

運動と体温調節

ヒトは発汗によって体温を下げれる動物

筋は最大の発熱器官

- 熱の移動（伝導・対流・輻射・蒸発）
- 体温調節の仕組み（熱生産と熱放散）
- 運動時の体温調節（発汗機能：能動汗腺の重要性）
- 運動と熱中症（熱疲労・熱痙攣・熱失神・熱射病）

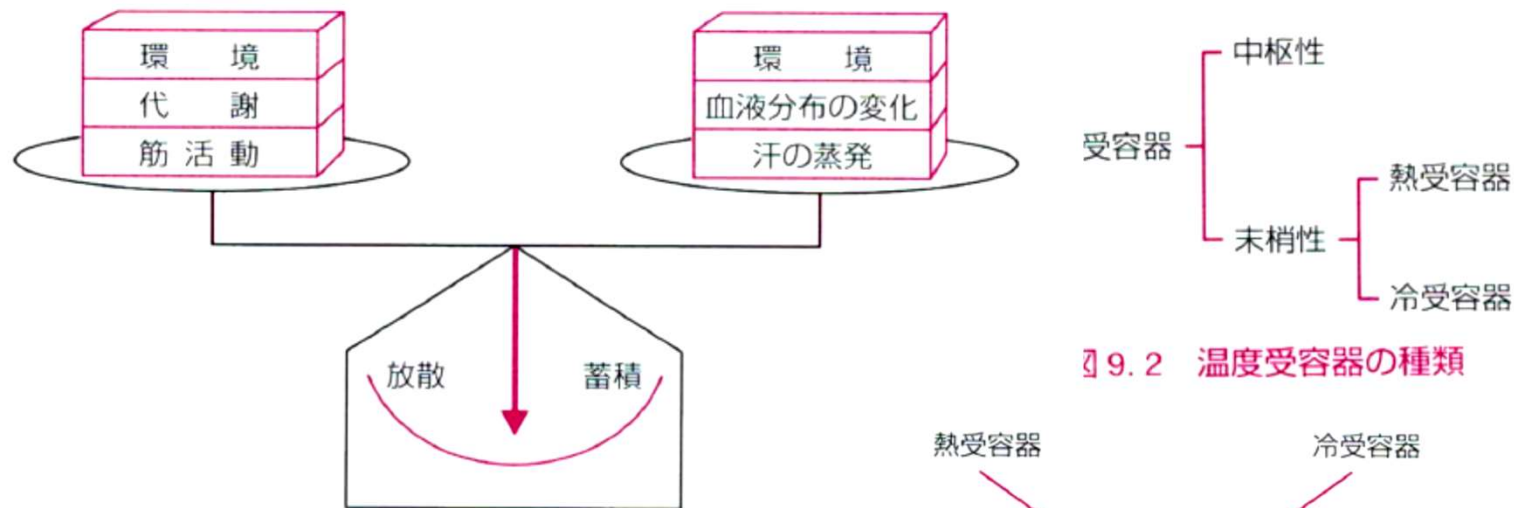


図 9.1 体温に影響する要因

9.2 温度受容器の種類

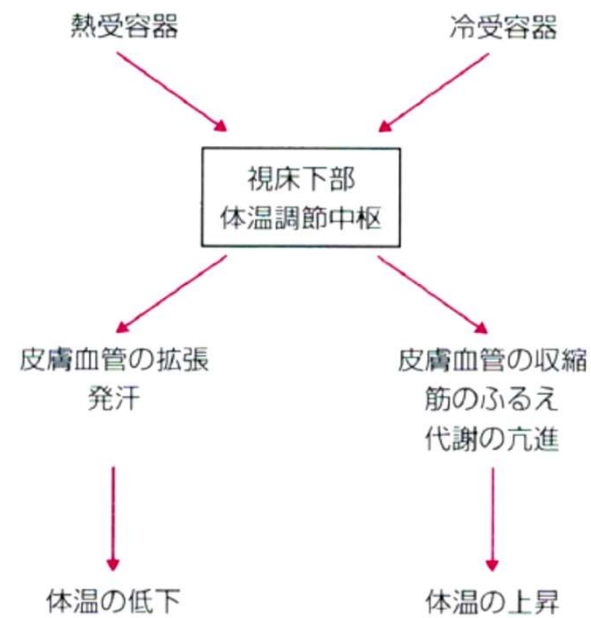


図 9.3 体温調節のしくみ

運動中の熱動態

⇒ 追風の危険性

⇒ ゴール後の危険性

(ファンベルトの切れた空冷エンジン)

