暑熱環境下における熱中症予防に適したアンダーシャツの検討

発表者　田中　唯
指導教員　薩本　弥生

【目的】

毎年夏期には多くの熱中症患者が発生している。野球をはじめとする全身を覆う着衣の運動競技者の熱中症発生率は高く、また野球は日本において非常に選手人口が多い。野球のアンダーシャツは身体密着型であり、筋血流・皮膚血流を増加させることでパフォーマンス向上効果や冷却効果があるとする反面、熱負荷の増大やコア温上昇の可能性がある。以前は綿素材が主流であったが、吸水速乾性のあるポリエステル素材が普及しており、メーカーはさらなる改良をめざし開発を続けている。

そこで本研究では、新しく開発されている、輻射遮断によるクーリング効果のあるReflection of Radiation(以下 RR とする)と熱伝導によるクーリング効果のある High Conductivity(以下 HC とする)、そして従来品 Basic(以下 BA とする)の３条件を比較対象とし、暑熱環境下でのウエア素材条件の違いによる温熱負荷の違いが人体生理に与える影響の検討を行う。その結果から、暑熱環境下における熱中症予防に適したアンダーシャツの検討をすることを目的とする。

【方法】

3 条件を比較するため、以下 2 つの実験を行った。

１．フィールド実験

実験期間・場所：2012 年 7 月下旬～8 月初旬・横浜国立大学内野球場

被験者:横浜国立大学体育会硬式野球部員 6 名（身長 175.0±3.6cm、体重 69.7±3.9kg、年齢 19.2±0.8 歳）

温熱環境：WBGT により測定（周囲温度:31.3±2.0℃、WBGT 温度:29.0±1.6℃）

測定項目：皮膚温 4 点、衣服内温湿度 2 点、直腸温、耳孔内温、口腔温、着衣重量、体重、タオル重量、乳酸値、主観申告、心拍、運動強度

実験内容：更衣室にて体重を測定し、直腸温センサ挿入、乳酸値・口腔温測定、各センサを取り付け、実験着を着用し、主観申告を行ってから野球場に移動。運動 35 分とその前後 10 分を安静としてデータを収集した。

２．人工気象室実験

実験期間・場所：2012 年 12 月中旬・大阪府立産業技術総合研究所内人工気象室

被験者：岡山県立大学学生 6 名（身長 172.3±5.5cm、体重 64.2±6.2kg、年齢 23.0±0.9 歳）

温熱環境：気温 30℃、湿度 50%RH、日射量 1300W/m^2（フィールド実験時の温熱環境を参考）

測定項目：皮膚温 4 点、衣服内温湿度 2 点、直腸温、耳孔内温、口腔温、発汗量、着衣重量、体重、タオル重量、乳酸値、主観申告、心拍、運動強度

実験内容：各センサを取り付け、実験着を着用し、安静 10 分、エルゴメータ 50W の運動 5 分、75W5 分、100W10 分、回復 15 分、計 45 分各項目での連続測定を行った。主観申告は計 15 回行った。

【結果及び考察】

人工気象室実験では平均皮膚温、衣服内胸絶対湿度(胸)において、BA が有意に低値を示した。主観申告でもべとつき感の運動Ⅲにおいては BA が有意に低値を示している。また有意差はほとんどないものの、主観申告各項目において平均値は BA が低値(快適感においては高値)を示している場合が多くみられる。

これらの結果には、通気抵抗の差が関係していることが考えられる。素材物性より、BA は通気抵抗に関して、他の 2 条件に対して有意に低値である。これは BA が通気しやすいことを示しており、このことによって BA が有意に低値であったと考えることができる。

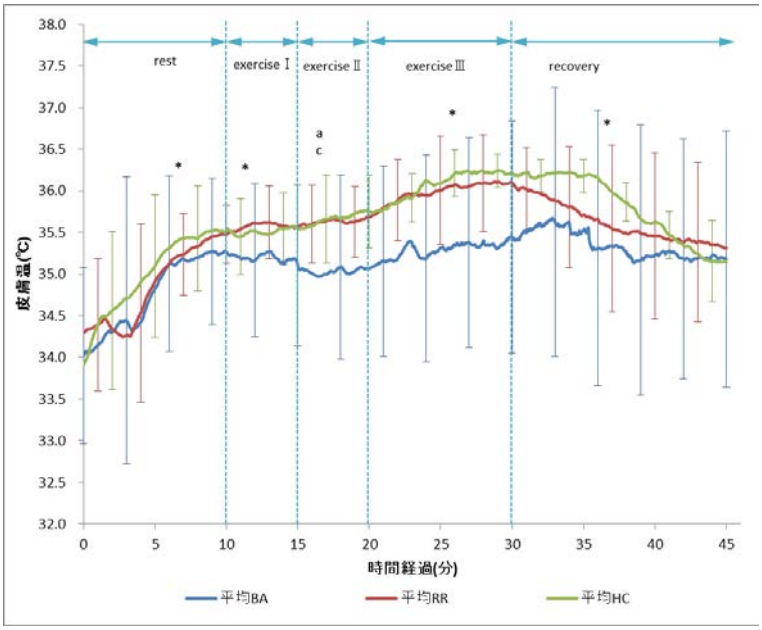

Fig.1　人工気象室　平均皮膚温の経時変化

（＊：全条件において $p<0.05$）

（a：BA と RR において $p<0.05$）

（c：HC と BA において $p<0.05$）

以上から、今回は BA を着用することが熱中症予防を行うにあたって好ましいと考えられる。素材物性から考えると、BA は通気抵抗が他の 2 条件より有意に低値であり、また、通気量は有意に高値であった。このことから、BA を着用することが好ましいのは通気抵抗や通気量が関係していると考えることができる。通気が起こりやすいことによって、温度・湿度の値が快適なものに近づく可能性が考えられる。

素材物性より、熱伝導率は差があったものの、布地の厚みの正味の保温性を意味する熱抵抗値は 3 条件全てほぼ同じ値となった。このことから、RR や HC も効果は変更されずに薄く改良されれば、体温上昇を抑制する可能性が考えられる。また、熱伝導率が非常に高値であっても、周囲環境温度が衣服内温度より高値であれば、熱を外へ逃がすことができず、逆に衣服内へと伝導してしまうことが考えられるため、周囲の環境を考慮して着用しなければならない。

野球を行う際には、通常アンダーシャツの上から T シャツやユニフォームなどを重ね着するため、実際の練習に則した検討も行う必要がある。