マルチメディア情報を活用したヘルスケアサポートの検討 ~Part A 脳血流制御訓練、 Part B 登山活動の安全支援~ 嶌田 聡 日大工・電気電子

【緒論】

高齢化社会において健康寿命の延伸は重要なテーマである. 平均寿命と健康寿命との差は最近でも 10 歳ほどあり、そのギャップは大きい. 歳を重ねても質の高い生活が維持できる高齢社会が求められている. そのためには高齢者がまず健康で自立した生活を送れることが重要となる.

本研究では、メンタルヘルスケアをサポートする方法と、高齢者でも安心安全に心身の健康増進が行える環境の実現について検討する。メンタルヘルスの主要な課題であるストレス予防の一つに前額部の酸素化ヘモグロビン(0xy-Hb)の濃度を制御する訓練方法がある。Part A では前額部の0xy-Hb 濃度の制御をより簡易に行える訓練方法について述べる。心身の健康増進については登山活動が有望であるが、高齢者の事故が多く発生していることが問題となっている。Part Bでは、登山者の状態を常時モニタリングできるウエアラブルセンサを用いることで、安全で楽しく登山活動が実践できる環境の実現について述べる。

Part A 映像を活用した脳血流制御訓練

(日大工学部 酒谷研究室との共同研究で実施)

1. 映像を活用した脳血流制御方法と課題

前額部の 0xy-Hb 濃度を意識的に変化させるのではなく,簡易な作業を行うことで結果的に制御できる方法を検討する. これまでに,映像視聴で「ワクワクする感情」を誘導させると 0xy-Hb 濃度が上昇し,ドライブシミュレーションゲームでの没頭作業では低下する傾向を確認している[1]. しかしながら,人によっては,①ワクワクする感

情の誘導が困難,②人に合った映像の選定が困難, ③レストの教示でリラックスすることが困難,④ ドライブシュミレーションゲームで没頭するこ とが困難になることの課題があった.

2. 改良方法

課題①と②に対しては、ワクワクする感情よりも低次の楽しい感情に変更し、笑っている映像で情動誘導することとする.課題③に対してはベースラインをレストでなく没頭作業とする.課題④については、没頭作業としてパズルゲームも追加する.以上の変更を行い、笑っている映像の視聴による楽しい感情の誘導と好みのゲームによる没頭作業を繰り返すことで前額部の 0xy-Hb の濃度を増減させる訓練方法を実現する[2].

3. 実験

3.1 方法

没頭作業 90 秒,レスト 30 秒,情動誘導 90 秒,レスト 30 秒を 5 回繰り返し,最後に没頭作業 90 秒を行ってもらい,合計で,没頭作業 6 試行,情動誘導 5 試行,レスト 10 試行を測定する.情動誘導は笑っている映像を視聴して「楽しい」感情になるように自分をコントロールしてもらう.楽しいと意識できたら手を横に出すよう指示した.レストは頭や体を動かさずに閉眼でリラックスしてもらう.没頭作業は興味をもって持続できる簡易なゲームとして,ドライブシミュレーションかパズルのゲームを行う.各試行時の前額部の左部(CH1)と右部(CH2)の 0xy-Hb を近赤外線分光法(NIRS)で計測した.被験者は 21~22 歳の男子大学生 18 人である.

3.2 結果

ある被験者の計測結果を図1に示す. 情動誘導では 0xy-Hb が増加し、没頭作業では減少していることが分かる. また、レスト区間での 0xy-Hb は没頭作業時よりも大きくなっているが、18 人中 14 人が同じ傾向であった.

次に、没頭作業時の 0xy-Hb を基準として情動誘導時の 0xy-Hb を評価する. ゲーム区間に対しては、没頭していた開始後 40 秒から 90 秒までの50 秒間の 0xy-Hb の平均値を「没頭 0xy-Hb」,情動誘導区間に対してはサインが出されたときの5 秒間隔の平均値を「情動 0xy-Hb」として算出する. 情動区間の前後の没頭作業区間の没頭0xy-Hb の平均値を基準として情動 0xy-Hb を補正する. 補正後の「情動 0xy-Hb」は各被験者につき約 30 サンプルあるが、その平均値の 95%信頼区間の下限が正となったのは 18 人中 13 人であった (72%). 但し、下限が負となった 5 人は、5 回の情動誘導のうち、補正後の「情動 0xy-Hb」が正になる試行が複数回あり、0xy-Hb を上昇できた場合が必ずあった.

