

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K07591

研究課題名(和文) ウェアラブルセンサーを用いた思春期うつ状態の早期発見

研究課題名(英文) Early detection of adolescent depression using wearable sensors

研究代表者

小野 靖樹 (Ono, Yasuki)

弘前大学・医学研究科・助教

研究者番号：00507064

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：中学生29名について、ウェアラブルセンサーを用いて、心電図から心拍変動の変化、加速度計から運動量と睡眠指標を計測した。平均年齢13.7歳、うつ状態DSRS 8.9 ヤングのネット依存度は40.5、自閉症指数14.9、ADHD-RS不注意5.6 多動衝動性2.2、不安を評価したSTAI 特性不安41.8、状態不安37.7、スマートフォン依存度22となった。男子が女子に比べADHD傾向が高いほかは、他の指標で性差を認めなかった。ネット依存度と夜間のHFの回復度には相関を認め、ネット依存度が高いほど、夜間の自律神経の変化が大きかった。起立試験の心拍数の変化は夜間のHFの回復度と相関を認めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ウェアラブルセンサーは近年注目を集めているが、その有用性につき中学生について検討した。抑うつに関しては、早期発見への有用性は得られなかったが、加速度計で得られた情報からは、ネット依存が睡眠に及ぼす悪影響を確認することができた。また中学生は起立性調節障害が生じる時期であるが、24時間の心拍変動の差が起立試験の結果とほぼ相関しており、自律神経系の評価に有用であることが明らかになった。今後は起立性調節性障害の病態解明のため、健常者との比較が期待される。また加速度計は装着の負担が少ないので、睡眠衛生の指導にも有用であると考えられた。

研究成果の概要(英文)：For 29 junior high school students, wearable sensors were used to measure changes in heart rate variability from electrocardiograms, and physical activity and sleep indices from accelerometers. Mean age 13.7 years, Depression DSRS 8.9 Young's internet dependence was 40.5, Autism Index 14.9, ADHD-RS Inattention 5.6 Hyperactivity Impulsivity 2.2, STAI assessed anxiety 41.8 for trait anxiety, 37.7 for state anxiety, and 22 for smartphone dependence. Other than boys being more prone to ADHD than girls, no gender differences were found in other indicators. There was a correlation between the degree of internet dependence and the degree of HF recovery at night, and the higher the degree of internet dependence, the greater the change in autonomic nervous system at night. The higher the level of internet dependence, the greater the nocturnal autonomic changes. The change in heart rate in the orthostatic test was correlated with the nocturnal HF recovery.

研究分野：児童精神医学

キーワード：ウェアラブルセンサー メンタルヘルス 思春期うつ病 心拍変動 加速度計

1、研究開始当初の背景

思春期のうつ状態は中学生頃より始まることが多いが、大人のように症状の言語化が難しいため、頭痛や腹痛などの身体症状や、朝起きて学校に行けないなど、病状の把握が初期には困難なことも多い。重症化して、食欲低下、不眠、希死念慮が出現してようやく周囲が気づかれるケースもあるため、早期に見つけることは大切である。うつ状態を把握するための自己記入式の心理検査でもある程度把握も可能であるが、客観的な指標があると早期の発見に有用である。また起立性調節障害や睡眠リズム障害のため朝起きれず、学校に行けない人もうつ状態を合併していることもあり、背景の病態の評価が大切である。ところで大人ではすでに心電図より自律神経系の機能を測定しうつ状態やストレスを評価することが行われているが、小児についてはまだ十分な検討がなされていないのが現状である。そこで今回ウェアラブルセンサーを用いて、心電図からは自律神経機能を評価し、加速度計からは日中の活動量や睡眠状態を把握し、うつ状態を早期に客観的に評価することを目的とする。また病態の違いによる自律神経の障害や睡眠リズムの障害も同時に評価する。

