



スポーツ活動中の

熱中症予防 ガイドブック



公益財団法人 日本体育協会

熱中症予防運動指針

WBGT ℃	湿球温度 ℃	乾球温度 ℃		
31	27	35	運動は原則中止	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。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	嚴重警戒 (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、頻繁に休息をとり水分・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。
28	24	31	警戒 (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。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	注意 (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。
25	21	28	ほぼ安全 (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。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼		
21	18	24		

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。

目次

はじめに P2

PART 1

熱中症の病型と救急処置 P4

病型 P4

救急処置 P7

熱射病が疑われる場合の身体冷却法 P8

COLUMN フレクーリング P9

COLUMN 運動後のアイスバス P10

PART 2

スポーツ活動中の熱中症予防5ヶ条 P11

PART 3

熱中症予防のための運動指針 P16

附 ① 市民マラソンのための運動指標 P17

附 ② 温度環境の評価 P18

附 ③ 運動時の水分補給のしかた P20

COLUMN 低ナトリウム血症=水中毒 P22

PART 4

解説 P23

体温調節の基礎知識(暑いとき、無理な運動は事故のもと) P24

COLUMN 熱疲労と熱射病 P29

COLUMN 子どもの体温調節 P30

熱中症発生実態と環境温度(暑いとき、無理な運動は事故のもと) P31

暑さへのなれと熱中症(急な暑さに要注意) P39

運動と汗(失われる水と塩分を取り戻そう) P41

COLUMN 子どもの水分補給 P45

衣服と体温(薄着スタイルでさわやかに) P46

体調と熱中症(体調不良は事故のもと) P48

COLUMN 体調チェック P49

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。ひとたび事故がおきると人命がうしなわれるだけでなく、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えなくなり、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言えましょう。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用すればよいのか、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。

平成6年6月 川原 貴

改訂版に寄せて

本ガイドブックは平成6年に初版を発行し、平成10年、18年にデータを新しいものに差し替えるなど一部改訂しました。今回、さらにデータを新しくするとともに、熱中症予防8ヶ条を5ヶ条に集約するなどの改訂を行いました。

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暑い夏が多くなり、労働現場での熱中症や日常生活での高齢者の熱中症が増加し、社会問題として大きく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セミナーなどを通して熱中症予防の呼びかけを全国的に行い、減少傾向にありましたが、最近また増加の懸念もあります。練習はへばるまでやらないと効果がない、というような考え方で熱中症はなくなりません。時にはへばるまでやることも必要かも知れませんが、それは涼しいときにやるべきで、夏の暑いときには避けるべきです。夏のトレーニングではなるべく暑い時間を避け、休憩を頻繁にとり、水分摂取を十分に行うなど暑さ対策をすることによって、へばらない状態を維持し、トレーニングの質を確保することがトレーニング効果につながるという考え方であれば、熱中症事故がおこることはないと思います。スポーツ指導者には是非、このような考え方を持っていたいただきたいと思います。

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続けていかなければならない、と考えています。

平成25年4月 川原 貴

熱中症の病型と救急処置

熱中症とは、暑さによって生じる障害の総称で、熱失神、熱疲労、熱けいれん、熱射病などの病型があります。運動をすると大量の熱が発生します。一方で、皮膚血管の拡張と発汗によって体表面から熱を放散し、体温のバランスを保とうとしますが、暑いと熱放散の効率は悪くなります。このような状況で生理機能の調節や体温調節が破綻して熱中症は起こります。暑いときのスポーツ活動では熱中症が起こりやすいので、熱中症の兆候に注意し、適切に対処する必要があります。スポーツでおもに問題となるのは熱疲労と熱射病です。重症の病型である熱射病では死亡率が高いため、熱射病が疑われる場合には一刻をあらそって身体冷却をしなければなりません。

病型

① 熱失神

炎天下にじっと立っていたり、立ち上がった時、運動後などにおこります。皮膚血管の拡張と下肢への血液貯留のために血圧が低下、脳血流が減少しておこるもので、めまいや失神（一過性の意識消失）などの症状がみられます。足を高くして寝かせると通常はすぐに回復します。

② 熱けいれん

汗には塩分も含まれています。大量に汗をかき、水だけ（あるいは塩分の少ない水）を補給して血液中の塩分濃度が低下したときにおこるもので、痛みをとまなう筋けいれん（こむら返りのような

状態)がみられます。下肢の筋だけでなく上肢や腹筋などにもおこります。生食塩水(0.9%食塩水)など濃い目の食塩水の補給や点滴により通常は回復します。

3 熱疲労

発汗による脱水と皮膚血管の拡張による循環不全の状態であり、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。スポーツドリンクなどで水分と塩分を補給することにより通常は回復します。嘔吐などにより水が飲めない場合には、点滴などの医療処置が必要です。

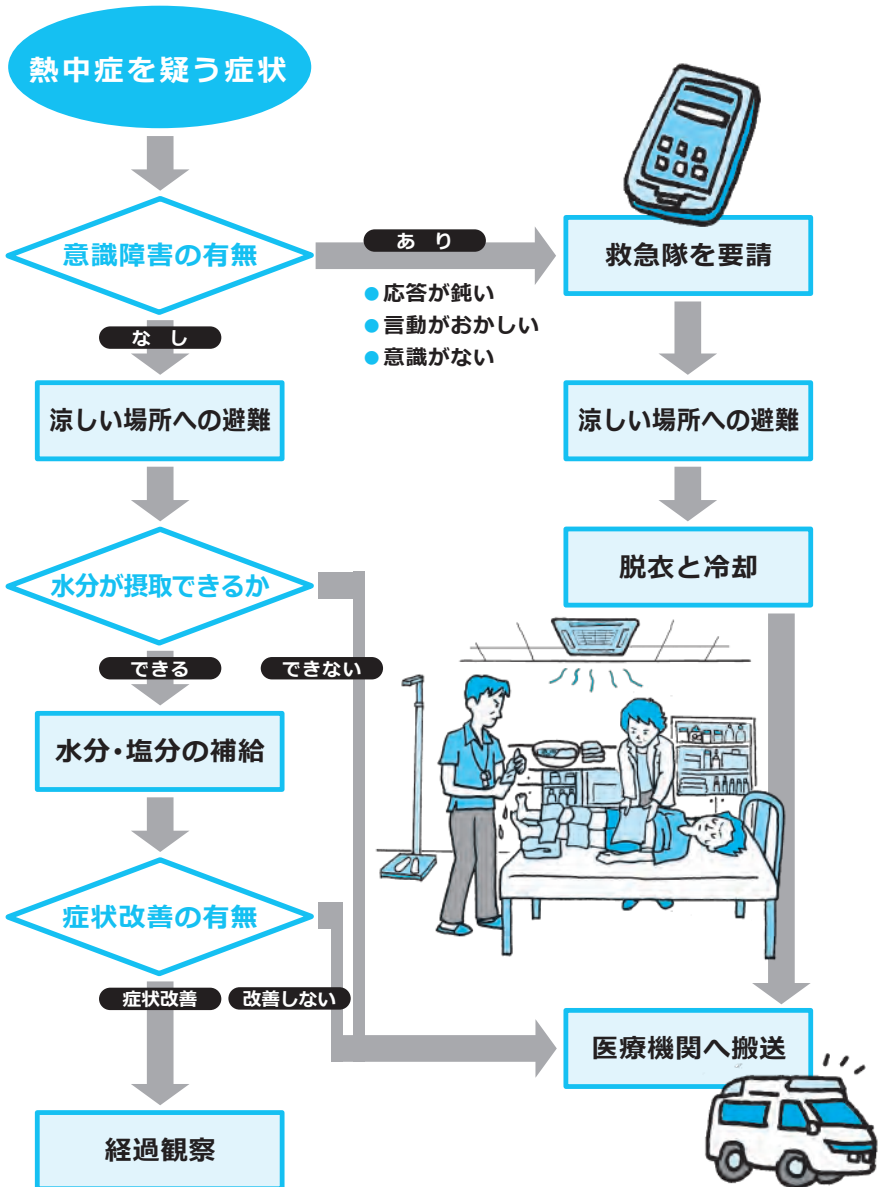
4 熱射病

体温調節が破綻し、過度に体温が上昇(40℃以上)して脳機能に異常をきたした状態です。種々の程度の意識障害がみられ、応答が鈍い、言動がおかしいといった状態から進行するとこん睡状態になります。高体温が持続すると脳だけでなく、肝臓、腎臓、肺、心臓などの多臓器障害を併発し、死亡率が高くなります。死の危険のある緊急事態であり、救命できるかどうかは、いかに早く体温を下げられるかにかかっています。救急車を要請し、速やかに冷却処置を開始します。



CHECK!