表 9.1 からだの大きさと体表面積の例

	体重 (A) (kg)	身長 (cm)	体表面積 (B) (m ²)	B / A
成 人	75	178	1.82	0.024
子 ども	25	100	0.77	0.031

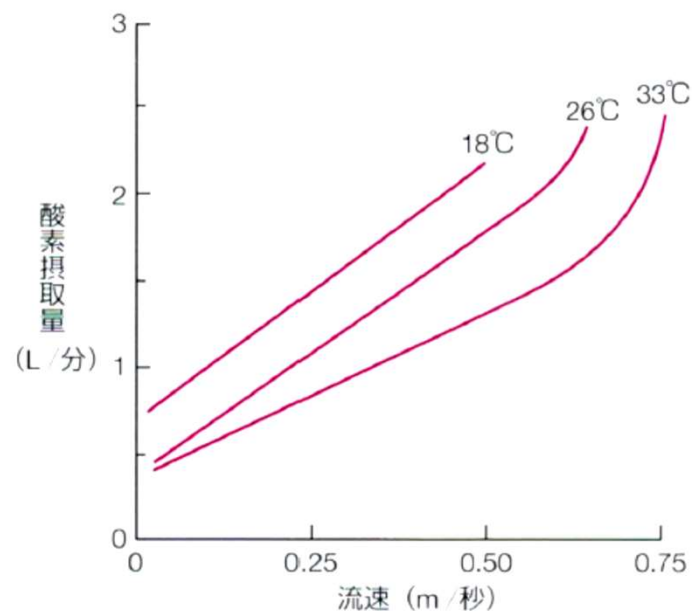


図 9.5 水泳における流速、水温と酸素摂取量の関係 (Nadel ら, 1974)

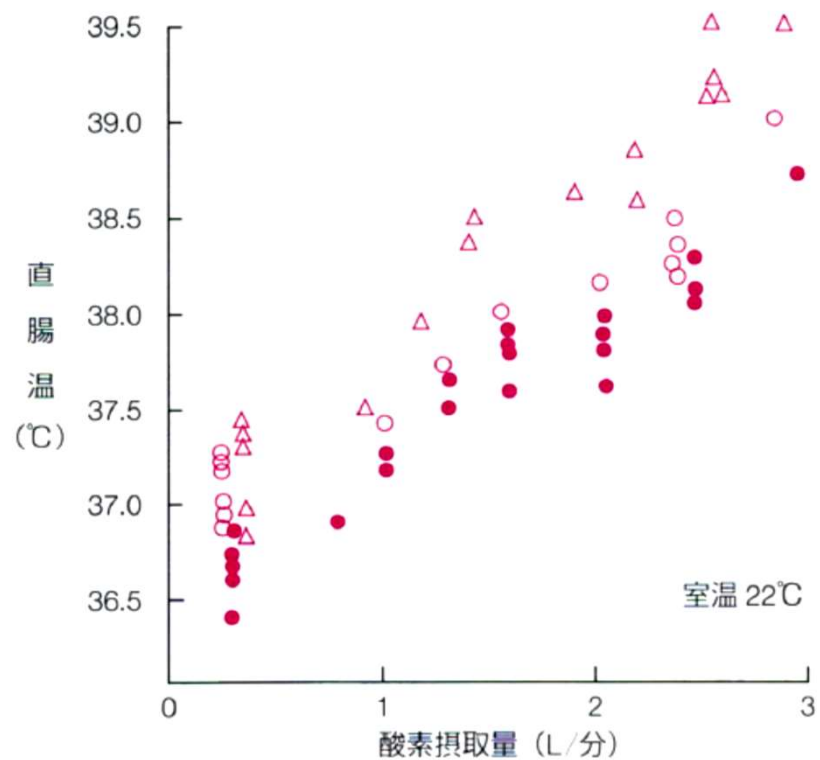


図 9.4 酸素摂取量と体温の関係 (小川, 1985)

水分摂取の重要性

- 溶解作用：体内で物質を溶かし化学反応を起こす
 - 運搬作用：老廃物の排せつや栄養物質の運搬
 - 体温保持：比熱が大きいことのメリット
 - 発汗作用による体温調節（能動汗腺）
-
- 1日2500mlの出納

