

スポーツ活動中の

# 熱中症予防ガイドブック



スポーツ活動中の

# 熱中症予防⑧ヶ条

1 **知**って防ごう熱中症

2 **あ**わてるな、されど急ごう救急処置

3 **暑**いとき、無理な運動は事故のもと

4 **急**な暑さは要注意

5 **失**った水と塩分取り戻そう

6 **体**重で知ろう健康と汗の量

7 **薄**着ルックでさわやかに

8 **体**調不良は事故のもと

# 目次

はじめに	P2
------	----

<b>Part 1</b> スポーツ活動中の熱中症予防8ヶ条	P4
--------------------------------	----

<b>Part 2</b> 熱中症予防のための運動指針	P12
-----------------------------	-----

付1 市民マラソンのための指針	P13
-----------------	-----

付2 環境温度の測定方法	P14
--------------	-----

付3 運動時の水分補給の目安	P16
----------------	-----

<b>Part 3</b> 解 説	P17
-------------------	-----

1 体温調節の基礎知識(知って防ごう熱中症)	P18
------------------------	-----

2 熱中症の救急処置(あわてるな、されど急ごう救急処置)	P24
------------------------------	-----

3 熱中症の実態と環境温度(暑いとき、無理な運動は事故のもと)	P26
---------------------------------	-----

4 暑さへのなれと熱中症(急な暑さは要注意)	P35
------------------------	-----

5 運動と水分、塩分の補給(失った水と塩分取り戻そう)	P37
-----------------------------	-----

6 運動と発汗(体重で知ろう健康と汗の量)	P41
-----------------------	-----

7 衣服と体温(薄着ルックでさわやかに)	P44
----------------------	-----

8 熱中症と身体因子(体調不良は事故のもと)	P47
------------------------	-----

## はじめに

熱中症とは暑熱環境で発生する障害の総称で、熱失神、熱けいれん、熱疲労（熱ひはい）、熱射病などに分けられます。この中でもっとも重いのが熱射病で死亡事故につながります。かつて熱射病による死亡事故は軍隊や炭鉱、製鉄所などの労働現場で問題になりましたが、これらは活動基準や労働基準が策定されることによって現在ではほとんどなくなり、代わってスポーツによるものが問題になっています。

スポーツによる熱中症事故は無知と無理によって健康な人に生じるものであり、適切な予防措置さえ講ずれば防げるものです。ひとたび事故がおこると人命が失われるだけでなく、指導者はその責任を問われ訴訟になる例もあります。また、死亡事故にいたらなくても熱中症になると、その後しばらくスポーツ活動を休まざるを得なくなり、トレーニングの面からもマイナスになります。そもそも暑熱環境下ではトレーニングの質が低下するうえに消耗が激しく、トレーニング効果もあがりにくくなります。このような意味から、熱中症を予防することは、効果的なトレーニングを進めることにも通じます。熱中症予防の原則はすでに確立されたものですが、死亡事故が毎年発生しているということは、スポーツ指導者や選手にこのような熱中症予防の知識が未だ十分には普及していないためといえましょう。また、熱中症を予防するためには、熱中症予防の原則を具体的にどのようにスポーツ活動に適應すればよいのかが、問題になります。すでに外国においては、こう



したスポーツ活動における具体的な予防指針がいくつか発表されていますが、残念ながらわが国では責任ある団体によってこのような指針が示されたことはありませんでした。

このような背景から、平成3年に日本体育協会に「スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究班」が設置されました。この研究班では、スポーツ活動による熱中症事故の実態調査、スポーツ現場での測定、運動時の体温調節に関する基礎的研究など幅広く研究を進めてきました。こうした研究成果をもとに、平成6年には熱中症予防の原則を「熱中症予防8ヶ条」としてまとめ、具体的なガイドラインとして「熱中症予防のための運動指針」を発表しました。

本冊子は、このガイドラインを広く利用してもらうために、解説をつけてまとめたものです。この冊子によって熱中症による事故がなくなることを切に願うものです。

川原 貴

## 改訂版に寄せて

本ガイドブックは平成6年の初版以来発行部数は約130万部に上り、ガイドブックをもとにしたビデオも約30万本発行してきました。その間、平成10年に一部改訂しましたが、今回さらにデータを新しくし改訂することになりました。

最近是一般にも熱中症という言葉が浸透してきていますが、地球温暖化、都市化によるヒートアイランド現象などから社会問題としてもクローズアップされてきています。

われわれはこのガイドブックを作成するとともに、これまで、日本体育協会の「エンジョイスportsセミナー」を通して熱中症予防の呼びかけを全国に行ってきました。この間、学校管理下における熱中症死亡事故（ほとんどがスポーツ活動によるもの）を追跡してきましたが、ようやく平成17年度に0となりました。今後とも、スポーツによる熱中症事故がなくなるよう、われわれはさらに熱中症予防の呼びかけをつづけていかなければならないと考えています。

(平成18年6月 川原 貴)

# スポーツ活動中の 熱中症予防8ヶ条

1

## 知って防ごう熱中症

熱中症とは、暑い環境で生じる障害の総称で、次のような病型があります。スポーツで主に問題となるのは熱疲労と熱射病です。

### 1 熱失神

皮膚血管の拡張によって血圧が低下、脳血流が減少しておこるもので、めまい、失神などがみられる。顔面蒼白となり、脈は速くて弱くなる。

### 2 熱疲労

脱水による症状で、脱力感、倦怠感、めまい、頭痛、吐き気などがみられる。



### 3 熱けいれん

大量に汗をかき、水だけを補給して血液の塩分濃度が低下した時に、足、腕、腹部の筋肉に痛みを伴ったけいれんがおこる。

### 4 熱射病

体温の上昇のため中枢機能に異常をきたした状態で、意識障害（応答が鈍い、言動がおかしい、意識がない）がおこり死亡率が高い。

## 2

## あ わてるな、されど急ごう救急処置

万一の緊急事態に備え、救急処置を知っておきましょう。

## 1 熱失神 ・ 2 熱疲労

涼しい場所に運び、衣服をゆるめて寝かせ、水分を補給すれば通常は回復します。足を高くし、手足を末梢から中心部に向けてマッサージするのも有効です。吐き気やおう吐などで水分補給ができない場合には病院に運び、点滴を受ける必要があります。



## 3 熱けいれん

生理食塩水(0.9%)を補給すれば通常は回復します。

## 4 熱射病

死の危険のある緊急事態です。体を冷やしながら集中治療のできる病院へ一刻も早く運ぶ必要があります。いかに早く体温を下げて意識を回復させるかが予後を左右するので、現場での処置が重要です。体温を下げるには、水をかけたり濡れタオルを当てて扇ぐ方法、くび、腋の下、足の付け根など太い血管のある部分に氷やアイスパックをあてる方法が効果的です。循環が悪い場合には、足を高くし、マッサージをします。症状としては、意識の状態と体温が重要です。意識障害は軽いこともあります。応答が鈍い、言動がおかしいなど少しでも異常がみられる時には重症と考えて処置しましょう。

# Part 1

## スポーツ活動中の熱中症予防8ヶ条

3

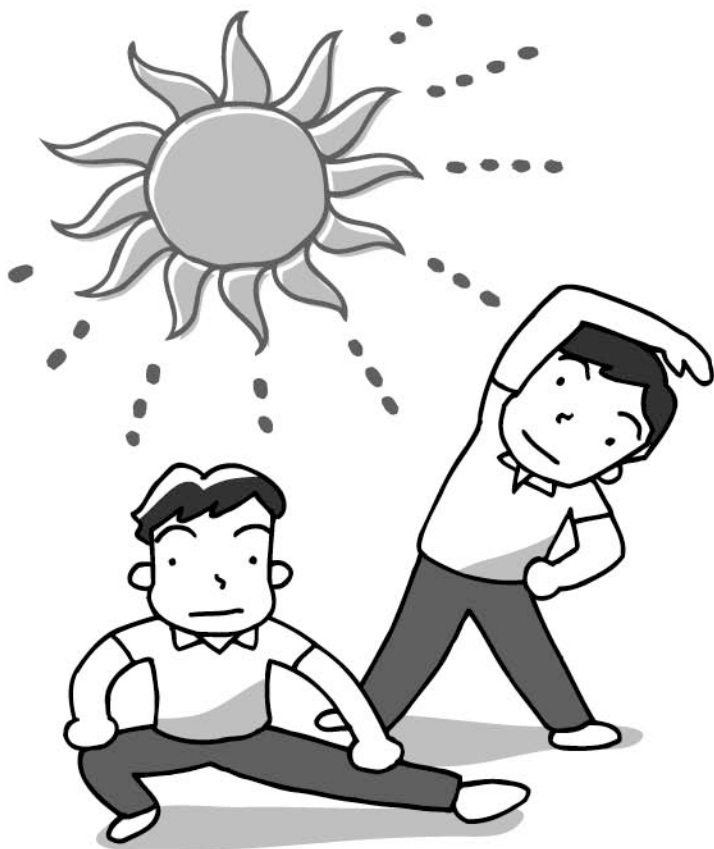
### 暑いとき、無理な運動は事故のもと

熱中症の発生には気温、湿度、風速、輻射熱（直射日光など）が関係します。これらを総合的に評価する指標がWBGT（湿球黒球温度）です。同じ気温でも湿度が高いと危険性が高くなるので、注意が必要です。また運動強度が強いほど熱の発生も多くなり、熱中症の危険性も高くなります。暑い所で無理に運動しても効果は上がりません。環境条件に応じた運動、休息、水分補給の計画が必要です。