熱中症になってしまったら



救急処置

熱中症を4つの病型に分けて、病態と対処法を説明しましたが、実際の例ではこれらの病型に明確に分かれているわけではなく、脱水、塩分の不足、循環不全、体温上昇などがさまざまな程度に組み合わさっていると考えられます。したがって、救急処置は病型によって判断するより重症度に応じて対処するのがよいでしょう。

暑い時期の運動中に熱中症が疑われるような症状が見られた場合、まず、重症な病型である熱射病かどうかを判断する必要があります。熱射病の特徴は高体温（直腸温40℃以上）と意識障害であり、応答が鈍い、言動がおかしいなど少しでも意識障害がみられる場合には熱射病を疑い、救急車を要請し、涼しいところに運び、速やかに身体冷却を行います。

意識が正常な場合には涼しい場所に移し、衣服をゆるめて寝かせ、スポーツドリンクなどで水分と塩分の補給を行います。また、うちわなどで扇ぐのもよいでしょう。吐き気などで水分が補給できない場合には、医療機関へ搬送し、点滴などの治療が必要です。

大量に汗をかいたにもかかわらず、水だけしか補給していない状況で、熱けいれんが疑われる場合には、スポーツドリンクに塩を足したものや、生理食塩水（0.9%食塩水）など濃い目の食塩水で水分と塩分を補給します。

このような処置をしても症状が改善しない場合には、医療機関に搬送します。現場での処置によって症状が改善した場合でも、当日のスポーツ参加は中止し、少なくとも翌日までは経過観察が必要です。

熱射病が疑われる場合の身体冷却法

現場での身体冷却法としては氷水に浸して冷却する方法が最も効果的とされています。マラソンレースの救護所などでバスタブが準備でき、医療スタッフが対応可能な場合には、氷水につける方法が推奨されます。一般のスポーツ現場では水をかけたり、ぬれたタオルを当てたりして扇風機などで強風に扇ぐ方法が推奨されます。タオルをいくつか用意し、氷水につけて冷やしたものを交互に使うのもよいでしょう。また、氷やアイスパックなどを頸、腋の下、脚の付け根など太い血管に当てて冷やすのを追加的に行うのもよいでしょう。

現場で可能な方法を組み合わせて冷却を開始し、救急隊の到着を待ちください。



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℃という高体温は、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体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。

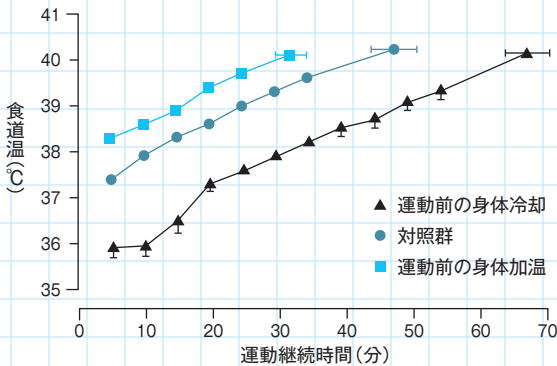
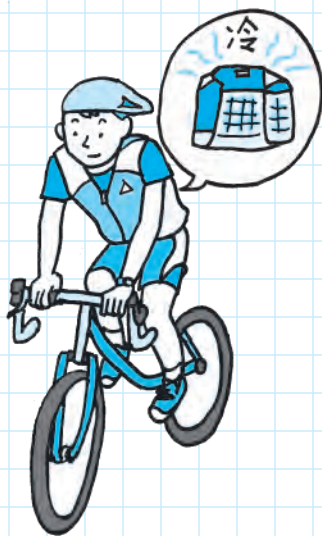


図 1 高温(40℃)環境下で運動前に身体冷却あるいは加温をしたときの運動中の食道温の変化
(Gonzalez-Alonso Jほか,1999)

プレクーリングには、冷気流やバスタブなどを用いた冷水浴、シャワーなど比較的大掛かりな設備を必要とする方法から、アイスパック(氷)や冷却材の入ったアイスベストを着用する方法など、さまざまな方法や装備が考案されています。アイスベストは、オーストラリア・スポーツ研究所(AIS)が1996年のアトランタ・オリンピックにおいて暑さ対策のために研究開発したものです。実際のオリンピック大会時にオーストラリア代表の自転車、ボート、車いすの競技者たちがトレーニングやウォーミングアップで着用し、その評判は悪くなかったようです。その後商品化もされ、現在実践している競技者も少なくないようです。また最近では、スラリーアイスというシャワーベット状の氷を飲んで事前に体を冷却する方法も提唱されています。



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。ストレッチング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。



暑いとき、 無理な運動は事故のもと

気温が高いときほど、また同じ気温でも湿度が高いときほど、熱中症の危険性は高くなります。また、運動強度が高いほど熱の産生が多くなり、やはり熱中症の危険性も高くなります。暑いときに無理な運動をしても効果はあがりません。環境条件に応じて運動強度を調節し、適宜休息をとり、適切な水分補給を心掛けましょう。(16ページの「熱中症予防運動指針」を参照)



急な暑さに要注意

熱中症事故は、急に暑くなったときに多く発生しています。夏の初めや合宿の初日、あるいは夏以外でも急に気温が高くなったような場合に熱中症が起こりやすくなります。急に暑くなったら、軽い運動にとどめ、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運動強度や運動量を増やしていくようにしましょう。



失われる水と塩分を取り戻そう

暑いときには、こまめに水分を補給しましょう。汗からは水分と同時に塩分も失われます。スポーツドリンクなどを利用して、0.1～0.2%程度の塩分も補給するとよいでしょう。

水分補給量の目安として、運動による体重減少が2%をこえないように補給します。運動前後に体重をはかることで、失われた水分量を知ることができます。運動の前後に、また毎朝起床時に体重をはかる習慣を身につけ、体調管理に役立てることがすすめられます。



薄着スタイルでさわやかに

皮膚からの熱の出入りには衣服が関係します。暑いときには軽装にし、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するとよいでしょう。防具をつけるスポーツでは、休憩中に衣服をゆるめ、できるだけ熱を逃がしましょう。



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、睡眠不足、発熱、かぜ、下痢など、体調の悪いときには無理に運動をしないことです。また、体力の低い人、肥満の人、暑さになれていない人、熱中症を起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。学校で起きた熱中症死亡事故の7割は肥満の人に起きており、肥満の人は特に注意しなければなりません。



熱中症予防のための運動指針

この指針は、熱中症予防5ヶ条のポイントを理解したうえで、環境温度に応じてどのように運動したらよいかの目安を示したものです。環境温度の基準は湿球黒球温度(WBGT)に基づきました。しかし、現場ではWBGTが測定できない場合もあり、WBGTにおよそ対応する湿球温度、乾球温度も示してあります。実状に合わせて使用してください。

熱中症予防運動指針

WBGT ℃	湿球温度 ℃	乾球温度 ℃	運動は原則中止	
31	27	35	運動は原則中止	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。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	厳重警戒 (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、頻繁に休息をとり水分・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。
28	24	31	警戒 (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。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	注意 (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。
25	21	28	注意 (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。
▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	ほぼ安全 (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。
21	18	24	ほぼ安全 (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

市民マラソンのための運動指標

マラソンは熱負荷の大きい運動であり、一般のスポーツ活動より熱中症の発生する危険性が高くなります。したがって、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。ここでは、市民マラソンを対象にした運動指針として、アメリカスポーツ医学会(1996)の指針を参考にして示しました。

なお、マラソンレースでは多量の汗をかき体から水分が失われます。そのため、適切に水分補給をする必要があります。ただし、水の飲み過ぎは、胃の具合が悪くなるだけでなく、思わぬ事故(低ナトリウム血症)を起こすこともあり、注意が必要です。

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)

附 2 温度環境の評価

① 暑さの指標

熱中症予防の温度指標として、WBGT(Wet-Bulb Globe Temperature)が用いられます。暑さ寒さに関係する環境因子には、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。