最後に、情動誘導で Oxy-Hb が上昇した 13 人について補正後の「情動 Oxy-Hb」の増減を CH1 と CH2 で比較した. その結果、図 2 に示す 3 通りの場合があった. 同図(a)のように CH1 は CH2 よりも有意に(p<0.05)大きい被験者が 5 人、CH2 の方が有意に大きい被験者が 5 人、有意差がない被験者3人であった. 楽しい感情に誘導した場合に左右の変化が被験者によりばらついた原因については今後の課題である.

4. むすび

笑っている映像の視聴で楽しい感情を誘導することで Oxy-Hb の濃度を増加させ、ゲームへの 没頭で抑制させることにより前頭葉前額部の Oxy-Hb をコントロールできることを確認した. 今後は、長期間の訓練による効果を検証する.

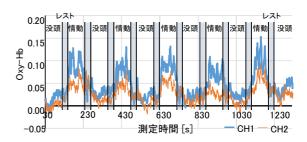


図1 0xy-Hb の計測結果の例

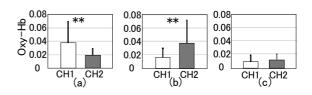


図 2 補正後の情動 Oxy-Hb の CH1 と CH2 の比較

Part B 登山活動による健康増進

5. 支援方法

登山事故の主な要因は、道迷い、転倒、滑落、病気となっている。また、著者らが実施した一般の登山者を対象とした調査によると実践的な登山技術やリスクマネジメントのスキルが不足していた[3]。これらの事故要因への対策として行動中の心肺機能や運動機能のモニタリングを行い、行動中にアドバイスしたり、下山後の振り返りや今後の登山計画に活用したりできるようにする。道迷いについては位置情報の提示やナビゲーション、転倒・滑落については歩行指導を行う。高齢者の場合には、体力や自分の力量にあっていない登山経路の設定やペース配分、年齢や環境から起こる疲労や病気が原因と考えられる事故が多い。これらについては心肺機能やストレスなどの常時モニタリングで支援する[4]。

6. 登山活動のモニタリング方法

前述の支援を実現するために必要となる計測項目は以下になる.登山者の心肺機能を評価できる心電位,歩き方や活動量を評価できる加速度データ,現在位置や行動履歴を把握する位置情報,現場の状況が把握できる映像や画像情報が求められる.また,登山活動に悪い影響を及ぼさずに

常時モニタリングを行う必要がある. 時間の点では、出発時のセッティングは簡易で行動中は操作不要としたい. 装備の点からは、一般的な登山で利用されている装備を活用するか、計測のために特別な装備は用いる場合は大きさ、重量、数量の点で最小限としたい. 運動の点からは、行動の妨げにならないこと、拘束感がないことが求められる. 将来的にはリアルタイムに計測データをサーバに転送し、クラウドサービスとして展開することを考慮するとスマートフォンでコントロールできるセンサがよい.

このような要求条件を満足するセンサとして、ウェア (下着) に縫い込まれた電極で行動中の心電や心拍を計測できる生体センサ hitoe[5]を用いることとする. hitoe では心電位と加速度データが測定でき、胸に付けた小型のトランスミッタで各登山者が携帯するスマートフォンにリアルタイムにデータを転送できる. また、GPS により移動経路が記録できるスマートフォンのアプリケーションと、登山の様子を画像や映像として記録するウエアラブルカメラを登山用ザックに装着する. 計測環境を図3に示す.

| | A G |
|---|-----|
| B | |

| - | センサ | 計測項目 | 計測データ | |
|---|----------------------|-------------|-----------|--|
| Α | hitoe | 心身の負荷 | 心電 加速度 | |
| В | GPS (スマート フォン) | 現在地 移動経路 | 位置データ | |
| С | ウエアラ ブルカメラ | 現場の状況 | 画像データ | |

図3 計測環境

表1 計測した4回の登山活動

| 計測日 | 場所 | 登山者 | 行動時間 |
|----------|-------------------|-------------------------|-------|
| 2017年9月 | 那須連峰 (標高1915m) | 2名(22歳、56歳) | 2.5時間 |
| 2017年11月 | 安積山 (標高1056m) | 4名(68歳、68歳、 34歳、34歳) | 4時間 |
| 2017年12月 | 金時山 (標高1212m) | 2名(56歳、70歳) | 4.5時間 |
| 2018年1月 | 那須連峰 (標高1915m) | 2名(58歳、63歳) | 5時間 |

7. 実験

7.1 計測内容

一般ルートの登山を対象として表1に示す4回の測定を行った.登山者は全員男性である.全ての登山において、全員が同じペースで行動し、最後尾の人が GPS での位置計測とザックに固定したカメラで常時撮影した.各登山者は hitoeの下着を装着し、hitoeからのデータ受信用のスマートフォンを所持することになる.

