

高強度持久性運動が皮膚の物理的バリアに及ぼす影響
**Effects of high-intensity endurance exercise
on the epidermal physical barrier.**

枝伸彦¹⁾, 清水和弘²⁾, 鈴木智弓²⁾, 田辺陽子¹⁾, 李恩宰¹⁾, 赤間高雄³⁾
Nobuhiko Eda¹⁾, Kazuhiro Shimizu²⁾, Satomi Suzuki²⁾, Yoko Tanabe¹⁾,
Eunjae Lee¹⁾, Takao Akama³⁾

¹⁾ 早稲田大学スポーツ科学研究科

²⁾ 筑波大学スポーツ Research & Development コア

³⁾ 早稲田大学スポーツ科学学術院

¹⁾ Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

²⁾ Sports Research & Development Core, University of Tsukuba

³⁾ Faculty of Sport Sciences, Waseda University

キーワード: 発汗, シャワー浴, 角質水分量, 心理ストレス, コンディショニング

Key words: sweating, showering, moisture content of the stratum corneum, mental stress, conditioning

抄 録

【目的】一過性の高強度持久性運動が皮膚の角質水分量に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】健康な成人男性7名(22.3±2.0歳)を対象とした。実験は連続した2日で行い, 1日目は安静状態とし, 2日目は20:30 - 21:30の間に75%HRmax 負荷で1時間の自転車ペダリング運動を実施した。1日目(安静日)の安静前, 安静後, シャワー入浴後, 翌朝, 2日目(運動日)の運動前, 運動後, シャワー入浴後, 翌朝に行い, 角質水分量, 日本語版 Profile of Mood States (POMS) 短縮版を測定した。

【結果】緊張-不安(T-A)は, 安静日の安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower; $p<0.05$), 翌朝(next morning; $p<0.05$)に有意に低値を示し, 運動日の運動前(pre)と比較して運動後(post; $p<0.05$), シャワー入浴後(after shower; $p<0.05$), 翌朝(next morning; $p<0.05$)に有意に低値を示した。角質水分量は, 胸部と前腕のいずれも安静日の安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower; $p<0.01$)に有意に低値を示し, 運動日の運動前(pre)と比較して運動後(post; $p<0.01$)に有意に増加した。胸部と前腕のいずれも post の角質水分量は, 安静日と運動日の間で有意な交互作用が認められた($p<0.05$)。next morning の前腕角質水分量は, 安静日と運動日の間で交互作用を示す傾向がみられた($p=0.08$)。

【結論】高強度持久性運動が皮膚の物理的バリアを低下させ, 皮膚感染症の罹患リスクを増大させる可能性が考えられる。

スポーツ科学研究, 9, 319-329, 2012 年, 受付日:2012 年 7 月 28 日, 受理日:2012 年 10 月 18 日

連絡先: 赤間高雄 早稲田大学スポーツ科学学術院 〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15

TEL/FAX: 04-2947-6721 E-mail: takao-akama@waseda.jp

I. 緒言

皮膚は人体で最も表層にあり、直接外界と接している臓器である。皮膚は、表皮、真皮、皮下組織によって構成されており、表皮は基底層、有棘層、顆粒層、角質層から構成されている。表皮の中でも最外層に位置するのが角質層であり、皮膚表面からの過剰な水分蒸散を防ぎ、病原微生物などの内部への侵入を阻止する物理的バリアの役割を担っている。従って、細菌は正常な皮膚では感染を起こすことはできないとされている(荒田ら, 1997; 秋山ら, 2003)。しかしながら、アスリートの皮膚は発汗によって膨潤し、細菌などの病原微生物が繁殖しやすい環境となっており、競技中に受けた角質層の傷などから病原微生物の内部へ侵入が発生しやすい状態である(Adams, 2008)。故に、アスリートは皮膚感染症の罹患リスクが高く、日常的に皮膚のコンディショニングが必要であると考えられる。

実際のスポーツ現場では、アスリートが様々な皮膚感染症に罹患している。特に多い皮膚感染症として、癬風、白癬、単純ヘルペスや黄色ブドウ球菌による感染症が知られている。癬風は、発汗量の多い人にみられる *Malassezia* 属の常在菌によって発症し、前胸部や腋窩、背中などに白っぽく抜けた不正形の斑点またはごく薄い茶色の斑点が発生する(金子, 2009)。足白癬は、欧米では athlete's foot と呼ばれる(Caputo et al., 2001)、体部白癬や頭部白癬は、柔道(廣瀬ら, 2008)やレスリング(菅原ら, 2007)で流行し非常に問題となっている。黄色ブドウ球菌は、選手同士の接触やスポーツ用具の接触により感染し、フットボールやバスケットボール、ラグビー、ホッケー、レスリングなどのコンタクトスポーツで多くみられる感染症である(Adams, 2002)。単純ヘルペスは、強い痛みや高熱を伴う皮膚の腫脹、水泡などの症状が現れ、レスリングやラグビーで特に多くみられる(Adams, 2004)。レスリングでは、単純ヘルペスの病変が認められた場合には競技に出場できないとされている(USA Wrestling, 2011)。従って、皮膚感染症はアスリ

