１．実践研究

心血管疾患患者に対するウエアラブルデバイスを用いた運動指導と運動耐容能への効果

松田 拓朗*
末松 保憲** 藤見 幹太*** 三浦 伸一郎**

抄録

心大血管疾患患者は予後改善，疾患の再発予防，QOL や ADL 改善のために継続した運動療法が求められる．心臓リハビリテーション（心リハ）運動療法ガイドラインでは週 150 分間の有酸素運動が推奨されているが，達成している患者は少ない．本研究は，患者教育の一環としてウエアラブルデバイス（iAide2-W）を用いた運動指導が及ぼす効果について検討した．

心大血管疾患患者を対象に iAide2-W を装着した 7 名（iAide 群）と，過去に外来心リハを実施し iAide2-W を装着しなかった 12 名（Con 群）を対象に，外来心リハ開始時と 5 ヶ月後に，身体組成，身体機能検査，アンケート調査，生理・生化学検査，心肺運動負荷試験（CPX）を実施，比較した．

5 ヶ月間の iAide2-W 装着で，嫌気性代謝閾値（AT）強度の身体活動時間に減少傾向がみられた（133.4±195.3 → 102.8±188.6 分/週；P=0.075）．CPX 検査では，iAide 群の AT 時の単位体重あたりの酸素摂取量（$\dot{V}O_2$/Wt），呼吸性代償開始点（RCP）時の $\dot{V}O_2$/Wt は有意に低下し（$\dot{V}O_2$/Wt@AT：P=0.019，$\dot{V}O_2$/Wt@RCP：P=0.046），AT 時酸素脈，RCP 時の二酸化炭素排出量は低下傾向であった．

生体情報を簡易に計測・評価できるウエアラブルデバイスなどのツールは，運動実施状況を数値やグラフなどを用いて可視化でき，それを活用することで細やかな運動指導が実現可能となる．しかし，行動変容に至る迄には個人差があるため多様な視点，声掛けを用いたアプローチが必要であることが考えられた．

キーワード：ウエアラブルデバイス，運動療法，身体活動，生体情報，行動変容

* 福岡大学病院 リハビリテーション部

** 福岡大学 医学部 心臓・血管内科学講座

*** 福岡大学病院 心臓リハビリテーションセンター

１．はじめに

心大血管疾患患者は予後改善，疾患の再発予防，QOL や ADL 改善のために継続した運動療法が求められる[1]．当院の外来心臓リハビリテーション（心リハ）患者は週 1〜2 回通われる方がほとんどであるが，ガイドラインでは 1 週間に計 150 分間の有酸素運動が推奨されており[2]，1 回の外来心リハで行う 30 分間の有酸素運動だけでは不十分である．そのため，推奨される運動療法ガイドラインの運動時間を充足するためには外来心リハ通院以外での運動時間の確保が必須であるが，病院外の非監視下において推奨されている週 150 分間の有酸素運動を達成している患者は実際には少ない．

運動は健康の保持増進のために積極的に勧められているが，高強度な身体活動や過度な運動は，突然死や急性心筋梗塞の発症を急性かつ一時的に高め，身体に障害を及ぼす危険性が高い[3]．

そこで，安全で効果的な運動強度の設定には心肺運動負荷試験（CPX）を実施し，中等度な運動強度である嫌気性代謝閾値（AT）強度の評価が必要である．この AT 強度は血中乳酸閾値と近似しており，高齢者や低体力者，有疾患者に対して運動を安全かつ効果的に実施するための運動処方として用いられている[4)〜8)]．

患者に外来心リハ以外での運動実施状況の聞き取り調査しているが，中等度の運動強度とその実施時間を正確に把握するまでには至っていない．患者が報告する大まかな情報を基に必要な患者教育を行っているが，自宅での運動は実際には患者任せになってしまっている部分であり，運動療法の効果をより引出すためには改善が必要である．

