

非侵襲バイオマーカーを用いた空調機器の快適性評価

Evaluation of Psychobiologic Effects of Air Conditioner through Noninvasive Biomarkers

山口 昌樹 (岩手大) ○吉野 雄一朗 (岩手大)

佐々木 誠 (岩手大) 西宮 肇 (旭化成ホームズ(株))

Masaki Yamaguchi, Yuichiro Yoshino, Makoto Sasaki, Iwate University
Hajime Nishimiya, Asahi Kasei Homes Corporation

Abstract: Environmental stimulation by air conditioner inhalation exerts various psychobiologic effects on human. The purpose of this study is to highlight recent progress on noninvasive psychosomatic stress detection using salivary and skin biomarkers, and its application to evaluation of the environment. The key for realizing stress evaluation is a noninvasive, rapid, low-cost, high-sensitivity analytical technology for biomarkers. In this study, the chronic effects of local air velocity are revealed using biomarkers that reflect the human stress system.

Key Words: Air conditioner, Biomarker, Saliva, Cortisol, Caspase-14

1. 序論

室内環境において、空調機器からの風を受けることで不快に感じたり、皮膚や目に乾燥を生じて疾患の遠因となることがある⁽¹⁾。本研究では、立体構造の織布を空調機器の送風口に取り付けることで、緩やかな送風を可能とした天井空調機器を開発した。本研究では、空調機器の送風がヒトの心身へ与える影響を定量的に評価することを目的として、被検者を天井空調機器と一般空調機器へ5日間暴露させ、心身ストレスを唾液ストレスマーカーで、皮膚乾燥の影響を皮膚マーカーで評価したので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2-1 天井空調機器

天井空調機器は、室外機、室内機と立体構造の織布から構成されている。この織布は、表層、連結糸、深層の3層で構成されている(厚さ 11.5mm, Fig.1)⁽²⁾。織布の表層に空気圧を加えると、連結糸に平行した無数の空気流が生じ、深層から放出される。これにより、平行で面状の風を作り出し、総風量を維持したまま最大風速を小さくできるという発想である。評価ルームの天井に織布を配置し、天井の広い面に設置された織布により均一な空気流を生じさせ、室温の均一化を図った。本研究では、この織布を取り外した条件を、一般空調機器として比較した (Fig.2)。

2-2 検査プロトコル

被検者は、健康成人男性 16 名 (22.8 ± 0.9, 21 - 24 歳, BMI : 23.9 ± 3.3, 身長 : 170.9 ± 0.4cm, 体重 : 70.4 ± 11.9kg) である。被検者を 4 つのグループに分け、1 回の検査で 4 人ずつ検査を行った。本検査は、7 月 12 日～9 月 10 日の夏期に実施した。検査プロトコルは、事前に岩手大学に設置された倫理委員会で承認を受けた。被検者には、研究責任者が検査の趣旨を口頭と書面の双方で十分に説明し、書面で同意を得た。

検査に先立ち、被検者の室内配置を決定するために、3次元風速計を用いた評価ルームの風速・風量の測定と、有限要素法を用いた風速・風量の流体解析を実施した。

測定項目は (1) ストレスマーカーとして唾液コルチゾールの測定 (Salimetrics LLC), (2) 皮膚マーカーとして皮膚酵素の一種であるカスパーゼ 14 の分析 (Perkin Elmer Inc.), (3) 皮膚水分量の測定 (Courage + Khazaka Electronic GmbH) である。皮膚評価において、被検者の頬上を測定部位とし、検体は角質採取テープで採取した。

本検査は、天井空調機器と一般空調機器の2条件において、それぞれ被検者1人当たり1日6時間の検査を、5日間継続して実施した。皮膚の回復期間を考慮し、2条件の検査間隔を1週間とった。検査時間は、10時から17時とし、9時にエアコンを作動させ、10時までに検査室を目標温度 24 ± 1 °C, 目標湿度 50 ± 10% とした。温度調整, エアコンの調整機能を用いた。