② WBGTの測定

WBGTは図2に示した乾湿温度計と黒球温度計(15センチの銅球)から、乾球温度、湿球温度、黒球温度を測定し、以下の式で算出します。

▶ 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

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



図2 August乾湿計と黒球度計



図3 WBGT測定装置
(リアルタイムでWBGTと周囲温度が表示される)

乾球温度と湿球温度は、輻射熱(日射)の影響を防ぎ、自然気流の状態で測定します(図2右の乾球温度計はアルミホイルでかこい日陰にしています)。なお最近では、WBGTをリアルタイムで表示できるように工夫された装置も開発されています(図3)。

3 黒球温度計がない場合

「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が次の式で推定できます。

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

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

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

運動時の水分補給のしかた

運動中、過度の脱水にならないように発汗量に見合った水分を補う必要があり、同時に飲み過ぎにも注意しなければなりません。適切な水分の補給量は、体重減少が体重の2%以内におさまることが目安になります。ただし、その適量は運動の強さ、体の大きさ、気象条件などによって大きく異なるため、一律に数字で表すことはできません。個人の特性を考慮して補給量を判断し、適切な水分補給を心掛けてください。

自由に水分補給できる環境を

運動中、自由に水分を補給できる環境を整えることが大切です。スポーツドリンクなど水分・塩分を補給できる飲料を用意し、適宜飲水休憩をとるなどの工夫をします。補給量については、「喉のかわき」に応じて自由に補給することで適量が補給でき、体重減少量(脱水量)は2%以内におさまります。

体重測定で汗の量を知る

体重減少量は個人によって著しく異なります。運動前後の体重をはかることでその時の発汗量を知ることができ、水分補給の必要量を予測することができます。日頃から、運動前後の体重をはかる習慣を身につけるとよいでしょう。

▶ 1時間あたりの発汗量の計算

発汗量 = $\frac{\text{運動前の体重} - \text{運動後の体重} + \text{飲水量}}{\text{運動時間(時間)}}$



水分補給量のおよその目安

水分補給の必要量は個人によって異なりますが、例えばマラソンでは400～800ml/時間の補給量がおよその目安として示されています。ただし、運動強度、気温が高く、体の大きい人では多めの量を、運動強度、気温が低く、体の小さい人では少なめの量を選択する配慮が必要です。

【注意】

飲料には、食塩(0.1～0.2%)と糖質を含んだものが効果的です。特に1時間以上の運動をする場合には、4～8%程度の糖質を含んだものが疲労の予防だけでなく水分補給効果にも役立ちます。

[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。]



低ナトリウム血症 = 水中毒

2002年、アメリカのマラソンレースで低ナトリウム血症による死亡事故が続けておりました。いずれも女性の初心者ランナーで、水の飲み過ぎが原因と診断されています。死亡事故の報道でにわかに注目されるようになりましたが、ごくまれまれにしか起こらない事故とは限りません。細胞中の水が過剰になることで起こり、軽症では無症状のこともあります。倦怠感、吐き気、嘔吐、筋肉のこむら返りなどの症状がみられ、重症になると肺水腫（肺に水がたまった状態）や脳浮腫（脳がむくんだ状態）から呼吸困難や意識障害などの症状がおり、最悪の場合にはこの事故例のように死に至ることもあります。

運動中におこる低ナトリウム血症の原因はまだよくわかっていませんが、はっきりしているのは、事故を起こしたランナーがいずれも水を飲み過ぎてレース後に体重が増加していることです。走る速度が遅く、レース時間が長くなるほど、また発汗量の少ない冬のレースほど、そして体重の軽い人（女性）ほど水が過剰になりやすく低ナトリウム血症の危険性が高くなります。したがって、一流ランナーより市民ランナーに注意が必要です。

決められた量の水を無理に飲み続けることは、是非避けなければなりません。喉のかわきに応じて、適宜水分を補給することがすすめられます。それによって、過剰な摂取にもならず、また2%以上の過度の脱水を防ぐことができます。そのほか、水分補給の注意点は42・43ページを参照してください。



スポーツ活動中の熱中症予防 5ヶ条

①暑いとき、無理な運動は事故のもと

- ▶▶ 体温調節の基礎知識
- ▶▶ 熱中症発生実態と環境温度

②急な暑さに要注意

- ▶▶ 暑さへのなれと熱中症

③失われる水と塩分を取り戻そう

- ▶▶ 運動と汗

④薄着スタイルでさわやかに

- ▶▶ 衣服と体温

⑤体調不良は事故のもと

- ▶▶ 体調と熱中症

暑いとき、無理な運動は事故のもと

体温調節の基礎知識

体温

身体の温度は部位によって異なり、身体内部(核心部)の温度は高く、表面(外殻部)は低くなっています(図4)。一般に体温と呼んだ場合は、核心部の温度をさします。通常、体温として舌下温や腋下温をはかりますが、より正確な体温をはかるには食道温や直腸温を用います。一方、温度の変化しやすい外殻部の温度としては皮膚温をはかります。

体温が異常に上昇したり低下したりして体温調節機能が著しく障害を受けると、循環器系や中枢神経系に機能不全がおこり、生命を脅かすことにもなります。したがって、ヒトなど哺乳動物がいとむ体温調節の目的は、核心部の体温を一定の範囲に保つことなのです。

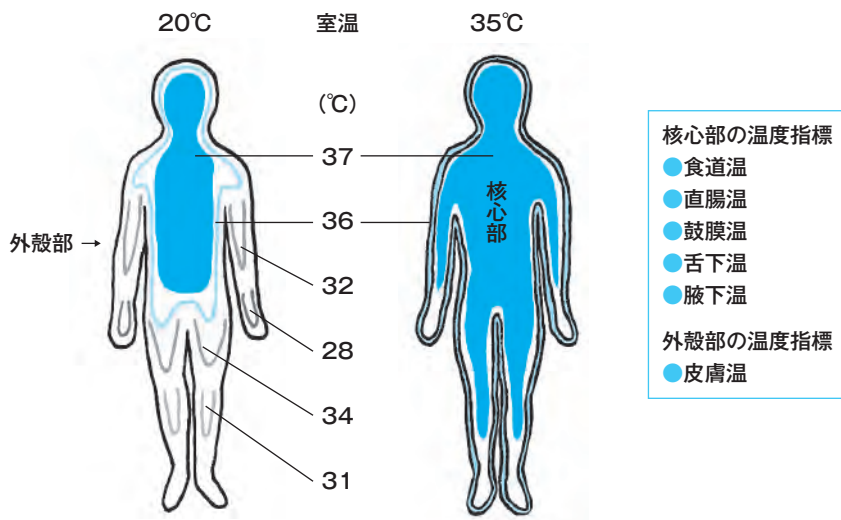


図4 室温20°Cと35°Cにおける体内温度

体温調節のしくみ

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と体から逃げていく熱とがうまくバランスをとっているからです(図5)。

おもな産熱として、生命維持のための基礎代謝熱、スポーツ活動時の筋運動、ホルモン、細胞代謝などがあげられます。安静時の熱は、肝臓、脳、腎臓などの内臓で発生しますが、スポーツ活動時には筋で発生する熱が圧倒的に多くなります。

一方、身体各部位の熱は血液の循環によって体表に運ばれ、外環境と接触し輻射、伝導、対流などによって体外に放散されます。さらに、体表面に分布する汗腺から汗が分泌され、汗の蒸発による熱放散もおこります。産熱と放熱のバランスがくずれ産熱量が放熱量を上回った場合、熱が体に蓄積され体温が上昇、逆の場合には体温が低下します。

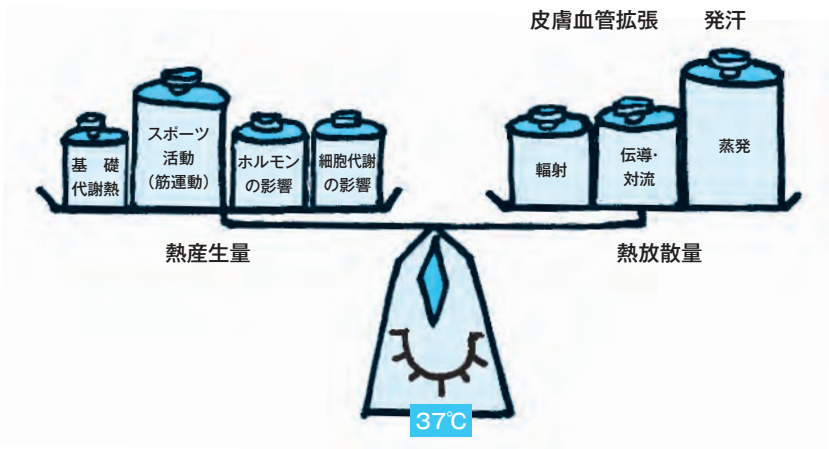


図5 熱産生と熱放散のバランス

運動時の体温上昇

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となります。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℃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℃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。