4

**急**な暑さは要注意

暑熱環境での体温調節能力には、暑さへのなれ(暑熱順化)が関係します。熱中症の事故は急に暑くなった時に多く発生しています。夏の初めや合宿の第1日目には事故がおこりやすいので要注意です。また、夏以外でも急に暑くなると熱中症が発生することがあります。急に暑くなった時には運動を軽減し、暑さになれるまでの数日間は、軽い短時間の運動から徐々に増やしていくようにしましょう。

## Part 1

スポーツ活動中の熱中症予防8ヶ条

5

### 失った水と塩分取り戻そう

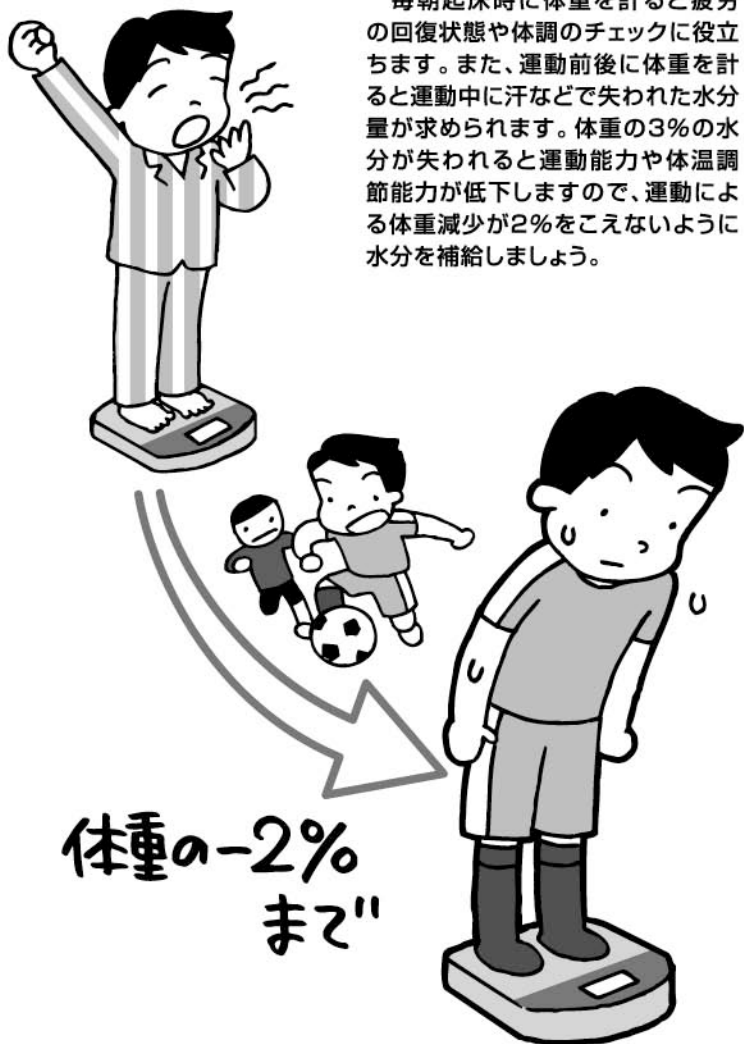
汗は体から熱を奪い、体温が上昇しすぎるのを防いでくれます。しかし、失われた水分を補わないと脱水になり、体温調節能力や運動能力が低下します。暑い時にはこまめに水分を補給しましょう。汗からは水と同時に塩分も失われます。塩分が不足すると熱疲労からの回復が遅れます。水分の補給には0.1～0.2%程度の食塩水が適当です。



## 6

## 体重で知ろう健康と汗の量

毎朝起床時に体重を計ると疲労の回復状態や体調のチェックに役立ちます。また、運動前後に体重を計ると運動中に汗などで失われた水分量が求められます。体重の3%の水分が失われると運動能力や体温調節能力が低下しますので、運動による体重減少が2%をこえないように水分を補給しましょう。



## Part 1

スポーツ活動中の熱中症予防8ヶ条

7

### 薄着ルックでさわやかに

皮膚からの熱の出入りには衣服が関係します。暑い時には軽装にし、素材も吸湿性や通気性のよいものにしましょう。屋外で、直射日光がある場合には帽子を着用しましょう。防具をつけるスポーツでは、休憩中に衣服をゆるめ、できるだけ熱を逃しましょう。



8

## 体調不良は事故のもと



体調が悪いと体温調節能力も低下し、熱中症につながります。疲労、発熱、かぜ、下痢など、体調の悪い時には無理に運動をしないことです。体力の低い人、肥満の人、暑さになれていない人、熱中症をおこしたことがある人などは暑さに弱いので注意が必要です。学校管理下の熱中症死亡事故の7割は肥満の人におきており、肥満の人は特に注意が必要です。

この指針は、熱中症予防8ヶ条をふまえたうえで、実際にどの程度の環境温度でどのように運動したらよいかを具体的に示したものです。環境温度の設定は湿球黒球温度(WBGT)で行いましたが、現場では測定できない場合が多いと思われるので、おおよそ相当する湿球温度、乾球温度も示してあります。

## 【熱中症予防運動指針】

WBGT ℃	湿球温 ℃	乾球温 ℃		
31	27	35	<b>運動は原則中止</b>	WBGT31℃以上では、皮膚温より気温のほうが高くなり、体から熱を逃すことができない。特別の場合以外は運動は中止する。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	<b>嚴重警戒 (激しい運動は中止)</b>	WBGT28℃以上では、熱中症の危険が高いため、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、積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さになれていないものは運動中止。
28	24	31	<b>警戒 (積極的に休息)</b>	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水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	<b>注意 (積極的に水分補給)</b>	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を飲むようにする。
25	21	28	<b>注意 (積極的に水分補給)</b>	
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	<b>ほぼ安全 (適宜水分補給)</b>	WBGT21℃以下では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水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。
21	18	24	<b>ほぼ安全 (適宜水分補給)</b>	
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼		

### WBGT (湿球黒球温度)

屋外:WBGT=0.7×湿球温度+0.2×黒球温度+0.1×乾球温度

屋内:WBGT=0.7×湿球温度+0.3×黒球温度

●環境条件の評価はWBGTが望ましい。

●湿球温度は気温が高いと過小評価される場合もあり、湿球温度を用いる場合には乾球温度も参考にする。

●乾球温度を用いる場合には、湿度に注意。湿度が高ければ、1ランクきびしい環境条件の注意が必要。

## 付 1 市民マラソンのための指針 (Hughson, 1983)

市民マラソンでは、さまざまな体力レベルの人が多数参加し、熱負荷の大きい運動であるため、一般のスポーツ活動より熱中症の発生する危険が高くなります。したがって、市民マラソンでの運動指針は一般のスポーツ活動とは異なる基準にする必要があります。市民マラソンにおける運動指針として、Hughsonによるものを参考としてあげておきます。

WBGT	危険度	警告
18℃	低い	熱障害はおこりうるので、やはり注意が必要。
18～22℃	中等度	熱障害の徴候に注意し必要ならペースダウン。
23～28℃	高い	トレーニングが十分でないものは中止。
28℃	きわめて高い	ペースを十分に落としても熱障害がおこる。競技を行ってはならない。

## 付 2 環境温度の測定方法

スポーツ活動や労働時の熱中症予防の温度指標として、WBGT (Wet-Bulb Globe Temperature; 湿球黒球温度) が有効です。これは暑さ寒さに関係する環境因子 (気温、湿度、輻射熱、気流) のうち気温、湿度、輻射熱の3因子を取り入れた指標です。

乾球温度 (気温)、湿球温度 (湿度に関係) と黒球温度 (輻射熱) の値から次の式で計算されます。日射のある屋外と日射のない室内では計算式が異なります。

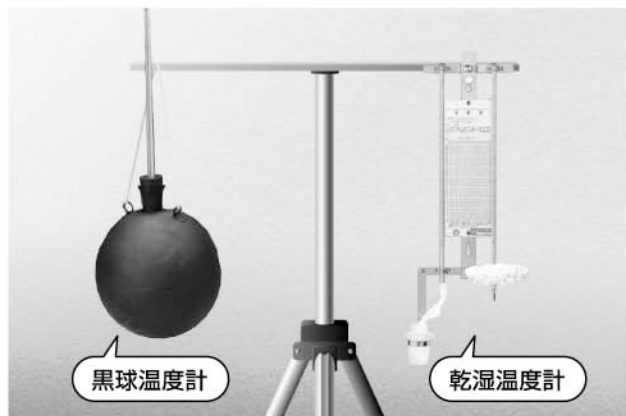
### 屋外で日射のある場合

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

### 室内で日射のない場合

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

乾球温度と湿球温度の測定は写真1の乾湿温度計を用い、自然気流に暴露された状態で測定します。乾球温度は輻射熱を取り除くために感温部を日陰 (アルミホイルでカバー) にします。また、湿球温度の感温部は水で濡らしたガーゼで包んであるので、ボトルに水が入っていることを確認します。輻射熱は6インチの黒球温度計を用います。これらの装置は運動場に1.2~1.5mの高さに設置し、少なくとも15分間放置して温度目盛りが安定した後に読み取ります。また練習中、30分ないし60分ごとに観測することも必要です。