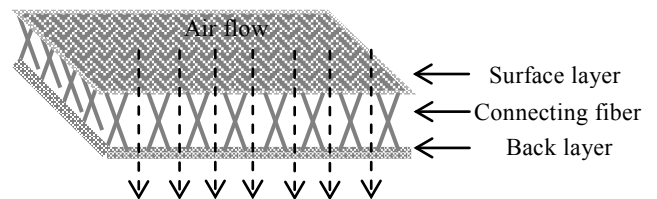
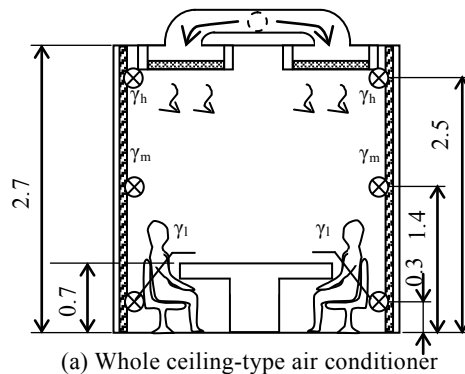
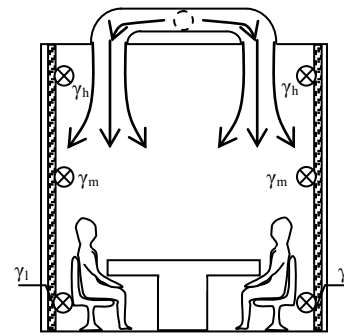


Fig.1 Schematic diagram of 3-dimensional knit fabric.



(a) Whole ceiling-type air conditioner



(b) Normal-type air conditioner

Fig.2 Comparison of ventilation of each air conditioner (Units in m, ⊗: Thermo-hygrometer, ▣: 3-dimensional knit fabric).

被検者は、10時に検査室（幅3.7m×奥行6.1m×高さ2.7m）に入室し、頬上を中性洗顔料で洗わせた。被検者は、評価ルームのほぼ中央に並んで座らせ、上着をTシャツ等1枚とした。被検者は、昼食を除き水以外の飲食をせず、なるべく会話をしないように指示した。また、昼食休憩とトイレ以外での部屋の出入りは控えさせた。

毎日、検査終了時に主観評価を実施した。質問項目は、(a) 頭部の暑さ、(b) 足元の暑さ、(c) 部屋の暑さ、(d) 風を感じるか、(f) 環境の不快感の5項目とし、方法には Visual Analog Scale (VAS, スケールは0-10) を用いた。

特に断りの無い場合、データは mean ± SD で示し、群間の比較には Wilcoxon 検定を用いた。

3. 結果と考察

被検者の頭部の位置に相当する高さにおける温度の平均値は、天井冷暖房システムで 24.6 ± 1.2 °C、一般空調機器で 25.0 ± 0.97 °C であった。分散分析で両者に有意差は観察されず、毎朝同一の温度条件で検査を開始することができたと考えられた。

吹き出し口の風速は、天井冷暖房システムで 19.8 cm/s、一般空調機器で 217.5 cm/s、被検者頭部の風速は、天井冷暖房システムで 19.5 cm/s、一般空調機器で 143.5 cm/s であった。また、計算値も実測値とほぼ一致した。これらの結果から、2つの空調機器で被検者が受ける風速に明確な差異が生じていることが判った。

主観評価では、5つの質問項目全てで1週間通して有意差が観察された ($p < 0.01$)。温度条件が統一できたことから、一般空調機器のほうがより送風や寒さを感じたために、室内環境が不快である答えた被検者が多かったのではないかと考えられた。

唾液コルチゾール濃度の朝から晩への減少量 (Δ CORT) を、2条件で比較したところ、1日目は有意差が観察されなかった。検査5日目になると、統計的有意差が観察された ($p < 0.05$, Fig.3)。これにより、一般空調機器のほうがコルチゾールの減少量が大きく、被検者が1週間に受けた慢性的な心理的ストレスが大きかったと考えられた。

検査開始時の水分量は、天井空調機器で 49.22 ± 8.7 AU、一般空調機器で 49.91 ± 7.7 AU であり、有意差は観察されなかった。しかし、夕方になると天井空調機器で 57.11 ± 7.9 AU、一般空調機器で 47.43 ± 8.0 AU となり、両条件で有意差が見られた (Fig.4)。このことから、天井空調機器では肌が保湿されていることが示された。