図6は屋外でランニングを行っているときの体温調節の様相を表したものです。放熱経路は大きく2つに分けられ、皮膚表面から輻射、伝導、対流によって放熱される非蒸発性熱放散と、皮膚表面から汗が蒸発することによる蒸発性熱放散とがあります。

非蒸発性熱放散は、皮膚に接する空気の温度が低いほど皮膚表面から空気に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(外気温がおよそ35℃をこえる時や輻射熱の多い時)には、熱が体に流れ込み体温が上昇します。

一方、汗は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(蒸発性熱放散)。暑熱下において非蒸発性熱放散が制限され、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発汗による汗の蒸発によって体温を一定範囲内に維持することができるのです。

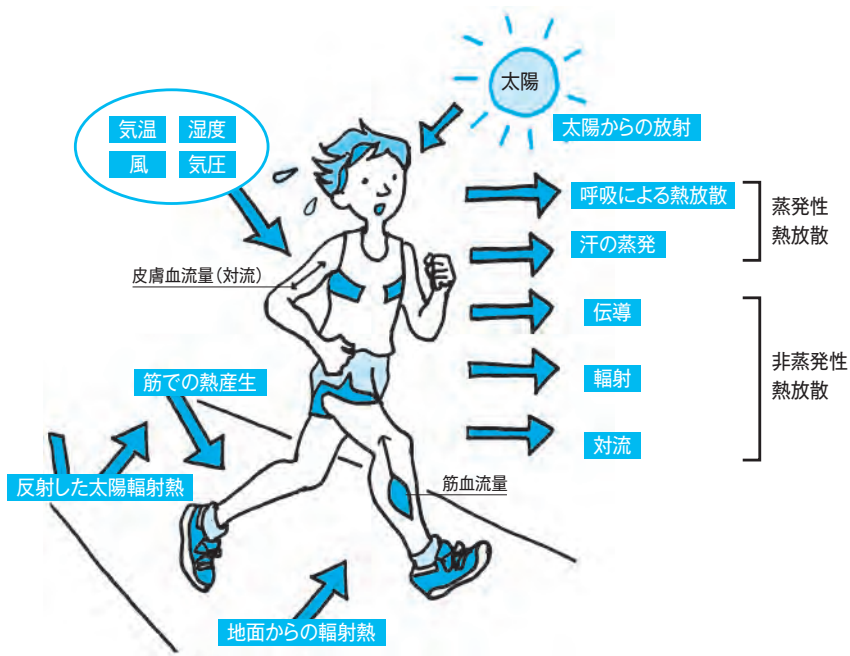


図 6 運動時の環境ストレスと熱の放散経路

- 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、暑さの評価 (WBGT) は、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。

運動の強度と体温

運動すると、体は血液配分をめぐる2つの問題を抱えることとなります。すなわち、運動を続けるための筋肉組織への血液確保と、熱放散のための皮膚への血液確保です。つまり、運動のための筋血流と体温調節のための皮膚血流との間で血液の奪い合いがおこるのです。しかし、皮膚への血液が増加すると、多くの血液が皮膚にたまってしまい、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て内臓への血液を減らし、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。

ところが、運動強度が強すぎたり環境温度が高すぎたりすると、この調節がうまくできなくなります。その結果、循環器系や中枢神経系の機能不全がおこり、生命を脅かすことさえあります。環境条件を考慮して運動の強さを設定することが大切なのは、このためです。「熱中症予防のための運動指針」(16ページ)には環境温度に応じた運動強度の設定のしかたが具体的に示されていますので、このことを十分に理解してください。

熱疲労と熱射病

熱疲労は、熱中症のなかでも一般によくみられる病型です。一方、熱射病は一見熱疲労と同じような症状を示しますが、死の危険性が高い緊急事態で、熱疲労とは区別しなければなりません。判断に迷うような場合には、必ず熱射病として対処します。

暑熱環境で長時間の運動をすると、大量の発汗のため、水分と塩分を失い、循環血液量が減少し、重要臓器への血流が不足します。高度の脱水とそのため循環不全が熱疲労の病態です。熱疲労の症状は、頭痛、めまい、吐き気、おう吐、脱力感、倦怠感などがみられます。体温は正常もしくは軽度上昇するものの、40℃をこえることはありません。また、通常は意識障害もなく、治療により回復し、命にかかわることはありません。熱疲労から熱射病は連続した病態であり、判断の難しいこともあります。その場合には、熱射病として対処してください。

熱疲労と思われても、そのまま無理に運動を続け熱疲労の病態がさらに進行すると、脱水と血清浸透圧上昇のために、皮膚血管拡張や発汗が抑制されます。その結果、熱放散量が減少し、蓄熱量がより増加し、体温がさらに上昇する悪循環に陥り、40℃以上の高体温(脳のオーバーヒート)に至ります。そのため、脳の機能が障害され、意識障害や体温調節機能不全(発汗停止)をきたしたものが熱射病です。ただし、運動時の熱射病では、発汗が続いていることもあります。なお、熱疲労の病態を経ずに、短時間(1時間以内)に体温が過度に上昇し、熱射病に至ることもあります。熱射病では特に意識障害が重要で、重症の昏睡だけでなく、応答が鈍い、何となく言動がおかしい、日時や場所がわからないなどの軽いものにも注意する必要があります。

いずれにしても、いったん熱射病を発症すると、迅速適切な救急救命処置を行っても救命できないことがあるため、熱疲労から熱射病への進展を予防することが重要です。言い換えれば、熱疲労は無理な運動を避けるための防御反応とみなすこともできます。熱疲労の段階で運動を中止すれば、生死にかかわる重篤な熱射病になる危険性を回避できるからです。その意味で、暑熱下のスポーツ活動において、スポーツ指導者は常に選手の発する安全装置のサインに目を配る必要があります。



子どもの体温調節

放熱量は身体サイズに影響されます。立方体の物理特性として、体積(サイズ)が小さくなるにつれ表面積は相対的に大きくなっていきます。したがって、子どもの体表面積は体重比にすれば大人より広くなります。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になります。つまり、子どもの体は物理的に熱しやすく冷めやすい特性を持っているのです。

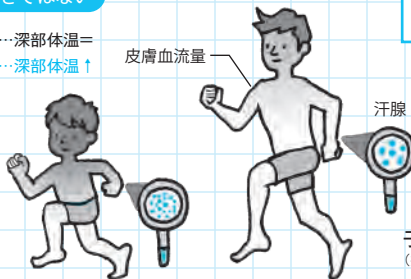
一方、子どもの発汗機能は未発達で、大人より発汗量が少なく、多くの汗を必要とする条件ほどその差も大きくなります。子どもは発汗能力で劣る分、頭部や躯幹部の皮膚血流量を大人より増加させ、より広い体表面積によって大人と同等の放熱をしています。

子どもは汗っかきではない

環境温<皮膚温……深部体温=
環境温>皮膚温……深部体温↑

皮膚血流量

体表面積/体重
子ども>成人



子どもの熱放散特性の模式図
(井上2010)

ただし、子どもの広い体表面積が有利なのは、環境温が皮膚温より低く非蒸発性熱放散によって環境が体表の熱を奪ってくれる場合に限られます。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上ますます不利になります。

子どもは決して「汗っかき」ではありません。真っ赤な顔をして汗っかきに見える場合でも、それは熱ストレスが大きくなっているからなのです。思春期前の子どもにとって、WBGT31℃以上、すなわち「熱中症予防のための運動指針」において「運動は原則中止」に相当する高温環境では、大人以上に過酷な熱ストレスになり、特に持久的運動には不向きです。したがって、子どものスポーツ活動では、環境条件が「運動は原則中止」になっていないかどうか特に注意する必要があります。

暑いとき、無理な運動は事故のもと 熱中症発生実態と環境温度

最近の熱中症死亡数

熱中症による死亡事故数は、1968～2011年までの44年間で10,331件（男6,052件、女4,279件）、年間平均では234件になります（図7）。なかでも、1994年以降は年次増加する傾向にあることが目を引きます。特に熱波であった2010年では、年間で1,745件もの死亡事故が発生しました。

