を日本の研究者が報告（2019）している。

通常ミネラルウォーターを服用したグループの場合はそのリスクが増大したとも報告している。

(つづく)

## 研究の環境条件

ランニングマシン

35～36°C & 27～34%RH

Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect

BMJ Open Sport & Exercise Medicine 2019;5

Lau WY, Kato H, Nosaka K

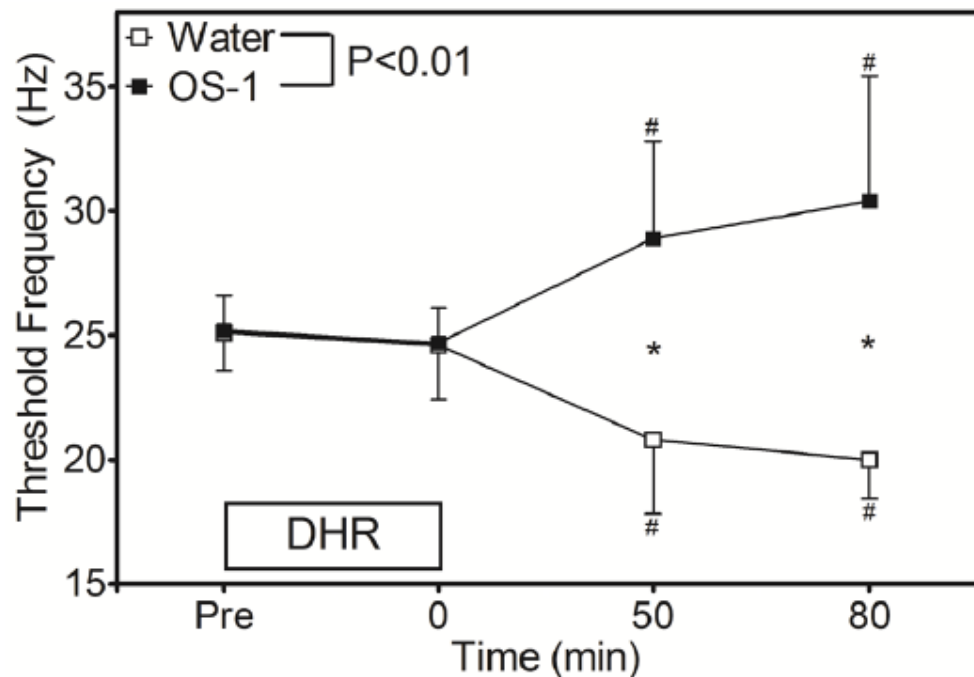
## Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect

Wing Yin Lau,<sup>1</sup> Haruyasu Kato,<sup>2</sup>†

To cite: Lau WY, Kato H, Nosaka K. Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2019;5:e000478. doi:10.1136/bmjsem-2019-000478

Accepted 31 January 2019

**ABSTRACT** Objective No previous study has compared water and electrolyte solution (OS) intake after dehydration in the heat for the effect on cramps. The present study tested the hypothesis that water ingestion after dehydration would increase cramp susceptibility, but this would be prevented by electrolyte ingestion. **Methods** Ten men performed two bouts of downhill running (DHR, ~5%) in the heat (35°C–36°C) or body mass was reduced by 2%. Ten minutes after either spring water or electrolyte water similar to OS-1<sup>®</sup> was ingested in a counter-balanced order on two different days separated by a week. Muscle susceptibility was assessed by a threshold frequency (TF) of electrical train stimulation to induce cramp before, immediately after (0), and 50 and 80 min after DHR. Blood samples were taken before, 10 and 60 min after DHR to measure serum electrolyte concentrations. **Results** Muscle cramp susceptibility assessed did not change from baseline to immediately after DHR for both conditions (water: 24.6 ± 2.1 Hz, OS-1<sup>®</sup>: 24.4 Hz). TF decreased after water intake by 4.3 Hz and 5.1 Hz (60 min post-ingestion), but increased after OS-1<sup>®</sup> intake by 3.7 and 5.4 Hz, respectively. Serum



**Figure 2** Changes in threshold frequency of electrical train stimulation to induce muscle cramp before (pre), immediately after (0), and 50 and 80 min after DHR in the heat for water and OS-1<sup>®</sup> intake conditions. A significant ( $p < 0.01$ ) interaction effect was found. \* indicates a significant ( $p < 0.05$ ) different from the baseline (pre) value. # indicates a significant ( $p < 0.05$ ) difference between the conditions. DHR, downhill running.

# 経口補水液とミネラルウォーター

- いまでも、夏に汗を大量に流すような激しいスポーツや長時間のスポーツをする時には、熱中症を防ぐため、脱水状態にならないようにこまめに水分補給をすることが勧められているが、更に筋痙攣を防ぐ（抑制する）という観点から、ミネラルウォーターではなく経口補水液が有効であることを明らかにした。
- 論文では更に、脱水は筋痙攣の直接的な原因にはならならず、長時間そして激しい運動による神経筋の疲労が筋痙攣を引き起こすという説を支持している。（血液中の電解質濃度がほぼ変化していないことから、汗に含まれる電解質の濃度は血液中と同じであると考察。）

Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect

BMJ Open Sport & Exercise Medicine 2019;5

Lau WY, Kato H, Nosaka K

# Summary

脱水状態（体重変化は2%以内）に気を配り、試合前中後に経口補水液OS-1を採る。

- 海外のU21や代表選手の調査結果により、代表クラスでは試合当り2%程度の脱水になることが分かる。2009年の論文では4%を超える選手のデータもあった。ただし、脱水は管理可能(\*)。
- 暑熱環境下では脱水によりU21選手のパフォーマンスが下がったとする報告があるが、一部の環境が過酷で、脱水というよりも熱中症になりはじめている可能性がある。
- 東京オリパラ大会と類似の暑熱環境下では代表の場合、2%程度の脱水ならパフォーマンスが上がったとする報告があるが、筋痙攣を考慮すれば経口補水液を採ることが必要。

\*) タイでのU18 Youth Olympic 2018最終予選に帯同し、たった1人で35人の選手の体調管理をしたトレーナーからは滞在期間中の湿度は70%を超えていたが、独自に開発したコンディショニング管理方法で誰一人熱中症にさせなかったとの報告を受けております。当方はその方法を2017年秋のフィジー遠征（男子U21、女子U18）で拝見して感動し、強化に何度も紹介しておりますが、問い合わせがあったかは把握しておりません。