皮膚カスパーゼ14の経時変化を比較したところ、1日目は有意差が観察されなかったが、3日目には有意差が観察された ($p < 0.05$)。さらに5日目には、天井冷暖房で 6.46 ± 3.62 U/cm²、一般空調機器で 10.62 ± 7.10 U/cm² となり、3日目より統計的有意差が大きくなった ($p < 0.01$, Fig.5)。水分量と皮膚マーカの結果から、一般空調機器では皮膚が乾燥状態にあったと考えられた。

4. 結論

風速は、一般空調機器に比べて天井冷暖房システムでは1桁以上小さい値を取ったことから、風による心身への刺激が大きく軽減されていることが判った。天井空調機器を用いれば、同一の温度条件を維持しつつ、送風を抑えることができ、その結果として慢性的な心理的ストレスだけでなく、皮膚の乾燥という肉体的ストレスも軽減できることが示された。

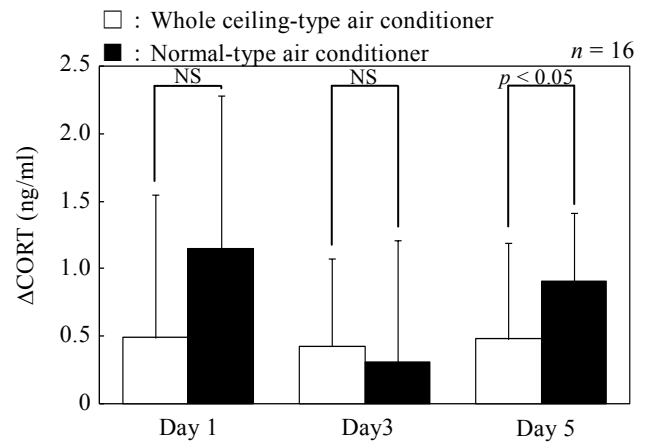


Fig.3 Time-course change time of salivary cortisol concentrations.

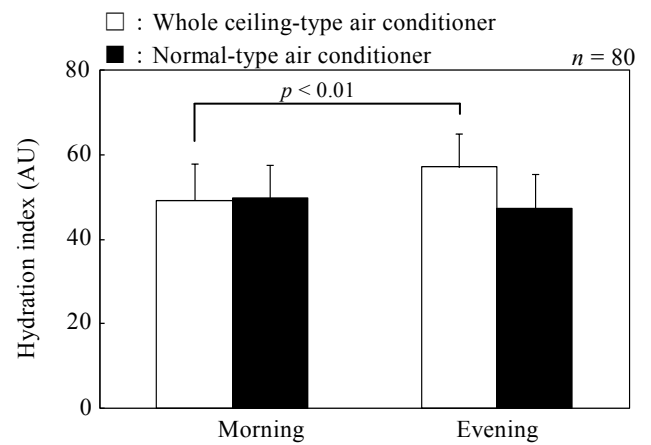


Fig.4 Comparison of the mean values of amount of moisture.

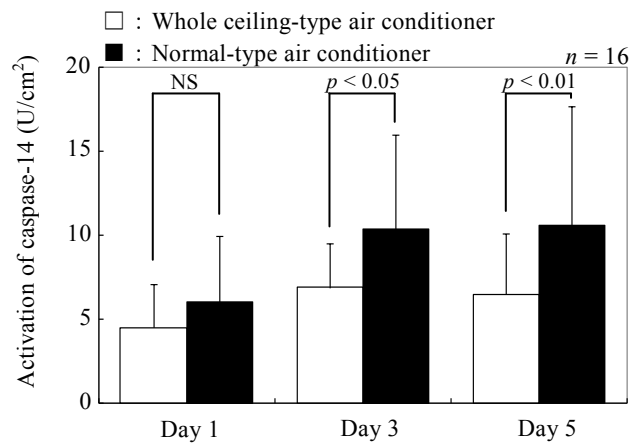


Fig.5 Time-course change of activation of caspase-14.

参考文献

- (1) Mai HK, Chan DW, et al., Dynamic evaluation of airflow rates for a variable air volume system serving an open-plan office. *Indoor Air* 2003;13(3):311-2.
- (2) Tahara Y, Morito N, et al., Evaluation of environmental and physiological factors of a whole ceiling-type air conditioner using a salivary biomarker. *Building and Environment* 2009;44(6):1156-61.