ートのパフォーマンスや試合への出場に影響を及ぼす可能性が考えられるが、皮膚コンディション評価に有用な指標は未だに確立されていない。

皮膚の物理的バリアの指標としては角質水分量を用いられており、アトピー性皮膚炎や乾燥肌の病態と関連があることが明らかになっている(田上, 2005)。アトピー性皮膚炎患者と健常者の角質水分量を比較した調査では、手背、前腕内側部、背部のいずれの測定においてもアトピー性皮膚炎患者のほうが健常者と比較して角質水分量が低かったと報告されている(Lodén et al., 1992)。アトピー性皮膚炎患者の皮膚表面には普段から黄色ブドウ球菌によるコロニーが形成されており(Hauser et al., 1985; Nilsson et al., 1992)、病原微生物やウイルスによる皮膚の病変が頻繁に起こると言われている(Champion and Parish, 1986; Leung et al., 1987)。また、アトピー性皮膚炎患者は単純ヘルペスにも罹患しやすいとされており(Champion and Parish, 1992)、日本皮膚科学会のアトピー性皮膚炎診断基準にも単純ヘルペスは重要な合併症のひとつとしてあげられている(荒田, 1994)。従って、アトピー性皮膚炎患者における角質水分量の低下が皮膚における黄色ブドウ球菌や単純ヘルペスなどの皮膚感染症の易感染性に関与していると考えられる。

角質水分量は心理ストレスによって影響を受けることも知られている。先行研究では、心理ストレスが交感神経系活動を亢進させ、ヒスタミンなどの化学伝達物質の血管透過性の亢進によって、蕁麻疹を発症させたと報告されている(林田ら, 2006)。針谷ら(2000)は、Profile of Mood States (POMS)を用いて心理状態を測定した結果、角質水分量と緊張-不安(Tension-Anxiety; T-A)、抑うつ(Depression; D)、怒り-敵意(Anger-Hostility; A-H)、混乱(Confusion; C)の得点が高い負の相関性を示したと報告している。アトピー性皮膚炎患者は健常人と比べて抑うつ傾向にあることが示されており(Hashiro and Okumura,

1997), D 得点と皮膚状態がよく相関すると報告されている(針谷ら, 2000).

角質水分量の測定には, 皮表に微弱電流を通電したときの抵抗を表す伝導度や電気容量を計測する方法が用いられている(菊池, 2008). 故に, 角質水分量は, 簡便かつ非侵襲的に短時間で測定が可能のため, アスリートの皮膚コンディション評価の有用な指標と考えられる. しかしながら, これまでに運動が角質水分量に及ぼす影響について検討した報告はなく, 未だに明らかになっていない. そこで, 本研究では一過性の高強度持久性運動が角質水分量に与える影響について検討した.

II. 方法

1. 対象

本研究は, 健康な成人男性 7 名(22.3±2.0 歳)を対象とした. 対象者の身体組成は表 1 に示す. すべての対象者には事前に本実験の趣旨, 内容について説明し, 文書で参加の同意を得た. 本研究は, 「早稲田大学人を対象とする研究に関する倫理委員会」の承認を得て実施した.

表 1. 対象者の身体組成

年齢 (歳)	22.3 ± 2.0
身長 (cm)	174.8 ± 7.4
体重 (kg)	67.6 ± 7.6
BMI (kg/m ²)	22.1 ± 1.8
体脂肪率 (%)	16.1 ± 4.4

平均値 ± 標準偏差; BMI, Body mass index.

2. 実験手順

実験の概要を図 1 に示す. 実験は, 18:00 に集合し, 18:30 から翌日 7:00 までの測定を連続した 2 日で実施した. 1 日目は, 18:30 に夕食をとったのち, 就寝まで安静状態とした. 2 日目は, 18:30 に 1 日目と同じ夕食をとり, 20:30 - 21:30 間に 1 時間の運動負荷を実施した. 2 日目の運動負荷以外の時間は安静状態とした. 測定は, 1 日目(安静日)の 20:30 (安静前; pre), 21:30 (安静後; post), 22:30 (シャワー入浴後; after shower), 翌朝 7:00 (翌朝; next morning), 2 日目(運動日)の 20:30 (運動前; pre), 21:30 (運動後; post), 22:30 (シャワー入浴後; after shower), 翌朝 7:00 (翌朝; next morning)において計 8 回実施した.