## 4. 暑熱環境の温度指標(WBGT)

WBGT ℃	湿球温度 ℃	乾球温度 ℃	
31	27	35	<b>運動は原則中止</b> WBGT31℃以上では、特別の場合以外は運動を中止する。特に子どもの場合には中止すべき。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	
28	24	31	<b>嚴重警戒</b> (激しい運動は中止) WBGT28℃以上では、熱中症の危険性が高いため、激しい運動や持久走など体温が上昇しやすい運動は避ける。運動する場合には、頻りに休息をとり水分・塩分の補給を行う。体力の低い人、暑さになれていない人は運動中止。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	
25	21	28	<b>警戒</b> (積極的に休息) WBGT25℃以上では、熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり適宜、水分・塩分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	
21	18	24	<b>注意</b> (積極的に水分補給) WBGT21℃以上では、熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水分・塩分を補給する。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	
			<b>ほぼ安全</b> (適宜水分補給) WBGT21℃未満では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分・塩分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。

- 1) 環境条件の評価にはWBGTが望ましい
- 2) 乾球温度を用いる場合には、湿度に注意する。湿度が高ければ、1ランク厳しい環境条件の運動指針を適用する。

# 熱中症予防運動指針

日本スポーツ協会は2018年、1994年に発行した熱中症予防ガイドブックを、データを最新のものに差し替えて改定した。

このガイダンスの中ではどのように運動するべきかの温度指標（WBGT）を示しています。

# 熱中症予防運動指針

マラソンについては、熱負荷の大きい運動であるため、別の基準が示されています。

WBGT	熱中症の危険度	警告
28℃～	極めて高い	熱中症の危険性が極めて高い。出場取消。
23～28℃	高い	熱中症の危険性が高く、嚴重注意。 トレーニング不足のものは出場取消。
18～23℃	中等度	レース途中で気温や湿度が上昇すると危険性が増すので、注意。 熱中症の兆候に注意し、必要ならばペースダウンする。
10～18℃	低い	熱中症の危険性は低い。 ただし熱中症が起こる可能性もあり注意が必要。
～10℃	低い	低体温症の危険性がある。 雨天、風の強い日には特に注意が必要。

(ACSM,1996)

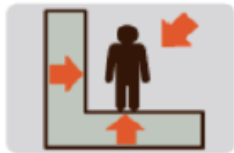
## 暑さ指数 (WBGT) の算出

$$\text{WBGT (屋外)} = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$

$$\text{WBGT (屋内)} = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$$



7  
湿度の効果



2  
輻射熱の効果



1  
気温の効果

- 乾球温度：通常の温度計が示す温度。いわゆる気温のこと。
- 湿球温度：温度計の球部を湿らせたガーゼで覆い、常時湿らせた状態で測定する温度。湿球の表面では水分が蒸発し気化熱が奪われるため、湿球温度は下がる。空気が乾燥しているほど蒸発の程度は激しく、乾球温度との差が大きくなる。
- 黒球温度：黒色に塗装された薄い銅板の球（中空、直径150mm、平均放射率0.95）の中心部の温度。周囲からの輻射熱の影響を示す。

# 暑さ指数 (WBGT)

熱中症予防の温度指標として、WBGTが用いられます。最近では、暑さ指数とも言われています。暑さ寒さに関する環境因子には、気温、湿度、輻射熱、気流が関係します。WBGTは気温（乾球温度）、湿度（湿球温度）と輻射熱（黒球温度）の3要素から算出されますが、湿球温度と黒球温度には気流の影響も反映されるので、WBGTは4要素すべてを取り入れた指標と言えます。



図1-19 暑さ指数(WBGT)測定装置 (左) 基本型 (右) 電子式

湿球温度+乾球温度  $WBGT = 1.925 \times (0.7 \times \text{湿球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度})$

湿球温度  $WBGT = 1.05 \times (\text{湿球温度}) + 2.47$

乾球温度  $WBGT = 0.80 \times (\text{乾球温度}) + 2.81$

スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック2018

## 黒球温度計が 無い場合

「熱中症予防運動指針」では、WBGT以外にも乾球温度、湿球温度が示してあります。スポーツ現場ではWBGTが測定できない場合もあり、実情に合わせて乾球温度や湿球温度を利用してください。

なお、湿球温度、乾球温度からWBGTが左の式で推定できます。

## 夏季のイベントにおける医療計画の例

(「にっぽんど真ん中祭り」災害医療計画等を参考に作成)

### 1. 予防

- ① 参加者の体調チェック(発熱、下痢、血圧、睡眠不足、二日酔い等)、体調不良のメンバーは医療機関を受診

### 2. 医療体制

- ① 活動エリア(担当エリア)の設定
- ② 活動対象と対象者の明確化(例:活動対象=観客、対象者=連絡係、救護係等)
- ③ 医療統括本部、救護本部の設置、個別エリアチームとの連絡・連携
- ④ 事故発生時の対応フロー(例:現場スタッフが医療本部に連絡)

### 3. 医療本部の組織構成と役割

- ① 医療統括本部の役割
  - ・傷病者情報の把握
  - ・医療チームの出動指示
  - ・搬送先医療機関との連絡調整
  - ・運営チームとの連絡調整
- ② 救護所の設置場所、医師・看護師の設置人数を規定
- ③ 医療チームの構成
  - (例:医師、看護師、救急救命士およびロジスティックで医療本部と連携)
  - 医療チームは、AED、手動式人工呼吸器、規定の必要薬品を備える
- ④ 医師の役割
  - (例)・救護所を受診した傷病者の診察および処置
  - ・看護師、救急救命士に対する指示
  - ・医療機関への搬送の判断
- ⑤ 看護師の役割
  - (例)・傷病者の診察補助および看護
- ⑥ 救急救命士の役割
  - (例)・傷病者に対する救急救命処置
  - ・傷病者の移送および搬送
- ⑦ ロジスティックの役割
  - (例)・傷病者に関する情報の収集
  - ・無線、携帯電話による通信
  - ・医療資器材、搬送資器材の確保
  - ・会計、記録、安全管理

### 4. 活動時間、対象エリアの規定

### 5. 搬送先医療機関の規定

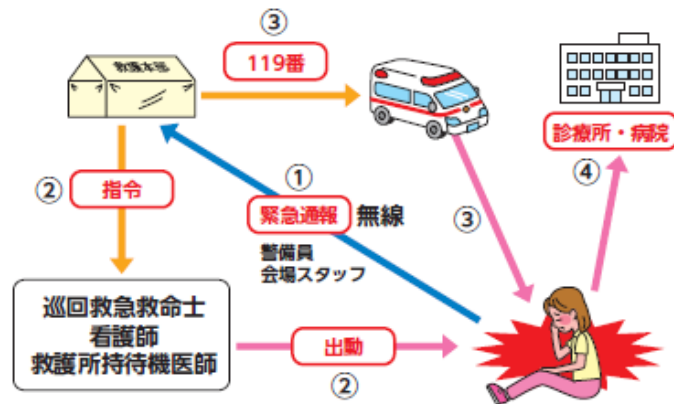
### 6. 情報伝達ツールの規定

- ・各組織・チーム間の通信方法の規定
  - ・専用回線番号を明示(医療統括本部、消防指令センター等)
  - ・情報伝達機器使用不能時の対応の規定
  - ・マス目マップの活用
- 傷病者発生場所の早期確定を図るため、マス目マップの区分番号を用いて連絡する