COVID-19 流行からオンラインでの心リハも広まっている[9]．モバイルガイド下で行う自宅での心リハは安全で効果的であるという報告がある[10]．このような遠隔心リハは徐々に広がりをみせつつあり，合わせて遠隔で管理可能な生体情報管理デバイスも飛躍的に発達し始めている．

近年，個人で生体情報を管理可能なツールとして様々なウエアラブルデバイスが販売・活用されている．健康に意欲的な患者はこのようなデバイスを自ら活用し，普段から自己管理出来ているが，興味関心の低い患者や高齢者などのデバイス活用が難しい患者は，運動量の自己管理に難渋し，煩雑な把握，管理になっていること場合がある．

そこで本研究は，患者教育の一環として，ウエアラブルデバイスを用いて日常の運動状況（運動強度や実施時間）を把握してもらい，週 150 分間の有酸素運動の達成のための意識変化や行動変容を促すことによる効果を検討した．

２．方法

2-1. 対象者・対象者の選定方法

福岡大学病院心臓リハビリテーションセンターに新規で外来心リハへ通い始めた心大血管疾患患者 9 名（男性：8 名，女性：1 名）を対象に，5 ヶ月間の介入研究を実施した．しかし，9 名中 2 名は外来心臓リハビリテーションセンター通院中断（1 名），心不全発症・緊急入院（1 名）でドロップアウトとなり，最終的に 7 名（男性：6 名，女性：1 名）を iAide 群と

した.

対象者の選択基準は,20 歳以上であり,本研究で使用するウエアラブルデバイスを 5 ヶ月間装着でき,日常の脈拍,歩数,活動量を研究者と共有できる人とした.除外基準として福岡大学病院心臓リハビリテーションセンター以外での運動の実施が困難な対象者は除外した.

対照(Con)群は,過去に外来心リハを行い,初回と 5 ヶ月後に iAide 群と同様の検査を施行した患者 12 名（男性：8 名,女性：4 名）とした.

2-2. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言に関する倫理指針および個人情報保護法に則り,福岡大学病院倫理審査委員会の審査,承認を受け実施した（承認番号：U22-11-007）.同意能力のある患者を対象に,同意説明文書を用いて文書同意を取得し,Con 群となる患者に対してはオプトアウトを実施.福岡大学倫理委員会ホームページに情報公開を行い,研究対象者からの拒否の保証を行なった.なお,本研究は企業からの資金提供や企業との雇用関係ならびに親族などの個人的な関係はなく,開示すべき利益相反はない.

2-3. 評価項目

外来心リハ開始時と 5 ヶ月後に,身体組成（マルチ周波数体組計 MC-190：TANITA 社製),握力（スメドレー式デジタル握力計：TAKEI 社製),下肢筋力（筋力計ミュータス F2：アニマ社製),2 分間歩行試験,ロコモ度（ロコモ 25 チェックシート),フレイル・サルコペニアの評価,QOL に関するアンケート調査（EQ-5D-5L),抑うつ不安に関するアンケート調査（HADS),自己効力感に関するアンケート調査 （GSES test),食事摂取頻度調査（エクセル栄養君 FFQg Ver.5 調査票),片脚立位バランステスト,血液検査,心臓エコー検査,心肺運動負荷試験を実施した.

2-4. 心肺運動負荷試験

自転車エルゴメーター（エアロバイク 75XL-Ⅲ,コンビウェルネス社製）を用いたランプ式漸増運動負荷試験を行った.4 分間の座位安静の後,10 watts で 4 分間のウォーミングアップを行なった後に,運動負荷を 6 秒毎に 1 watt ずつ漸増させた.運動中のペダルの回転数は毎分 50 回転とした.

運動負荷試験中に心電図（ML-9000,フクダ電子),呼気ガスを連続して測定した.呼気ガスは,breath-by-breath 法にて呼気ガス分析計（Cpex-1：インターリハ社製）を用いて分析した.得られたデータを基に嫌気性代謝閾値(AT)強度を判定し,運動処方強度として設定した.