夏期の屋外では、太陽の直射や地面からの照り返しなどの輻射熱が熱中症に大きく影響しますので、輻射熱の測定は重要です。

写真1

乾湿温度計と黒球温度計によるWBGTの測定



湿球温度測定のために水が必要なことや計算の複雑さを取り除き、現場でリアルタイムにWBGTを表示する装置も作製されています(写真2)。

WBGTは、環境因子4つのうち気温、湿度、輻射熱で計算しますので、気流を考慮していないように考えられますが、黒球温度は輻射熱だけでなく気流の影響が大きいことが知られていますので、気温、湿度と輻射熱だけでなく気流を加えた指標といえます。



写真2 WBGT計(手持ち型)

### 【 黒球温度を測定できない場合 】

夏期において運動場の環境温度を評価するにはWBGTが最適ですが、黒球温度計がない場合には、湿球温度または乾球温度を計り対策の指標にします。そのため熱中症予防のための運動指針(12ページ・表3)では、WBGTだけでなく湿球温度および乾球温度についても示しています。高温多湿いわゆる蒸し暑い時は、乾球温度よりも湿球温度が有効です。湿球温度が高い時は湿度が高く汗の蒸発が少なくなり体温調節に大きく影響します。図1は、グラウンドで測定した湿球温度および乾球温度とWBGTの関係を示したものです。この関係から湿球温度あるいは乾球温度からWBGTを推定することができます。

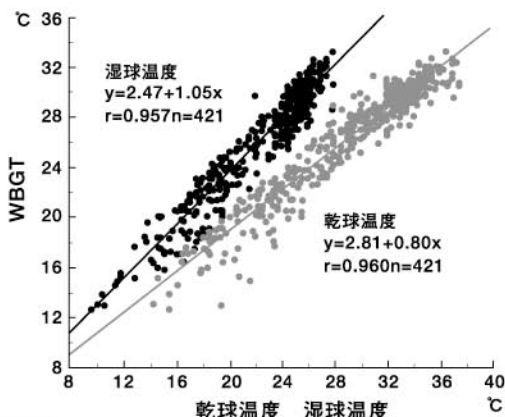


図1 乾球温度および湿球温度とWBGTの関係

## Part 2

### 熱中症予防のための運動指針

#### 付 3 運動時の水分補給の目安

運動中の水分補給のしかたについて、下表の基準を目安にしてください。詳しくは、「Part3 <解説>5 —失った水と塩分取り戻そう— 運動と水分、塩分の補給 (37ページ) を参照してください。

#### 運動強度と水分補給の目安

運動強度			水分摂取量の目安	
運動の種類	運動強度 (最大強度の%)	持続時間	競技前	競技中
トラック競技 バスケット サッカーなど	75~100%	1時間以内	250~500ml	500~1,000ml
マラソン 野球など	50~90%	1~3時間	250~500ml	500~ 1,000ml/1時間
ウルトラマラソン トライアスロン など	50~70%	3時間以上	250~500ml	500~ 1,000ml/1時間 必ず塩分を補給

#### 注意

- ① 環境条件によって変化しますが、発汗による体重減少の70~80%の補給を目標とします。気温の高い時には15~20分ごとに飲水休憩をとることによって、体温の上昇が抑えられます。1回200~250mlの水分を1時間に2~4回に分けて補給してください。
- ② 水の温度は5~15℃が望ましい。
- ③ 食塩(0.1~0.2%)と糖分を含んだものが有効です。運動量が多いほど糖分を増やしてエネルギーを補給しましょう。特に1時間以上の運動をする場合には、4~8%程度の糖分を含んだものが疲労の予防に役立ちます。

## スポーツ活動中の 熱中症予防8ヶ条

1 知って防ごう熱中症

体温調節の基礎知識

2 あわてるな、されど急ごう救急処置

熱中症の救急処置

3 暑いとき、無理な運動は事故のもと

熱中症の実態と環境温度

4 急な暑さは要注意

暑さへのなれと熱中症

5 失った水と塩分取り戻そう

運動と水分、塩分の補給

6 体重で知ろう健康と汗の量

運動と発汗

7 薄着ルックでさわやかに

衣服と体温

8 体調不良は事故のもと

熱中症と身体因子

# 体温調節の基礎知識

## 運動中の体温調節

人の体温は、脳に組み込まれたサーモスタットの働きによって、ほぼ37℃になるように調節されています。これは代謝によって発生する熱（熱産生）と、体から逃げていく熱（熱放散）のバランスをとっているからです。このバランスがくずれ、熱産生量が熱放散量を上回った場合、熱が体に溜まって体温が上昇し、逆の場合には体温が下がります。安静時には熱は主として、肝臓、脳、腎臓などの内臓で発生しますが、運動時には筋肉で発生する熱が圧倒的に多くなります。

体から出ていく熱は大きく分けて2つに分けられ、皮膚表面から周囲に伝わったり輻射熱として失われるもの（非蒸発性熱放散）と、皮膚の表面から水分が蒸発することによるもの（蒸発性熱放散）とがあります。

非蒸発性の熱放散は高温側から低温側にむかっておこり、主に皮膚の表面で行われます。したがって、皮膚に接する空気の温度が低いほど皮膚表面から空気へ伝わる熱が多くなり、反対に空気の温度が皮膚の温度より高い時には、熱が体に流れ込んで体温が上昇します。

この熱交換は、皮膚への血液の流れを変えることで調節することができます。運動によって生じた熱が血液の温度を上昇させ、この情報は脳に伝わります。脳の視床下部には体温調節中枢があり、こうした情報に基づいて皮膚の血管を拡張させます。皮膚血管が拡張すると皮膚の血流量が増え、筋肉で産生された熱がより多く皮膚表面に運ばれ、皮膚から外界への熱の放散量を増加させることができます。皮膚に接する空気の温度は外気の温度のほか、着衣の状態によっても大きく変化するので注意が必要です。

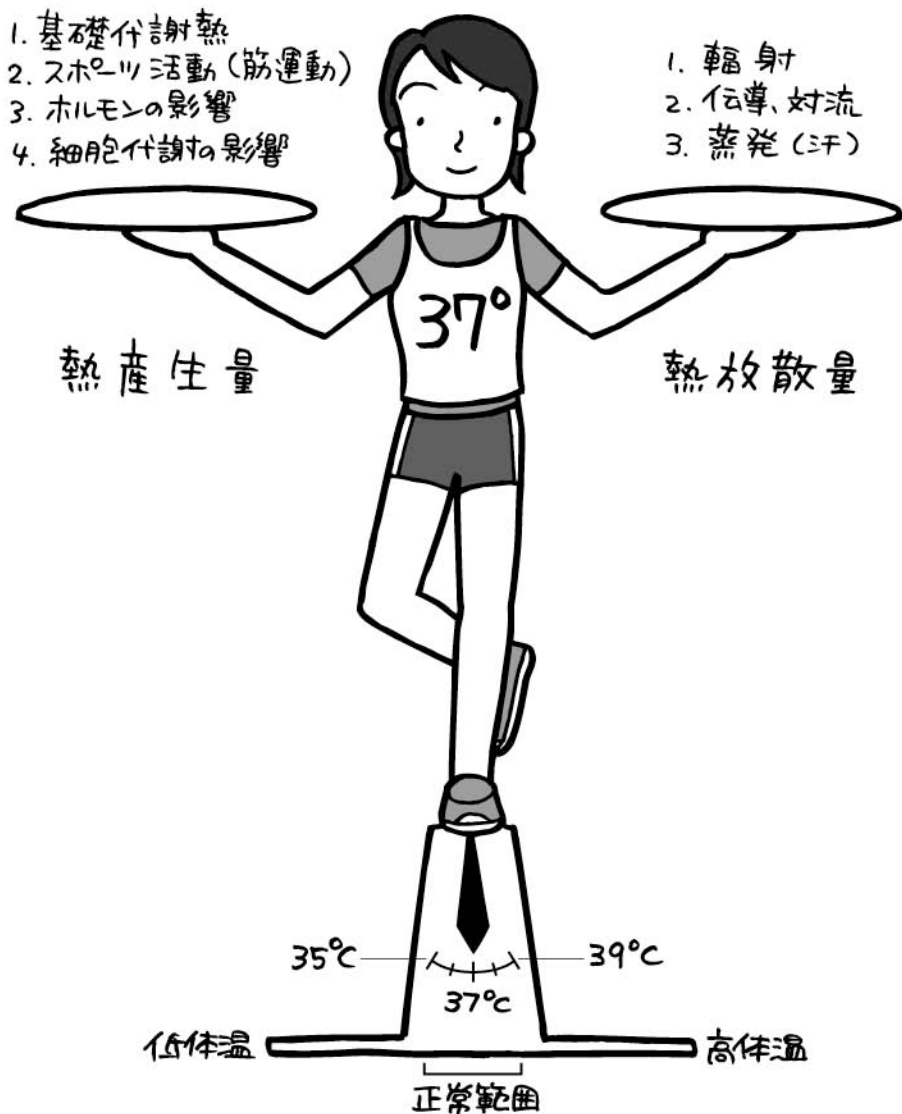


図2

スポーツ活動中の熱産生と熱放散のバランス

## Part3

### 解説 [1] 体温調節の基礎知識

輻射熱による熱の交換は、太陽からの輻射熱、周囲の壁の温度や地面からの輻射によるものです。したがって、直射日光の下でのスポーツ活動や地面の温度が高い時、例えばアスファルト面を走るマラソンなど、地面からの輻射熱の跳ね返りの強い戸外での運動時には十分な注意が必要です。