### 7. 救急事案発生時の対応フロー

- (例) ① 現場スタッフが直ちに医療統括に通報
- ② 医療統括が、近隣医療チームに現場への急行等を指示、必要に応じ、医師・看護師・救急救命士等を出動させる
  - ③ 緊急性が高い場合は、救急車・ドクターヘリを消防局に要請
  - ④ 必要に応じ、傷病者を診療所や病院に搬送

### 8. 傷病者の対応の例(「にっぽんど真ん中祭り」医療計画を参考に作成)



### 9. 記録

活動記録表に看護師、救急救命士が記録し、医療本部に提出(救急隊に引き継ぐ場合は記録の写しを手渡す)

医師が医療措置を行った場合は、診療録を作成し医療本部に提出 記録表は集計整理、保管し報告する

# 夏季イベントにおける熱中症対策

夏季の場合は熱中症の対策として、「発生を防ぐ対応」と「発生後の対応」の、異なる2種類の対応が必要となります。

どれだけ熱中症の発生を防ぐ対応をとっていても、熱中症患者をゼロにすることは非常に困難であることから、発生後に適切な対応がとれる体制を作ることが特に重要です。

夏季のイベントでは、(1) 会場に医療救護所を設置、医師を配置し、可能な限り現場で初期治療と医療機関で治療が必要かどうかの判断を行い、本当に必要な患者だけを搬送する体制をとっている場合と、(2) 傷病者が発生した場合、担当スタッフからの連絡を受け救命士等が出動・判断し、救急車を要請する場合があります。

## プレクーリング

スポーツの成績は、体温上昇に強く影響されます。図1は、運動前に身体を冷却または加温し、高温下で自転車運動を継続不能になるまで行った時の体温(食道温)の変化を示しています。運動前の体温が低いときほど運動持続時間が長くなりますが、いずれの条件でも食道温が約40℃になると運動が続けられなくなっています。約40℃という高温は、運動継続を制限する体温の危機的限界レベル(臨界温度)とみなされます。過度の体温上昇は循環器系や中枢神経系の機能不全をおこし、生命を脅かすことにもなります。したがって、体温の臨界レベルは高温による組織損傷から身を守るための安全装置として働いていると言えます。

そこで、あらかじめ体温を低下させておけば、40℃に至るまでの貯熱量を大きくでき、運動開始時から臨界体温に達するまでの時間を延長できます。それだけ、運動持続時間が延長でき、パフォーマンスの向上が期待できるわけです。この新たな発想による身体冷却法をプレクーリングと呼んでいます。

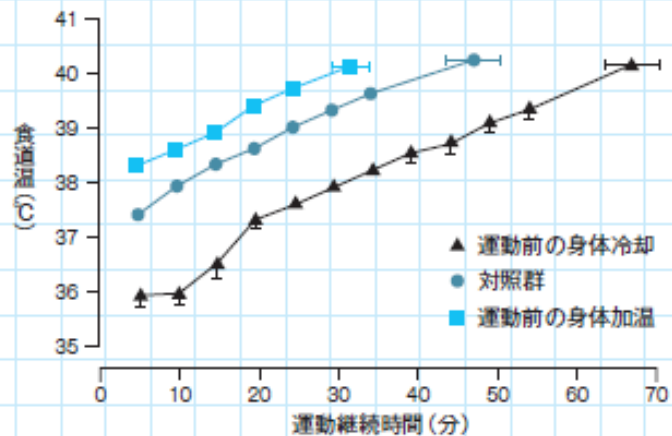


図1 高温(40℃)環境下で運動前に身体冷却あるいは加温をしたときの運動中の食道温の変化  
(Gonzalez-Alonso J ほか, 1999)

# 運動前後の身体冷却

## 運動後のアイスバス

近年、氷と水をいれた浴槽またはバケツ(約12℃)に下肢を浸して3~5分間漬かるアイスバスが、競技現場で頻繁に利用されるようになってきました。これは、筋の微細な損傷への対処や上昇した筋温を素早く下げることが狙ったものです。また、施設が整っている場合は、アイスバスを用いた冷水浴と温浴の交代浴による疲労回復法が活用されています。ストレッチあるいはジョギング後のクーリングダウン後にアイスバスで下肢を冷却することも行われています。また、1日に複数試合が行われる場合などは、試合の間に用いると効果的であると言われています。



# 運動前後の身体冷却

○環境省熱中症予防情報サイト (<http://www.wbgt.env.go.jp/>)



携帯電話用QRコード  
<http://www.wbgt.env.go.jp/kt/>



スマートフォン用QRコード  
<http://www.wbgt.env.go.jp/sp/>

環境省 熱中症



# 熱中症予防情報

環境省では、熱中症を未然に防止するため、「環境省熱中症予防情報サイト」を運用し、全国約840地点における暑さ指数(WBGT)の実況値・予測値等、熱中症予防情報の提供を行っています。

- 実況値：現在の暑さ指数(WBGT)
- 予測値：今日・明日・明後日(深夜0時まで)の3時間毎の暑さ指数(WBGT)

一部コンテンツは英語にも対応

暑さ対策のイベント等の告知

個人向けメール配信サービス

実況値・予測値をCSV形式のデータファイルで提供

全国約840地点の暑さ指数(WBGT)の実況値・予測値を提供

図1-20 環境省熱中症予防情報サイト

		相 対 湿 度 ( % )																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
気 温 ( ° C )	40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
	39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43
	38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42
	37	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41
	36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39
	35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38
	34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37
	33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36
	32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35
	31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34
	30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33
	29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32
	28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31
	27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30
	26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
	25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28
24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24	

