3 電極通電法による皮膚インピーダンス2点同時計測

精神性発汗と温熱性発汗の同時計測法の検討

○西尾恭幸， 滝沢耕一（オムロンライフサイエンス研究所）

Two Points Simultaneously Measurement of Skin Impedance
Based on Triple-Electrode

Yasuyuki Nisio & Kouichi Takizawa (Omron Insutitute of Life Science)

1. 目的

皮膚インピーダンスは精神性および温熱性発汗により変化するが、それぞれの発汗現象は異なる部位で生じることが知られている。もしこの2点での同時計測が容易にできれば、精神性、温熱性の発汗現象を総合的に捉えることができ有用である。今回、我々は低周波通電による2点同時計測法を新たに考案し、異なる温度環境下での作業負荷実験により精神性、温熱性発汗部位の皮膚インピーダンス変化を同時に計測し興味ある結果を得たので報告する。

2. 方法

2-1)計測原理とシステム

3電極2点同時計測システムの概略を図1に示す。発振器、定電流回路により20Hzの定電流を発生し電極1、2より皮膚に通電する。皮膚下の生体組織のインピーダンスは極めて低くほぼゼロと考えられるので、電極1、2間の通電経路におけるインピーダンスは電極1、2の装着部位での皮膚インピーダンスとなる。電極3はアンプの入力インピーダンスが十分高いので電流は流れず皮膚を介して生体組織中とほぼ同電位になる。この電極3を共用し、電極1、2それぞれとの間の電位差を検出して、通電信号とかけ算し、高周波分をカットすることにより $|Z| \cos \Phi$ のインピーダンス出力を得る。これにより電極1、2の装着部位での皮膚インピーダンスを同時に

計測することができる。

また、電極は従来皿電極にペーストを用いていたが、皮膚へのペースト剤の浸透による電極装着初期のインピーダンスの漸減、肌荒れ、装着の簡便性等の問題を考慮し、今回は粘着パッド電極（日本光電P-150 $\phi 25\text{mm}$ ）を使用した。

2-2)実験方法

実験は環境温度を高温（35℃）、室温（25℃）、低温（15℃）に設定した恒温室内で5名の被検者にVDT作業を負荷し、手掌（精神性部位）と前腕（温熱性部位）における皮膚インピーダンスを同時に計測した（図2）。作業プロトコルは、画面上にランダムに表示される00から99までの2桁数字の中から、別に呈示される数種の2桁数字を検索するVDT作業と休憩とを5分ずつ2回繰り返すものとした。また計測前の数分間は安静状態で環境温度に順化させた。

図1 計測システム

3. 結果

各環境温での計測結果の代表例を図3に示す。どの環境温においても手掌では作業時にインピーダンスの直流成分(SIL)の低下とともに交流成分(SIR)のインパルス状の変動が多く出現し、休息時にはSILが段階的に上昇しSIRの変動は出現しない。前腕においては、高温時にSIRの激しい変動が作業中休息中にかかわらず観測され、温熱性の発汗が検出され、室温、低温の環境下ではこの変動はまったく出現しなかった。このように本計測システムにより精神性、温熱性発汗が分離計測できていることが確認された。

またこの結果には個人差があり休息中であっても高温、低温環境で手掌にSIR変動が観測される場合もあった(図4)。

図2 環境実験

図3 各環境温での変化

4. 考察

高温、低温環境で休息中に手掌でのSIR変動が観測された被験者はその後の内省報告により高温、低温が不快と感じられストレスとなっていたことがわかった。これは精神的負荷だけでなく温冷ストレスによっても精神性発汗が生じているものと考えられる。また温熱性のインピーダンス変動に関しては、その発生温度に個人差があったがこれも被験者が暑いと感じている時に変化が現れていることが実験後の内省報告によりわかり、被験者の温熱環境に対する感覚を反映しているものと思われる。しかし暑いと感じて温熱発汗が生じてもそれが不快にまで至らなければ、手掌でのインピーダンス変化は生じず被験者が温度をどう感じているかが本法により検出できることが示唆されている。

5. 課題

今後はSIRの変動が環境に対する不快感によるものか、作業負荷による疲労・ストレスによるものかを識別するためにインピーダンス変化波形を、さらに詳細に解析して検討したい。

6. 参考文献

Y.Yamamoto et.al:Bioeng.Skin 4, 333-342, (1988)

図4 温冷ストレスによる変化