一方、汗が皮膚表面から蒸発する時、気化熱を奪って皮膚の温度を低下させます。これを蒸発性熱放散といいます。人では皮膚の温度が30℃をこえる時、または運動などにより体温が上昇した時に発汗が起こります。大気の湿度が低く、体表面の汗が十分に蒸発する状態であれば、運動によって大量の熱が発生しても、汗腺が効果的に働き、体温を一定範囲内に維持することが可能です。また、汗の材料となる血液がここに豊富に流れ込むことも重要です。したがって、蒸発性であれ非蒸発性であれ、皮膚への血液の流れが大変重要になるわけです。

以上のように体温を一定範囲に維持するには、次の式および図2に示すように熱産生量と熱放散量のバランスがとれている必要があります。

$$\text{熱産生量} = \text{熱放散量} \pm \text{蓄熱量}$$

$$\text{熱放散量} = \text{蒸発性熱放散量} \pm \text{非蒸発性熱放散量}$$

この式で非蒸発性熱放散量と蓄熱量に±の記号がついていますが、これは熱産生量と熱放散量が等しくなければ体温の変化はおこらないことを、熱放散量が熱産生量よりも多い時には蓄熱量は負(−)となり体温が低下することを表しています。また、熱放散量が熱産生量よりも少ない時には蓄熱量は正(+)となり体温は上昇します。同様に、非蒸発性の熱放散量が正(+)の時には皮膚温度の方が環境温度よりも高い時で、熱は皮膚表面から放散し、反対に負(−)の時には環境温度の方が皮膚温度よりも高い時で(外気温が35℃をこえる時や輻射熱の大きい時)、外界から熱が体内に侵入します。

## 運動の強度と体温

熱産生量は運動強度に比例して大きくなります。スポーツをすると大抵熱産生量が熱放散量を上回り、前節の式で蓄熱量が増加することになります。しかし、熱放散のための機構（蒸発性および非蒸発性熱放散機構）がうまく働いている限り、体温は生命に危険なほどには上昇しません。いい換えれば、熱放散機構がうまく働く範囲内で運動の強さを設定する必要があります。熱放散は気温、湿度、風の強さ、および輻射熱の影響を受けますが、特に気温や湿度、輻射熱が高い環境下で強い運動を行えば、熱産生量に見合った熱放散ができず、体温が過度に上昇します。したがって環境温度が高い時には、まずは運動強度を下げなければなりません。



運動時、われわれの体は常に2つの相反する問題を抱えています。すなわち、運動を継続するため筋肉組織への血流を確保しなければならず、他方、熱放散のために必要な皮膚への血流も十分に確保する必要があります。つまり、体温調節のための皮膚への血液循環と、運動のための筋肉への血液循環との間で血流の奪い合いがおこることです。しかし、皮膚への血流が増加すると、大量の血液が皮膚に溜まってしまい、心臓へ戻る血液の量が減少することになります。そこで、内臓の血管を収縮させ、内臓への血流量を減少させて、なんとか心臓への血液の戻りが減少しないように調節しているのです。このような生理機構がうまく働いていれば運動を続けることができますが、運動強度が強すぎたり、また環境温度が高すぎたりするとこのバランスがくずれ、その結果、循環不全や高熱による中枢神経系の機能不全がおこり、生命を脅かすこととなります。

したがって、環境条件を十分に配慮したうえで、運動の強さを設定する必要があります。12ページ・表3に示した「熱中症予防のための運動指針」を十分に理解してください。

## Part3

解説 [1] 体温調節の基礎知識

### 熱中症の病型

#### 1 熱失神

暑熱環境下では、体温調節のために皮膚の血管が拡張します。この皮膚血管の拡張によって血圧が低下し、脳への血流が減少しておこるもので、めまい、失神などがみられます。脈が速くて弱くなり、顔面そう白、呼吸回数の増加、唇のしびれなどもみられます。長時間立っていたり、立ち上がった時、運動後などにおこります。



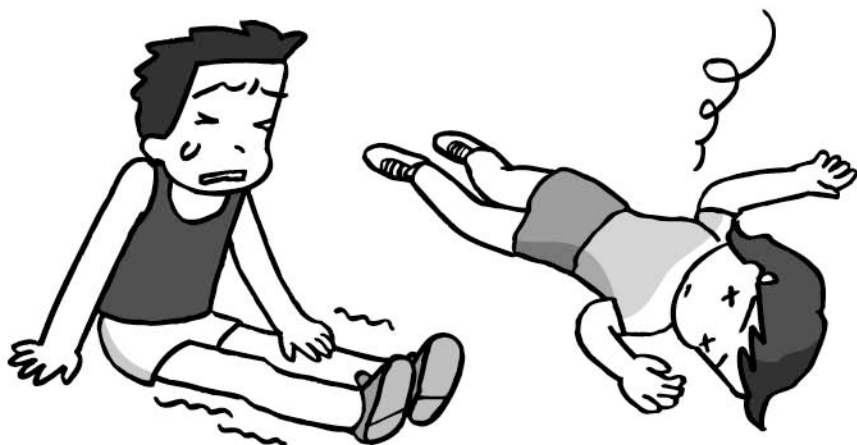
#### 2 熱疲労

大量の汗をかき、水分の補給が追いつかないと脱水がおこり、熱疲労の原因となります。熱疲労では、脱力感、倦怠感、めまい、頭痛、吐き気などの症状がみられます。汗からは塩分も失われ、塩分を補給しないと水を飲んでも脱水を回復することができず、熱疲労の症状が回復しません。



**3 熱けいれん**

汗をかくと水と塩分が失われます。汗の塩分濃度は血液の塩分濃度より低いため、大量の汗をかくと血液の塩分濃度は高くなります。大量の汗をかき、水だけを補給した場合には反対に血液の塩分濃度が低下し、その結果、足、腕、腹部などの筋肉に痛みを伴ったけいれんがおこります。暑熱環境下で長時間の運動をして大量の汗をかく時におこるもので、最近ではトライアスロンなどで報告されています。

**4 熱射病**

高温環境下で激しい運動を行うと、運動により発生した熱が体表面から放散できず体温が上昇し、その結果、脳の温度が上昇して体温調節中枢に障害がおよぶと熱射病になります。熱射病は異常な体温の上昇(40℃以上)と種々の程度の意識障害(応答が鈍い、言動がおかしい、意識がない)が特徴で、頭痛、吐き気、めまいなどの前駆症状やショック状態などもみられます。また、全身臓器の血管がつまって、脳、心、肺、肝、腎などの全身の臓器障害を合併することが多く、死亡率も高くなります。

## 熱中症の救急処置

熱中症では予防が大切です。暑い時には熱中症の兆候に注意し、おかしい場合には早めに休むことです。また、万一の事故に備えて救急処置を知っておくことも重要です。

各病型での救急処置を25ページにまとめました。実際には、このような病態が重なり合っていることもあり、現場で熱疲労か熱射病か判断に迷うことも十分考えられます。その際注意すべき症状は意識状態と体温です。

軽い意識障害では、意識があるものの応答が鈍かったり言動がおかしかったりすることがありますが、少しでも意識障害がある場合には重症と考えて処置する必要があります。意識がない場合には、心停止や頭部外傷のこともあり、呼吸があるか、脈が触れるか、頭を打っていないかなどに注意します。



---

---

## 熱中症の救急処置

---

---

### 1) 熱失神、2) 熱疲労

涼しい場所に運び、衣服をゆるめて寝かせ、水分を補給すれば通常は回復します。足を高くし、手足を末梢から中心部に向けてマッサージをするのも有効です。吐き気やおう吐などで水分補給ができない場合には病院に運び、点滴を受ける必要があります。

### 3) 熱けいれん

生理食塩水(0.9%)を補給すれば通常は回復します。

### 4) 熱射病

死の危険のある緊急事態です。体を冷やしながらか集中治療のできる病院へ一刻も早く運ぶ必要があります。いかに早く体温を下げて意識を回復させるかが予後を左右するので、現場での処置が重要です。

熱射病が疑われる場合には、直ちに冷却処置を開始しなければなりません。冷却は、皮膚を直接冷やすより、全身に水をかけたり、濡れタオルを当てて扇ぐ方が、気化熱による熱放散を促進させるので効率がよくなります。また、頸部、腋下(脇の下)、鼠径部(大腿部の付け根)などの大きい血管を直接冷やす方法も効果的です。またとっさの場合、近くに十分な水が見つからない時の効果的な体の冷却法として、次のことを実行してください。水筒の水、スポーツドリンク、清涼飲料水などを口に含み、患者の全身に霧状に吹きかけてください。全身にまんべんなく吹きかけることにより、汗による気化熱の冷却と同じような効果をもたらします。これらの液体は、冷たい必要はありません。

また熱射病では合併症に対して集中治療が必要ですので、このような冷却処置を行いながら、設備や治療スタッフが整った集中治療のできる病院に一刻も早く運ばなければなりません。

熱射病は、死の危険が差し迫った緊急疾患であることを十分認識してください。

## 熱中症の実態と環境温度

### 学校管理下の熱中症死亡事故

わが国のスポーツによる熱中症死亡事故全体の实態は、必ずしも明らかではありませんが、学校管理下の事故については、日本スポーツ振興センターの資料があります(図3)。

これによると、熱中症死亡事故は1960年から2005年の45年間に173件あり、1975年(昭和50年)頃から急に増加しています。そのほとんどはスポーツ活動によるものです。また、死亡には至っていないが、熱中症で医療機関を受診し治療を受けたものは、年間数百件あります。さらに医療機関を受診しない軽傷例を含めると、かなりの数の熱中症が発生しているものと推測されます。