図 2. WBGT と気温, 湿度との関係

### WBGT値

<b>危 険</b> 31°C以上
<b>嚴重警戒</b> 28~31°C
<b>警 戒</b> 25~28°C
<b>注 意</b> 25°C未満

# WBGTと気温・湿度の関係

- 室内で日射が無い場合

# Summary

全ての関係者の安心と安全のため、練習や試合に暑さ指数(WBGT)を導入すべき。

- 日本スポーツ協会は「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」を、環境省は「熱中症(heatillness)環境保健マニュアル」を、日本生気象学会は「熱中症環境保健マニュアル」を発行・公開し全ての人が熱中症にならないように啓蒙している。
- 上の図書では熱中症発症の危険性についての判断基準として暑さ指数(WBGT)を導入しており、測定装置を用意すれば誰でもその指数を計算できるようにしている。同様に温度と湿度だけでWBGTが分かる簡易的な表を用意している。
- 上の図書では夏のイベント実施を検討する時のチェックリストも示しており、その他、熱中症を予防するための具体的な対策（プレクーリング、アイスバス）を示している。



## 5. 経口補水液 OS-1



夏のスポーツ時、水分補給に何を摂るか？すでに「水分をとらなければいけない」というのは、教育やスポーツの現場において浸透していますが、「何を摂るか」ということは、まだ理解が浸透していないようです。今回は、夏のスポーツをより楽しくおこなうために、知っておきたい第一のこと。スポーツ時の脱水を防ぎ、身体の回復をはかるために選ぶべき水分について、大阪府立大学の研究員が解説します。

大阪府立大学 都市健康・スポーツ

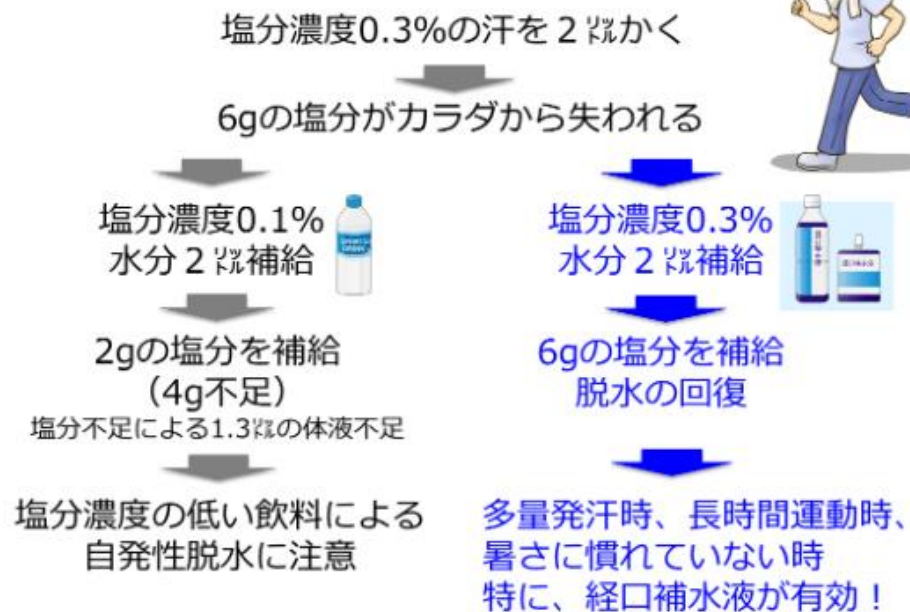
POINT

- ①汗が出た分を補うという発想へ
- ②暑熱馴化を知り、汗の塩分濃度に要注意。

● 汗で出た分を補う、という発想を知ってください

まず、軽く運動して、少し汗をかく場合は、ちゃんと食事を摂る分です。とくにスポーツドリンクは、水分補給と共に、エネルギー

## どうして経口補水液なのか？



# 汗で出た分を補う

まず、軽く運動して、少し汗をかく場合は、ちゃんと食事を摂っている人なら、水やスポーツドリンクで十分です。

しかし、多量に汗をかく場合は、経口補水液がいいでしょう。例えば、スポーツや野外活動で、1時間以上汗を流したり、ダラダラ汗が止まらなくなった人に勧めます。また、スポーツ中の水分補給により喉の渇きは癒されますが、塩分濃度が低い飲料を飲んだ場合、血液の塩分濃度が薄まることがあります。その場合、私たちの体は、薄まった血液の塩分濃度を元に戻すために塩分濃度の薄い尿をたくさん出して血液を濃縮しようとし、自発性脱水（自発性脱水）が起きます。これでは脱水は改善されません。脱水状態から回復するためには、塩分を含んだスポーツドリンクや、多量発汗の場合には塩分濃度がスポーツドリンクよりも高く、体液に近い成分の経口補水液を摂るべきです。





## 夏・脱水対策が強化の基本！ 対 剣道活動中の熱中症予防と対策

炎天下の屋外でのクラブ活動だけでなく、実は、体育館や武道場などの室内競技スポーツが、熱中症のリスクが高いといわれています。どうしても頑張り、限界まで無理しがちなクラブ活動だからこそ、熱中症予防のための脱水対策が大切です。今回は、教えて！「かくれ脱水」委員会から、十河剛委員が、都立小山台高校剣道部顧問土崎祐一先生を訪ね、激しい室内競技である剣道における、高校生の熱中症リスクとその対策について語り合っていました。



十河剛  
教えて！「かくれ脱水」委員会 委員  
阿生会 横浜北東部病院  
小児科 消化器科 部長 医学博士

河合 剛  
かくれ脱水 JOURNAL 編集部

### 剣道における一般的な熱中症リスク

- 体育館や武道場の屋根や壁からの放射熱
- 空気の対流が少ない環境
- 防具の装着で汗が蒸発しにくい
- 防具の装着で体温が逃げにくい、水分を摂りにくい
- 剣道稽古は休憩を取りにくい
- 「夏稽古」など、精神面の鍛錬の伝統
- 中学生、高校生は、成人に比べて汗をかきにくい（熱がこもりやすい）

### 剣道における熱中症対策

- 稽古前に十分な水分と電解質を補給する（15～20分ごとに）
- スポーツドリンクなど
- 稽古後の水分は塩分多め、経口補水液など
- 風など、空気の対流がある環境
- 稽古のプログラムに防具を外す時間を入れる
- 絶対に無理をしない

## 激しい運動の後、脱水ケア（補水）に何を飲むか？

	すぐに実施できる	水分・電解質補給効果	どこでも誰でも	適用すべき状態
輸液療法	× 医師のみ	◎	× 病院のみ	脱水症の治療
経口補水療法	◎	◎	◎	軽度から中等度の脱水状態
スポーツドリンク	◎	○～△ 効果は遅い 商品により効果はまちまち	◎	ごく軽度の脱水状態
水	—	水分のみ 電解質の補給はできない	—	脱水状態への対処に適さない

# 激しい運動後

競技や練習の最中というのは、糖分の入った（スポーツドリンクは5%程度の糖分）ものでいいんです。ただ、終わった後に補給するものになってくると、糖分しか入っていない飲料の摂りすぎは、カラダに水分が保持されず尿量が増えますので、あまりお勧めしません。