2、研究の目的

心電図の high frequency(HF; 0.15-0.4Hz)は呼吸状態に影響を受けるものの、副交感神経系の状態を反映すると言われ、安静時の数分の計測や、体位の変換、計算などの課題をした際の変化がうつ状態や不安と相関することが報告され(Hamilton JL, 2016, Orsila R, 2008, Vazquez L, 2017)、客観的な評価法として注目されてきた。今回はウェアラブルセンサーの開発により、長期間装着するのに負担のない状況で心電図機能と加速度が測定できるようになった。一方加速度計では 3 方向の身体の動きを記録するため、寝ているときと起きているときの区別が可能であり、睡眠状態を把握できるほか、日中の凡その活動量も把握できる。

ウェアラブルセンサーを用いて、メンタルストレスの評価を行い、生活指導や早期の治療介入の可能性について検討した。24 時間記録した心電図からは夜間の自律神経系の機能の回復の程度、加速度計からは運動量、睡眠潜時、睡眠効率、総睡眠時間を計測した。また午前 8 - 9 時に間に起立試験を行い、血圧や心拍の変化を記録した。

3、研究の方法

石川県 A 町、青森県 B 市在住の健常な中学生 29 名(男子 14、女子 15)について、24 時間のウェアラブルセンサーを用いて、心電図からは心拍変動の変化、加速度計からは運動量と睡眠指標について計測した。心電図機能をもつウェアラブルセンサー(IMEC; デンマーク)を 24 時間胸につけて、high frequency(HF; 0.15-0.4Hz)から副交感神経系の夜間の回復の程度を測定した。また加速度計(MTN-220)を 1 週間下着につけ、睡眠の質や運動量を計算した。データの解析には MemCalc (GMS 日本) により心電図データの RR 間隔の HF 成分のみを分析の対象として、5 分おきに平均し、24 時間のデータをまとめた。また加速度データについては運動量をアルゴリズム(キッセイコムテックソフトウェア、Nakazaki K, 2014)に従って、睡眠と起床時を判定した。

起立試験を行い、10分間安静時と起立後5分間の血圧、脈の変動を測定した。

うつ状態を DSRS(depression self-rating scale for children)、不安を STAI(state-trait anxiety inventory)、ネット依存傾向を IAT(internet addiction test)、スマートフォン依存傾向、自閉症傾向を自閉症指数、ADHD 傾向を ADHD-RS にて評価した。

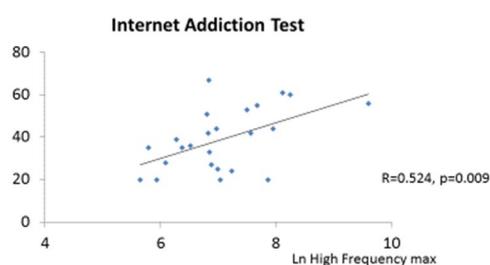
4、研究成果

平均年齢 13.7 歳、うつ状態を評価した DSRS 8.9 ヤングのネット依存度は 40.5、自閉症指数 14.9、ADHD-RS 不注意 5.6 多動衝動性 2.2、不安を評価した STAI 特性不安 41.8、状態不安 37.7、スマートフォン依存度 22 となった。男子が女子に比べ ADHD 傾向が高いほかは、他の指標で性差を認めなかった。ネット依存度と夜間の high frequency(HF)の回復度には相関を認め、ネット依存度が高いほど、夜間の自律神経の変化が大きかった(図1)。また起立試験の心拍数の変化は夜間の HF の回復度と相関を認めた(図2)。

起立性調節障害患者へのパイロット研究

なおパイロット研究ではあるが、外来に通院する思春期の起立性調節障害の患者(n=15)にも同様にウェアラブルセンサーを使用し、健常者(n=15)と比較した。24時間の心拍変動については、健常者に比べ、起立性調節障害では夜間の high frequency 成分の回復が有意に小さくまた、加速度計でも、起立性調節障害では臥床時間が長く、1日の活動量も有意に低かった(表1)。従ってウェアラブルセンサーは起立性調節障害の病態の把握に有用であることが判明した。今後は起立試験の結果と心拍変動の関係について評価していきたい。