そこで、熱中症事故が急増しはじめた1975年以降の事例について分析してみました。図4は2005年までの性別、学年別死亡事故数を示したものです。性別では男子136例、女子10例でほとんどが男子でしたが、これは男子が暑さに弱いというより、激しい運動をするためと考えられます。少年団の活動は学校管理下ではないため小学生は5例と少なく、中学生36例、高校生104例、高専1例で72%が高校生でした。高校ではスポーツ活動が本格化してくるため事故が多くなるものと考えられます。また、学年では体力や技術の未熟な低学年に多くみられました。

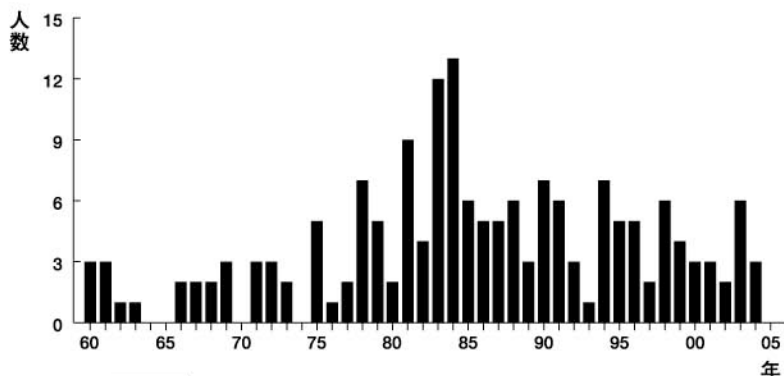


図3

熱中症死亡事故の年次推移(1960年から2005年)

地域では、北海道、沖縄を除き全国でみられましたが、人口との比率でみると四国、九州では少なく、東北、中部地方に多い傾向がみられました。死亡事故146例は1例を除き、スポーツ活動によるもので、中学・高校の部活動が126例、その他は学校のスポーツ行事によるものでした(図5)。小学校のスポーツ少年団の活動は、学校管理下ではないためこの統計には含まれていません。スポーツ種目では野球がもっとも多く、屋外ではラグビー、サッカー、屋内では柔道、剣道で多く発生しています。スポーツ種目は多岐にわたっていますが、

練習内容では、持久走やダッシュの繰り返しなど継続するランニングで多発しています。

学年		総数	男子	女子
小学		5	5	0
中学	1年	14	13	1
	2年	18	15	3
	3年	4	3	1
高校	1年	59	57	2
	2年	35	33	2
	3年	10	9	1
高専	5年	1	1	0
合計		146	136	10

図4 学年別、性別の事故数  
(1975年から2005年)

発生時期		例数
2月		1
4月		1
5月		1
6月		3
7月	上旬	5
	中旬	12
	下旬	41
8月	上旬	33
	中旬	20
	下旬	20
9月		6
10月		2
11月		1
合計		146

図6 事故の発生時期  
(1975年から2005年)

スポーツ種目		例数
部活動	野球	34
	ラグビー	14
	サッカー	12
	柔道	12
	剣道	9
	山岳	8
	陸上	6
	ハンドボール	5
	バレーボール	4
	卓球	3
	アメリカンフットボール	3
	バスケットボール	3
	レスリング	3
	ソフトボール	2
	テニス	2
その他	6	
小計		126
学校行事	登山	8
	マラソン	4
	長距離徒歩	3
	遠足	2
	サッカー	1
	石段登り	1
	農園実習	1
小計		20
合計		146

図5 スポーツ種目別の事故数  
(1975年から2005年)

## Part3

### 解説 [3] 熱中症の実態と環境温度

発生時期では、7月と8月で131例、90%を占めていますが、特に7月の下旬から8月の上旬にかけて多く発生しています。また、2月から5月にかけて3例、11月に1例の事故が発生していますが、これらは校内行事のマラソン、30km徒歩によるものです(図6)。

発生時刻では、午前10時から午後4時の間に多くみられますが、午前10時から12時にかけてもっとも発生率が高いことが注目されます。また、午後4時から6時にもかなり発生しており、午前10時以前、午後6時以降にも発生がみられることから、暑い時には朝や夕方でも危険があることを認識すべきです(図7)。

熱中症発生までの運動時間はさまざまですが、1時間以内でも事故がおきていることが注目されます。また、1時間以内に発症した事例の多くは持久走によるものであり、暑い時の持久走には特に注意が必要です(図8)。

事故例の体格的特徴についても、注目してみます。身長、体重の記載があった26例(1990～2001年)について肥満度をみると、肥満度20%以上は18例70%におよび、熱中症死亡事故例に肥満の多いことがわかります(図9)。肥満の人は熱中症をおこしやすいので、十分な予防措置をとるように心掛ける必要があります。

発生時刻		例数
午前	10時以前	5
	10～12時	24
午後	0～2時	22
	2～4時	19
	4～6時	16
	6時以降	2
不明		2
合計		90

図7 事故の発生時刻  
(1975年から1990年)

運動時間	例数
1時間以内	12
1～2時間	18
2～3時間	19
3～4時間	16
4時間以上	5
不明	20
合計	90

図8 事故発生までの運動時間  
(1975年から1990年)

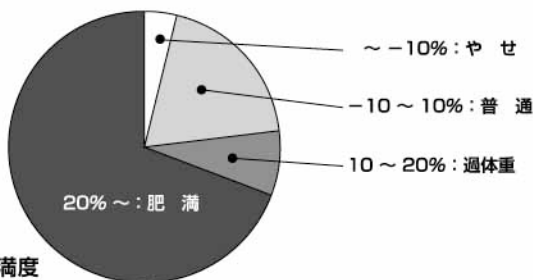


図9 熱中症死亡事故例と肥満度

## 人口統計、新聞記事による熱中症の実態

わが国における熱中症の発生は軍隊や労働現場で発生するとされてきましたが、近年ではスポーツ活動中や日常生活時に発生しています。

厚生労働省の統計（人口動態統計）で1968年から2004年までの37年間で熱中症死亡件数は5079件で、年平均では139件です（図10）。1994年には589件、2001年には431件、2004年には449件と多発し、近年増加する傾向がみられます。

男女別の比較では全体で男性は女性の1.6倍の発生数ですが、年齢階級別で比較すると（図11）、0～4歳、15～19歳、30～59歳および65歳以上の群で多くの熱中症の発生がみられます。15～19歳は男性が多く、女性の12.9倍であり、スポーツ活動中の熱中症の発生が考えられます。また、30～59歳は男性が女性の6.9倍で、労働場面での発生です。65歳以上では男性1に対して女性が1.2倍で、労働やスポーツ中の事故だけでなく日常生活でも発生しています。近年、高齢者のスポーツ活動が盛んになっていますので、熱中症予防にも十分な注意が必要です。

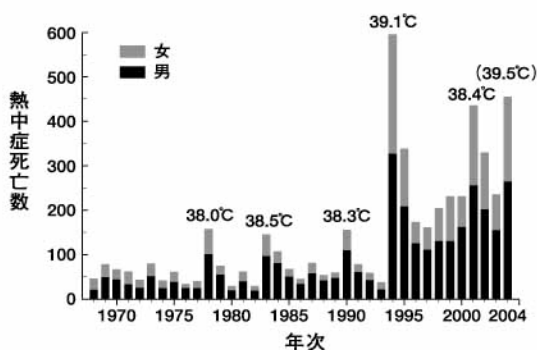


図10 人口動態統計による熱中症死亡数の男女別年次推移  
(温度は大阪の最高気温、2004年だけ東京の最高気温)  
(中井、日生気誌、30:170、1993に資料追加)

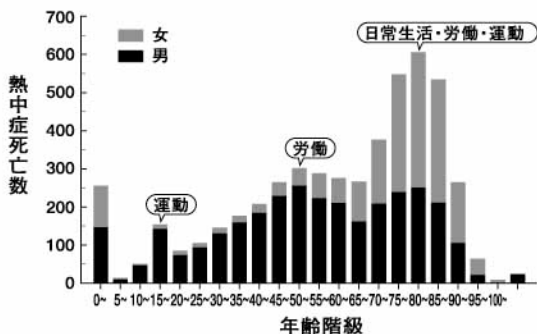


図11 年齢階級別、性別熱中症死亡数  
(1968年から2004年の累積)  
(中井、日生気誌、30:171、1993に資料追加)

## Part3

### 解説 [3] 熱中症の実態と環境温度

新聞によって報道された運動種目別の熱中症発生件数を図12に示しました。1970年から2005年の36年間で315件の報道(203例の死亡)がありますが、運動種目は野球がもっとも多く、次いで登山、マラソン大会となっています。また、それぞれの種目の中でランニング時の発生が多いことが特徴です。屋外の種目だけでなく室内種目もあります。発生地域は東京が多いのですが、北海道、青森から沖縄まで全国各地に分布しています。性別では男性が圧倒的に多く、中学生、高校生、大学生などの若年層が大半です。





