

熱い夏を乗り切るための

熱中症の基礎知識

と

コンディショニング

第7回 MFMC

7月21日(日) 9時～12時頃

三重大学整形外科
ヴィアティン三重

チームDr

山崎弘喜

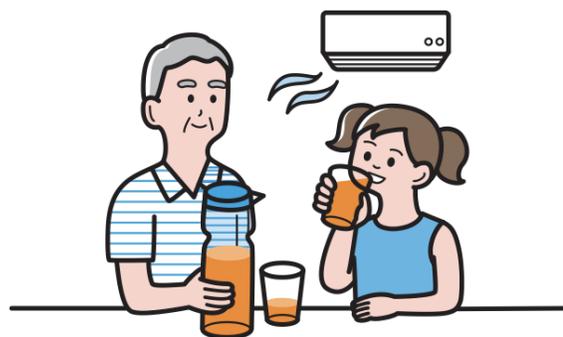
Contents

1. 熱中症の基礎知識
2. 脱水とスポーツ飲料の飲み方
3. 暑熱順化
4. クーリング

熱中症とは

- ・ 暑熱環境における身体適応の障害によって起こる状態の総称。
- ・ 日本における熱中症死亡者の約8割が65歳以上の高齢者であり、半数以上が自宅で発生している。
- ・ スポーツにおける熱中症の約3割は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に起こっていた。

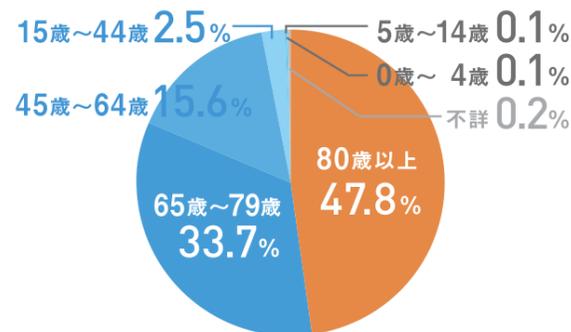
Kerr ZY, et al. Am J Prev Med. 2013



熱中症による死亡者の数は
真夏日(30℃)から増加
35℃を超える日は特に注意!

運動は原則中止。外出はなるべく避け、涼しい室内に移動してください。

■年齢別／熱中症死亡者の割合

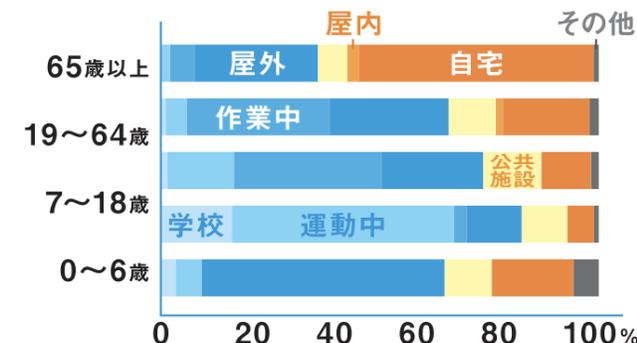


出典：「熱中症による死亡数 人口動態統計2018年」厚生労働省

熱中症による死亡者の
約8割が高齢者

約半数が80歳以上ですが、若い世代も注意が必要です。

■年齢・発生場所別／熱中症患者の発生割合



出典：「救急搬送データから見る熱中症患者の増加」国立環境研究所 2009年

高齢者の熱中症は
半数以上が自宅で発生

高齢者は自宅を涼しく、若い世代は屋外での作業中、運動中に注意が必要です。

熱中症の分類

暑熱環境に居る、あるいは居た後の体調不良はすべて熱中症の可能性がある

熱中症診療ガイドライン2015, 日本救急医学会

分類	症状	症状による診断	対応
I 度	めまい・失神、 筋肉痛・筋肉の硬直、 手足のしびれ・気分の不快	熱失神 熱けいれん	現場にて対処可能
II 度	頭痛・吐き気・嘔吐・虚脱感	熱疲労	速やかに医療機関へ受診
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、高体温 肝機能異常・腎機能障害・血液凝固障害	熱射病	採血、医療者による判断により 入院(場合により集中治療)が必要

表：熱中症診療ガイドライン2015, 日本救急医学会 より引用改変

熱中症Ⅳ度とqⅣ度の提唱

これまでⅢ度としてきた重症群の中に、さらに注意を要する最重症群があり、これをⅣ度とする。

熱中症診療ガイドライン2024, 日本救急医学会

分類医療	症状	対応
Ⅲ度	Ⅳ度に該当しない従来（ガイドライン2015）のⅢ度（意識障害＋、痙攣、高体温など）	採血、医療者による判断により入院（場合により集中治療）が必要
Ⅳ度	深部体温40℃以上かつGSC8点以下	Active Coolingを含めた集学的治療を早急に開始 ～現場では～
qⅣ度	表面体温40℃以上＋GSC9点以上 or JSC100点以上	医療従事者/有識者→Active coolingの実施 一般の方 →エアコン環境下へ移動

※Ⅲ度以上を疑う場合は救急要請と厭わない！

※一般の方は無理に水風呂に入れたりはいらない！

JCS と GCS

意識障害の程度を客観的に評価するためのツール

Japan Coma Scale (JCS)は0から300の間で表現し、0が正常

Glasgow Coma Scale (GCS)は3から15点の間で表現し、15点が正常

大事なことは、

満点(正常)以外は全て、意識障害である



熱中症においては、

満点(正常)以外は、Ⅲ度以上である

ジャパン・コーマ・スケール

I. 覚醒している (1桁の点数で表現)

- 0 意識清明
- I-1 見当識は保たれているが意識清明ではない (1)
- I-2 見当識障害がある (2)
- I-3 自分の名前・生年月日が言えない (3)