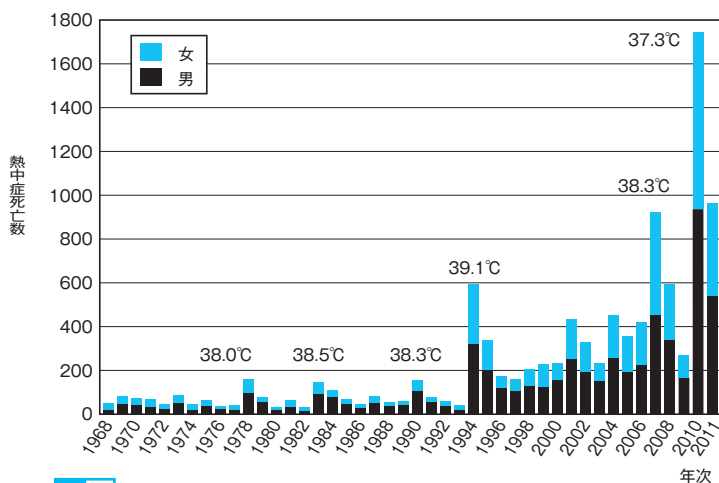


図7 熱中症死亡数の年次推移(男女別) [図中の数字は大阪の日最高温度]
(中井,2012)

年齢層別にみると、15～19歳で小さな山がみられ、特に男性に多くみられますが、そのほとんどがスポーツ活動中の事故と考えられます。一方、30～59歳になると男性の事故数が年齢とともに増えていますが、こちらはおもに労働時の発生と思われます。また、65歳以上からは女性の事故数が急増しています。ここでの原因は、日常生活、労働(家事などを含む)、スポーツ活動など多様な状況での発生と考えられます(次ページ図8)。

図9は、年齢層別の事故数をその年の総数に占める割合を年次ごとに示したものです。65歳以上の割合をみると、1994年以降年次増加しており、高齢者の熱中症死亡数が相対的に増加していることがわかります。一方、それ以下の年齢層ではむしろ低下傾向にあります。スポーツ活動中の熱中症予防活動に一定の成果があったものと思われます。ただし、死亡数は減少していても、熱中症で救急搬送された数は減少しておらず、引き続き予防活動を怠ってはならないでしょう。

また、高齢者の熱中症発生場所に注目してみると、自宅(約45%)、屋外道路・駐車場(約25%)が多く、睡眠中の発症が多いのも特徴的です。日常生活での高齢者のケアや家族の協力も重要になってくるでしょう。

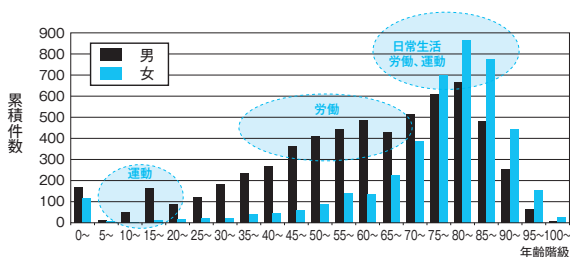


図8 熱中症死亡数の年齢階級別累積数(1968~2011年)
(中井,2012)

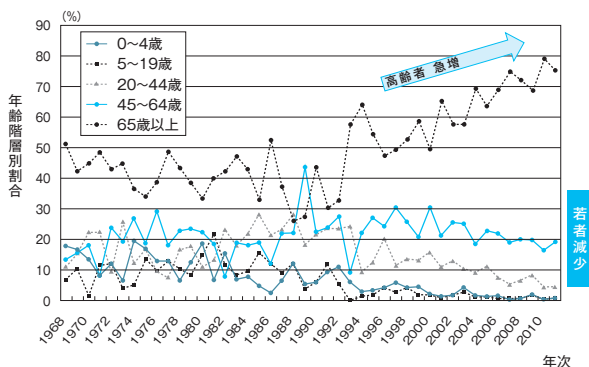
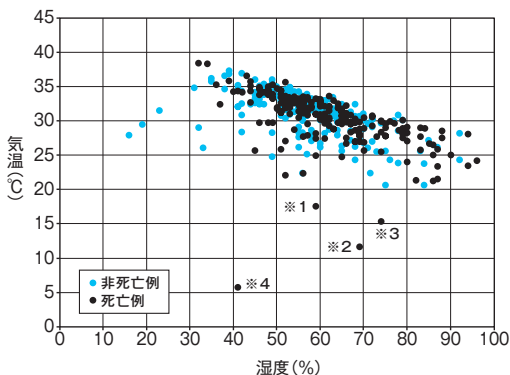


図9 熱中症総数に対する年齢階級別割合の年次推移
(中井,2012)

発生時の環境温度

つぎに、運動時の熱中症事故例で温度と湿度の資料が入手できた442例（死亡、非死亡例をとともに含む）について、両者の関係を図10に示しました。気温が比較的低くても湿度が高ければ熱中症事故は発生しています。熱中症の発生には、気温だけでなく湿度も大きく影響していることがわかります。

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。気温16℃以下においても熱中症は4例発生し、最も低温の4.7℃（※4）で発生した事例は2月の校内マラソンで、厚着をして走った例でした。その他、野球練習時にダッシュを繰り返したりレスリングの減量時に発生しています。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。熱中症予防にとって、「暑いとき」「無理をしない」という二つの要因がいかに大切かよく理解できます。



※1 野球 ※2 長距離走(11月) ※3 レスリング減量 ※4 マラソン(2月)



図10 運動時熱中症発生時の相対湿度と気温の関係
(1970~2012年)
(中井,2012)

このほか、気温と湿度だけでなく、とりわけ夏期の運動場ではグラウンドからの照り返しなど輻射熱の影響も重要になります。したがって、環境温度には気温、湿度、輻射熱の要素を組み入れたWBGTを用いることが勧められるのです。WBGTと熱中症事故発生件数との関係は図11に示したとおりです。WBGTが16℃以下でも事故は起きており、25℃前後から増え始め、28℃をこえると急激に増加しています。ただし31℃以上になると、事故数は少なくなります。このような過酷な条件になるとさすがに無理な運動が少なくなるからでしょう。

高温になるほど、熱中症の発生リスクが増加します。そこで、WBGTを基準にして運動のしかた、注意点を示したのが「熱中症予防運動指針」(16ページ)でした。図11にも、その運動指針のポイントを示しています。「運動指針」とあわせて参照してください。

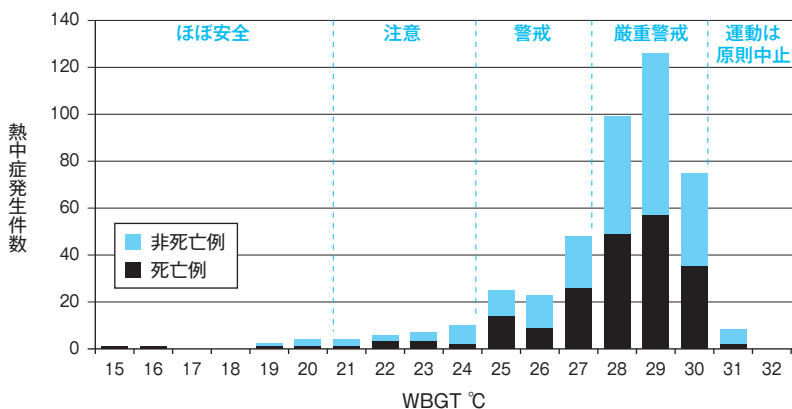


図11 運動時熱中症発生時のWBGT分布と運動指針 (1970~2012年)
(中井,2012)

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データはありませんが、児童・生徒の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データがあります。学校管理下の熱中症死亡事故は1960～2011年の52年間に189件ありました。また、死亡には至っていませんが、熱中症の治療費の請求のあった件数は最近では年に2000～4000件程度あります。さらに医療機関を受診しない軽症例を含めると、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。死亡事故は1975年頃から増加し、1984年をピークにその後はやや減少しています(図12)。