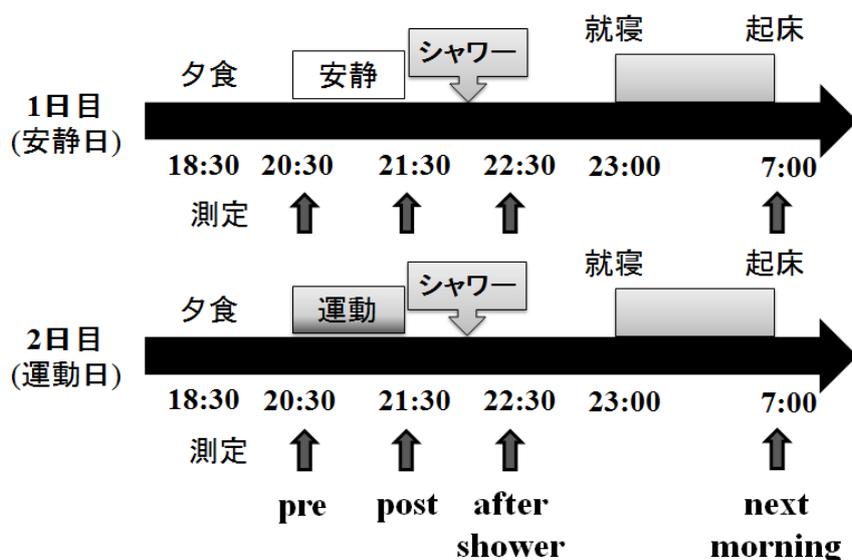


図 1. 実験プロトコール

3. 運動負荷

対象者は、事前に自転車エルゴメーター(75XLIII; コンビウェルネス, 東京)の体力テストのプログラムを使用して、運動中の脈拍値と負荷値をそれぞれサンプリングして直線回帰を求め、内蔵されている多数の負荷値と酸素摂取量の男女別平均の関係式のデータを合成することによって最大心拍数(HRmax)を求めた。体力テストは、エルゴメーターに座り、1分間の安静後に 15W/min 漸増のランプ負荷運動を 75%HRmax に至るまで行い、75%HRmax における仕事率(PWC75%HRmax)を測定した。運動中のペダル回転数は 50rpm を維持するように指示した。本研究で用いた高強度持久性運動負荷は、50%HRmax の負荷で 1 分間のウォーミングアップを行い、75%HRmax の負荷で 59 分間の自転車ペダリング運動を行った。運動負荷は人工気象室にて行い、室温 25℃、湿度 35%の環境下で実施した。

4. 測定項目

4-1. 環境の測定

環境条件の測定には暑熱環境計 (WBGT-102; 京都電子工業, 京都)を用いて、室温、湿度および湿球黒球温度(WBGT)を測定した。

4-2. 心理状態の評価

心理状態の評価には、日本語版 Profile of Mood States (POMS)短縮版 (金子書房, 東京)を用いた(横山ら, 1990)。実施時の気分状態を表す緊張-不安(Tension-Anxiety; T-A)、抑うつ(Depression; D)、怒り-敵意(Anger-Hostility; A-H)、活気(Vigor; V)、疲労(Fatigue; F)、混乱(Confusion; C)を 5 段階で評価し、標準化得点(T 得点)として算出した。6 つの気分尺度は、すべて T 得点にて評価した。

4-3. 角質水分量の測定

角質水分量の測定はモイスチャーチェッカー (MY-808S; スカラ, 東京)を用いて実施した。モイス

チャーチェッカーは体内に微弱な電流を通して体の電気抵抗を測定し、水分・油分などの割合を導き出す装置である。モイスチャーチェッカーは、センサーを皮膚表面に軽くあて、パーセント表示された数値から角質水分量を求めるため、簡便かつ非侵襲的に測定可能な装置であり、様々な先行研究で使用されている(Asano-Kato et al., 2001; Matsumoto et al., 2007)。測定部位は、胸部および前腕内側部を用いた。皮膚にセンサーを押し当てる強さによって誤差が生じることがあるため同一人物が同じ強さで毎回全員の測定を行った。一度の測定で 3 回計測し、その平均値を測定値とする方法(李と島上, 2006)を用いた。本研究では、モイスチャーチェッカーによる角質水分量の測定値の信頼性分析を級内相関係数 (intraclass correlation coefficient; ICC)を用いて行った。ICC が 0.75 以上であれば、その測定における信頼性は良好であると考えられている。モイスチャーチェッカーによる角質水分量の測定値は、胸部で ICC=0.860、前腕で ICC=0.937 を示し、非常に高い信頼性を示した。

4-4. 体水分喪失率の測定

体水分喪失率は体水分喪失量を時間で割ることにより求めた。体水分喪失量は体重減少量と水分摂取量の和によって求めた(森谷と大平, 2009)。安静時の体重減少は、呼気および皮膚表面からの水分喪失、発汗による影響と考えられる。運動時の体重減少には体内の糖類代謝等による減少があるが、糖類等の代謝は極微量であり、発汗による水分喪失の影響と考えられる。体重は排尿後、下着 1 枚で体重計(UC-322; エー・アンド・デイ, 東京)によって測定した。水分摂取量はデジタルクッキングスケール(KD-171; タニタ, 東京)を用いて各測定時点におけるミネラルウォーターの質量を測定し、その質量差から求めた。