II. 刺激に応じて一時的に覚醒する (2桁の点数で表現)

- II-1 普通の呼びかけで開眼する (10)
- II-2 大声で呼びかけたり、強く揺るなどで開眼する (20)
- II-3 痛み刺激を加えつつ、呼びかけを続けるとかろうじて開眼する (30)

III. 刺激しても覚醒しない (3桁の点数で表現)

- III-1 痛みに対して払いのけるなどの動作をする (100)
- III-2 痛み刺激で手足を動かしたり、顔をしかめたりする (200)
- III-3 痛み刺激に対し全く反応しない (300)

R (不穏)・I (糞便失禁)・A (自発性喪失)がある場合、
JCS III-2などと表す。

グラスゴー・コーマ・スケール

開眼機能 (Eye opening) [E]

- 4点 自発的に、または普通の呼びかけで開眼
- 3点 強く呼びかけると開眼
- 2点 痛み刺激で開眼
- 1点 痛み刺激でも開眼しない

最良言語反応 (Best Verbal response) [V]

- 5点 見当識が保たれている
- 4点 会話は成立するが見当識が混乱
- 3点 発語はみられるが会話は成立しない
- 2点 意味のない発声
- 1点 発語みられず

最良運動反応 (Best Motor response) [M]

- 6点 命令に従って四肢を動かす
- 5点 痛み刺激に対して手で払いのける
- 4点 指への痛み刺激に対して四肢を引っ込める
- 3点 痛み刺激に対して緩徐な屈曲運動 (除皮質姿勢)
- 2点 痛み刺激に対して緩徐な伸展運動 (除脳姿勢)
- 1点 運動みられず

*挿管などで発声できない場合は「T」と表記。扱いは1点と同等である。

熱中症の初期治療

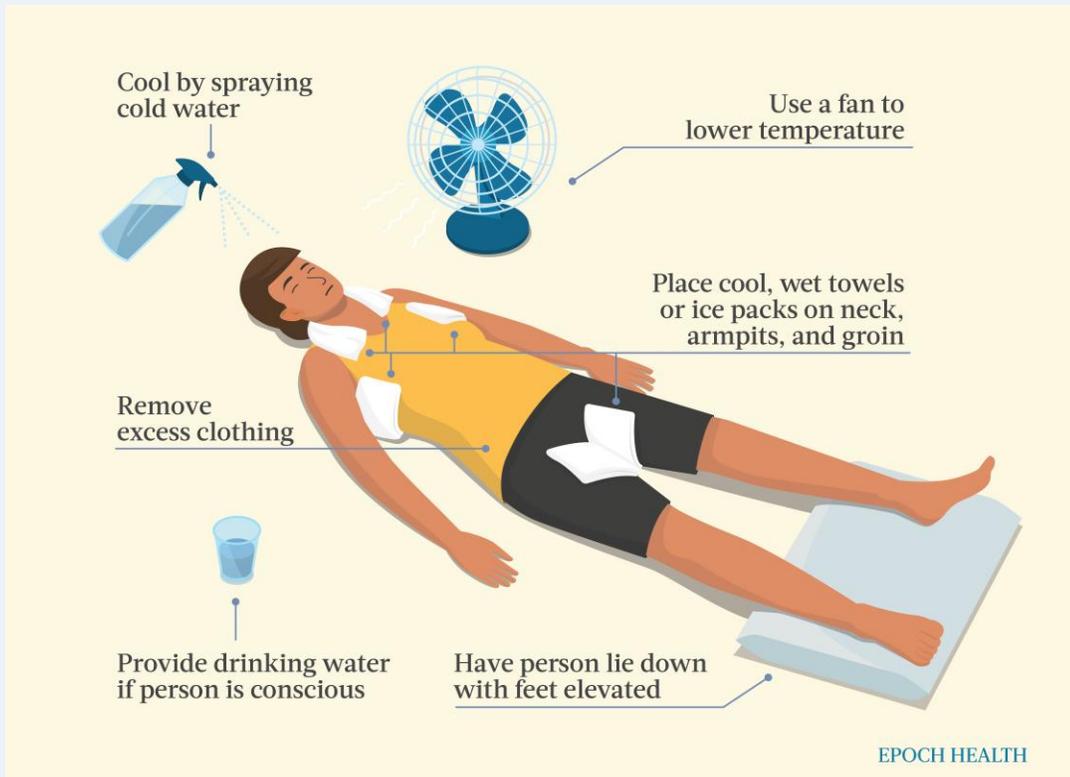
- 衣類や防具を脱がせる
→ **気化熱**による熱の放散を目指す
- 仰向けに寝かせて**両足を挙上**する
→ 末梢の足から心臓への血流の戻り・脳血流を促進する
- 水分補給
→ 飲水可能であれば**経口補水液**をとる
- なかなか回復しない場合は病院へ
→ 応急処置を始めてから**30分**ほど経っても回復しない場合、
もしくは次第に症状が悪化している場合は救急要請



Active cooling

非医療者/医療従事者

設備あり、医療従事者がいる場合



現場対応フローチャート

暑熱環境による体調不良 "すべて"