図1



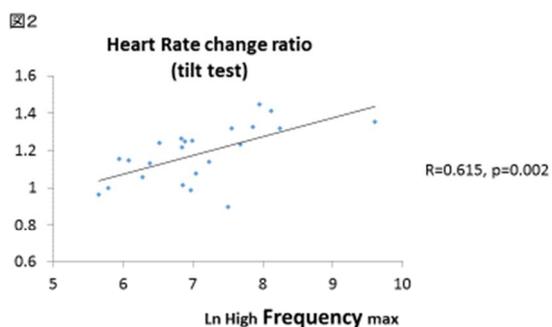


表1

	Control (n=15)	OD cases (n=15)	t-test
LnHF	7.38	6.98	$p=0.450, F=0.587, df=28$
HF ratio	98.00	25.30	$p=0.001, F=12.522, df=28$
年齢	14.27	15.13	$p=0.005, F=9.375, df=27$
性	15 (f6:m9)	15 (f9:m6)	$p=0.272, df=1$
総睡眠時間	332.7	480.25(n=8)	$p=0.000, F=1.921, df=21$
睡眠潜時	19.3	20.45(n=8)	$p=0.858, F=0.781, df=21$
睡眠効率	76.1	76.27775(n=8)	$p=0.969, F=0.235, df=21$
総エネルギー消費	2231.3	1746.1(n=8)	$p=0.005, F=1.793, df=21$

HF: high frequency,

赤字は有意差を示す。

健常者群では、HFの夜間の回復幅がOD群(orthostatic dysregulation)に比べ有意に大きい。

また総睡眠時間、運動量においても両群で有意差を認める。

ただし両群で年齢に有意差がある。従って上記結果には留意が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ono Y, Kudoh K, Ikeda T, Takahashi T, Yoshimura Y, Minabe Y, Kikuchi M	4. 巻 10
2. 論文標題 Auditory steady-state response at 20Hz and 40Hz in young typically developing children and children with autism spectrum disorder	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Psychiatry Clin Neurosci.	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/pcn.12998.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ono Y, Hirotsawa T, Hasegawa C, Ikeda T, Kudo K, Naito N, Yoshimura Y, Kikuchi M.	4. 巻 16
2. 論文標題 Influence of oxytocin administration on somatosensory evoked magnetic fields induced by median nerve stimulation during hand action observation in healthy male volunteers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PlosOne	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0249167. eCollection 2021.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tsujiguchi H, Miyagi S, Nguyen TTT, Hara A, Ono Y, Kambayashi Y, Shimizu Y, Nakamura H, Suzuki K, Suzuki F, Nakamura H.	4. 巻 12
2. 論文標題 Relationship between Autistic Traits and Nutrient Intake among Japanese Children and Adolescents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/nu12082258.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小野靖樹, 辻口博聖, 中村裕之, 菊知充
2. 発表標題 ウェアラブルセンサーを用いたメンタルストレスの早期発見
3. 学会等名 日本児童青年精神医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野靖樹、佐藤邦子、松井三枝、菊知充
2. 発表標題 Cognitive reseve in bipolar disorder
3. 学会等名 Kanazawa University International Symposium
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野靖樹、佐藤邦子、松井三枝、菊知充
2. 発表標題 精神疾患における前頭葉機能の低下の関連要因
3. 学会等名 日本光脳機能イメージング学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野靖樹、工藤究、池田尊司、吉村優子、三邊義雄、菊知充
2. 発表標題 幼児期の定型発達と自閉症における定常聴性反応の違い
3. 学会等名 第35回日本脳電磁図
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野靖樹、中村和彦、菊知充
2. 発表標題 起立性調節障害におけるウェアラブルセンサーの有用性について；24時間心拍変動と加速度計
3. 学会等名 日本児童青年精神医学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	辻口 博聖 (Tsugiguchi Hiromasa) (00723090)	金沢大学・医学系・特任助教 (13301)	
研究分担者	中村 裕之 (Nakamura Hiroyuki) (30231476)	金沢大学・医学系・教授 (13301)	
研究分担者	山村 崇尚 (Yamamura Takahisa) (40754594)	金沢大学・附属病院・特任助教 (13301)	
研究分担者	廣澤 徹 (Hirosawa Tetsu) (80645127)	金沢大学・附属病院・助教 (13301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------