7.2 計測結果

(1)ユーザビリティ評価

hitoe の使用に関しては、セッティングは 5分程度で行え通常の登山と同様にスムーズに出発することができた.登山行動中は何も操作することなく運用できた.9月と11月は暑くて発汗量が多く、12月と1月は冷え込んでいたが(氷点下10°以下)、このような条件でも問題なく計測できた.登山者にインタビューを行ったところ登山活動に支障を及ぼすことは全くなかった.

(2)心電データの計測結果

心電データから算出した心拍の時間変化を図4に示す.同図において,右側には地図上に記載した移動経路と撮影画像を,左側には心拍と高度の出発後の時間変化を示している.心拍の時間変化から以下のことが確認できる.

- (a)上り坂ではすぐに上昇し、なだらか場所になると下降し、登山者間の相関が高い.登山活動は程よい負荷がかかり健康増進に向けた運動としては有効と言える.
- (b) 行動全体での心拍数の最大値,および各時刻での心拍数は登山者により 20~30bpm の差があり,ばらついている.個人に合った登山コースやペース配分などの支援が必要である.
- (c) 4回の全ての計測において休憩中になっても 心拍数が十分に低下しない登山者がいる. 休憩時 に安静の状態で, 外観では平常な状態であった. 運動習慣の低い人は運動後の心拍数の低下が遅

いという報告もあるが、1回目の計測の登山者は 大学内で運動した後はすぐに平常時に戻ったこ とを確認している.他の要因としては心の動揺が 考えられる.

そこで、精神的な面での影響を検討するために休憩中の心拍変動からストレス値 LF/HF を算出した.その結果を表2に示す.区間1は登山開始前で、区間2から5は休憩していた.出発前の心拍数は全員が60~90bpmであった.休憩時は、登山者Aは70bpm程度であるが、登山者Bは120bpm、登山者Cは90bpm、登山者Dは100bpmと高い.同表より、登山者Bと登山者DはLF/HFが2以上の場合があり、ストレスが影響した可能性もある.

表2 休憩区間における LF/HF

| 区間 | A(68歳) | B(68歳) | C(34歳) | D(34歳) |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| 1(0-5分) | - | 1.17 | 0.96 | 2.25 |
| 2(33-38分) | 1.33 | 1.34 | 1.38 | 2.23 |
| 3(66-71分) | 1.90 | 3.10 | 1.23 | 1.16 |
| 4(126-151分) | - | 1.37 | 1.39 | 0.81 |
| 5(183-188分) | _ | _ | 1.41 | 1.39 |

8. むすび

ウエア型の生体センサで心電位や加速度データを,スマートフォンの GPS 機能で移動経路を,ウエアラブルカメラで現場の状況を計測するこ

とで登山者を支援する方法について検討した.夏, 秋,冬に合計4回の登山活動を計測した結果,登 山活動に影響を与えずに常時モニタリングを行 えることがわかった.また,心電データから算出 した心拍の時間的変動が登山者の支援に有効に 活用できる可能性を確認した.今後は,登山者へ の具体的な支援機能について検討する.

【参考文献】

- (1) 嶌田,大越,佐藤,酒谷:情動誘導や集中作業を活用した脳血流制御訓練の試み,信学会総合大会 D-7-7,2017.
- (2)伊関, 蒋, 嶌田, 酒谷:映像を活用した情動 誘導と集中作業による脳血流制御訓練の検討,信 学会総合大会 D-7-17, 2018.
- (3) 嶌田, 長谷川:安全支援のためのウエアラブルセンサを用いた登山活動のモニタリング,信学会 LOIS 研究会, LOIS2017-93, pp. 129-134, 2018
- (4) 嶌田聡:登山の学びに関する実態調査と登山 者の育成環境構築について,登山白書 2017,山と 渓谷社,pp. 112-125, 2017
- (5)高河原,小野:心拍計測ウエアの技術と応用例,電気学会誌, Vol. 136, No. 3, pp. 139-142, 2016

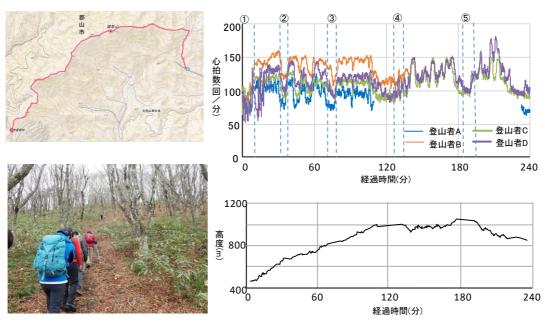


図4 安積山(2017年11月)の計測結果