5. 統計処理

各測定値は、平均値±標準偏差で示した。測定値は、反復測定による二元配置分散分析を用いて解析し、有意差が認められた場合は、Post-hoc テストとして Dunnett 法の多重比較検定を行った。統計処理は統計解析ソフト SPSS 14.0 J for Windows を用いて行い、有意水準はいずれも 5%未満とした。

III. 結果

1. 環境条件

各測定日の環境条件の結果を表 2 に示す。安静日と運動日のいずれの時点においても WBGT、室温、湿度に有意差は認められなかった。また、安静日と運動日におけるいずれの環境条件も交互作用は認められなかった。

表 2. 安静日と運動日の環境条件

	環境条件			
	WBGT	室温(°C)	湿度(%)	
安静日	pre	19.1 ± 1.0	25.0 ± 0.9	36.5 ± 5.3
	post	19.1 ± 0.7	24.9 ± 0.7	36.7 ± 5.9
	after shower	19.5 ± 0.9	25.3 ± 0.5	35.2 ± 6.0
	next morning	18.9 ± 0.7	24.9 ± 0.2	35.7 ± 4.7
運動日	pre	19.2 ± 0.8	24.9 ± 0.5	37.0 ± 4.9
	post	19.1 ± 0.7	24.8 ± 0.8	37.6 ± 6.3
	after shower	19.4 ± 0.7	25.2 ± 0.4	36.9 ± 5.7
	next morning	19.0 ± 0.8	25.1 ± 0.3	34.7 ± 4.6

平均値 ± 標準偏差

2. 心理状態

表 3 に各測定時点における POMS 各項目の T 得点の結果を示す。緊張-不安(T-A)は、安静日の安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower; $p<0.05$)、翌朝(next morning; $p<0.05$)に有意に低値を示し、運動日の運動前(pre)と比較して運動後(post; $p<0.05$)、シャワー入浴後(after shower;

$p<0.05$)、翌朝(next morning; $p<0.05$)に有意に低値を示した。抑うつ(D)、怒り-敵意(A-H)、活気(V)、疲労(F)、混乱(C)のいずれの T 得点も各測定時点において有意な変動はみられなかった。また、安静日と運動日におけるいずれの POMS スコアも交互作用は認められなかった。

表 3. 安静日と運動日の POMS スコア

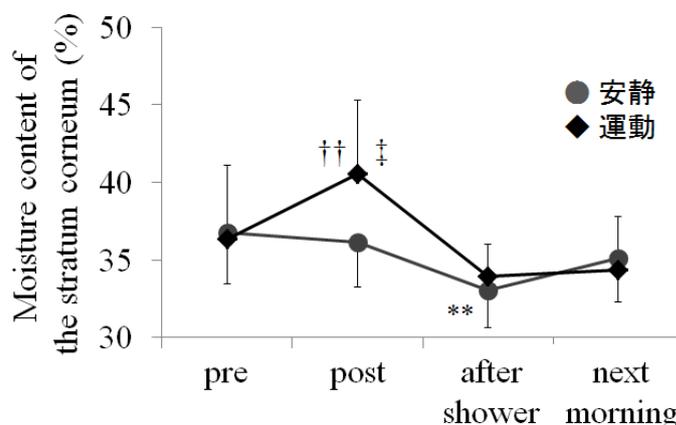
		POMS スコア					
		T-A	D	A-H	V	F	C
安静日	pre	43.7 ± 5.2	42.3 ± 3.7	40.9 ± 4.0	48.9 ± 7.8	43.0 ± 6.0	45.9 ± 6.1
	post	40.0 ± 4.2	42.9 ± 5.5	40.1 ± 4.2	45.4 ± 9.2	43.0 ± 6.0	44.1 ± 5.2
	after shower	38.0 ± 4.0*	41.1 ± 3.2	39.7 ± 4.1	44.9 ± 8.9	40.6 ± 5.4	44.0 ± 4.6
	next morning	38.3 ± 5.7*	45.4 ± 9.0	40.4 ± 4.0	42.3 ± 8.1	41.3 ± 5.9	44.4 ± 5.3
運動日	pre	41.9 ± 5.3	42.0 ± 4.4	40.7 ± 4.9	44.4 ± 10.3	40.9 ± 5.9	44.0 ± 3.5
	post	37.4 ± 4.5†	40.3 ± 1.9	41.0 ± 5.5	46.4 ± 15.3	47.3 ± 8.7	43.6 ± 6.1
	after shower	37.9 ± 4.4†	41.9 ± 3.7	40.1 ± 4.2	40.3 ± 7.9	44.6 ± 6.4	44.4 ± 3.6
	next morning	36.6 ± 4.3†	41.9 ± 3.0	39.0 ± 2.9	44.4 ± 6.8	39.3 ± 5.2	43.4 ± 5.0

* p<0.05 vs pre (安静), † p<0.05 vs pre (運動), 平均値 ± 標準偏差

3. 角質水分量

各測定日の胸部における角質水分量の比較を図 2 に示す。胸部角質水分量は、安静日の安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower; p<0.01)に有意に低値を示し、運動日の運動前(pre)と比較して運動後(post; p<0.01)に有意に増加した。運動日の胸部角質水分量は、運動前(pre)と比較してシャワ