2-5. ウエアラブルディバイス

ウエアラブルデバイスは管理医療機器テレメトリー式生体信号測定装置（特定保守管理医療機器アイエイド 2 /iAide2-W：トーカイ社製）を使用した.手首に装着すると脈拍数,歩数,活動量指数（独自の値や推定 METs 強度など）が測定でき,専用クラウドを利用してデータを蓄積できる医療機器（認証番号：301AGBZ00020000）となっている.

ウエアラブルデバイス(iAide2-W)によって研究対象者から取得した生体情報データは，データ通信装置(iAide2-GV)を通じて専用クラウドサーバーに蓄積した．研究者はブラウザ経由でアイエイドシステムのアプリケーション(アイエイドリポート出力指示)から，データ表示に必要な期間と項目を指定し，専用クラウドサーバーからデータを抽出することが可能で，外来心リハ以外での非監視下運動の強度と時間の情報データを基に運動指導を月 2〜3 回の頻度で実施し，運動処方強度による有酸素運動時間の増加を促した．

2-6. 統計解析

測定値は平均値±標準偏差で示した．外来心リハ開始時と 5 ヶ月後の測定評価で得られたデータの比較は，Wilcoxon の符号付順位和検定を行った．群間の差の比較は，Mann-Whitney の U 検定を行った．いずれの検定も有意水準は $P<0.05$ に設定した．全ての統計解析には統計解析ソフト(SPSS Statistics Ver.25：IBM 社製)を用いて分析した．

３．結果

3-1. 身体組成

初回と 5 ヶ月後の身体組成において，iAide 群，Con 群それぞれ有意な変化は認められなかった（表１）．また，初回の体脂肪率と脂肪量に有意な群間差が認められた（体脂肪率：P=0.032，脂肪量：P=0.010）．

3-2. 握力

初回と 5 ヶ月後の握力において，iAide 群，Con 群の変化，並びに群間において有意な変化は認められなかった（表２）．

3-3. 下肢筋力

初回と 5 ヶ月後の下肢筋力において，iAide 群の左脚において有意な低下が認められ（4.3±7.7 kgf → 31.0±10.8 kgf；P=0.023），右脚において低下傾向がみられた（32.3±8.4 kgf → 26.1±12.6 kgf；P=0.184）（表２）．

表１．介入前後における身体組成の変化

	iAide群			Con群			v.s. 初回	v.s. 5ヶ月後
	初回	5ヶ月後	P値	初回	5ヶ月後	P値	P値	P値
体重（kg）	61.4±10.7	65.2±10.7	0.614	69.0±12.3	69.0±12.5	0.906	0.164	0.492
体脂肪率（%）	20.2±6.2	25.1±7.3	0.197	27.6±8.0	28.0±7.0	0.764	0.032	0.406
脂肪量（kg）	12.4±4.1	16.6±6.7	0.226	18.9±6.0	19.1±5.1	0.834	0.010	0.402
除脂肪量（kg）	49.1±9.4	48.7±7.4	0.202	50.0±10.5	49.8±11.0	0.817	0.836	0.780
筋肉量（kg）	46.5±9.0	46.1±7.0	0.224	47.4±10.0	46.4±12.1	0.372	0.835	0.951
水分量（kg）	34.3±6.8	34.2±5.3	0.206	34.7±6.2	34.6±6.6	0.887	0.884	0.882
BMI（kg/m^2）	22.8±3.1	24.1±2.9	0.707	24.9±2.8	24.9±2.8	0.932	0.154	0.587
推定骨量（kg）	2.6±0.5	2.5±0.4	0.210	2.7±0.5	2.6±0.5	0.520	0.643	0.652