水分保持の本題からすると、激しい運動や稽古が終わった後は、ある程度塩分が濃いものの方がいいのです。運動が終わったときに飲む水分として、ナトリウム量が少ないと、水分のカラダへの定着が悪く尿として出て行ってしまいます。

経口補水液のOS-1などは、塩分が多くて糖分が少ないので、水分や電解質がカラダに定着します。

栄養をしっかり摂って睡眠をとって、水分とともに塩分や糖分を適度にとるということは、回復にもつながると思います。

## CQ5：熱中症の予防・治療には 何を飲めばよいか

A5：塩分と水分の両者を適切に含んだもの（0.1~0.2%の食塩水）が推奨される（1C）。現実的には市販の経口補水液が望ましい。

肉体労働者）であった<sup>1)</sup>。熱中症では水分とともにNaなど電解質の喪失があるので、Na欠乏性脱水が主な病態であり水分の補給に加えて適切な電解質の補給が重要である<sup>2) 3)</sup>。そのため、熱中症の徴候を認めた際には特に塩分と水分が適切に配合された経口補水液（ORS：Oral Rehydration Solution）が適切である。ORSは、当初発展途上国での乳幼児の脱水症の予防や治療目的<sup>4)</sup>、特にコレラによる脱水治療のために世界保健機関が開発した<sup>5)</sup>。小腸でNaとブドウ糖は1：1で吸収されることからORSも同様の組成となっている。我が国では経口補水液オーエスワン<sup>®</sup>（OS-1:大塚製薬工場）が普及してい

# 熱中症診療ガイドライン2015 で推奨

推奨されている飲水量は高齢者を含む学童から成人が500～1,000mL／日、幼児が300～600mL／日、乳児が体重1kg当たり30～50mL／日を目安としています。

経口補水液などを定時に飲むような習慣をつけさせることも熱中症の予防につながります。

# Summary

夏季、梅雨明け、激しい運動時、いずれの時も経口補水液が有効。

- 大量に汗を流すようなスポーツでは、脱水分をスポーツドリンクで補おうとしても含まれる塩分濃度が血液中の塩分濃度よりも薄いため血液中の塩分濃度が薄まり、尿を出すことで塩分濃度を高めようとする可能性がある。経口補水液は体液に近い塩分濃度があるため脱水状態からの回復に適している。
- 暑熱馴化していないような時は汗に含まれる塩分濃度が高いため、脱水状態からの回復には経口補水液が適している。
- 暑熱馴化している時であっても、激しい運動であるほど汗に含まれる塩分濃度が高くなり、スポーツドリンクに含まれる塩分濃度より高い可能性があるため、脱水状態からの回復には経口補水液が適している。

## 6. 日本サッカー協会・熱中症対策ガイドライン

日本サッカー協会・

前田弘チーフアスレティックトレーナーに学ぶ

## スポーツにおける脱水対策



サッカーというスポーツでは、早くから選手たちのパフォーマンスを維持し、支えるための身体のケア、熱中症などへの対策を指導する文化が育ち、その内容も年々最新のものへ改善され続けています。公益財団法人日本サッカー協会（以下、日本サッカー協会）の身体面を支えるトップ、前田弘チーフアスレティックトレーナー（以下前田氏）に、現在、日本のサッカーにおいて大切にしている身体のケア、脱水対策のポイントなどについて聞きました。

座席：公益財団法人日本サッカー協会 チーフアスレティックトレーナー スポーツ医学委員会 委員 前田弘

前田氏が日本サッカー協会として大切に発信しているのは、3つの取り組み

- 栄養は食事から、水分は信頼性の高い飲み物から
- セルフケアのために、体重減少量（脱水量）など、身体の変化を自分で知ること
- 指導者がスポーツ救命を知る

### セルフケアという意識の習慣化が、身体とプレイの質をあげる



公益財団法人日本サッカー協会（以下、日本サッカー協会）は、他のスポーツ協会に先駆け 2016 年に「熱中症対策ガイドライン」を発表。暑い日のクーリングブレイクタイム導入や、WBGTを測り、試合をやってはいけない時間帯を設定するなど、その先進の内容は多くのスポーツ関係者を唖然させ影響を与えました。その作成に参加し、現在のサッカーにおいて、トップチームから育成世代までの身体のケアを指導し支えているのが前田氏。氏は、脱水対策も含めて、「セルフケア、セルフコントロール意識を習慣化していくことが、スポーツにおけるプレイの質も向上させる」と語ります。

## 日本サッカー協会は、なぜ高度な熱中症対策を実践できているのか？



公益財団法人日本サッカー協会（以下、日本サッカー協会）は、2016年3月に、大会／試合スケジュールの規制などの事前の準備、当日の対応などからなる「熱中症対策ガイドライン」を発表しました。これは他の多くのスポーツ競技団体に先んじるもので、WBGT(暑さ指数)を基準とした事前対策や、試合場の環境、観客の熱中症対策までを考慮した内容は、今後の日本の各種スポーツでの対策強化を牽引するものになると考えられます。



監修：川原 謙  
立教大学コミュニティ福祉学部 スポーツウェルネス学科教授  
整形外科医 医学博士  
日本サッカー協会 U-15日本代表チームドクター

### 日本サッカー協会・熱中症対策ガイドラインの目的

選手が安心して安全にプレーできる環境の整備および選手のパフォーマンスの向上。不十分な対策の競技会運営の是正。熱中症が選手の生命に関わることの再認識。

『JFA 熱中症対策』（熱中症対策ガイドラインより、熱中症対策部分のみ抜粋）

〈A〉(WBGT=28度以上の場合は、事前に1〜7を講じる。)

- 1 ベンチを含む十分なスペースにテント等を設置し、日射を遮る。※全選手/スタッフが同時に入り、かつ水や飲料等を置けるスペース。※スタジアム等に備え付けの屋根が透明のベンチは、日射を遮れず風通しも悪いため使用不可。
- 2 ベンチ内でスポーツドリンクが飲める環境を整える。※天然芝等の上でも、養生やバケツの設置等の対策を講じてスタジアム管理者の了解を得る。
- 3 各会場に WBGT 計を備える。
- 4 審判員や運営スタッフ用、緊急対応用に、氷・スポーツドリンク・経口補水液を十分に準備する。
- 5 観客者のために、飲料を購入できる環境(売店や自販機)を整える。
- 6 熱中症対応可能な救急病院を準備する。特に夜間は指置区による対応の可否を確認する。
- 7 [Cooling Break]または脱水タイムの準備をする。

〈B〉(WBGT=31度以上の場合は事前に以下も講じた上で、試合日の前日と翌日には試合を行わない。また WBGT=31度以上となる時刻に試合を控めない。)