ー入浴後(after shower)に低値を示す傾向がみられた(p=0.073)。また、post の胸部角質水分量は、安静日と運動日の間で有意な交互作用が認められ(p<0.05)、after shower の胸部角質水分量は、安静日と運動日の間で交互作用を示す傾向がみられた(p=0.075)。

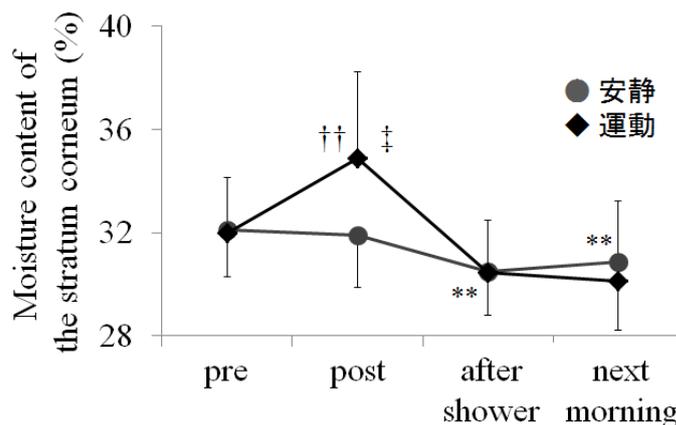


** p<0.01 vs pre (安静), †† p<0.01 vs pre (運動), ‡ p<0.05; 安静 vs 運動

図 2. 安静日と運動日における胸部角質水分量の変動

各測定日の前腕における角質水分量の比較を図 3 に示す。前腕角質水分量は、安静日の安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower; $p < 0.01$), 翌朝(next morning; $p < 0.01$)に有意に低値を示し、運動日の運動前(pre)と比較して運動後(post; $p < 0.01$)に有意に増加した。運動日の前腕角質水分量は、

運動前(pre)と比較して翌朝(next morning)に低値を示す傾向がみられた($p = 0.055$)。また、post の前腕角質水分量は、安静日と運動日の間で有意な交互作用が認められ($p < 0.05$)、next morning の前腕角質水分量は、安静日と運動日の間で交互作用を示す傾向がみられた($p = 0.08$)。



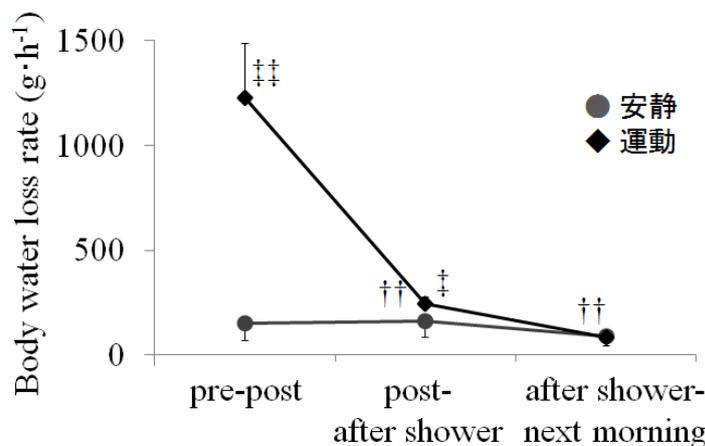
** $p < 0.01$ vs pre (安静), †† $p < 0.01$ vs pre (運動), ‡ $p < 0.05$; 安静 vs 運動

図 3. 安静日と運動日における前腕角質水分量の変動

4. 体水分喪失率

各測定日の体水分喪失率の比較を図 4 に示す。安静日の体水分喪失率における有意な変動は認められなかった。運動日における体水分喪失率は、運動後—シャワー入浴後(post - after shower; $p < 0.01$),

シャワー入浴後—翌朝(after shower - next morning; $p < 0.01$)と比較して運動中(pre - post)に有意に高値を示した。また、pre - post ($p < 0.01$), post - after shower ($p < 0.05$)の体水分喪失率は、安静日と運動日の間で有意な交互作用が認められた。



†† $p < 0.01$ vs pre (運動), ‡ $p < 0.05$, ††† $p < 0.01$; 安静 vs 運動

図 4. 安静日と運動日における体水分喪失率の変動

IV. 考察

本研究では、高強度持久性運動が皮膚の角質水分量に及ぼす影響を検討した。75%HRmax 負荷による 60 分間の自転車ペダリング運動が角質水分量を一時的に増加させ、その後平常時より低下させることが明らかになった。従って、高強度持久性運動後には皮膚ケアが重要であり、高強度運動を日常的に行うアスリートは皮膚のコンディショニングを行う必要があると考えられる。

