自動車シート着座時の生体信号と姿勢の経時変化の解析

○横山清子(名古屋市立大学) 松河剛司(愛知工業大学) 夫馬司貴(名古屋市立大学)
砂田治弥(名古屋市立大学) 平松あい(名古屋市立大学)

Time Series Analysis of Bio-signals and Posture while Sitting in Automobile Seat
Kiyoko YOKOYAMA (Nagoya City University), Tsuyoshi MATSUKAWA (Aichi Institute of
Technology), Motoki FUMA, Haruya SUNADA, Ai Hiramatsu (Nagoya City University)

1. はじめに

自動車運転では、注意集中の維持、同一姿勢での着座保持のため、心身の負担が生じる。これは、注意集中力の減退、覚醒度低下につながり、職業運転者では腰痛などの原因にもなる。自動車運転時の乗り心地評価¹⁾、心身負担評価²⁾など様々な研究が行われているが、これらの評価指標や方法は必ずしも定まっていない。

本研究では、自動車シートへの着座保持時の身体負担の評価指標の抽出を目的とする。運転シミュレータを1時間操作した際の心電図、筋電図、座面圧、モーションキャプチャによる姿勢を測定し、測定前後に行った疲労の「自覚症しらべ」を用いた主観評価の結果との関連を分析する。

2. 方法

実験参加者は、健常男子大学生15名(23.5±4.5歳：平均±標準偏差)である。一般道路走行を模擬した自動車運転シミュレータの操作を、2種類のシートで、それぞれ1時間ずつ、異日同時刻に行った。測定項目は、心電図、筋電図7部位(左右僧帽筋、左右大腿四頭筋、左右腓腹筋、腹

図1 モーションキャプチャで測定した着座姿勢の例

直筋)、座面圧、モーションキャプチャによる姿勢とした。心電図と筋電図は、多チャンネルテレメータシステムWeb7000(日本光電)で測定した。座面圧は、体圧検知センサーSRビジョン(東海ゴム工業)を自動車シート座面上に置いた。姿勢は、光学式モーションキャプチャ装置(VICON)で、全身44か所のマーカの動きを60fpsで測定した(図1)。運転動作開始直前と終了直後に、疲労の「自覚症しらべ」(日本産業衛生学会産業疲労研究会)³⁾による主観評価を行った。実験は、名古屋市立大学大学院芸術工学研究科研究倫理審査委員会の承認を得て行った。

筋電図は、3分間隔で積分値を算出し、前半30分、後半30分の平均値、30分まで、45分まで、60分までの3分毎の積分値の総和の5指標を各部位で算出した。心電図からは、R-R間隔時系列を抽出し、平均心拍数、変動係数、HFパワー、LFパワーとHFパワーとの比を求めた。座面圧は、16×16の256セル、0.5秒間隔で測定し、その面圧重心のx座標とy座標の平均値、各セルの圧力値の標準偏差、面圧の総和の前半30分、後半30分各々の平均値、30分まで、45分まで、60分までの面圧の総和、前半30分と後半30分の面圧平均の差、測定開始10分から20分までと、40分から50分までの面圧の比の10指標を算出した。「自覚症しらべ」は、I群からV群それぞれの合計スコアを求め、

図2 「自覚症しらべ」Ⅲ群とⅣ群に対する開始前後のスコア差のヒストグラム

開始前と終了後の差を計算した。

3. 結果

「自覚症しらべ」は、Ⅲ群「不快感」(頭がいたい、頭がおもい、気分がわるい、頭がぼんやりする、めまいがする)とⅣ群「だるさ感」(腕がだるい、腰がいたい、手や指がいたい、足がだるい、肩がこる)に着目した。図2にⅢ群とⅣ群の開始前と終了後のスコア差のヒストグラムを示す。解析では、いずれの群も30例の測定データについて、スコア差が2以下(疲労感小)と2を超えた(疲労感大)2グループに分けた。Ⅲ、Ⅳ群ともに、疲労感小が17例、疲労感大が13例となった。

前述の算出指標について、疲労感大と疲労感小の統計的な有意差をt-検定により分析した。5%有意水準で差が見られた指標は、Ⅲ群で、座面圧の前半30分と後半30分の面圧総和の差と10から20分の面圧総和と40から50分の面圧総和の比、Ⅳ群で、腹直筋の積分筋電図の前半30分間の総和であった。図3左は、後半30分の座面圧総和から前半30分を減じた値の、疲労感が大きいグループ(1)と小さいグループ(s)別の平均値を示したものである。図3右は、測定開始40分後から50分後

図3 「自覚症しらべ」Ⅲ群の疲労感と座面圧指標との関連

図4 「自覚症しらべ」Ⅳ群の疲労感と腹直筋前半30分の積分筋電図の総和との関連

までの座面圧の総和を10分後から20分後までで除した値を示している。図4は、腹直筋の積分筋電図の前半30分間の総和の、疲労感が大きいグループと小さいグループそれぞれの平均値を示す。

4. 考察

図3より、不快感が大きい場合は、着座前半も後半も座面圧が変化しない結果となった。これは、前半と後半の差においても、開始時や終了時の過渡状態を除いた、10から20分と40から50分の比においても、同様の結果であった。これらは、1時間の着座中、座り方や姿勢が殆ど変化していないと考えられ、一定の姿勢を保ち続けたことが不快感の増大として現れた、もしくは、前半と後半で座り方や姿勢を変えることで不快感を軽減したと推定できる。

図4より、だるさ感が小さい場合は、だるさ感が大きい場合より、着座前半30分間の腹直筋の積分筋電図の総和が大きい結果であった。着座前半に、ある程度腹筋を活動させた姿勢を保つことで、身体のだるさを軽減する効果が得られると考えられる。

5. おわりに

本研究では、1時間の自動車運転シミュレータ操作時の心電図、筋電図、座面圧、姿勢変動を測定し、着座前半と後半の座面圧の変化が少ない場合には不快感が大きくなる結果を得た。また、着座前半に腹直筋を活動させる姿勢を保つことで、だるさ感を軽減できる可能性を得た。これらの指標は、自動車シート着座における心身負担の評価に利用できると考えられる。

参考文献

- 1) 西松豊典他：“自動車運転座席の座り心地評価と体圧分布量との関係”，繊維学会誌，Vol. 52, No. 5, pp. 253-260, 1995.
- 2) 横山清子，高橋一誠：“心拍変動時系列による自動車運転時の主観的疲労感推定の基礎的検討”，電子情報通信学会論文誌A，Vol. J96-A, No11, pp. 756-762, 2013.
- 3) 井谷徹：“新版「自覚症しらべ」の活用法，労働の科学，Vol. 57, pp. 305-308, 2002.