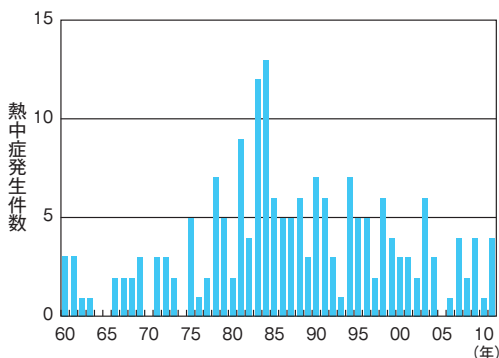


図12 学校管理下の熱中症死亡事故の推移
(1960～2011年 n=189)

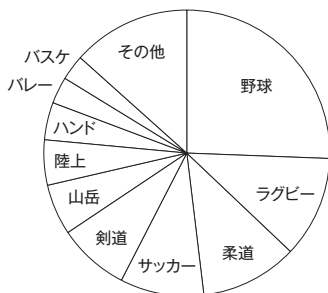


図13 スポーツ部活動の種目
学校管理下の熱中症死亡事故
(1975～2011年 n=139)

そこで、熱中症事故が増加しはじめた1975～2011年の37年間の死亡事例161件について分析してみました。161件のうちスポーツ部活動によるものは139件、学校行事によるものが22件であり、多くはスポーツ部活動によるものでした。スポーツ部活動による熱中症死亡事故139件のスポーツ種目では野球が最も多く、屋外種目ではラグビー、サッカー、屋内種目では柔道、剣道で多く発生しています(図13)。

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。学校行事も登山8件、マラソン4件、長距離徒歩4件、スポーツ大会3件などスポーツ活動が多く、学校管理下の熱中症死亡事故はほとんどがスポーツ活動によるものと言えます。

図14は性別、学年別の死亡事故数を示したものです。性別では男子150件、女子11件で圧倒的に男子に多くみられました。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件と少なく、中学生38件、高校生117件、高専1件で73%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、事故が多くなると考えられます。また、学年では体力や技術が未熟な低学年に多くみられました。

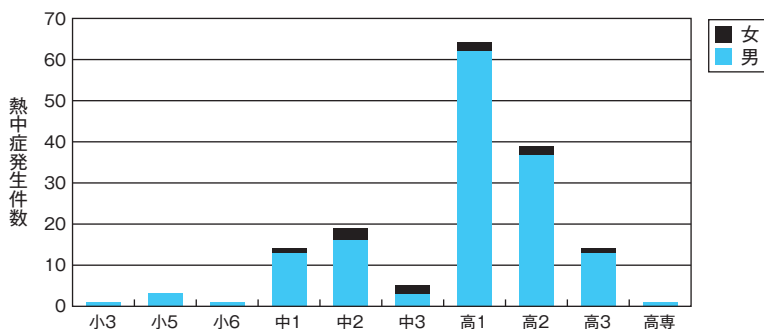


図14 性別・学年別件数 学校管理下の熱中症死亡事故(1975~2011年 n=161)

発生時期では7月と8月で143件、89%を占めていますが、特に7月下旬～8月上旬にかけて多く発生しています(図15)。2～5月にかけて3件、11月に1件発生していますが、これらは校内行事のマラソン、30km徒歩によるものでした。

発生時刻では午前10時～午後4時の間に多く見られますが、午前10時以前、午後6時以降にも発生しています(図16)。

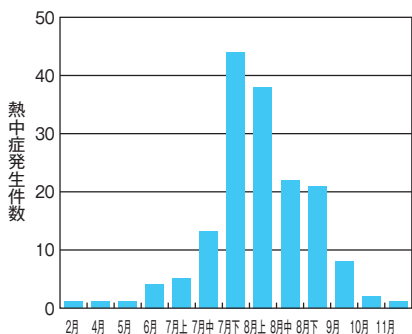


図15 発生時期 学校管理下の熱中症死亡事故 (1975～2011年 n=161)

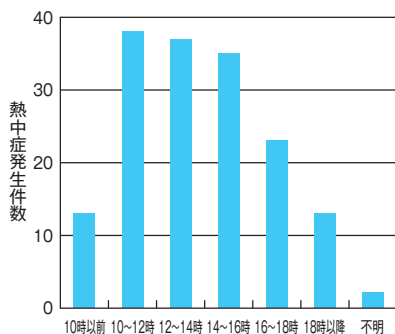


図16 発生時刻 学校管理下の熱中症死亡事故 (1975～2011年 n=161)

161件のうち運動開始時間の記載があった140件について、熱中症発生までの運動時間をみると、必ずしも長時間とは限らず、2時間以内が36%、1時間以内が14%みられました(図17)。激しい運動では短時間でも死亡事故が起こりうることに注意が必要です。1時間以内に発生した例の多くは持久走によるものであり、暑いときのなれない持久走は避けるべきです。

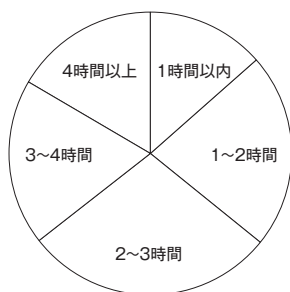


図17 運動開始から発症までの時間 学校管理下の熱中症死亡事故 (1975～2011年 n=140)

熱中症発生から死亡までの時間をみると、6時間以内が25%、24時間以内が64%と急速に病状が悪化して死亡に至る例が多いことが分かります(図18)。

事故例での体力や体調など個人の要因については、資料だけでは不明な点が多いのですが、1990~2011年の事故例のうち身長、体重の記載があった38例の体格的特徴をみてみると標準体重から20%超過している肥満者は71%にのぼり、熱中症死亡事故に肥満者が多いことが分かります(図19)。肥満の人は熱中症をおこしやすいので、特別の配慮が必要です。

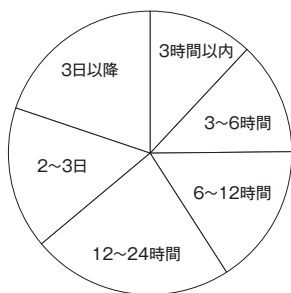


図18 発症から死亡までの時間
学校管理下の熱中症死亡事故
(1975~2011年 n=161)

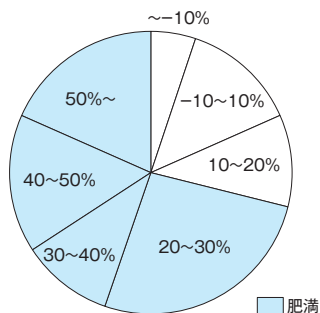


図19 肥満度(%)
学校管理下の熱中症死亡事故
(1990~2011年 n=38)

急な暑さに要注意

暑さへのなれと熱中症

熱中症は、梅雨の合間や梅雨明けなどの気温が急に上昇した時に多く発生しています。また、中学、高校の部活練習における合宿初日や休み明け、あるいは低学年(特に新入生)に多くみられます。いずれも、「からだ暑さになれていない」からです。図20は、熱中症発生時の湿度と気温の関係を示した33ページの図10について、発生時期の6月と7月に区分してみたものです。すると、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。

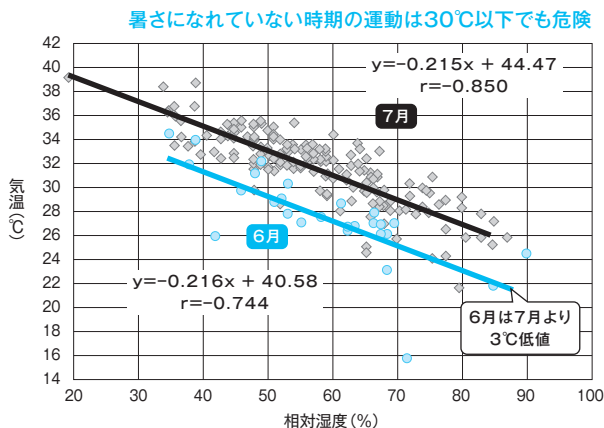


図20 運動時熱中症発生時の相対湿度と気温の月別分布(1970~2010年)
(中井,2012)

「からだ暑さになれていない」とは、暑さに対する抵抗力が低いことを意味します。暑さになれ、抵抗力ができてくれば、血液循環がよくなり汗の量も増え、より効果的な体温調節ができるようになります。それだけ、運動をより長く続けられ、また熱中症の危険性も少なくなるのです。