熱中症を疑う症状がありますか？

はい

呼びかけに応えますか？

いいえ

救急車を呼ぶ

はい 涼しい場所へ避難し、
服をゆるめ体を冷やす

涼しい場所へ避難し、
服をゆるめ体を冷やす

水分を自力で摂取できますか？

いいえ

医療機関へ

はい

症状が良くなりましたか？

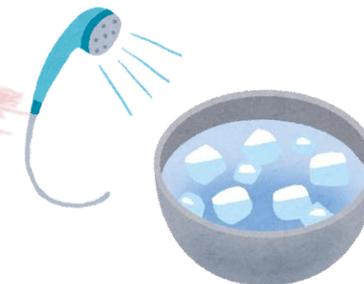
いいえ

はい

十分に休息をとり、
回復したら帰宅する



OS-1などの経口補水液



体温調節機構

体温が上昇する機序

次の①～④のどれかに異常があれば体温が上昇しやすい

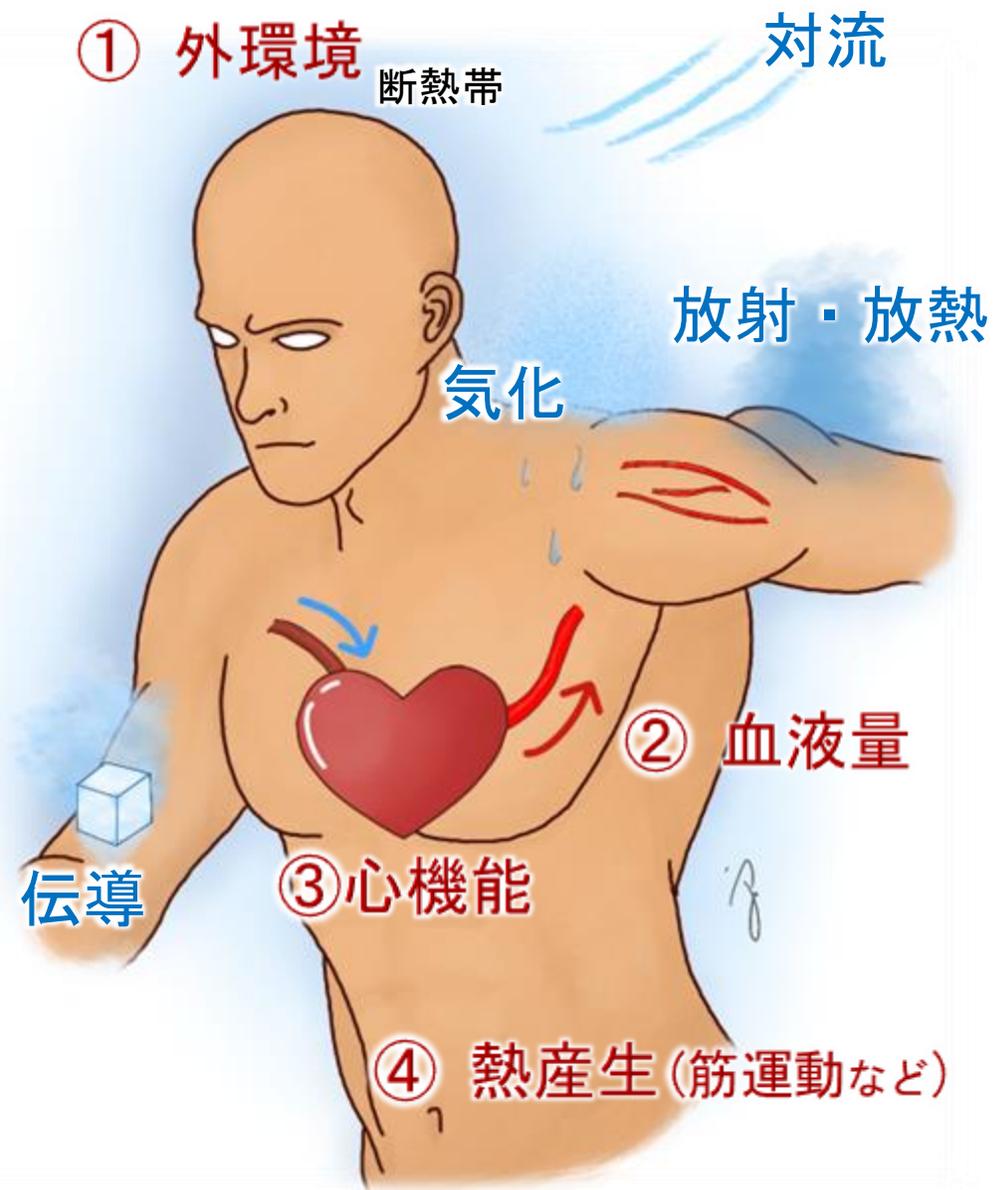
- ①外環境：暑い、蒸し暑い、無風など。断熱帯の存在も
- ②血液量：多量の発汗、水分不足、栄養不足など
- ③心機能：心拍数の低下、心収縮力の低下など
- ④熱産生：全身の臓器で熱産生、特に運動中は筋肉から

①～④の問題を解決することで熱中症を生じにくくできる。

体内の熱を逃がす方法

- 放射・放熱：表皮を通して空気中に熱を移すことによる
- 気化：発汗の蒸発によって気化熱を奪うことによる
- 伝導：固体(氷)や液体(流水)に熱を移すことによる
- 対流：風により体周囲の断熱帯を取り除くことによる