平均値±標準偏差

・BMI；body mass index（体格指数）

表２．介入前後における各身体機能の変化

		iAide群			Con群			v.s. 初回	v.s. 5ヶ月後
		初回	5ヶ月後	P値	初回	5ヶ月後	P値	P値	P値
握力（kg）	右手	31.7±6.7	31.1±9.8	0.316	29.5±10.9	28.6±10.7	0.757	0.589	0.610
	左手	32.5±7.1	30.9±8.9	0.154	28.9±11.3	29.5±11.4	0.471	0.413	0.789
下肢筋力（kgf）	右脚	32.3±8.4	26.1±12.6	0.184	−	−	−	−	−
	左脚	34.3.1±7.7	31.0±10.8	0.023	−	−	−	−	−
2分間歩行（m）		163.3±37.5	179.9±32.2	0.160	159.3±28.0	164.3±30.5	0.454	0.810	0.326
片脚立位バランス（秒）	右脚	40.3±24.9	48.8±21.1	0.374	39.2±23.1	45.1±24.0	0.085	0.926	0.740
	左脚	22.8±3.1	24.1±2.9	0.707	24.9±2.8	24.9±2.8	0.932	0.154	0.587

平均値±標準偏差

表３．介入前後における血液検査の変化

	iAide群			Con群			v.s. 初回	v.s. 5ヶ月後
	初回	5ヶ月後	P値	初回	5ヶ月後	P値	P値	P値
HDL-Cho（mg/dL）	50.3±18.8	51.2±9.9	0.156	42.8±11.0	44.2±10.1	0.010	0.176	0.242
LDL-Cho（mg/dL）	91.0±40.8	82.8±48.1	0.318	93.3±34.1	80.0±29.0	0.027	0.896	0.909
TG（mg/dL）	98.1±19.9	152.6±61.6	0.170	128.6±51.8	150.9±53.8	0.522	0.095	0.960
Cr（mg/dL）	1.5±1.9	1.1±0.2	0.195	0.9±0.3	1.0±0.3	0.186	0.384	0.834
BNP（pg/ml）	161.7±94.3	68.7±67.9	0.183	121.2±128.3	68.5±56.4	0.159	0.414	0.995

平均値±標準偏差

・HDL；high density lipoprotein（高比重リポタンパク）、LDL；low density lipoprotein（低比重リポタンパク）、TG；triglyceride（中性脂肪）、Cr；creatinine（クレアチニン）、BNP；brain natriuretic peptide（脳性ナトリウム利尿ペプチド）、

3-4. ２分間歩行テスト

初回と 5 ヶ月後の 2 分間歩行テストにおいて，iAide 群，Con 群の変化，並びに群間において有意な変化は認められなかった（表２）．

3-5. ロコモ度

初回と 5 ヶ月後のロコモ度において，iAide 群に変化はなく，Con 群で低下傾向であった（P=0.081）．また，群間において有意差は認められなかった．

3-6. フレイル・サルコペニアの評価

フレイル・サルコペニア評価において，iAide群では初回評価でプレフレイル１名，フレイル１名，サルコペニア１名で，5ヶ月後にはプレフレイル 2 名，フレイル１名，サルコペニア１名であった．

Con 群では，初回評価でプレフレイル 10 名，フレイル１名，サルコペニア 0 名で，5 ヶ月後にはプレフレイル 7 名，フレイル 0 名，サルコペニア 0 名であった．

3-7. QOL アンケート調査 EQ-5D-5L

初回と５ヶ月後の EQ-5D-5L において，iAide 群，Con 群に有意な変化は認められなかったが，群間比較で初回の値が Con 群で有意に低かった（P=0.014）．

表4．介入前後における心臓エコー検査の変化

	iAide群			Con群			v.s. 初回	v.s. 5ヶ月後
	初回	5ヶ月後	P値	初回	5ヶ月後	P値	P値	P値
左室駆出率（%）	56.0±28.0	59.1±14.8	0.651	60.3±11.6	59.6±12.9	0.877	0.674	0.950
1回拍出量（mL）	61.5±13.3	52.1±8.7	0.820	65.2±27.3	67.0±21.6	0.646	0.739	0.143