●31 成人における水分の出納量

摂取量(ml)		排泄量(ml)	
食物	1000	尿	1300
飲水	1200	大便	200
代謝水	300	不感蒸泄	1000
合計	2500	合計	2500

水分損失のリスク（3％）の意味は・・・

●32 水分損失率（対水分）と現れる脱水諸症状との関係

水分損失率	症状
1%	大量の発汗、のどの渇き
2%	強い渇き、めまい、吐き気、ぼんやりする、重苦しい、食欲減退、血液凝縮、尿量減少、血液濃度上昇
3%	3%を超えると、汗が出なくなる
4%	全身脱力感、動きの鈍り、皮膚の紅潮化、いらいらする、疲労および嗜眠、感情鈍麻、吐き気、感情の不安定（精神不安定）、無関心
6%	手先のふるえ、ふらつき、熱性抑鬱症、混迷、頭痛、熱性こんぱい、体温上昇、脈拍・呼吸の上昇
8%	幻覚、呼吸困難、めまい、チアノーゼ、言語不明瞭、疲労増加、精神錯乱
10～12%	筋けいれん、ロンベルグ徴候（閉眼で平衡失調）、失神、舌の膨張、譫妄および興奮状態、不眠、循環不全、血液濃縮および血液減少、腎機能不全
15～17%	皮膚がしなびてくる、飲み込み困難（嚥下不能）、目の前が暗くなる、目がくぼむ、排尿痛、聴力損失、皮膚の感覚鈍化、舌がしびれる、眼瞼硬直
18%	皮膚のひび割れ、尿生成の停止
20%以上	生命の危険、死亡

脱水症状は、小児の場合で5%ほど不足すると起こり、成人では2～4%不足すると、顕著な症状が現れはじめる

●33 熱中症の病型

病名	病型
熱射病	発汗による脱水、循環血液量の減少に続き、皮膚血管が収縮し、発生した熱が体表面から放熱することができず体温上昇が急速に進行し、脳にある体温調節中枢に障害が及ぶ。症状は、40℃を上回る体温、意識障害、めまい、ショック状態、吐き気などがある。適切な処置がなされない場合、多臓器不全を起こし、死亡することもある。
熱疲労	発汗が顕著であり、脱水と塩分不足により起こる。症状は、全身倦怠感、脱力感、頭痛、めまい、吐き気などがあり、血圧低下、頻脈、皮膚の蒼白がある。
熱けいれん	大量の発汗にともなった塩分の喪失によって起こる。運動時に多量の汗をかき、給水に電解質を含まない水分のみを大量に補給した際に起こりやすい。症状は、筋肉の興奮性が亢進し、四肢や腹筋などに痛みをともなうけいれんを生じる。また、腹痛やおう吐も見られることがある。
熱失神 [※]	運動終了直後に発生することが多く、運動を急にやめることにより静脈還流の低下が生じ、一過性に脳貧血による立ちくらみが起こる。また、長時間、直射日光の下での発汗による脱水と抹消血管の拡張が起こり、相対的に全身への循環血液量が減少する。症状は、頻脈、頻回の呼吸、皮膚の蒼白、唇のしびれ、めまいや失神が起こる。

※熱失神は熱中症ではないが、運動中に起こることがあるので示した

ある選手の練習後 (30km)

目標値

体重の減少率

3.39%

2%

給水量

760ml

熱中症の危険性

表 9.2 熱中症の分類と症状 (中井, 2007)

分類	原因	症状	意識	体温	皮膚温	重症度
熱失神	脳への血流量低下	一過性の意識消失	消失	正常	正常	I 度
熱痙攣	塩分やミネラルの減少	痙攣と硬直	正常	正常	正常	I 度
熱疲労	脱水	強い疲労感や頭痛など	正常	上昇 ^{※1)}	低下	II 度
熱射病	視床下部の機能障害	高度の意識障害	消失	上昇 ^{※2)}	上昇	III 度

※1) 39℃程度にまで上昇する. ※2) 40 度を超える.