放射・放熱より、伝導、気化の方が放熱効率は圧倒的に高い。



脱水がパフォーマンスに及ぼす影響

- ・ 脱水の程度が**2%**以上になると、脱水率**1%**ごとに深部体温が約**0.3℃**上昇し、心拍数は約**10拍/分**上昇する。有酸素性運動能力が**10%**下がる。
- ・ **3%**の喪失で熱中症になる危険性が格段に増し、特に心肺機能は急激に低下し、喉が異常に乾くようになり、様々な脱水症状が現れてくる。
- ・ **5%**以上の喪失で、正常な体温を保つことができなくなり、内臓の機能も正常に働かなくなってくるため、**命の危険**が出てくる。

Jeukendrup, et al. Humankinetics. 2015

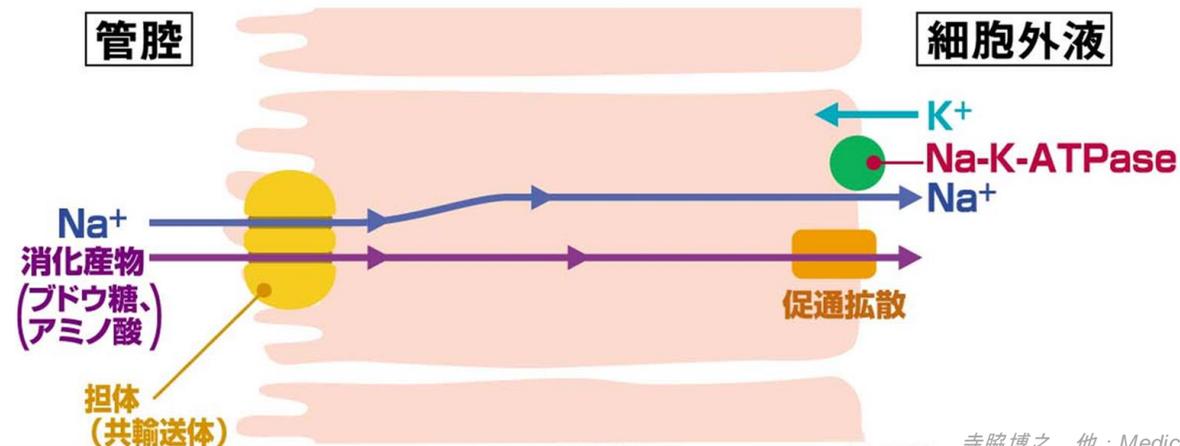
最適な飲料水とは

水のみ：体液量が脱水前のレベルに回復する前に体液浸透圧のみが回復し、口渇感が低下して飲水量が減少し、さらに腎臓での水の再吸収が低下して摂取した水分の多くが尿として排泄される。→ “**自発性脱水**”

+塩分：体液と塩分濃度の等しい生理食塩水では、自発性脱水が改善され、体液量の回復、特に、血漿量の回復も促進する。

+糖質：**小腸**には Na^+ と糖質を一緒に体内に取り込む共輸送体があるため、適度な糖質を加えると、吸収速度が促進される。

インスリン濃度の上昇によっても、腎尿細管での Na^+ と水分の再吸収も促進される。



飲料水などの成分比較

区分	Na (mEq/L)	K (mEq/L)	Cl (mEq/L)	炭水化物 (g/L)	浸透圧 (mOsm/L)
WHO推奨組成	75	20	65	13.5	245
3号液(輸液)	35	20	30	34	200
スポーツドリンク	21	5	16.5	67	326
経口補水液	50	20	50	25	270
血液	135	3.5	105		290
汗	10~70	3~15	5~60		

熱中症診療ガイドライン2015, 日本救急医学会

スポーツドリンクの使い分け

	アイソトニック	ハイポトニック
“カラダの水”に対する浸透圧	ほぼ 等しい	低い
吸収速度	遅い	速い
糖分	多い	少ない
特性	電解質よりも糖の吸収が早い	水分や電解質がスピーディに吸収される
飲むタイミング	日常生活・運動前	水分不足の時、運動時
代表商品		