角質層は、皮膚の最外層にあり、細菌や異物などの外的刺激を防御しているとともに、体外への過剰な水分蒸散を防ぐ働きを担っている。このような皮膚の物理的なバリア機能の指標として角質水分量が用いられている(田上, 2005)。皮膚の過度な湿潤および乾燥はいずれも皮膚感染症の罹患リスクを増大させる因子であると考えられている(Bibel et al., 1989; Lodén et al., 1992; Champion and Parish, 1986; Leung et al., 1987)。黄色ブドウ球菌や溶血性連鎖球菌のコロニー形成は角質層の含水量に応じて増加することが知られており(Bibel et al., 1989)、臨床的にも湿潤した皮膚では感染が生じやすく、腋窩、乳房下部、鼠径部、足底表面などの摩擦部位は皮膚感染症の好発部位である。一方、アトピー性皮膚炎の患者は、健常者と比べ角質水分量が低く(Lodén et al., 1992)、病原微生物やウイルスによる皮膚の病変が頻繁に起こるため(Champion and Parish, 1986; Leung et al., 1987)、皮膚の乾燥も皮膚感染症の易感染性に関与すると考えられている。

角質層は外部に直接露出しているため、環境条件の影響を受けやすく(Canizares, 1960)、湿度の急激な低下により、角質水分量が急速に低下することが報告されている(Guéhenneux et al., 2012)。本研究では、安静日と運動日のいずれの時点においても WBGT、室温、湿度に有意差は認められなかった。従って、本研究の結果において、環境による皮膚への影響はなかったものと考えられる。

角質水分量は心理ストレスによって変動することが知られている。POMS の抑うつ(D)の得点が、角質水分量と強い負の相関を示し、表皮 pH や黄色ブドウ球菌と正の相関を示すことから、特に D 得点と皮膚状態がよく相関すると報告されている(針谷ら, 2000)。本研究では、緊張-不安(T-A)は、安静日の安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower; $p < 0.05$)、翌朝(next morning; $p < 0.05$)に有意に低値を示し、運動日の運動前(pre)と比較して運動後(post; $p < 0.05$)、シャワー入浴後(after shower; $p < 0.05$)、翌朝(next morning; $p < 0.05$)に有意に低値を示した。運動介入実験に参加するに当たって、対象者が多少緊張していたと推察される。しかしながら、D 得点や他の POMS の項目に有意な変動が見られなかったことから、本研究における角質水分量の変化に対して心理状態が影響した可能性は低いと考えられる。

本研究の安静日の結果では、胸部と前腕ともに角質水分量は、安静前(pre)と比較してシャワー入浴後(after shower)に有意に低値を示した($p < 0.01$)。Shiohara (2009) は、シャワー入浴後の角質水分量は入浴前よりも低い値を示すと報告しており、本研究の結果と一致する。角質層は入浴によって著しく膨潤し、水溶性の天然保湿因子(Natural Moisturizing Factor; NMF)やセラミドなどの細胞間脂質が流出するため、入浴後に角質水分量が低下すると考えられている(Shiohara, 2009)。従って、シャワー入浴後には物理的バリアが低下する危険性が考えられ、シャワー入浴後には保湿剤を塗るなどの対策が必要であると推察される(Tabata et al., 2000)。

運動日の角質水分量は、胸部と前腕ともに運動前(pre)と比較して運動後(post)に有意に増加し($p < 0.01$)、安静日と運動日の post で有意な交互作用が認められた($p < 0.05$)。pre-post では運動実施による体水分喪失率の有意な増加が見られ($p < 0.05$)、発汗によって角質層への水分供給が増加したと推察される。健常皮膚では皮表近くになると角質水分量は急激に低下するように調節されており(Warner et al., 1988)、そ

れが病原微生物のコロニー形成に対して抑制的に働いている(Aly et al., 1978). 角質水分量の急激な増加は細菌のコロニー形成を増加させるので(Bibel et al., 1989), 高強度運動による角質水分量の急激な増加は皮膚感染症の罹患リスクを増大させる危険性があると考えられる.

運動日翌朝(next morning)の前腕角質水分量は、運動前(pre)と比較して低値を示す傾向がみられ($p=0.055$), 安静日と運動日のnext morningで交互作用を示す傾向がみられた($p=0.08$). 運動時の発汗量の増加によって、角質層が膨潤し、その後のシャワー入浴で NMF やセラミドなどの細胞間脂質がより流出した結果、翌朝においても角質水分量は低値を示したと推察される. 細胞間脂質は皮膚の物理的バリアの中心的な役割を果たしており、アトピー性皮膚炎の患者では、細胞間脂質のセラミド含有量の低下や角質水分量の低下がみられ、物理的バリアが低下していると考えられている(Imokawa et al., 1991; 田上, 2005; Lodén et al., 1992). 物理的バリアの低下は、皮膚感染症の発症を増加させる(Champion and Parish, 1986; Leung et al., 1987). 従って、高強度運動による角質水分量の低下は、皮膚の物理的バリア機能の低下を示し、皮膚感染症の罹患リスクを増大させる可能性が考えられる.