- 救急車の要請
- 衣服をゆるめる
- 体温を下げる (水・氷・送風)

熱中症のリスク

体温調節機能の破たん

熱産生 Vs 熱放散

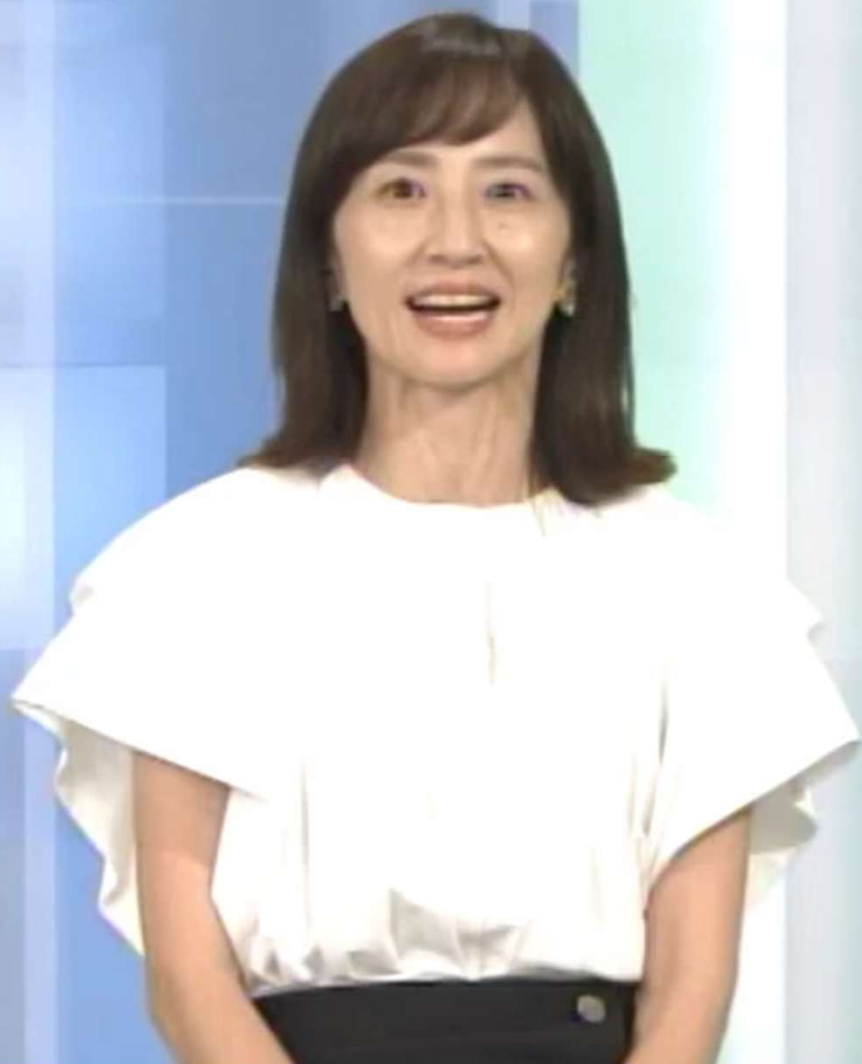
高温環境でなくとも・・・
⇒ 高湿度で蒸散低下
⇒ 暑熱環境への未適応



熱波襲来 ～いのち・暮らしの危機～



熱中症対策まとめサイトはこちら



“サイレントキラー”熱中症
深部体温に注意!