身体冷却の種類

外部冷却

- ・皮膚温や核心温を効率的に低下させる

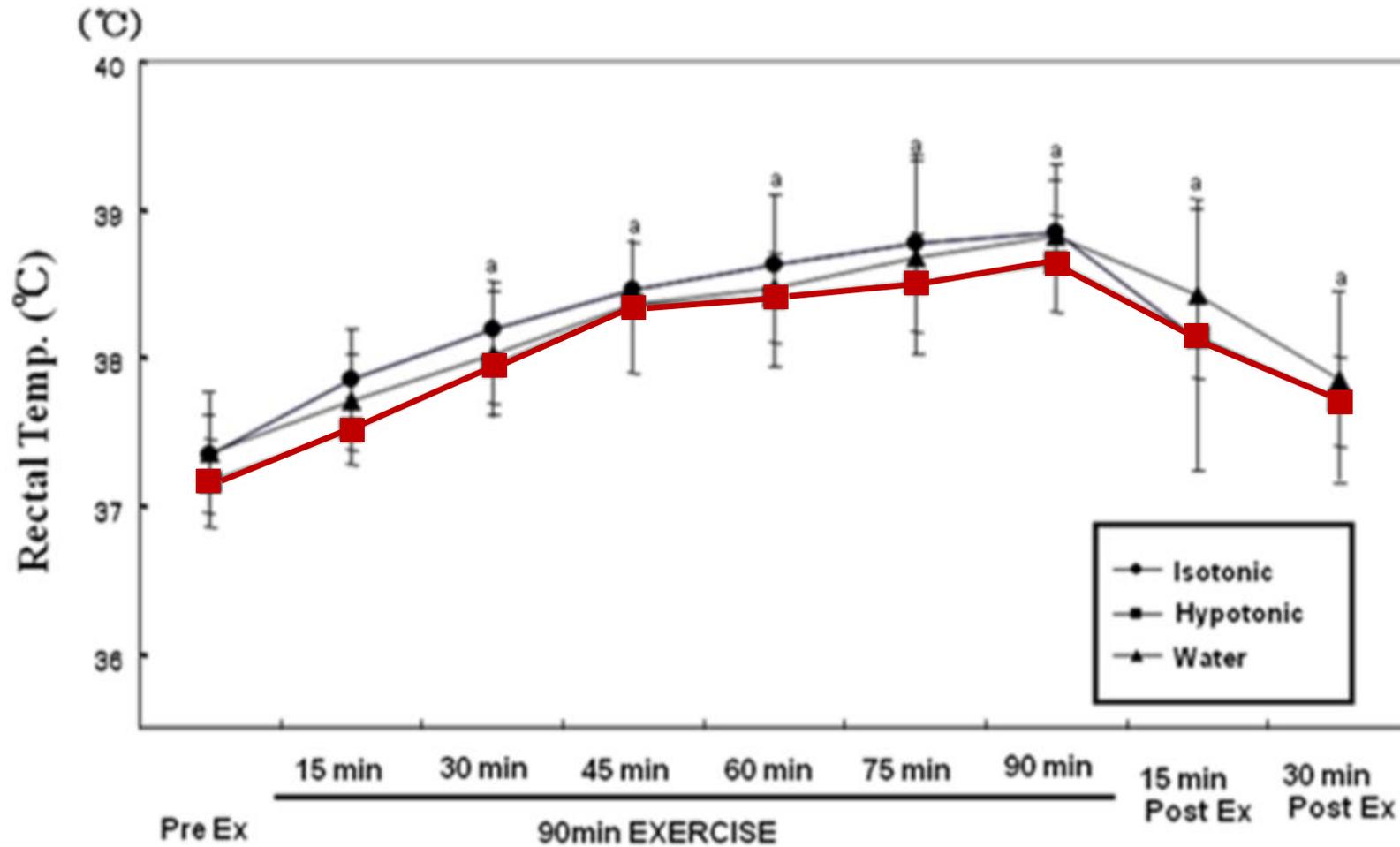


内部冷却

- ・脱水を回復・防止することに加え、冷たい飲料などを摂取することで身体を体内から冷やすことができる
- ・電解質・糖質を補給できることも重要



運動中の直腸温変化



ハイポトニック飲料が
最も体温冷却効果あり

呉泰雄、スポーツ科学研究、2011

経口補水液

- 食塩と糖をバランスよく混ぜて水に溶かしたもの
→真水よりも**体内に吸収されやすい**
- あくまでも脱水状態になった身体に、素早く水と**塩分・電解質**を吸収させるために作られた液体
→日常生活での水分補給は、水やスポーツドリンクで充分
- オーエスワン®の**1日摂取量の目安がある**

学童～成人・高齢者：500～1000mL

幼児：300～600mL

乳児：体重1kgあたり30～50mL



飲料水の使い分け

日常



運動前



運動中



運動後



スポーツには向いていない

水・コーヒー・コーラなど



運動に必要な
カロリーを含む

一般的なスポーツドリンク



薄めなスポーツドリンク

浸透圧差が大きく
吸収されやすい



BCAA配合
高機能だが高い

アミノ酸などが付加された
スポーツドリンク



経口補水液

塩分が高く、
最も吸収される

アイソトニック

=体液に近い浸透圧

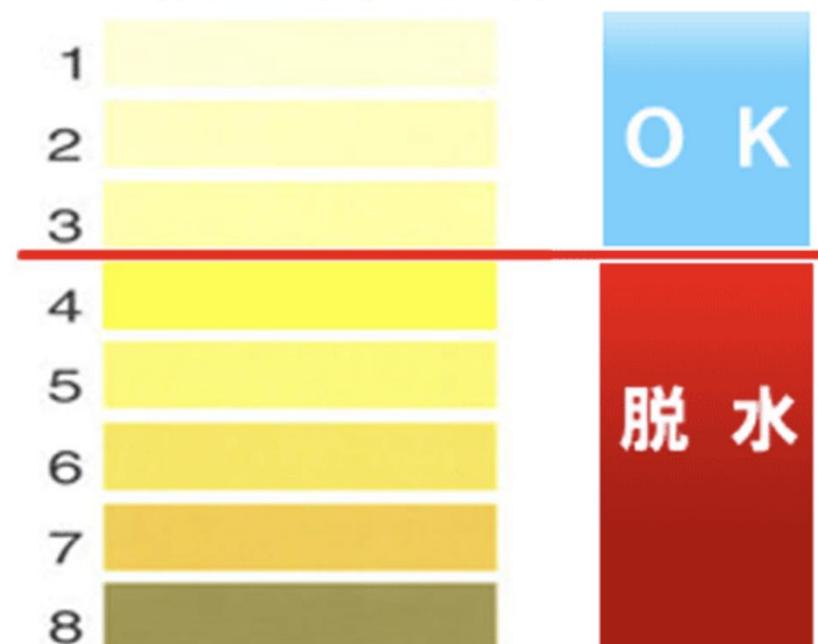
ハイポトニック

=体液より低い浸透圧

脱水状態の把握方法

- ・ 「おしっこの色チャート」で日頃から体内水分の状況を確認しておく
- ・ 4以上で脱水状態
- ・ 5で体重の2%以上の水分が体内から失われていると推測される