体を暑さにならすには

暑さになれるためにはどのようなことをしたら良いのでしょうか？

本格的な夏のトレーニングや競技会に備え、気温が高くなりはじめたら、暑さになれるまでの順化期間として、少なくとも1週間、できれば2週間程度を設定します。順化期間の最初は運動量を落とし、次第に負荷を高めて行きます。ただし現場では、環境条件や各個人の状態も異なるため、個々の選手の状態をよく把握して順化を進めていくことが大切です。また、普段の冷房使用に関しても、本格的な暑さの前(5、6月)に冷房に頼りすぎると暑さへのなれを遅らせることにもなるので、注意したいところです。

※近年、運動直後30分以内に糖質(15g)とたんぱく質(10g)を含んだ食品(牛乳であれば1~2杯)を補給すると、循環血液量が増え発汗量が増し、より効果的に暑さになれるという研究報告があります。特に高齢者では、本格的な暑さの訪れる前の5、6月にこの方法を試してみてもよいでしょう。

- 1 暑くなり始めたら、順化期間を設ける
(運動強度、時間、服装などの調整)
- 2 順化期間の初めの2~3日は、
徐々に負荷を上げるようにする
- 3 汗で失った分の水分と塩分を補給する
[体が暑さになれてくると発汗量も増えるため、
水分・塩分(スポーツドリンク)の準備も忘れずに]
- 4 連日高温が続くことによる
疲労の累積効果にも気をつける



失われる水と塩分を取り戻そう

運動と汗

汗の意義

私たちの汗はちょうど「打ち水」と同じで、汗が蒸発するときに皮膚表面から気化熱をうばって熱を放散しています。100gの汗をかくと、それがすべて皮膚から蒸発したとして(1gの汗の蒸発は0.58kcalの熱を奪う)、体重70kgの人では体温を約1℃下げることができます。ただし、蒸発せずに体表面からポタポタとしたたり落ちてしまった汗は、本来の目的を達成できない無駄な汗となります。

発汗のしくみ

汗は汗腺から分泌されますが、汗腺には腋の下などに局在するアポクリン腺と全身の皮膚表面に開口するエクリン腺とがあり、体温調節にあずかるのは水分を多く分泌するエクリン腺(以下、汗腺)の方です。汗腺は視床下部の体温調節中枢に支配されています。皮膚や脳からの温度情報を体温調節中枢が受け取り、中枢が暑いと判断すると、汗を出す命令が発汗神経を介して汗腺へ伝達され、汗腺から汗が分泌されます。汗腺には汗を分泌できない不能汗腺と分泌能力のある能動汗腺とがありますが、日本人の能動汗腺数は約230万といわれ、この汗腺の能動化は2歳半で成人の値になります。

汗腺では、血液や間質液を原料として汗の原液が作られます。汗の成分の99%以上は水ですが、細胞や血液と同じように電解質や有機物も含まれています。汗の量が少ない場合、汗原液中の Na^+ は皮膚表面に分泌されるまでに再吸収されますが、汗が多くなると再吸収されない Na^+ が増え、汗の Na^+ 濃度が上昇します。汗を多くかいた時に電解質を含んだ飲料がすすめられるのはこのためです。

運動と水分、塩分の補給

運動中の発汗量は、1時間に2リットルにも及ぶことがあります。このような多量の発汗によって脱水が体重の2%以上になると、運動能力や競技成績も著しく損なわれることとなります。したがって、運動中に汗によって失われた水分は適切に補給してやる必要があります。

一方、脱水とは逆に水を取りすぎることの弊害もあります(22ページの「低ナトリウム血症」を参照)。2%以上の過剰な脱水を避けなければなりません、同時に体重減少量以上に水をとりすぎてしまうことにも注意が必要です。

水分補給には、体から失われる水分量、すなわち発汗量に相当する量を補えばよいのですが、汗の量は個人の身体サイズ、そのときの気象条件、運動強度によって大きく異なり、一律には決まりません。そこですすめられるのが、「喉のかわき」に応じた自由な飲水です。それによって、ちょうど適量の水分が補給されることが多くの研究調査で明らかにされています。自由飲水では少量の不足分が生じる傾向にありますが、2%以内であれば十分許容できる範囲と言えます。体重50kgの人であれば、練習後の体重減少量が1kg以内におさまればよいことになります。



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 胃にたまりにくい組成および量にする



などがすすめられます。

補給する飲料の中身としては、0.1～0.2%の食塩と糖質を含んだものが効果的で、一般のスポーツドリンクが利用できます。ただし、余り糖質濃度が高くなると胃にたまりやすく好ましくありません。エネルギーの補給を考慮すれば、4～8%程度の糖質濃度がよいでしょう(21ページの「附3 水分補給量のおよその目安」を参照)。



スポーツ活動中の汗

私たちはスポーツ活動中にどの程度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、どれ位の環境下でスポーツ活動を行い、どれ位の汗をかいているかを実態調査した結果をみてみます。

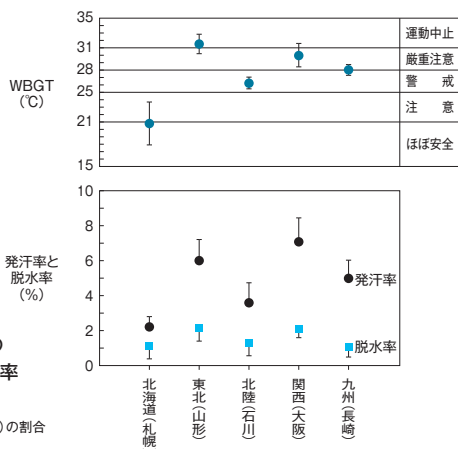
図21の上段は、北海道から九州まで全国5地域において行われた夏期練習時の環境温度をWBGTで示し、下段は発汗量および脱水量の体重に対する割合で示したものです。発汗量(率)は地域によって異なっており、体重の2~7%と幅がありますが、やはりそのときの環境温度が大きく影響しているようです。そして発汗量については、このガイドブックが示す運動指針の「運動は原則中止」に相当するWBGT31℃のボーダーライン前後にある東北・山形、関西・大阪の発汗率が6~7%と大きくなっています。ただし、この調査では球児たちが自由に給水できる環境が整えられ、その結果、水分補給が十分行われ脱水率は1~2%におさまっていました。それでもWBGTが31℃前後になっている地域では、発汗量が大きく脱水率も2%に達していることから、熱中症予防に相当の注意を払う必要があります。



図21 全国の高校野球夏期練習時の環境温度と発汗率および脱水率

発汗率=体重に対する発汗量の割合

脱水率=体重に対する脱水量(体重減少量)の割合
(川原ほか,1999)



子どもの水分補給

汗をかいて体から多くの水分が失われると、自然に水が飲みたいという喉のかわきをおぼえます。この喉のかわきは、飲水行動をうながし、体内の水分を安定した状態に保つ役割を演じています。とりわけ、スポーツ活動時のように短時間に大量の水分が失われるような場合に重要になります。

夏のスポーツ活動中にスポーツ飲料を自由に補給させた場合、大人は発汗量の60～70%を補給しますが、子どもでも発汗量に見合った水分を補給することができます。図22は、スポーツ少年団を対象に夏の練習時にどれくらい水分を補給しているかを調査した結果です。このとき、練習中に水分を自由に補給できるように飲料を準備し、適宜飲水休憩をとらせています。バレー、バスケット、サッカーなどのように比較的運動量の大きな種目では、2時間半程度の練習で1リットル以上の汗をかきますが、子どもたちはそれに見合った水分補給をして、体重減少量は体重の1%以内におさまっています。

子どもの口渴感が特に大人に劣るということはないようです。安全なスポーツ活動のためには、喉のかわきにもとづいた自由飲水ができるように指導し、その能力を磨くべきでしょう。

夏期のスポーツ活動時には、状況に応じて水分補給タイムを設けるなどの工夫をしながら、子どもたちが自由に飲料を利用できる環境を整えることが何より大切です。

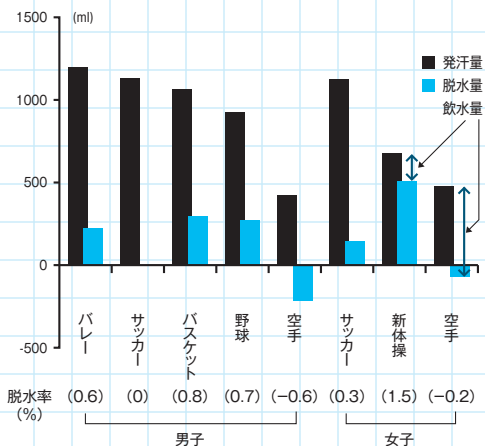


図 22 スポーツ少年団の夏期練習中における水分摂取の実態調査
(川原ほか,2002)

