

「パラ陸上競技選手の暑熱対策」

Vol.4 体温調節の仕組み (その2)

日本パラ陸上競技連盟強化委員会・暑熱対策専門員 上條義一郎 (和歌山県立医科大)

浅田佳津雄 (ウェザーニューズ)

特別協力 中村 大輔 (ウェザーニューズ)

前回は、ヒトの体温調節反応のしくみ、特に“何が体温を上げるのか”について解説し、事前に気象条件を把握することの重要性についても述べました。今回は反対に、“熱を体から逃がすしくみ”について、一般的な知見をご説明いたします。障害のある方の中には、ここで述べている深部体温が上昇する際の発汗や皮膚血管の拡張が生じない選手もいらっしゃいます。暑熱対策は、各選手の障がいやその状態が異なるため、各個人に合わせて行われるべきです。そのためにもまずは基本を知っていただき、その上で、ご自身に何がどんな場面で当てはまるか、考えてみてください。

1) 体外へ熱を逃がすしくみ

体内から外界へ熱が逃げることが熱放散と呼ばれます。ヒトでは、呼吸や皮膚からの水分の蒸発による不感蒸泄（ふかんじょうせつ）と発汗による熱放散と、皮膚表面から輻射（ふくしゃ）、伝導、対流による熱放散が行われます。

2) 不感蒸泄、発汗（水分の蒸発がかかわる）

水 1g が蒸発するとき 0.58kcal の熱を奪います。ヒトは汗をかかなくても呼吸と皮膚から 1 日当たりそれぞれ 600g、300g の水分が失われています。深部体温（脳温）が上昇すると脳からの指令で末梢の皮膚を支配する交感神経（こうかんしんけい）の活動が高まり発汗が生じます。外界と皮膚・気道表面の水蒸気圧（空気に含まれる水蒸気量）の較差が大きいほど熱は逃げやすくなります。皮膚・気道表面は相対湿度が 100% と想定されますので、熱の逃げやすさは外気や吸い込む空気の相対湿度によって決まります。

3) 輻射、伝導、対流（物理的な熱の移動）

①輻射は離れた物体間、②伝導は接触した物体間、③対流は物体と流体の間

の熱の移動をさします。①輻射は電磁波を介して、例えば、夏にトンネルに入ったとき、水辺にいるときに涼しく感じるように、②伝導は両手を水に浸す、水風呂に入るとき、③対流は顔や体に扇風機で風を当てるときに生じます。深部体温が上昇し、やはり脳を介して皮膚への交感神経活動が高まると皮膚血管も拡張し、皮膚血流が増えます。すると、体深部で温まったたくさんの血液が皮膚表面に移動しますので、熱が体外へより逃げやすくなります。熱の逃がしやすさは皮膚温と外気温の較差によって決まります。

#### 4) 熱放散の効果が弱まる要因・状況

前述の反対で、外気温が高ければ皮膚からの熱の物理的な移動が弱まり、相対湿度が高ければ皮膚・気道からの水分が蒸発しにくくなります。特に、ヒトの平均皮膚温は約 35℃ですので、気温がこれを超えると皮膚血流による熱放散が行われなくなり、発汗などでしか熱を逃がせなくなります。マスクをすると、マスク内が蒸れるために、呼吸による熱放散が減るでしょう。

「脱水」もこれらの熱を逃がす働きを弱めてしまう原因の一つです。汗は血液より塩分濃度のはるかに低いので、大量発汗後には血液量が減少するとともに血液の塩分濃度（浸透圧）が上昇します。低血液量と塩分濃度の上昇が、脳を介して末梢の皮膚交感神経活動の高まりを抑え、その結果、発汗と皮膚血管拡張が弱まります。

「暑熱対策は大会時にだけ行えばよい」というわけではなく、大会に備え事前に体調を整え、暑さに慣れ、体内で生じた熱を逃がす働きを高めておくことが理想です。その上で、上記の 4) の内容を考慮して、実際の大会で、可能な限り暑熱暴露（しょねつばくろ）を減らし、身体冷却を行い、大量発汗が見込まれる場合には脱水を防ぐための水分補給を行います。汗をかかない人でも不感蒸泄は起こりえます。食事量や水分摂取量が減っていくと脱水に陥ります。

#### 参考資料・文献

スポーツ気象 LABo 掲載記事より

(<https://www.sportswather-labo.wni.com/heatstroke/heatstroke-index-2020/>)

上條義一郎ら. 体力科学 61: 279-288, 2012.