理想は常に**1～3**であること



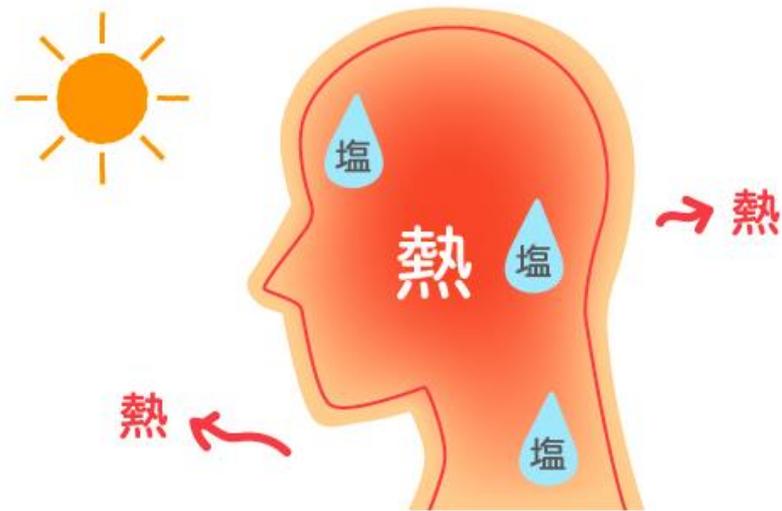
暑熱馴化(しょねつじゅんか)

- ・ 約**10～14日間**で夏の暑さに身体が適応して起こる変化のこと
- ・ 運動中に体内の熱を効率よく体外へ放散できるようになる
→**熱放散機能の上昇を目指すことが暑熱順化**
- ・ この期間中は特に熱中症になりやすいので注意が必要

減少するもの	増加するもの
・ 心拍数	・ 汗をかく量
・ 深部体温の上昇度	・ 汗をかき始めるタイミング(早まる)
・ 皮膚体温の上昇度	・ 心臓が全身に送る血液量
・ 感じる疲労度	・ 熱い環境でのパフォーマンス能力
・ 汗と尿から失う塩分量	

暑熱馴化による変化

暑熱順化できていない時



- 皮膚の血流量が増えにくく、熱放散しにくい
- 汗に含まれる塩分が多く、ナトリウムを失いやすい
- 体温が上昇しやすい など

熱中症になりやすい状態

暑熱順化できている時

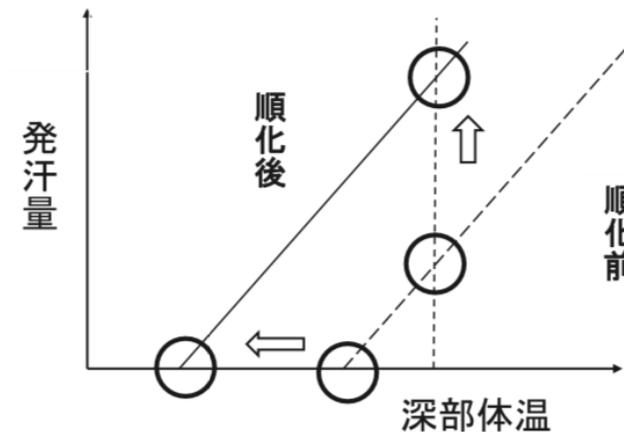
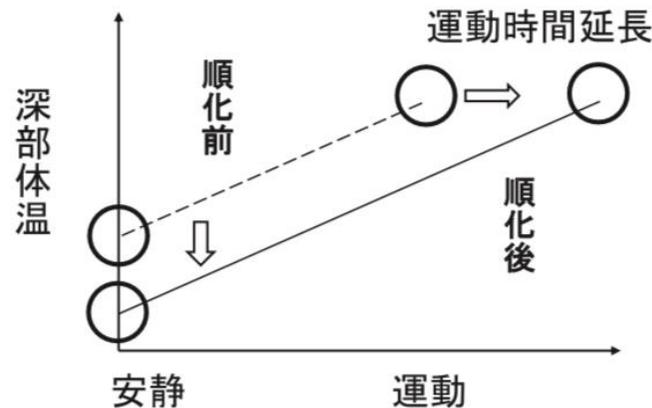
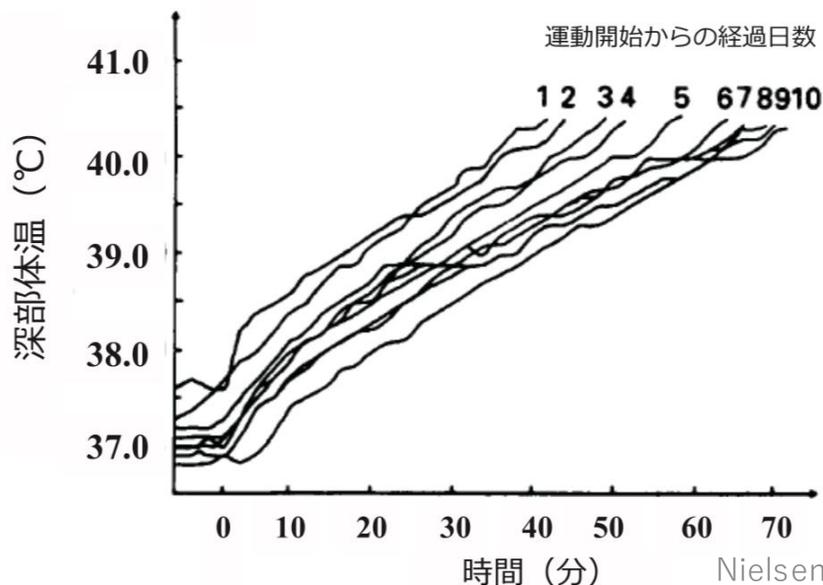