種 目	件 数	ランニング中の 発生件数
野球	65	23
登山	29	0
マラソン大会	26	26
ランニング	21	21
ラグビー	20	2
行事・林間・体育祭など	18	0
サッカー	17	7
開会式・総体など	16	0
柔道	16	6
剣道	14	2
ゴルフ	12	1
テニス	10	2
バレーボール	6	3
アメリカンフットボール・バスケットボール ソフトボール	各5	3
ボート・レスリング	各4	2
トレーニング・訓練・ハンドボール・卓球	各3	3
ゲートボール・柔道・相撲・体育授業	各2	2
合気道部・応援団・チアリーダーディング トライアスロン・ホッケー	各1	4
合 計	315	107

## 熱中症発生時の環境温度

熱中症死亡数は真夏日や熱帯夜の日数が多い年に特に多くなっています。図10(29ページ「人口動態統計による熱中症死亡数の男女別年次推移」を参照)には、特に多発した年の大阪の最高温度を示しました。また、図13には環境温度がそれぞれ30℃、32℃、34℃および36℃以上になった日数と熱中症死亡数の関係を示しましたが、最高気温が36℃以上を記録した日数が多い年は、熱中症死亡数が多くなっています。高温の日が数日続くことを熱波といいます。熱波を経験した年にはスポーツ活動時の熱中症も多発しています。地球の温暖化現象で38℃以上を記録する日も増加しているので、十分な注意が必要です。

新聞記事によって報道された熱中症事故と、乾球温度(気温)と湿球温度の関係(図14)では、死亡と非死亡を明確に区別することは困難ですが、おおむね乾球温度25℃以上、湿球温度20℃以上で事故が多発していることがわかります。

図15の湿度と乾球温度(気温)の分布では、25℃以下にも死亡例がみられますが、\*1~\*3の例を除くといずれも湿度が高いことが特徴です。

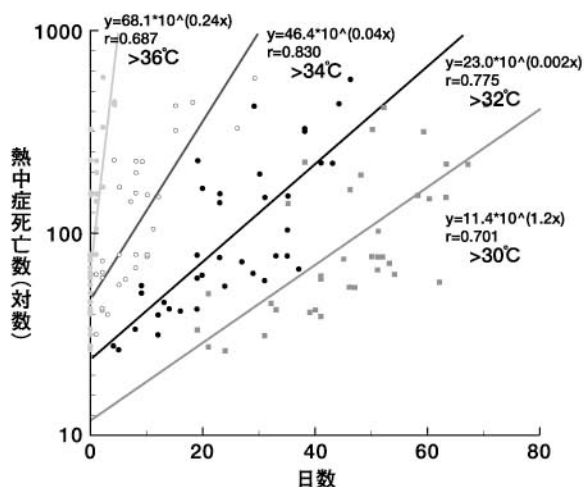


図13

高温を記録した日数(東京)と熱中症死亡数  
(中井ほか、Int.J.Biometeorol,43:126,1999に資料追加)

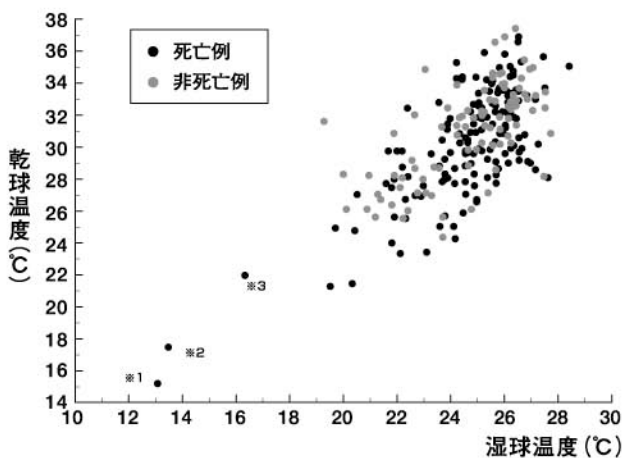


図14

運動時熱中症発生時の湿球温度と乾球温度の関係  
(1970年から2005年)

※1 レスリング減量 ※2 野球・ランニング ※3 校内マラソン四月 (中井, 2006)

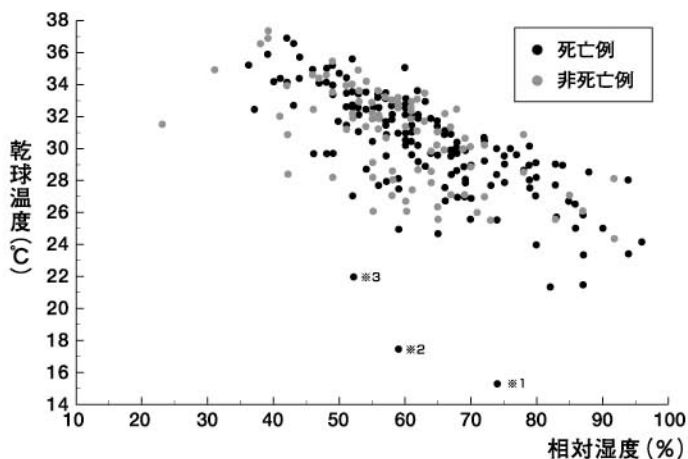


図15

運動時熱中症発生時の相対湿度と乾球温度の関係  
(1970年から2005年)

※1 レスリング減量 ※2 野球・ランニング ※3 校内マラソン四月 (中井, 2006)

## Part3

### 解説 [3] 熱中症の実態と環境温度

夏期の運動現場においては気温、湿度だけでなく、輻射熱も問題になります。輻射熱を取り入れたWBGTと、運動時の熱中症発生件数との分布を示すと図16のようになります。\*1～\*3の記号を付した例以外は23℃(WBGT)以上で発生しています。特に28℃以上になると発生数が多くなります。

WBGT23℃以下で発生した例の\*3(校内マラソンでの発生例)では、発生当日に温度が急に上昇し、急激な温度変化に体が対応できなかったことが考えられます。熱中症の発生には暑熱適応能力が関係していることがわかります。スポーツに関する行事では雨天順延ということがありますが、温度の急変は熱中症の発生が危惧されますので、スポーツ活動の安全管理に慎重な配慮が必要です。また、発生例の\*1(レスリング減量)と\*2(野球練習時の数多いダッシュ)のように、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たと考えられます。

発生は6月、7月、8月に集中していますが、2月あるいは11月に発生している例もあります。それらはいずれもマラソン大会(10km)です。大会で競い合うことで運動強度が高くなることが考えられ、激しい運動では比較的低い環境温度下でも熱中症が発生する危険性がありますので、注意する必要があります。

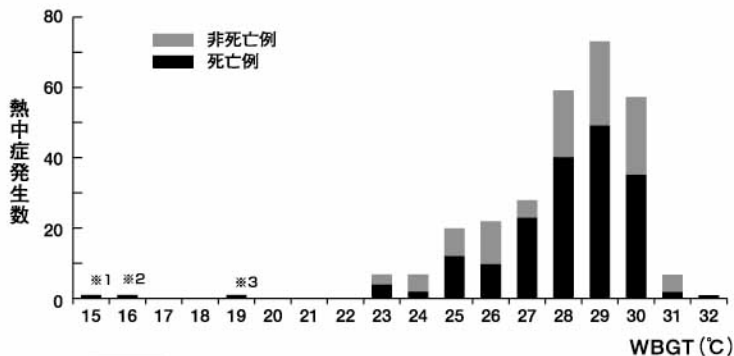


図16

運動時熱中症発生時のWBGTの分布  
(1970年から2005年)

\*1 レスリング減量 \*2 野球・ランニング \*3 校内マラソン四月  
(中井、2006)

## 暑さへのなれと熱中症

暑さによる事故（熱中症など）の発生する時期を調べてみると、梅雨の合間に突然暑い日の来た時や、梅雨明けの蒸し暑い時などに多く認められます。また合宿の初日や、練習後の休み明けにも多くみられます。また新入部員に多くみられるのが特徴です。その原因としては、これらの条件では、体が暑さになれていないことが原因です。

環境温度が高い条件で運動をすると、運動のために体温が上昇し、この熱を逃がして体温を下げるために皮膚の血管が拡がり、また運動をしている筋肉へ酸素を送るために大量の血液の循環が必要になります。また汗をかきますので体から水分が失われ、血液の循環がギリギリの状態になります。体は血液の循環を保つためにいろいろな調節をしますが、しかしこれらの機転による調節には限界があり、体温が上昇して運動の効率も落ちてきます。

暑さに体をならすと血液量が増加し、体温の調節反応がおこりやすくなり、運動を続けることのできる時間も伸びてきます。それは、汗をかくことによって体から水分が失われると、これに反応して尿を少なくし、また体に塩分を溜めるホルモンが増加するためです。

また暑さに体がなれてくると、汗の量が増加して体温の調節がしやすくなり、同時に汗に含まれる塩分の量が減って、体から塩分が失われるためにおこる障害を予防することができます。



## Part3

解説 [4] 暑さへのなれと熱中症

### 体を暑さにならすには

それでは効率的に体を暑さにならすにはどのようにすれば良いのでしょうか。

2週間にわたって33～35℃程度の実験室で、じっくりと汗をかくような運動を1～2時間行った実験の結果によると、ほぼ4～5日で約8割程度、夏の暑さにもなれてきます。しかし、実際の運動現場では、環境条件や各個人のコンディションも異なるので、それぞれの状態に注意しつつ、暑さと運動に体をならしていく必要があります。

このときの注意点としては…

1

トレーニング期間の初めからトップギヤーに入れないこと。

合宿の初めの2～3日は、気温に十分注意を払い、環境温度が30℃をこえる場合には運動の継続時間を15分程度とし、運動の間に休憩時間をはさんで体温が上昇しすぎないようにする。