平均値±標準偏差

表5．介入前後における食物摂取頻度調査FFQgの変化

	iAide群			Con群			v.s. 初回	v.s. 5ヶ月後
	初回	5ヶ月後	P値	初回	5ヶ月後	P値	P値	P値
総エネルギー摂取量（kcal）	1500±211	1458±443	0.069	1726±427	1648±418	0.510	0.180	0.493
タンパク質（g）	58.1±13.7	52.6±15.4	0.055	65.9±18.7	61.5±19.3	0.227	0.369	0.391
脂質（g）	46.5±9.3	52.4±17.9	0.031	61.9±19.0	54.2±14.7	0.174	0.047	0.859
炭水化物（g）	206.5±33.5	185.6±55.6	0.137	222.0±55.2	221.0±54.8	0.971	0.500	0.325
食物繊維総量（g）	11.7±4.5	10.0±3.9	0.768	12.8±3.1	11.7±4.1	0.508	0.611	0.492
カリウム（mg）	1982±820	1556±703	0.913	2219±581	2062±820	0.475	0.581	0.287
カルシウム（mg）	346±210	428±171	0.212	560±227	487±242	0.140	0.102	0.623
鉄（mg）	6.1±2.0	5.4±1.4	0.828	6.8±1.8	6.4±2.3	0.606	0.527	0.312
食塩相当量（g）	7.6±1.8	7.4±3.8	0.240	8.7±3.0	8.0±2.6	0.423	0.368	0.806

平均値±標準偏差

3-8. 抑うつ不安アンケート調査 HADS

初回と 5 ヶ月後の HADS 調査において，iAide 群，Con 群の変化，並びに群間において有意な変化は認められなかった．

3-9. 自己効力感アンケート調査 GSES

初回と5ヶ月後のGSES調査において，iAide 群，Con 群の変化，並びに群間において有意な変化は認められなかった．

3-10. 食事摂取頻度調査 FFQg

初回と 5 ヶ月後の食物摂取頻度調査 FFQg において，Con 群は有意な変化は認められなかったが，iAide 群は脂質摂取量が有意に増加し（46.5±9.3 g → 52.4±17.9 g；P=0.031），総エネルギー摂取量とタンパク質摂取量に低下傾向がみられた（総エネルギー摂取量：P=0.069，タンパク質摂取量：P=0.055）（表５）．また，群間比較において，初回の脂質摂取量が Con 群で有意に高かった（P=0.047）（表５）．

3-11. 片脚立位バランステスト

初回と 5 ヶ月後の片脚立位バランステストにおいて，iAide 群の介入前後の変化，並びに群間において有意な変化は認められなかったが，Con 群の右脚軸バランステストで延長傾向がみられた（39.2±23.1 秒 → 45.1±24.0 秒；P=0.085）（表２）．