- 皮膚の血流量が増えやすく、熱放散しやすい
- 汗に含まれる塩分が少なく、ナトリウムを失いにくい
- 体温が上昇しにくい など

熱中症になりにくい状態

[熱中症について学ぼう：暑熱順化 参照](#)

暑熱馴化の方法



- 暑熱馴化トレーニングを効果的にするには、**深部体温を1°C以上上昇させる運動**が必要。
- 60分～100分前後の中強度運動(50~60% VO₂max)が一般的。
- 高強度運動(75% VO₂max)をより短い時間(30分)で行っても同様の効果が得られる。
- 安静時の深部体温が低下するとともに運動継続時間が延長し、低い深部体温で有効な発汗を認める。

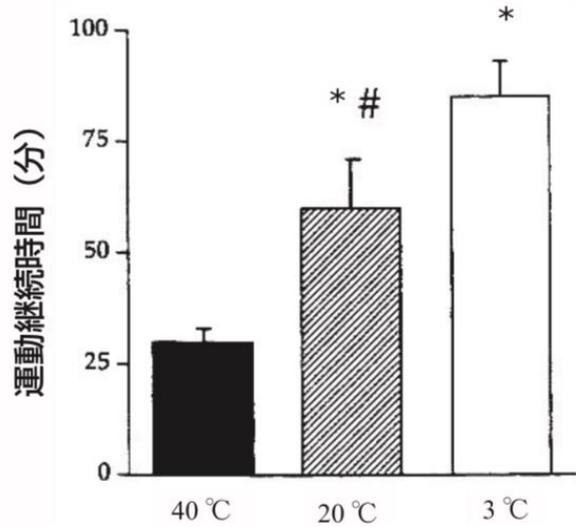
コンディショニングのためのクーリング

- ・ 深部体温が上昇すると、生命を守るための反応として
それ以上熱を産生しないようにパフォーマンスを落とす
- ・ **運動前の冷却（プレクーリング）**と、**運動中の冷却（パークーリング）**が重要

Bongers CCWG, et al. Br J Sports Med 2015. 2013

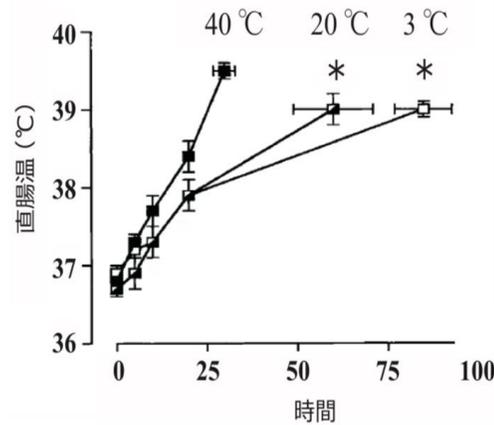
	プレクーリング	パークーリング
運動後の深部体温	39.1 °C	38.9 °C
パフォーマンス向上率	5.7 ±0.9%	9.9 ±1.9%
デメリット	運動開始後 20～25分で効果消失	競技によって形態が制限される →アイスベストの使用不可など

体温がパフォーマンスに与える影響



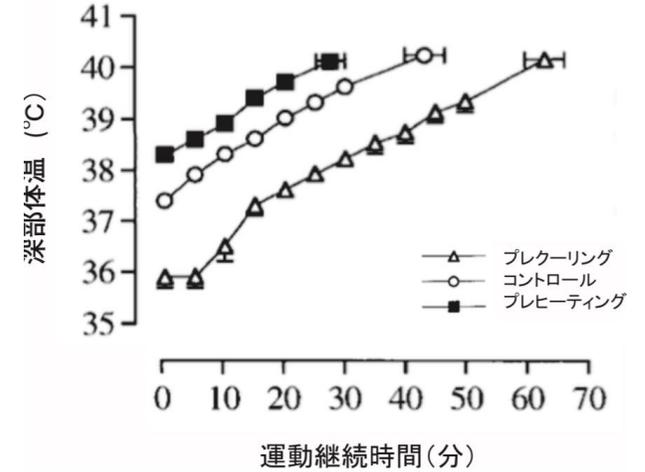
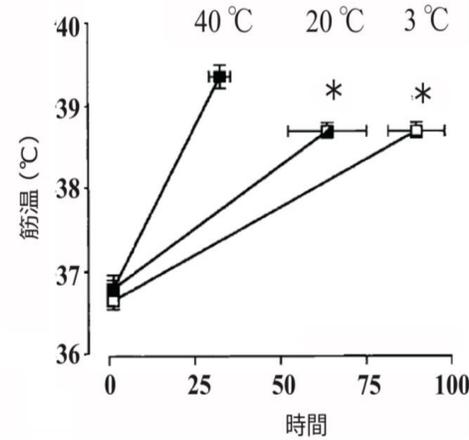
70%VO₂MAX強度での自転車エルゴメーター運動を疲労困憊まで行った際の運動継続時間。