# 熱中症対策ガイドライン

日本サッカー協会は、2016年3月に、大会／試合スケジュールの規制などの事前の準備、当日の対応などからなる「熱中症対策ガイドライン」を発表しました。

これは他の多くのスポーツ競技団体に先んじるもので、WBGT（暑さ指数）を基準とした事前対策や、試合場の環境、観客の熱中症対策までを考慮した内容は、今後の日本の各種スポーツでの対策強化を牽引するものになると考えられます。

### ●日本サッカー協会 熱中症対策ガイドライン

[https://www.jfa.jp/documents/pdf/other/heatstroke\\_guideline.pdf](https://www.jfa.jp/documents/pdf/other/heatstroke_guideline.pdf)

### ●日本サッカー協会 熱中症ガイドラインについて 〈FAQ〉

[https://www.jfa.jp/documents/pdf/other/heatstroke\\_faq.pdf](https://www.jfa.jp/documents/pdf/other/heatstroke_faq.pdf)

# 熱中症対策 ガイドライン の目的

- 選手が安心して安全にプレーできる環境の整備および選手のパフォーマンスの向上。
- 不十分な対策の競技会運営の是正。熱中症が選手の生命に関わることの再認識。

『JFA 熱中症対策』（熱中症対策ガイドラインより、熱中症対策部分のみ抜粋）

〈A〉(WBGT=28度以上の場合は、事前に1～7を講じる。)

- 1 ベンチを含む十分なスペースにテント等を設置し、日射を遮る。※全選手/スタッフが同時に入り、かつ氷や飲料等を置けるスペース。  
※スタジアム等に備え付けの屋根が透明のベンチは、日射を遮れず風通しも悪いため使用不可。
- 2 ベンチ内でスポーツドリンクが飲める環境を整える。※天然芝等の上でも、養生やバケツの設置等の対策を講じてスタジアム管理者の了解を得る。
- 3 各会場に WBGT 計を備える。
- 4 審判員や運営スタッフ用、緊急対応用に、氷・スポーツドリンク・経口補水液を十分に準備する。
- 5 観戦者のために、飲料を購入できる環境(売店や自販機)を整える。
- 6 熱中症対応が可能な救急病院を準備する。特に夜間は宿直医による対応の可否を確認する。
- 7 [Cooling Break]または飲水タイムの準備をする。

〈B〉(WBGT=31度以上の場合は事前に以下も講じた上で、試合日の前日と翌日には試合を行わない。  
また、WBGT=31度以上となる時刻に試合を始めない。)

- 8 屋根の無い人工芝ピッチは原則として使用しない。
- 9 会場に医師、看護師、BLS(一次救命処置)資格保持者のいずれかを常駐させる。
- 10 クーラーがあるロッカールーム、医務室が設備された施設で試合を行う。

日本サッカー協会 熱中症対策ガイドライン

かくれ脱水ジャーナル

# 熱中症対策 ガイドライン 事前準備・企画

大会/試合を開催しようとする期間の各会場(都市)における、過去5年間の時間毎のWBGTの平均値を算出し、その数値によって大会/試合スケジュールを設定する。必要に応じて、試合時間を調整して早朝や夜間に試合を行う、ピッチ数を増やす、大会期間を長くするなどの対策を講じる。

※過去のWBGT値は環境省『熱中症予防情報サイト([http://www.wbgt.env.go.jp/record\\_data.php](http://www.wbgt.env.go.jp/record_data.php))』からダウンロードできる。

- WBGT=31℃以上となる時刻に、試合を始めない。(キックオフ時刻を設定しない。)
  - WBGT=31℃以上となる時刻が試合時間に含まれる場合は、事前に『JFA 熱中症対策<sup>\*1</sup><A>+<B>』を講じた上で、試合日の前日と翌日に試合を行わないスケジュールを組む。
  - WBGT=28℃以上となる時刻が試合時間に含まれる場合は、事前に『JFA 熱中症対策<sup>\*1</sup><A>』を講じる。
- ▽クーラーが無い体育館等の屋内で試合を行う場合も、上記と同じ基準で対策を講じる。
- ▽屋根の無い人工芝ピッチで試合を行う場合は、天然芝等に比べて WBGT 値の上昇が見込まれるため、上記の値から-3℃した値を基準とする。
- WBGT=28℃以上となる時刻は、屋根の無い人工芝ピッチは原則として使用しないとする『JFA 熱中症対策<sup>\*1</sup><A>+<B>』を講じなければならないため、使用不可とする。
  - WBGT=25℃以上となる時刻が試合時間に含まれる場合は事前に『JFA 熱中症対策<sup>\*1</sup><A>』を講じる。
- これらの規制・対策以外にも表面温度の上昇による足底部の低温やけどや擦過傷の危険性を考慮すること。

# 熱中症対策 ガイドライン 大会/試合実施時 (当日)-1/3

各会場にWBGT計を準備し、計測した数値により対策を講じる。

【計測方法】①必ずピッチ上で、WBGT 計の黒球が日影にならないように計測する。計測時の WBGT 計の高さは、プレーする選手の年齢の平均身長 $\times 2/3$ とする。

(例.中3男子の場合、 $168.8\text{cm} \times 2/3=113\text{cm}$ )

②計測する時間はできる限り試合開始の直前、かつロッカーアウトするまでに両チームに対応方法を伝達できるタイミングとする。

③試合中もピッチに近い場所で計測し続け、数値を把握する。

④ハーフタイム時(できる限り後半開始の直前)の数値により後半の対応方法を決定し、両チームに伝達する。

※原則として、前後半のプレー中に数値が変わっても対応方法の変更はしない。

■WBGT=31℃以上の場合は、試合を中止または延期する。

やむを得ず行う場合は『JFA 熱中症対策<sup>※1</sup><A+B>』を講じた上で、[Cooling Break<sup>※2</sup>]を行う。

※中止や延期の判断は、試合前またはハーフタイム時に行うこととし、前後半のプレー中に試合を中止・延期はしない。試合前は大会の主催者または主管者、もしくはその代行者が必要に応じて主審と協議の上で判断し、ハーフタイム時は主審が大会の主催者または主管者、もしくはその代行者と協議の上で判断する。

※大会主催者は、中止や延期となった場合の対策や当該試合の取扱いについて予め規定しておくこと。

■WBGT=28℃以上の場合は、『JFA 熱中症対策<sup>※1</sup><A>』を講じた上で、以下の対応を行う。

1・2種…[Cooling Break<sup>※2</sup>] または[飲水タイム]を行う。

3・4種…[Cooling Break<sup>※2</sup>]を行う。

また、『JFA 熱中症対策<sup>※1</sup><A+B>』を講じた場合は、全ての種別において[Cooling Break<sup>※2</sup>] または[飲水タイム]を推奨することとする。