アスリートは日常的に高強度運動を行っており、免疫機能低下や感染症罹患が発生しやすい状態にある(Mackinnon, 1998). さらに、競技中の発汗による皮膚の膨潤や外傷による皮膚組織の破損、他の選手やスポーツ用具との接触が、細菌やウイルスなどの接着と侵入を増加させる危険性が示されている(久木留ら, 2000; Conklin, 1990). 本研究の結果から、高強度持久性運動直後の皮膚の過度な湿潤とシャワー後の皮膚の乾燥がともに皮膚感染症の罹患リスクを増大させる危険性が考えられ、アスリートにおける皮膚のコンディショニングの重要性が示された. 角質水分量は非侵襲的かつ簡便に短時間で測定が可能のため、皮膚のコンディショニングに有用な指標で

あると考えられる. 今後は、継続的な運動や、合宿、遠征時など様々な状況で皮膚の評価を行い、皮膚におけるコンディション低下の予測や皮膚感染症の予防に有用な検討を行う必要がある.

V. まとめ

本研究では、高強度持久性運動が皮膚の物理的バリアに及ぼす影響について検討した. 60 分間の高強度持久性運動後に皮膚の角質水分量が急激に増加し、シャワー入浴後には低下することが示された. また、翌朝の前腕角質水分量は、安静日と比べて運動日で低い値を示した. 従って、高強度持久性運動が皮膚の物理的バリアを低下させ、皮膚感染症の罹患リスクを増大させる可能性が考えられる. 故に、高強度運動を日常的に行うアスリートは運動後にシャワー入浴で皮膚の洗浄を行うだけでなく、保湿剤を塗るなど皮膚のコンディショニングを行う必要があると考えられる. また、角質水分量は非侵襲的かつ簡便に短時間で測定が可能のため、アスリートにおける皮膚のコンディショニングに有用な指標であることが示唆された.

文献

- Adams BB (2002) Dermatologic disorders of the athlete. *Sports Med.* 32(5), 309 - 321
- Adams BB (2004) New strategies for the diagnosis, treatment, and prevention of herpes simplex in contact sports. *Curr Sports Med Rep.* 3(5), 277 - 83
- Adams BB (2008) Skin infections in athletes. *Dermatology Nursing.* 20(1), 39 - 44
- 秋山尚範, 大野貴司, 岩月啓氏 (2003) 皮膚細菌感染症と防御機構. 最新皮膚科学大系 14 細菌・真菌性疾患. 玉置邦彦編. 中山書店. 東京. pp. 16 - 24
- Aly R, Shirley C, Cunico B, Maibach HI (1978) Effect of prolonged occlusion on the microbial

- flora, pH, carbon dioxide and transepidermal water loss on human skin. *J Invest Dermatol.* 71(6), 378 - 381
- 荒田次郎 (1994) アトピー性皮膚炎の定義・診断基準. *日本皮膚科学会雑誌.* 104, 176 - 177
 - 荒田次郎, 秋山尚範, 神崎寛子, 下江敬生, 松浦能子, 鳥越利加子 (1997) 皮膚細菌感染症と生体防御. 図解 皮膚細菌感染症. 荒田次郎編. 田辺製薬株式会社. 大阪. pp. 10 - 6
 - Asano-Kato N, Fukagawa K, Tsubota K, Urayama K, Takahashi S, Fujishima H (2001) Quantitative evaluation of atopic blepharitis by scoring of eyelid conditions and measuring the water content of the skin and evaporation from the eyelid surface. *Cornea.* 20(3), 255 - 259
 - Bibel DJ, Miller SJ, Brown BE, Pandey BB, Elias PM, Shinefield HR, Aly R (1989) Antimicrobial activity of stratum corneum lipids from normal and essential fatty acid-deficient mice. *J Invest Dermatol.* 92(4), 632 - 638
 - Canizares O (1960) Geographic dermatology - Mexico and central America. *Arch Dermatol.* 82, 870 - 893
 - Caputo R, De Boule K, Del Rosso J, Nowicki R (2001) Prevalence of superficial fungal infections among sports-active individuals: results from the Achilles survey, a review of the literature. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 15(4), 312 - 316
 - Champion RH, Parish WE (1986) Atopic dermatitis. *Textbook of dermatology.* Rook A, Wilkinson DS, Ebling EFG, Champion RH, Burton JL, ed. Blackwell Scientific. London. pp. 419 - 434
 - Champion RH, Parish WE (1992) Atopic dermatitis. *Textbook of dermatology.* Champion RH, Burton JL, Ebling FJG, ed. Blackwell Scientific. Oxford. pp. 604 - 607
 - Conklin RJ (1990) Common cutaneous disorders in athletes. *Sports Med.* 9, 100 - 119
 - Guéhenneux S, Gardinier S, Morizot F, Le Fur I, Tschachler E (2012) Skin surface hydration decreases rapidly during long distance flights. *Skin Res Technol.* 18(2), 238 - 240
 - 針谷毅, 平尾哲二, 勝山雅子, 市川秀之, 相原道子, 池澤善郎 (2000) アトピー性皮膚炎患者における心身の状態と皮膚症状の関連性について. *アレルギー.* 49, 463 - 471
 - Hashiro M, Okumura M (1997) Anxiety, depression and psychosomatic symptoms in patients with atopic dermatitis: comparison with normal controls and among groups of different degrees of severity. *J Dermatol Sci.* 14(1), 63 - 67
 - Hauser C, Wuethrich B, Matter L, Wilhelm JA, Sonnabend W, Schopfer K (1985) *Staphylococcus aureus* skin colonization in atopic dermatitis patients. *Dermatologica.* 170(1), 35 - 39
 - 林田草太, 岡孝和, 兒玉直樹, 橋本朋子, 辻貞俊 (2006) 心理社会的ストレスにより誘発された蕁麻疹の1例. *心身医学.* 46(10), 907 - 913
 - 廣瀬伸良, 菅波盛雄, 白木祐美, 比留間政太郎 (2008) 全日本柔道連盟登録団体を対象にした *Trichophyton tonsurans* 感染症に関するアンケート調査結果. *真菌誌.* 49(3), 197 - 203
 - Imokawa G, Abe A, Jin K, Higaki Y, Kawashima M, Hidano A (1991) Decreased level of ceramides in stratum corneum of atopic dermatitis: an etiologic factor in atopic dry skin? *J Invest Dermatol.* 96(4), 523 - 526
 - 金子孝昌 (2009) *Malassezia*. *臨床と微生物.* 36(2), 159 - 162
 - 菊池克子 (2008) 角質水分量とは. *皮膚科診療最前線シリーズ スキンケア最前線.* 宮地良樹編. メディカルレビュー社. 東京. pp. 120 - 123