Parkin et al ..1999



それぞれの環境温における運動終了時の直腸温(左)及び筋温(右)

Parkin et al ..1999



深部体温と運動継続時間

Gonzales-Alonso et al., 1999

- 環境温度が高い方が低い場合と比較して運動継続時間が大幅に短くなる
- 暑熱環境下では深部体温の過度な上昇を来し、持久性運動パフォーマンスの低下に寄与する
- プレクーリングを行うことで運動継続時間の増加に寄与する

運動前の身体冷却（プレクーリング）

タイミング	冷却方法	環境条件	パフォーマンス	深部体温	皮膚温	RPE	文献
効果あり							
W-up前	アイスベスト(20分)	31°C 50%	ランニング継続時間 ↑	↓	↓	-	Uckert et al., 2007
W-up時	アイスベスト(38分)	32°C 50%	5km走パフォーマンス ↑	↓	↓	→	Arngrimsson et al., 2004
30分前	アイススラリー(-1°C)	34°C 55%	運動継続時間 ↑	↓	↓	↓	Siegel et al., 2010
30分前	アイススラリー(-1°C) 冷水浴(24°C,10分)	34°C 55%	運動継続時間 ↑	↓	↓	↓	Siegel et al., 2012
30分前	冷水浴(23-24°C,30分)	33°C 34%	5kmのランニング速度 ↑	↓	↓	→	Stevens et al., 2017
60分前	冷水浴(20°C, 60分)	32°C 47%	90分間の65% $\dot{V}O_2$ max強度のランニング中の視覚的判別テスト ↑	↓	↓	→	Clarke et al., 2017

※矢印はコントロールと比較した結果
RPE: 自覚的運動強度

プレクーリングは筋温を過度に低下させずに
深部体温を低下させることがポイント！

運動中の身体冷却

タイミング	冷却方法	環境条件	パフォーマンス	深部体温	皮膚温	RPE	発汗閾値	文献
効果あり								
運動前30分 運動中	アイスベスト+ 水分補給(14~16℃)	32℃ 70%	1時間の60% $\dot{V}O_2$ max自転車運動後、 80% $\dot{V}O_2$ maxで疲労困憊までの運動 継続時間↑	↓	↓	↓	↓	Hasegawa et al., 2005
運動前 ハーフタイム	冷水浴(14℃,15分) ハーフタイムは10分間	32℃ 30%	最大下走行距離↑	↓	↓	→	↓	Duffield et al., 2007
運動中	ネッククーリング	30℃ 53%	ランニング距離↑	→	↓	↓	-	Tyler et al., 2011

※矢印はコントロールと比較した結果
RPE: 自覚的運動強度

運動中やハーフタイムにも積極的に深部体温を下げる工夫を！
できるだけ効果の高いデバイスを使用できる場合は使用する！

運動後の身体冷却（リカバリー）

タイミング	冷却方法 (温度、実施時間)	環境条件	運動パフォーマンス	測定項目/タイミング	文献
数時間後の効果					
運動後	冷水浴(9°C, 9分を2回)	32°C 54%	60分の間欠性ランニング	膝伸展屈曲最大筋力 / 冷却直後↑ 24時間後↓	Pointon et al., 2012
運動後	冷水浴(10°C, 20分)	32°C 42%	35分×2回 間欠性スプリント	膝伸展屈曲最大筋力 / 冷却直後↑ 24時間後↑	Minett et al., 2014
試合後	冷水浴(10°C, 1分×5回) ×4日間	36°C 25%	サッカートーナメント 試合(90分)×4日間	総走行距離 / 3試合目↑、4試合目↑ 筋肉痛 / 22時間後↓ 疲労感 / 22時間後↓	Rowell et al., 2011
数分後の効果					
運動後	冷水浴(14°C, 12分)	27°C	中強度のトレイルランニング90分	2マイルレースタイム / 冷却15分後↑	Yeargin et al., 2006
運動後	冷水浴(10°C, 15°C, 20°C, 各15分)	34°C 39%	75%最大出力強度で15分間のタイムトライアル	仕事量 / 冷却40分後↑ RPE / 冷却40分後↓	Vaile et al., 2008
運動後	冷水浴(14°C, 5分)	35°C 40%	65% $\dot{V}O_2$ max強度で25分間の自転車運動+4kmのタイムトライアル	運動時間・平均パワー / 冷却15分後↑	Peiffer et al., 2010

※矢印はコントロールと比較した結果
RPE: 自覚的運動強度

暑熱環境下における運動直後のリカバリーでは、

上昇した体温を運動前のレベルまで速やかに回復させることが重要

※脱水(3%脱水)したままの状態アイスバスに入った場合、効果低下

まとめ

- 熱中症の中での最重症例を理解し、重症度に応じた対応ができるようになる。
- 水分補給は脱水予防と深部体温低下両方に寄与することができる。
- 飲水量の使い分けをすることで脱水を予防することができる。
- 暑熱馴化の期間をしっかりと設けることで、熱中症の予防・パフォーマンスの向上を見込める。
- 身体冷却を適宜実施することで、熱中症予防とパフォーマンスの低下を防げる可能性がある。