3-12. 血液検査

初回と 5 ヶ月後の血液検査において，

表６．介入前後における心肺運動負荷試験で得られた呼気ガスデータの変化

		iAide群			Con群			v.s. 初回	v.s. 5ヶ月後
		初回	5ヶ月後	P値	初回	5ヶ月後	P値	P値	P値
	安静時心拍数（bpm）	68.0±9.9	70.1±6.0	0.466	79.5±13.6	78±21.0	0.721	0.050	0.245
Peak	心拍数（bpm）	116.6±24.3	114.6±22.0	0.694	118.9±22.1	116.3±23.2	0.333	0.837	0.878
	収縮機血圧（mmHg）	149.4±22.2	156.7±5.1	0.381	149.0±51.2	148.5±50.8	0.979	0.980	0.674
	酸素摂取量/体重（ml/kg/min）	18.0±4.6	17.0±5.1	0.514	14.7±4.2	16.1±4.2	0.058	0.151	0.694
	酸素摂取量（ml/min）	1139±289	1113±344	0.814	1035±408	1134±459	0.088	0.528	0.910
	二酸化炭素排出量（ml/min）	1566±435	1498±504	0.682	1356±478	1402±587	0.441	0.344	0.712
	酸素脈（ml/beat/min）	9.9±2.2	9.8±2.2	0.898	8.7±3.2	9.7±3.1	0.027	0.369	0.929
AT	心拍数（bpm）	90.4±11.8	90.3±11.2	0.895	106.0±15.5	99.5±17.0	0.612	0.128	0.187
	収縮機血圧（mmHg）	123.0±12.8	129.3±24.2	0.372	132.7±50.2	125.2±46.3	0.942	0.538	0.809
	酸素摂取量/体重（ml/kg/min）	12.6±2.9	11.5±3.1	0.019	10.9±2.1	12.4±2.2	0.041	0.209	0.556
	酸素摂取量（ml/min）	791±148	744±162	0.122	756±229	875±256	0.077	0.666	0.202
	二酸化炭素排出量（ml/min）	863±167	841±182	0.523	869±191	961±250	0.071	0.949	0.257
	酸素脈（ml/beat/min）	8.8±1.6	8.2±1.6	0.092	7.6±2.6	8.7±2.3	0.177	0.224	0.610
RCP	心拍数（bpm）	116.3±18.3	109.4±16.9	0.322	123.5±24.7	124.0±26.9	0.887	0.581	0.284
	収縮機血圧（mmHg）	152.0±23.2	149.9±24.9	0.544	156.2±17.4	159.8±20.4	0.455	0.733	0.443
	酸素摂取量/体重（ml/kg/min）	19.4±2.4	15.7±3.9	0.046	16.5±2.8	18.7±3.9	0.014	0.084	0.197
	酸素摂取量（ml/min）	1208±201	1022±235	0.119	1243±277	1437±378	0.009	0.808	0.048
	二酸化炭素排出量（ml/min）	1565±273	1341±326	0.063	1545±310	1746±344	0.007	0.909	0.055
	酸素脈（ml/beat/min）	10.6±2.4	9.5±2.0	0.220	10.2±1.9	11.8±3.2	0.041	0.740	0.168

平均値±標準偏差

・Peak；最高到達計測点、AT；anaerobic threshold（嫌気性代謝閾値）、RCP；respiratory compensation point（呼吸代償性開始点）

iAide 群の介入前後において有意な変化は認められなかった（表３）．Con 群の HDL コレステロール値において有意な増加が認められ（P=0.010），LDL コレステロール値において有意な減少が認められ（P=0.027）．また，初回の中性脂肪の値が Con 群で高い傾向がみられた（P=0.095）．

3-13. 心臓エコー検査

初回と 5 ヶ月後の心臓エコー検査において，iAide 群，Con 群の変化，並びに群間において有意差は認められなかった（表４）．

3-14. CPX

初回と 5 ヶ月後の CPX 検査において，iAide 群で，AT 時の単位体重あたりの酸素摂取量（$\dot{V}O_2$/Wt），呼吸性代償開始点（RCP）時の $\dot{V}O_2$/Wt で有意な低下が認められ，AT 時の酸素脈（$\dot{V}O_2$/HR），RCP 時の二酸化炭素排出量（$\dot{V}CO_2$）に低下傾向がみられた（表６）．Con 群では，Peak 時と RCP 時の $\dot{V}O_2$/HR, AT 時の $\dot{V}O_2$/Wt, RCP 時の酸素摂取量（$\dot{V}O_2$）と $\dot{V}CO_2$ で有意な増加が認められ，Peak 時の $\dot{V}O_2$/Wt と $\dot{V}O_2$, AT 時の $\dot{V}O_2$ と $\dot{V}CO_2$ に増加傾向がみられた（表６）．

群間比較において，初回測定時の安静時心拍数が Con 群で高い傾向がみられ（P=0.050），5 ヶ月後の RC 時の $\dot{V}O_2$ が Con 群で有意に高く（P=0.048），$\dot{V}CO_2$ は Con 群で高い傾向がみられた（P=0.055）（表６）．

3-15. iAide2-W

5 ヶ月間の iAide2-W の装着で得られた 150 日間のデータの前半 75 日間と後半 75 日間の比較において，１日あたりの平均歩数（図１），AT 強度歩行時間，脈拍数に有意差は認められなかったが（表７），AT 強度身体活動時間において，減少傾向