■WBGT=25℃以上の場合は、3・4種の試合は『JFA 熱中症対策<sup>※1</sup><A>』を講じた上で、以下の対応を行う。

3種…[飲水タイム]を行う。

4種…[Cooling Break<sup>※2</sup>] または[飲水タイム]を行う。

▽体育館等の屋内でフットサル等の試合を行う場合も、上記と同じガイドラインを適用する。ただし、同じ WBGT 値でも屋外に比べて熱射・輻射が少ないが高湿度傾向にあるので、除湿機の設置や風通しを良くするなどの対策を講じる必要がある。また、建物自体に熱がこもるため日没後も WBGT 値が下がりにくい傾向があることにも注意すること。

▽フットサルやビーチサッカー、8人制サッカーのような「自由な交代」が可能な試合についても、ガイドラインに沿って[Cooling Break]や[飲水タイム]を設定する。

# 熱中症対策 ガイドライン 大会/試合実施時 (当日)-2/3

## [Cooling Break<sup>※2</sup>]

前後半 1 回ずつ、それぞれの半分の時間が経過した頃に 3 分間の[Cooling Break]を設定し、選手と審判員は以下の行動をとる。

- ① 日影にあるベンチに入り、休む。
- ② 氷・アイスパック等でカラダ(頸部・脇下・鼠径部)を冷やし、必要に応じて着替えをする。
- ③ 水だけでなくスポーツドリンク等を飲む。

### <留意点>

- ・原則として試合の流れの中で両チームに有利・不利が生じないようなアウトオブプレーの時に、主審が判断して設定する。
- ・戦術的な指示も許容する。
- ・チームが、カラダを冷やすための器具を持ち込む際は、事前に大会運営責任者の了解を得る。
- ・審判員は[Cooling Break]の時間を遵守するため、試合再開時には選手に速やかにポジションに戻るよう促すと同時に、出場選手の確認を行う。
- ・サブメンバーは出場メンバーとの識別のため必ずピブスを着用する。運営担当者は試合再開時に出場メンバーの確認について審判員をサポートする。
- ・[Cooling Break]に要した時間は「その他の理由」によって費やされた時間として前後半それぞれの時間に追加される。
- ・[Cooling Break]を設定する場合は試合前またはハーフタイム時のロッカーアウトまでに両チームに伝達する。また、WBGT 値に応じて、前半と後半の対応が異なる場合がある。

# 熱中症対策 ガイドライン 大会/試合実施時 (当日)-3/3

## (参考... 飲水タイム)

- ・前後半それぞれの半分の時間を経過した頃、試合の流れの中で両チームに有利、不利が生じないようなボールがアウトオブプレーの時に、主審が選手に指示を出して全員に飲水をさせる。もっとも良いのは中盤でのスローインの時であるが、負傷者のための担架を入れた時や、ゴールキックの時も可能である。
- ・選手はあらかじめラインの外に置かれているボトルをとるか、それぞれのチームベンチの前でベンチのチーム関係者から容器を受け取って、ライン上で飲水する。
- ・主審、副審もこの時に飲水して良い。そのために第4の審判員席と、第2副審用として反対側のタッチライン沿いにボトルを用意する必要がある。
- ・スポーツドリンク等、水以外の飲料の補給については、飲料がこぼれて、その含有物によっては競技場の施設を汚したり、芝生を傷めたりする恐れもある。大会主催者が水以外の持ち込み可否及び摂取可能エリアについて、使用会場に確認をとって運用を決定するので、その指示に従って、飲水する。
- ・飲水タイムは30秒から1分間程度とし、主審は選手にポジションにつくよう指示してなるべく早く試合を再開する。飲水に要した時間は、「その他の理由」により空費された時間として、前、後半それぞれに時間を追加する。
- ・時間の経過にともなって環境条件がかなり変わった場合は、飲水を実施するかしないかの判断をハーフタイムに変更してよい。
- ・飲水を行う場合は、試合前(あるいはハーフタイム時)に両チームにその旨を知らせる。
- ・飲水タイムは、あくまでも飲水のためである。
- ・飲水タイムとは別に、従来どおり、ボールがアウトオブプレーのときにライン上で飲水できる。