2

気温が高い時には運動量および運動の継続時間を調節する。

3

トレーニングは体力の低い人を基準にする。



4

汗で失った水分と塩分を補う。

5

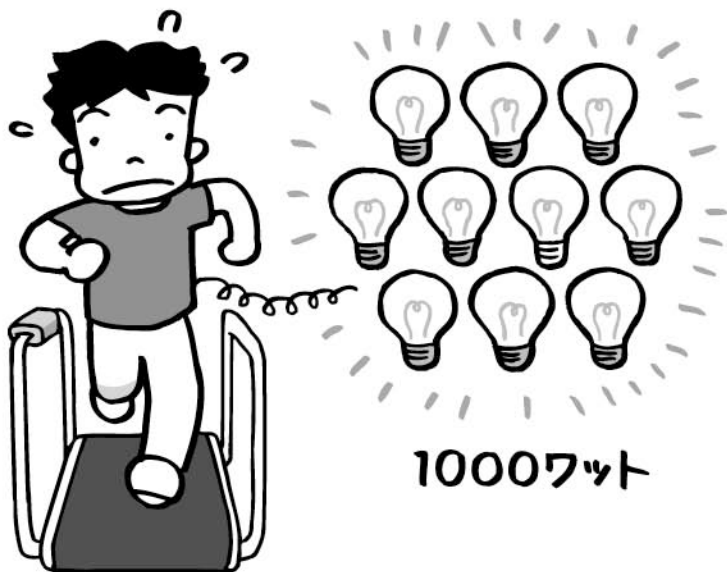
体が暑さになれてくると汗の量が増えるので、水分と塩分をとる量も増やす。

## 運動と水分、塩分の補給

体を運動や暑さにならすために、水分の補給が重要です。水分の補給にはどのような注意が必要なのでしょうか。

30℃以上の環境温度のもとでは、人は主として汗によって体温を調節します。マラソンなどでは一般の人でも1000ワットもの熱を発生します。100ワットの電球10個分の熱が発生するわけで、この熱をちょうど自動車のエンジンをラジエータの水で冷やすように汗で冷やして、体温を一定範囲内に保っているわけです。

気温の上昇や運動により失われる汗の量は、1時間に2リットルに及ぶこともあり、汗により失われた水分は、たえず飲水によって補う必要があります。体の水分が減ると、単に運動能力が低下するだけでなく、体温が上昇していろいろな暑熱傷害が生じるわけです。



## Part3

### 解説 [5] 運動と水分、塩分の補給

大量に汗がでた時には、発汗量に見合った量の水を飲めないことが昔から知られ、これを自発的脱水と呼んでいます。この自発的脱水は、水だけを飲むと血液の塩分濃度が下がり、水が飲めなくなることが明らかになってきました。われわれの体には、ほぼ0.9%の塩分を含んだ血液が循環しています。ところが大量の発汗がおこると、皮膚をなめると塩辛い味がすることからわかるように塩分が失われます。この時水だけを飲むと、血液の塩分濃度が薄まり、それ以上水が欲しくなくなります。同時に余分の水分を尿として排泄し、その結果体液の量は回復できなくなります。この状態で運動を続けると運動能力が低下し、また体温が上昇して、暑熱障害の原因となるわけです。

体重が1%減少するとほぼ0.3℃の体温上昇がおこります。そして体温が40℃をこえると運動を続けることが困難になります。

---

---

## 運動の強度と水分の補給

---

---

実際に行われているスポーツは、おおまかに

1

### 1時間以内の非常に強度の強い運動

バスケットボールなど、運動強度が最大酸素消費量の75~100%をこえる運動。



2

### 1~3時間の運動

マラソンなど、最大酸素消費量の50~90%をこえる運動。



3

### 3時間をこえる運動

トライアスロンなど、最大酸素消費量50~70%をこえる運動。



に分けることが出来ます。





水分の摂取スケジュールとしては、環境条件によって発汗量が変わるので、汗の量を考慮に入れることが必要ですが、競技30分前までに環境温度が乾球温度で28℃までであれば250ml、28℃以上の時には500ml程度の水をとり、競技中には汗の量の50～80%を補給することが原則です。乾球温度28℃以下では1時間に500ml、28℃以上では1時間に1,000mlを2～5回に分けて摂取します。

われわれの実験によると、できるだけ飲水休憩をとり、自由飲水をすすめることにより発汗量の80%の補給が可能です。

## Part3

### 解説 [5] 運動と水分、塩分の補給

摂取する水としては、

1

5～15℃に冷やした水を用いる。



2

飲みやすい組成にする。

3

胃にたまらない組成  
および量にする。

などが必要です。

このためには、水分の組成としては0.1～0.2%の食塩と糖分を含んだものが有効です。運動量が多いほど糖分を増やしてエネルギーを補給しましょう。特に1時間以上の運動をする場合には4～8%程度の糖分を含んだものが疲労の予防に役立ちます。これには、冷えたスポーツ飲料が手軽ですが、自分で調製するには1リットルの水にティースプーン半分の食塩(2g)と角砂糖を好みに応じて数個溶かしてつくることもできます。

長時間運動を続ける場合には、食塩濃度をやや高くすることが必要です。トライアスロンなど長時間の運動では、血液のナトリウム濃度が低下して、熱けいれんのおこることが報告されています。またエネルギー源としての糖質も水と一緒に摂取することが効率的です。運動の回復時においても水分を摂取することによって、体温の回復が早くなります。

以上を「付3.運動時の水分補給の目安」(16ページ)として要約していますので、参考にしてください。体重の3%以上の脱水がおこると運動能力が低下し、競技成績が落ちるだけでなく、熱中症などの事故の原因になりますので注意が必要です。

成分表示を  
見てみよう!

市販の飲料を選ぶ時、成分表示を見ていますか?



ナトリウムが40～80mg(100ml中)入っていれば、0.1～0.2%の食塩水に相当します。

## 運動と発汗

### 汗の働き

皮膚には皮膚血管、温・冷受容器、あるいは汗腺など体温調節にとって重要な器官が存在しています。

血液は、体の中で発生した熱を移動し、皮膚血管の働きによって体の表面から放散（放熱）する熱量を調整し、体温を調節しています。

運動によって熱産生量が増加したり、暑い環境によって体温が上昇して、熱放散の必要が増すと発汗がおこり、水分蒸発を盛んにして体温を下げる働きをします。汗でぬれた皮膚から蒸発する熱量は、体温や発汗量、あるいは環境気温、湿度、風（気流）などの環境条件によって異なりますが、100gの汗でおおむね1℃体温を低下させます。



---

---

## 発汗の調節

---

---

汗は体温を調節するうえで、重要な役割を持っています。発汗能力は動物によって大きく異なり、人がもっとも良く発達しています。人が砂漠などの暑い地域でも生活できるのは優れた発汗機能のおかげです。

汗は体温の上昇と共に増加しますが、十分に暑さになれた状態では、最大1時間当たり1～2リットルの発汗が認められます。気温23℃の環境下でのマラソンに出場し、完走した56名のランナーの直腸温は39℃に上昇し、発汗量の平均値は1時間当たり0.96リットルを示したという報告があります。

発汗量は、体の部位によって大きく異なり（部位差）、頭部、体幹部で多く、上腕や大腿の内側、あるいは各関節の屈側など、汗の蒸発しにくい部位では一般的に汗は少ない傾向にあります。発汗量は、一般に個人差が大きいとされていますが、実際には、ほかの生理的な反応に比べて必ずしも大きいとはいえません。発汗量の部位差が個人によって大きく異なり、一般に頭部や体幹部の汗が多い人は、「自分は汗かきだ」と認識するケースが多いようです。汗を大量にかいた時の体重の変化は、ほとんどは発汗によるものですから、汗の量は体重の変化で知ることができます。

---

---

## 汗の分泌

---

---

体温調節に関係する汗腺は一般体表面に分布しているエックリン腺で、その総数は200～500万といわれています。日本人では平均230万個の汗腺が体温の上昇に反応して汗を分泌（能動汗腺）し、その汗腺の数は、2～3歳までに育った温度環境によって決定され、成人になってからは増加しないともいわれています。

汗は汗腺から分泌され、その原液は血液（血漿）です。汗の主な成分としてはNa、Cl、KあるいはCaなどの無機成分のほかに、ブドウ糖、乳酸などの有機成分が含まれます。その濃度は発汗量の多少や、暑さに対するなれ（暑熱順化）の程度によっても異なります。

分泌された汗のすべてが体温調節に有効に働くわけではありません。一部は体の表面から滴下し、また水滴のまま衣服や皮膚表面に溜まります。気化して熱放散に有効に働く汗を有効発汗というのに対して、それ以外の汗を無効発汗といいます。湿度が高いと有効発汗は減少し、無効発汗が増加しますので、体温が上昇しやすくなります。

## スポーツ活動中の汗

毎年、夏休みを利用して多くのスポーツ大会が開かれます。実際に、私達はどれ位の気温のもとで運動を行い、どれ位の汗をかいているのでしょうか。日本の夏の風物詩ともなっている甲子園大会を目指して練習に励む球児達が、どれ位の環境温度でスポーツ活動を行い、どれ位の汗をかいているか実態調査した結果をみてみます。