表７．iAide2-Wで計測した活動指数データ推移の比較

	前半75日間	後半75日間	P値
AT強度 歩行時間（分）	22.4±14.5	21.4±18.4	0.739
AT強度 身体活動時間（分）	133.4±195.3	102.8±188.6	0.075
脈拍数（bpm）	61.8±3.5	63.4±2.5	0.181

平均値±標準偏差

・AT；anaerobic threshold（嫌気性代謝閾値）

がみられた（133.4±195.3 分/週→ 102.8 ±188.6 分/週；P=0.075）（表７）．

４．考察

本研究は，心大血管疾患患者を対象にウエアラブルデバイスを用いた運動指導が運動耐容能へ及ぼす効果について検討した．

口頭のみの説明だけでは運動処方強度の重要性について患者が必要十分な理解に至るまで難しく時間と労力がかかり，行動変容を導くまで難渋するケースを度々経験してきた．そこで，外来心リハ以外における日常での運動強度や実施時間などの実施状況についてウエアラブルデバイスを用いて測定，評価した情報を基に，運動療法のガイドラインで推奨されている週 150 分間の有酸素運動の達成のための意識変化や行動変容を促すことを目的に運動指導を実施した．しかし，本研究では，5 ヶ月間の介入で運動耐容能に及ぼす効果は得られず，改善するに至らない結果となった．

生活習慣の是正には，行動科学に基づいた行動変容プログラムが有効であることが先行研究で報告されている．足達は肥満者を対象に行動療法と食事・運動指導を実施したところ，行動療法は食事・運動指導よりも肥満改善効果が高いと報告している [11]．さらに Avenell らは，食事療法，運動療法，薬物療法および行動療法を組み合わせた長期間の減量効果について検討している [12]．その結果，食事，運動，薬物療法のみの介入では減量効果は少なく，行動療法を組み合わせ取り入れることにより減量効果が増大することを見いだしている．つまり Avenell らの結果は食事や運動などの生活習慣の是正介入を行っても，行動変容を起こさせなければ減量効果が少ないことを示している [12]．

本研究では，運動処方強度である AT 強度の身体活動時間を拡大させ，週 150 分間の有酸素運動時間の確保に重点をおいた指導のみを実施しており，行動療法の介入は行っていない．そのことが患者の身体活動増加を促せなかった原因の一つであったと示唆された．行動変容を促したうえで身体活動を増加させる運動指導の介入を行うことでより一層の効果が期待できると考えられる．

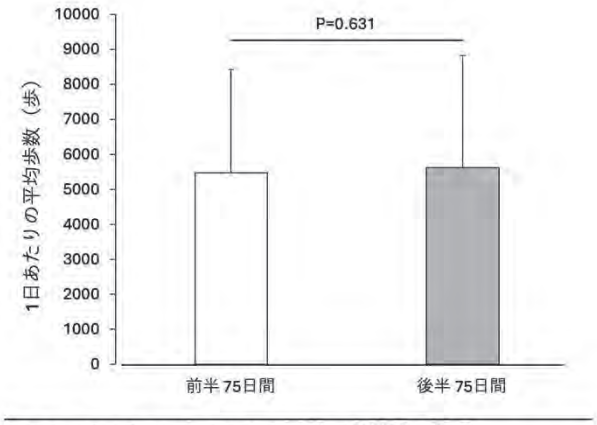


図1．iAide2-Wで得られた歩数データ推移の比較

本研究の問題点と今後の課題

本研究は対象者数が少なく，追跡介入期間も 5 ヶ月間と短かったため，ウエアラブルデバイスを用いた運動指導が運動耐容能に及ぼす効果について因果関係を明らかにするうえで十分なサンプルサイズや追跡期間ではなかったと考えられる．また，内服や保有疾患，透析治療などが及ぼす影響についての検討もできなかった．今後，追跡期間や対象者数を増やして上記の問題点を解決し，詳細に検討していく必要がある．

さらに，可視化された詳細な情報を基に身体活動量増加を促す運動指導が実現可能になったとしても，患者自身が行動変容に至る迄には個人差があるため，行動科学に基づいた介入も含め，多様な視点でのアプローチ方法の検討も今後の課題である．