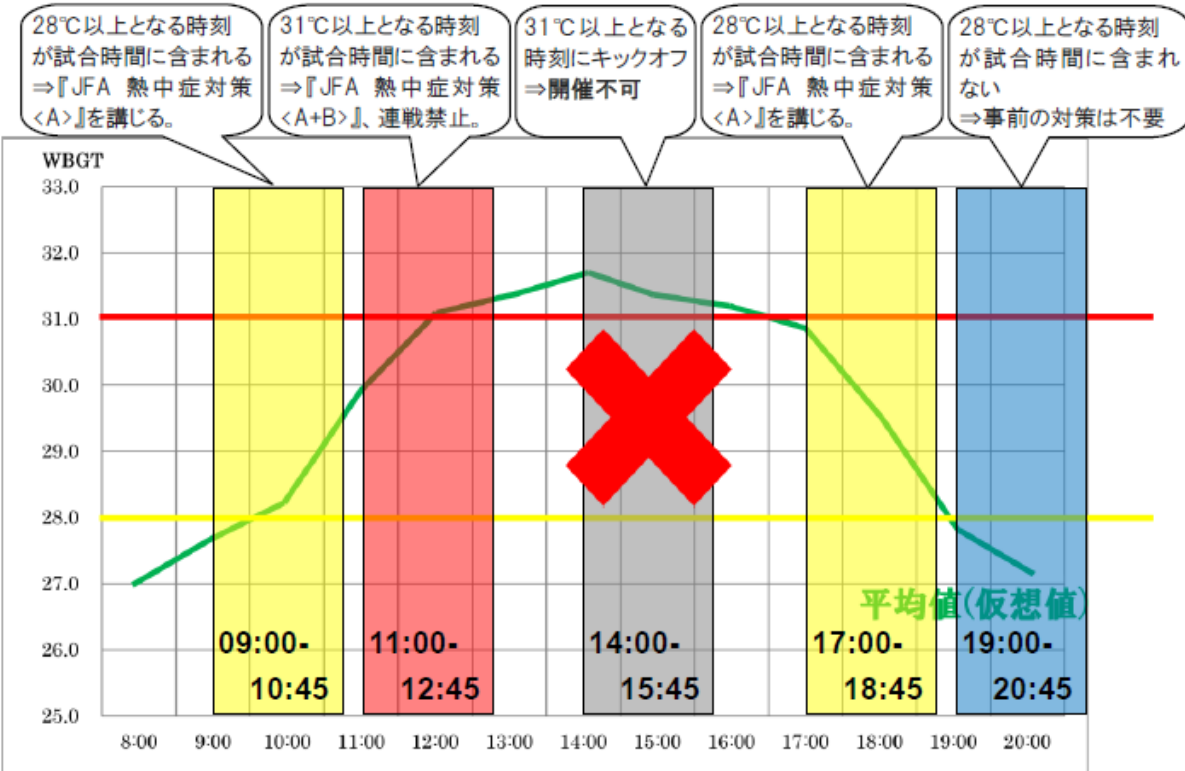
# すべてのサッカー選手を熱中症から守る

サッカーでは、個人差はありますが、90分の試合を終えると、だいたい体重の2%~3%の水分が失われるといわれています。

ハーフタイムを含め試合途中に水分摂取を1リットル程度はしていると思われるかもしれませんが、それでもこれだけ水分を失うハードなスポーツです。脱水すると持久力が急激に落ちます。脱水対策はサッカーにおいてはパフォーマンス維持を求めためにもっとも大切なことです。ましてや、暑い夏に行く場合は、脱水症が熱中症につながっていく可能性が大きいことから、幅広い世代で熱中症を防ぐための指導が必要となっていました。

そこで、日本サッカー協会は、日本や海外のすべてのサッカー選手を熱中症から守るために、十分な熱中症対策に本腰を入れて乗り出しました。

【参考図... WBGT 過去平均値による試合時間の規制と対策】



日本サッカー協会 熱中症ガイドラインについて<FAQ>

かくれ脱水ジャーナル



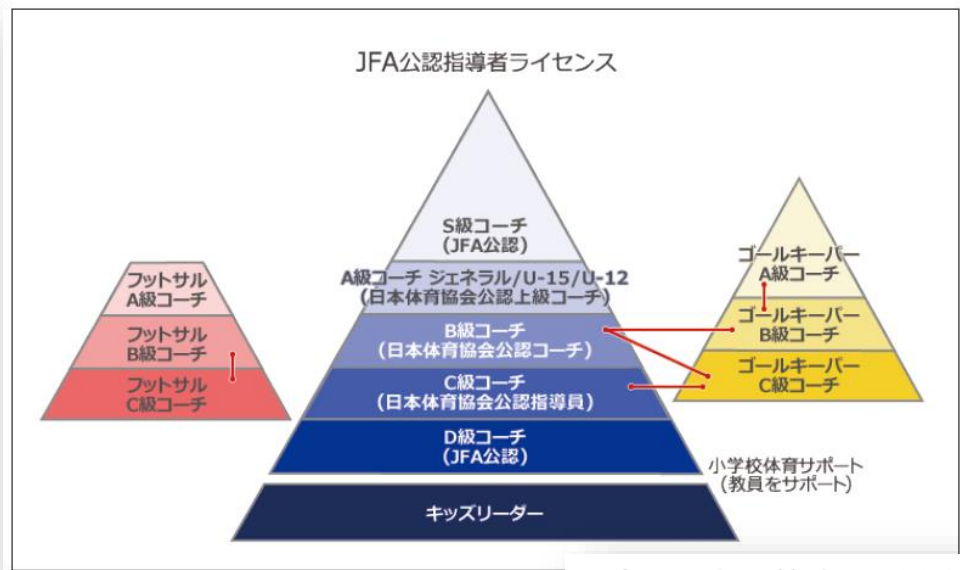
かくれ脱水ジャーナル

# 水分補給と身体を冷やす水

がサッカーを支えています。

今、サッカーの試合では、テープが巻かれているスクイズボトルと巻かれていないスクイズボトルの2種類が置かれていることがあります。1つは脱水対策用の電解質を含んだ飲料水です。もう1つは、身体にかけて身体を冷やしたり口をゆすいだりする水です。

このようにサッカーでは、身体の中と外両方からコンディショニングのための水を活用しています。サッカーでは、ピッチの芝の管理問題があり、以前はピッチ上ではスポーツドリンクを飲ませることができませんでした。現在では、日本サッカー協会がいろいろなスタジアムに働きかけて、少しずつスポーツドリンクが飲めるスタジアムが増えてきました。



# 経口補水液の 摂取機会や方 法も明記

経口補水液とスポーツドリンクは違うという認識は、日本サッカー協会のライセンスコーチなどはみんな持っています。日本サッカー協会のガイドラインを解説する〈FAQ〉には、選手はもちろん、観戦する方々や運営スタッフについても、熱中症の兆候を見つけた場合は「OS-1」をはじめとした市販の経口補水液を躊躇なく使用する旨が書いてあります。

経口補水液は熱中症への対処のためにも必要ですが、選手達のパフォーマンスの維持のため、脱水を防ぐものとしても準備することが当たり前になってきました。経口補水液はパフォーマンスを支える筋肉にも何かしらの効果があるのだと思います。育成世代にはまだ高価なものではありますが、もはやとても身近なものですし、私達も活用を推奨しています。

日本サッカー協会は、早くから、今の会長の田嶋幸三さんが中心となって指導者ライセンス制度を作りました。一番上がS級、その下にA、B、C、D級とクラスがあるのですが、A級に上がるまでの間に脱水症や熱中症を含めて医学情報の講義もたくさん受けます。これがサッカーにおいて医学的なアプローチが早い理由のひとつとなっています。

加えて、このコーチライセンス更新のためにいろいろな講義を受け、技術的な内容だけでなく、医学的な最新知識も学びます。また、ライセンスを持ったコーチには、日本サッカー協会から『テクニカル・ニュース』という冊子が送られます。その冊子には、私たち研究者の立場で選択した医学的なトピックスや最新の情報が掲載され、全国に広がるライセンスコーチの基準を高く保つこともできています。指導者ライセンス制度を使って情報発信と管理ができるのがサッカーの強みだと思います。

かくれ脱水ジャーナル

# Summary

ホッケーの普及のため、関係者の安全のため、暑熱対策のガイドライン作成を。

- サッカー協会は、日本のスポーツ界で唯一、暑熱対策のガイドラインを作成・公開・周知した。
- 大会や試合は同ガイダンスを基に企画・運営されている。
- 指導者やコーチの各レベルのライセンスを取得するには熱中症や脱水症などの最新の医学的知識を講習会などで必ず学び、協会も最新の医学情報を載せた冊子を配布している。
- 試合や大会では、1. 脱水対策用の電解質を含んだ飲料水と2. 身体にかけて身体を冷やしたり口をゆすいだりする水を用意し、身体の中と外の両方から選手がコンディショニングをすることができるようにしている。

Thank you for your attention !