- 久木留毅, 佐藤満, 吉村建治, 田神一美 (2000) レスリング選手の練習前後における皮膚およびマット表面の微生物調査: 俗称マット菌の消長. 臨床スポーツ医学. 17(11), 1387 - 1391
- 李吉英, 島上和則 (2006) 20 代・日韓女性の皮膚の水分量の季節変動について. 日本生理人類学会誌. 11(2), 33 - 37
- Leung DYM, Rhodes AR, Geha RS (1987) Atopic dermatitis. *Dermatology in general medicine*. Fitzpatrick TB, Eisen AZ, Wolff K, Freedberg IM, Austin KF, ed. McGraw - Hill. New York. pp. 1385 - 1408
- Lodén M, Olsson H, Axéll T, Linde YW (1992) Friction, capacitance and transepidermal water loss (TEWL) in dry atopic and normal skin. *Br J Dermatol*. 126(2), 137 - 141
- Mackinnon LT (1998) Effects of overreaching and overtraining on immune function. *Overtraining in sport*. Kreider RB, Fry AC, O' Toole ML, ed. Human Kinetics. pp. 219 - 242
- Matsumoto T, Yuasa H, Kai R, Ueda H, Ogura S, Honda Y (2007) Skin capacitance in normal and atopic infants, and effects of moisturizers on atopic skin. *J Dermatol*. 34(7), 447 - 450
- 森谷直樹, 大平勇一 (2009) 屋内バйкиトレーニング時のトライアスロン熟練者の発汗量と体表面温度の測定. 室蘭工業大学紀要. 58, 125 - 134
- Nilsson EJ, Henning CG, Magnusson J (1992) Topical corticosteroids and *Staphylococcus aureus* in atopic dermatitis. *J Am Acad Dermatol*. 27(1), 29 - 34
- Shiohara T (2009) Atopic dermatitis and sweating: is sweating beneficial or detrimental? *Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 228(1), 31 - 37
- 澄川靖之, 上木裕理子, 三好彰, 程雷, 殷敏, 時海波, 澄川真珠子, 幸野健, 青木敏之, 片山一朗 (2007) 日本, 中国の学童におけるアトピー性皮膚炎・皮膚バリア機能調査. *アレルギー*. 56, 1270 - 1275
- 菅原祐樹, 時田智子, 浅井大志 (2007) 高校レスリング部員に集団発生した *Trichophyton tonsurans* による白癬 - 本菌の蔓延防止の対策について (特集 真菌症). *皮膚科の臨床*. 49(13), 1541 - 1544
- Tabata N, O'Goshi K, Zhen YX, Kligman AM, Tagami H (2000) Biophysical assessment of persistent effects of moisturizers after their daily applications: evaluation of corneotherapy. *Dermatology*. 200(4), 308 - 313
- 田上八朗 (2005) アトピー性皮膚炎と皮膚のバリア機能. *アレルギー*. 54(5), 445 - 450
- USA Wrestling (2011) *International Rule Book & Guide to Wrestling 2011 Edition*. 56 - 57
- Warner RR, Myers MC, Taylor DA (1988) Electron probe analysis of human skin: determination of the water concentration profile. *J Invest Dermatol*. 90(2), 218 - 224
- 横山和仁, 荒記俊一, 川上憲人, 竹下達也 (1990) POMS(感情プロフィール検査)日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討. *日本公衆衛生誌*. 37, 913 - 917