5．結論

本研究は，ウエアラブルデバイスを用いて測定，評価した情報を基に運動指導を実施したが，運動耐容能に及ぼす効果は得られず，改善するに至らない結果となった．

しかしながら，ウエアラブルデバイスなどのツールは，生体情報を簡易に計測・評価でき，運動実施状況を数値やグラフなどを用いて可視化でき，運動指導者はそれを活用することで細やかな運動指導が実現可能となる．その他，未来の医療として今後発展していくであろう遠隔医療，遠隔心リハ，個人のみで実施する非監視下の心リハなど必要な生体情報を簡易に計測・評価でき，その情報を用いた運動指導・支援も可能になる技術となることが期待される．

引用文献

1）Fujimi K, Imaizumi T, Suematsu Y, et al. Differential prognostic impact between completion and non-completion of a 5-month cardiac rehabilitation program in outpatients with cardiovascular diseases. *Int J Cardiol*. 2019; 292: 13-18.

2）牧田茂ほか．2021 年改訂版心血管疾患におけるリハビリテーション に関するガイドライン

3）Marti B, Goerre S, Spuhler T, Schaffner T, Gutzwiller F. Plötzliche Todesfälle an Schweizer Volksläufen 1978-1987: eine epidemiologisch-pathologische Studie [Sudden death during mass running events in Switzerland 1978-1987: an epidemiologico-pathologic

study]. *Schweiz Med Wochenschr*. 1989; 119(15): 473-482.

4) Ehsani AA, Ogawa T, Miller TR, Spina RJ, Jilka SM. Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. *Circulation*. 1991; 83(1): 96-103.

5) Snoek JA, Prescott EI, van der Velde AE, et al. Effectiveness of Home-Based Mobile Guided Cardiac Rehabilitation as Alternative Strategy for Nonparticipation in Clinic-Based Cardiac Rehabilitation Among Elderly Patients in Europe: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*. 2021; 6(4): 463-468.

6) Kinoshita A, Koga M, Matsusaki M, et al. Changes of dopamine and atrial natriuretic factor by mild exercise for hypertensives. *Clin Exp Hypertens A*. 1991;13(6-7):1275-1290.

7) Kiyonaga A, Arakawa K, Tanaka H, Shindo M. Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension*. 1985; 7(1): 125-131.

8) Motoyama M, Sunami Y, Kinoshita F, et al. Blood pressure lowering effect of low intensity aerobic training in elderly hypertensive patients. *Med Sci Sports Exerc*. 1998; 30(6): 818-823.

9) Li J, Liu B, Wang Z, et al. Efficacy of a 6-Week Home-Based Online Supervised Exercise Program Conducted During COVID-19 in Patients With Post Percutaneous Coronary Intervention: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Front Cardiovasc Med*. 2022; 9: 853376.

10) Snoek JA, Prescott EI, van der Velde AE, et al. Effectiveness of Home-Based Mobile Guided Cardiac Rehabilitation as Alternative Strategy for Nonparticipation in Clinic-Based Cardiac Rehabilitation Among Elderly Patients in Europe: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*. 2021; 6(4): 463-468.

11) 足達淑子. 肥満に対する行動療法の効果とその予測因子. *行動療法研究*. 1989; 15 (1): 36-55.

12) Avenell A, Brown TJ, McGee MA, et al. What interventions should we add to weight reducing diets in adults with obesity? A systematic review of randomized controlled trials of adding drug therapy, exercise, behaviour therapy or combinations of these interventions. *J Hum Nutr Diet*. 2004; 17 (4): 293-316.

謝辞

本研究は，令和５年度健康・体力づくり事業財団の助成金を受けて実施した．なお，本研究を行うにあたり，多大なるご尽力を賜りました福岡大学病院心臓リハビリテーションに従事する医療技術職員の皆様ならびに研究に参加していただいた患者の皆様に厚く御礼申し上げます．