薄着スタイルでさわやかに

衣服と体温

環境温度の変化や、運動によって産熱量が変化すると、身につけている衣服を脱いだり、新たに着用したりして体温の調節をします。

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、衣替えは衣服による体温調節の一つと言えます。さらに、衣服気候は運動や環境条件にも影響されます。他方、衣服気候は皮膚温度、発汗、皮膚血流、皮膚の湿潤度、蒸発の程度などに影響します。

体からの熱放散促進

高温下での運動時には、体温上昇とともに、体表温度も上昇し、衣服気候も変化します。衣服気候を快適な状態に保つためには、衣服素材の通気性や水分放散性が高く、保温性が低い熱放散に優れた衣服がすすめられます。水分放散性に関しては、汗の量が少ない時には吸湿性が高い綿などの天然繊維や再生繊維で処理できますが、大量の発汗の場合には放湿性に優れた吸水速乾性の高い合成繊維の方が汗の処理に適しています。

一般に衣服の熱抵抗は衣服で覆われる面積に比例して大きくなるため、なるべく体表を覆う面積の小さい薄着の方が熱は放散しやすくなります。また、四肢は体幹部よりも熱放散効率が高いため、できるだけ四肢を露出したほうが効果的です。

夏期スポーツ活動では、半そで、短パンなどの軽装薄着が適しています。しかしスポーツ種目によっては、傷害予防をはじめさまざまな理由からその種目特有のユニフォームを着用することになります。特に、剣道やアメリカンフ

ットボールなどのような防具(ギア)を着用するスポーツ種目では、熱の放散量が制限されるため、十分注意が必要です。このようなスポーツ種目では、環境条件やトレーニングの過程などを考慮に入れて着衣条件を変えていくことが大切です。アメリカンフットボールの例では、全米大学体育協会(NCAA)は夏期トレーニング開始時に5日間の順化期間を設け、この順化期間でのフル・ユニフォームの装着を禁じ、ヘルメット、ショルダーパッド、そしてフル・ユニフォームと順次着衣条件を変えながら順化するように規定化しています。

図23は、高温下において剣道着・防具を着用した条件と着用しない条件で運動をしたときの体温調節反応を比較したものです。あきらかに、剣道着・防具着用時には熱放散が制限され、体温調節系への負担が増していることがわかります。したがって、こうした重装備の服装やユニフォームを着用しなければならないスポーツ種目では、できるだけ休憩時間を設け、その間に衣服を緩め、冷タオルや氷嚢などで体を冷やし体温を下げる工夫が必要です。

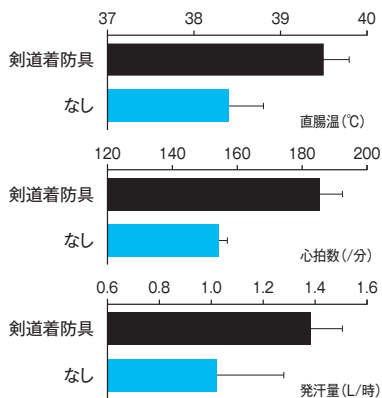


図 23

剣道着と防具を着用すると、直腸温、心拍数、発汗量がいずれも顕著に高くなります。同じ運動をしても(60分間)、剣道着・防具の着用が大きな熱ストレスになっていることがわかります。(丹羽,2001)

体調不良は事故のもと

体調と熱中症

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の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。持久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、睡眠不足、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。



体調チェック

万全の体調でトレーニングにのぞむことが、熱中症予防はもとより、より効果的なトレーニングを進めるためにも重要になります。ここでは、熱中症予防の観点から、指導者が選手の体調を管理するうえで必要になるチェックポイントを紹介します。

トレーニング前の体調チェック項目

選手には、練習日誌などを用い、練習の前に自分の体調をチェックする習慣をつけさせます。1つでもチェックが入れば、その選手のトレーニングメニューを軽くして、常にその選手に目を配るようにします。

- 睡眠が不足している(よく眠れなかった) 熱がある、熱っぽい
- 喉が痛い 風邪を引いている 下痢をしている 朝食を抜いた

選手の実性チェック

指導者は選手の実性をあらかじめ把握しておきます。1つでもチェックが入れば、その選手の日頃のトレーニングに目を配ります。

- 経験年数が少ない 過去に熱中症を経験したことがある
- 肥満気味である 体力が低い

環境チェック

以下の環境チェックに応じて、トレーニングメニューを考慮し、選手指導の参考にします。

- 「熱中症予防運動指針」の確認
 - 運動中止 厳重警戒 警戒 注意 安全
- 天候の特徴
 - 急に暑くなったか 特に蒸し暑い

熱中症からのスポーツへの復帰

一度、熱射病をおこした人は、医師の許可があるまでは運動を控えてください。運動を再開する場合には、涼しい環境で軽い運動から徐々に始めます。暑熱下の運動は、体力が十分に回復した後に、暑さに十分ならしてから行うようにしましょう。少なくとも退院後7日は運動を控えてください。その後、涼しい環境での運動から始め、2週間くらいかけて暑さに身体をならし、さらに2～4週間のトレーニングを経て、競技への完全復帰を行きましょう。

熱疲労の場合も、当日の復帰は見合わせ、慎重に進めるべきです。軽症の場合でも、1～2日様子を見てから再開しますが、その場合にも運動の強度と量は徐々に上げるようにしましょう。



参考文献

- ①Armstrong LE et al :American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. Med Sci Sports Exerc. 39: 556-72, 2007
- ②Armstrong LE et al :American College of Sports Medicine position stand. Heat and cold illnesses during distance running. Med Sci Sports Exerc. 28: i-x, 1996
- ③Gonzalez-Alonso J et al :Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. J Appl Physiol. 1032-9, 1999
- ④井上芳光:発育と老化(第6章,第1節), 体温Ⅱ(井上芳光,近藤徳彦 編), ナップ, pp220-237,2010
- ⑤川原貴ほか :ジュニア期の夏期トレーニングに関する研究 —第1～3報— 日本体育協会スポーツ科学研究報告,1997～1999
- ⑥川原貴ほか :ジュニア期の夏期スポーツ活動に関する研究 —第1～3報— 日本体育協会スポーツ科学研究報告, 2000～2002
- ⑦中井誠一 :熱中症の疫学. 日本臨床. 70: 934-939, 2012
- ⑧中井誠一ほか :高温環境とスポーツ運動 —熱中症の発生と予防対策— 篠原出版新社(東京),2007
- ⑨Sawka MN :American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc. 39: 377-90, 2007

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

小松 裕

Yutaka Komatsu

衆議院議員、医師

専門: スポーツ医学、内科、消化器

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

松本 孝朗

Takaaki Matsumoto

中京大学スポーツ科学部教授

専門: 環境生理学、運動生理学、スポーツ医学、内科学

伊藤 静夫

Shizuo Ito

日本体育協会スポーツ科学研究室室長職務代行

井上 芳光

Yoshimitsu Inoue

大阪国際大学人間科学部教授

専門: 温熱生理学、生理人類学、運動生理学

田中 英登

Hidetō Tanaka

横浜国立大学教育人間科学部教授

専門: 環境生理学、運動生理学

長谷川 博

Hiroshi Hasegawa

広島大学大学院総合科学研究科准教授

専門: 運動生理学、環境生理学、神経科学

安松 幹展

Mikinobu Yasumatsu

立教大学コミュニティ福祉学部教授

専門: 環境生理学、運動生理学、スポーツ科学

安住 文子

Ayako Azumi

日本大学理工学部助教

発行日: 平成11年4月26日
平成25年4月16日(平成25年度版改訂)

発行: 公益財団法人日本体育協会

協賛: 大塚製薬株式会社

印刷: 株式会社エヌピーディー

問い合わせ: 公益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 岸記念体育館内 Tel 03-3481-2240

スポーツ活動中の 熱中症予防5ヶ条

1 暑いとき、無理な運動は事故のもと

2 急な暑さに要注意

3 失われる水と塩分を取り戻そう

4 薄着スタイルでさわやかに

5 体調不良は事故のもと

知って防ごう熱中症



大塚製薬は、日本体育協会のスポーツ医・科学を応援しています。