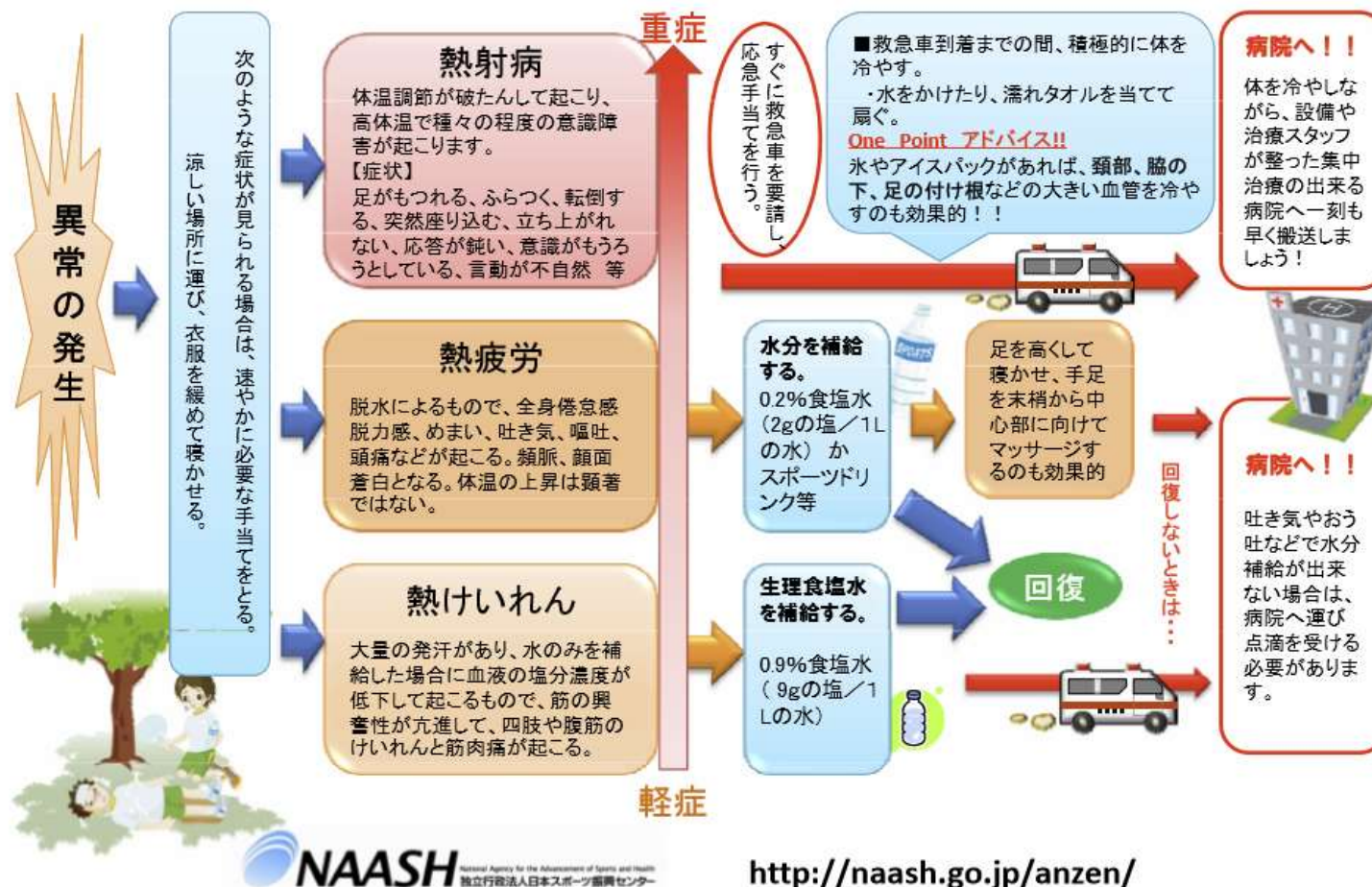


表 9.3 熱中症予防の運動指針 (川原ら, 2013 を改変)

暑さ指数		
31℃以上	運動は原則中止	皮膚温より気温のほうが高くなり、体から熱を逃がすことができない。特別な場合以外は運動を中止する。特に子どもの場合は中止すべき。
28℃以上 31℃未満	厳重警戒 (激しい運動は中止)	熱中症の危険性が高い。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。
25℃以上 28℃未満	警戒 (積極的に休息)	熱中症の危険性が増す。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℃以上 25℃未満	注意 (積極的に水分補給)	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。
21℃未満	ほぼ安全 (適宜水分補給)	通常は熱中症の危険は少ないが、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。

応急処置のポイント！

～熱中症の症状によって、処置の仕方がちがいます。あわてず対応をしましょう！～



そして「低体温症」も・・

- 冬のマラソンやロードレースで最近報告される「低体温症」
リタイアや救急搬送の例も
深部体温が35度以下（28度以下は重症とされる）
- 厳しい環境要因（低温・雨や雪による濡れ・強い風など）
ペース低下（発熱量減少）＋
過度の放熱（対流・伝導・輻射など）
⇒ 寒さ・ふるえ・悪心・嘔吐・意識障害等の症状
⇒ 医療機関への緊急搬送例も報告
（本年4月8日の新潟市開催の北陸実業団陸上大会でも）

最近では認知向上による対策も・・・

- 最近は選手も「アームウォーマー」「帽子」「タイツ」などで冬のレースに備える
 - ⇒ かつてはランニングとパンツという軽装だった
- いわゆる「30Kmの壁（筋グリコーゲンの枯渇）」
 - 疾走速度が低下して低体温症を併発して苦しんでいる例も
- 熱生産のエネルギー源である糖質摂取（たんぱく質も食後の熱生産効率が良い）が重要
 - ⇒ 冬のレースに「空腹」で参加するとトラブルの原因となる