図17は、北は北海道から南は九州までの全国8地域で行われた、夏期の高校野球の大会や練習時の環境温度をWBGTで示したものです。地域によって異なりますが、最高は東北・山形の31.2℃で、当ガイドブックが示す運動指針の「運動は原則中止」のゾーンを示しています。その時の発汗による水分の喪失率(発汗/体重)は体重の2~7%で(図18)、もしスポーツ活動中に十分な水分の補給が行われないと、スポーツのパフォーマンスの低下だけでなく、熱中症発生の危険性が高まります。水分補給に十分心掛けたいものです。

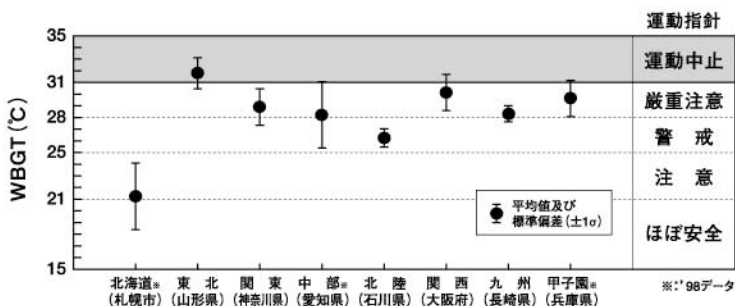


図17 全国の夏期練習時の環境温度

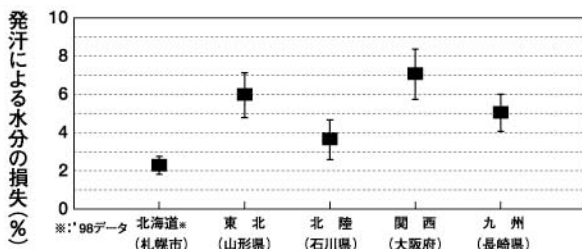


図18 全国の夏期練習時の発汗による水分の喪失: 発汗量/体重 (高校野球)

## 衣服と体温

環境温度の変化や、運動などによって熱産生量が増えると、身につけている衣服を脱いだり、着用したりして体温の調節をします。また衣服は外傷や紫外線などの危害から体を保護する働きを持っています。

皮膚表面と衣服との間にできる局所の気候を衣服気候（または微気候）と呼び、体温調節反応や快適感はこの衣服気候によって影響されます。衣服気候は衣服の大きさ、型、材料などによって調節が可能で、衣替は衣服による体温調節の1つです。さらに、衣服気候は運動や環境条件（気温、湿度、気流、輻射など）にも影響され、皮膚温度やその温度分布、発汗、皮膚血流、皮膚の湿潤度や蒸発の程度に影響を及ぼします。

運動時の体温調節に及ぼす衣服の影響を考えるうえで、

- 1 体からの熱放散
- 2 外部からの輻射熱
- 3 水分蒸発

の3点の調節が重要になります。



## 体からの熱放散の調節

衣服の保温力は衣服の材料、衣服の型および衣服の構成によって変化します。衣服材料によって含気性、通気性、保温性、吸湿放湿性あるいは吸水性が異なり、保温力の低い衣服ほど熱放散性に優れています。

## 外部からの輻射熱の調節

暑熱時の直射日光の下では、外部からの輻射熱の吸収や遮断がとりわけ重要になります。図19は砂漠における炎天下の裸体時と着衣時に体の受ける熱量を比較したものです。また、図20は衣服地を透過する輻射熱量の大きさを、綿作業服地を1とした相対量で示したものです。このように輻射熱が大きい場合には衣服による輻射熱量の調節も、体温の調節にとって重要となり、中近東の砂漠では、頭から足の先まで白い衣服で覆うのは、輻射熱による熱の侵入を防ぐためです。

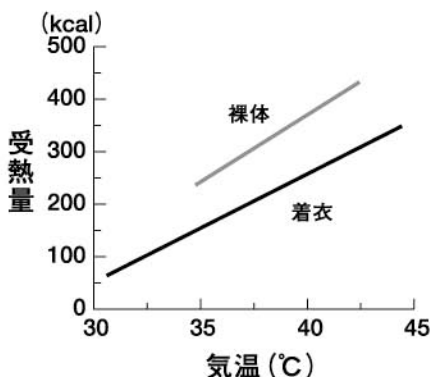


図19

着衣時と裸体時の受熱量の比較

(Gosslinの資料より一部修正)

被服地の種類	相対的透過輻射熱量
	照射10分後
綿作業服地	1.00
ビニロン作業服地	1.23
綿・ビニロン混紡作業服地	1.45
綿作業服地2枚重ね	0.20
綿作業服地3枚重ね	0.08
アルミ箔を貼布した綿	0.05
アルミ粉を貼布した綿	0.33
消防服地(刺子)	0.05

※綿作業服を1として計算

図20

被服地を透過する相対的輻射熱量

(田中の資料により換算)

### 水分蒸発の調節

体は発汗をしていない場合でも、熱放散の25%は皮膚表面からの水分蒸発（不感蒸泄）によっています。運動時や高温下では大量の汗が出ます。着衣時には汗は一旦衣服に吸収され、衣服の表面から蒸発します。

全発汗量のうち蒸発によって熱放散に役立つ汗の比率を、汗の冷却効率（%）とすると、裸体に比べて着衣の時には冷却効果は低下します。裸体時の冷却効率は平均95%で、発汗量が多くなったり、湿度が高くなると冷却効果は低下し、体温調節に関与しない汗の量が多くなります。

熱中症予防のために、暑熱環境下におけるスポーツ活動時の衣服は、保温力が低く、放湿性の高い衣服によって、体温の円滑な調節を助けるように工夫することが重要です。

アメリカンフットボールや剣道などでは、激しい身体衝撃や転倒などから身を守るために、服装が重装備となることも避けられません。このような場合には、休憩中には衣服をゆるめ、冷タオルで体を冷やしたりして熱放散を助け、体温を下げる工夫が重要です。また、スポーツによっては炎天下で行われるため、帽子や手拭いなどによって直射日光を避けたり、サングラスを使用し目を保護することなどが望まれます。





## 熱中症と身体因子

暑さへの耐性は個人によって大きな差があります。体力の低い人、肥満の人、暑さになれていない人、熱中症をおこしたことがある人などは暑さに弱いので運動を軽減する必要があります。筋肉で発生した熱は血液によって皮膚に運ばれ放散されるので、熱の放散能力には循環機能が関係します。持続的体力の低い人は循環機能も低いので暑さに弱いのです。肥満の人は同じ運動でもエネルギー消費が大きく、熱の発生も多くなります。また、皮下脂肪が熱の放散を妨げるためうつ熱がおきやすくなります。暑さへのなれも重要です。急に暑くなった時、涼しい所から暑い所に移動した時、しばらく休んでいて暑い時に復帰した場合などは注意が必要です。

同一個人でも暑さへの耐性は体調によっても変わってきます。体調が悪いと体温調節能力が低下します。熱中症の事故にはしばしば体調が関係しています。疲労、発熱、かぜなど体調が悪い場合には無理に運動をしないようにしましょう。また、胃腸障害で食欲が低下したり、下痢があると脱水傾向となり、熱中症になりやすいので注意が必要です。

# スポーツ禁止！



## 著者紹介

### 川原 貴

Takashi Kawahara

国立スポーツ科学センター統括研究部長  
専門: スポーツ医学、内科、循環器

### 森本 武利

Taketoshi Morimoto

京都府立医科大学名誉教授  
専門: 生理学 (体液、循環および体温の調節)

### 白木 啓三

Keizou Shiraki

産業医科大学名誉教授  
専門: 環境生理学、体温調節の生理学、栄養生理学

### 朝山 正己

Masami Asayama

中京女子大学教授  
専門: 健康科学、体温の生理学、運動生理学

### 中井 誠一

Seiichi Nakai

京都女子大学家政学部教授  
専門: 運動生理学、スポーツ科学

### 伊藤 静夫

Shizuo Ito

日本体育協会スポーツ科学研究室室長

---

発行日: 平成11年4月26日  
平成18年6月30日 (平成18年度版改訂)

発行: 財団法人日本体育協会

協賛: 大塚製薬株式会社

印刷: 株式会社ニッポンインターナショナルエージェンシー

問い合わせ: 財団法人日本体育協会スポーツ科学研究室  
〒150-8050 東京都渋谷区神南1-1-1 岸記念体育会館内 Tel 03-3481-2240

---

# 熱中症予防運動指針

WBGT ℃	湿球温 ℃	乾球温 ℃		
31	27	35	<b>運動は原則中止</b>	WBGT31℃以上では、皮膚温より気温のほうが高くなり、体から熱を逃すことができない。特別の場合以外は運動は中止する。
28	24	31	<b>厳重警戒</b> (激しい運動は中止)	WBGT28℃以上では、熱中症の危険が高いため、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、積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さになれていないものは運動中止。
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水分を補給する。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を飲むようにする。
			<b>ほぼ安全</b> (適宜水分補給)	WBGT21℃以下では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給が必要である。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。

## WBGT (湿球黒球温度)

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

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

- 環境条件の評価はWBGTが望ましい。
- 湿球温度は気温が高いと過小評価される場合もあり、湿球温度を用いる場合には乾球温度も参考にする。
- 乾球温度を用いる場合には、湿度に注意。湿度が高ければ、1ランクきびしい環境条件の注意が必要。

# 知って防ごう熱中症

**SPORTS**  
**for all**

JASA-CV-03003

大塚製薬は、(財)日本体育協会のスポーツ医・科学を応援しています。

**大塚製薬**