

回復期心臓リハビリテーションにおける高齢心疾患患者に対する低～中強度レジスタンストレーニングの効果についての検討

心臓内科 横松 孝史, 北條 瞬, 川治 徹真, 櫛山 晃央, 夜久 英憲
 中妻 賢志, 金田 和久, 加藤 雅史, 三木 真司
 リハビリテーション技術科 田中 宇大, 出見世真人
 看護科 村松美帆子, 山部さおり, 松本 祐子

高齢心疾患患者に対して、低～中等度の強度までのレジスタンストレーニングが運動耐用能や筋力に対して有効かどうかを検討した。

急性期治療後、外来での回復期心臓リハビリテーションに少なくとも3カ月以上参加した75歳以上の高齢心疾患114例(平均78.2歳)について、後ろ向きに検討した。運動耐用能はいずれの群においても経時的に有意な改善を認めたものの、握力・膝進展筋力については有酸素運動のみの群では改善はみられず、低～中等度レジスタンストレーニングを行った群においては有意な改善が得られた。また、開始3カ月目のベースラインからの改善率については、いずれの指標についてもレジスタンストレーニングを行った群は有酸素運動のみの群に比べて有意に高かった。

低～中等度強度のレジスタンストレーニングを有酸素運動と組み合わせて行うことは、高齢者心疾患患者の運動耐用能、筋力の改善に有用であった。

keywords：レジスタンストレーニング、回復期心臓リハビリテーション、高齢心疾患患者

1. 背景

心血管疾患患者に対する心臓リハビリテーション(心リハ)とは心疾患患者の生命予後やQOLを改善するための包括的な取り組みを指す。「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」¹⁾においては運動療法がその中心的な役割を担っているとして意義や方法について多くの項で触れられており、運動療法の効果として心不全症状や狭心症状の改善といった臨床的な効果、骨格筋でのミトコンドリアの増加や酸化酵素活性の増大といった効果、交感神経緊張の低下のような自律神経系への効果など、多彩な項目についての効果が記されている。運動療法の中心は有酸素運動であり、その運動耐用能への効果は年齢や性別にかかわらず認められている^{2, 3)}。レジスタンストレーニングについても、かつて不整脈や虚血を誘発しやすいため好ましくないとされてきたが、安

全性と有効性が確認されるにつれて⁴⁾心疾患患者にも積極的に行われるようになってきた。

レジスタンストレーニングの強度については、最大負荷重量(1回が限界の負荷: repetition maximum; 1RM)の50～80%を目標とすることで高い効果が得られるとされている⁵⁾。しかし、実臨床の現場においては、入院後の高齢心血管疾患患者の中には、著しく筋力が低下していたり整形外科的な疾患を抱えていたりといった原因により、そもそも高強度のレジスタンストレーニングが不可能である例をしばしば経験する。当院では、このような点を考慮してレジスタンストレーニングの強度を低く設定して実施するようにしているが、それによりどの程度の効果が得られているか、また当院で2017年より導入した新たなレジスタンストレーニング器具によってさらなる効果が得られたかについて検証を行った。

2. 方 法

(1) 研究対象

2013年以降に当院心臓内科・心臓血管外科に入院して急性期治療および急性期心リハを終えて退院した後、外来の回復期心リハに少なくとも週1回以上・3カ月以上通院した75歳以上の患者で、半年以降まで運動機能指標などのフォローができた患者114人を対象に後向きに解析した。対象者を、有酸素運動(aerobic exercise training: AET)のみ施行した群(A群: n = 23)と、AETに加えてレジスタンストレーニング(resistance training: RT)を行った群に分けた上、RT施行群は従来の重量プレート式のレジスタンストレーニング器具を使用した群(R群: n = 58)と空圧式レジスタンストレーニング器具を使用した群(H群: n = 33)に分類した。後者2群の区別はおもに空圧式トレーニング器具HUR(HUR社)を導入した時期の違いによるものである。

(2) 評価指標

- 運動耐用能：心肺運動負荷試験(cardiopulmonary exercise testing: CPX)における最大酸素摂取量(peak VO₂)。

- 筋力指標：等尺性膝伸展筋力を体重で除した体支持係数(weight bearing index: WBI)、握力。膝伸展筋力と握力は左右2回ずつ測定し、平均値を測定値とした。

これらの指標について、心リハ開始時(ベースライン)、3カ月後、および6～9カ月後(慢性期)にそれぞれ測定を行ってその変化を観察した上で、ベースラインから3カ月目までの変化率を3群間で比較した。

(3) 心リハのプログラム内容

- 有酸素運動(AET)：CPXの結果をもとに、嫌気性代謝閾値(AT)レベルの負荷を目安にエルゴメーター、トレッドミルをそれぞれ15～20分施行した。
- レジスタンストレーニング(RT)：AETを行った後に、自重負荷によるカフレイズ、チェア坐位からのスクワット運動に加え、R群では1RMの20～40%を目安とした負荷のレッグカール、ダンベル挙上を各8～12回程度を2セット行い、H群では同様の運動をHURを用いて行った(図1)。疲労感が強い場合には最大負荷の20%よりもさらに低い負荷で行い、筋力の回復に従って徐々に上げるようにした。



図1. HURを用いたレジスタンストレーニングの様子

(4) 解析方法

背景因子およびベースラインにおける測定指標の群間比較については、 χ^2 乗検定を、連続変数については分散を用いた t 検定を行った。ベースラインから 3 カ月後、慢性期の比較は対応のある t 検定を、群間比較については分散を用いた t 検定によりそれぞれ解析を行った。解析ソフトは JMP® を使用した。

3. 結 果

対象患者 114 人の平均年齢は 78.2 ± 3.2 歳で、男性 72 人(63.2%)であった。心リハ導入の契機となった要因は、開心術後が 40%でもっとも多く、次いで心不全増悪での入院が 32%、急性冠症候群が 14%、大動脈疾患が 11%。その他 3%であった。各群の患者背景は表 1 に示した通りであり、年齢や BMI などの背景に有意な差は認めなかった。心リハ開始時の各評価指標は表 2 の通りである。こちら群間差はほぼ認めなかったが、WBI のみ H 群において他の 2 群よりも有意に高かった(p = 0.004, 0.006)。

表 1. 各群の患者背景の比較

| group | A n = 23 | R n = 58 | H n = 33 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 年齢 | 76.7 歳 | 78.4 歳 | 78.8 歳 |
| 男性 | 78.3% | 60.3% | 60.6% |
| BMI (kg/m ²) | 21.4 | 21.7 | 21.6 |
| 高血圧 | 73.9% | 75.4% | 68.8% |
| 糖尿病 | 34.8% | 31.6% | 31.2% |
| 脂質異常症 | 47.8% | 49.1% | 40.6% |
| CKD (stage3a 以上) | 52.2% | 50.9% | 43.8% |
| 脳卒中・TIA の既往 | 17.4% | 14.0% | 12.5% |

表 2. 各群のベースラインにおける運動耐用能と筋力指標

| group | A n = 23 | R n = 58 | H n = 33 |
|----------------------|-------------|-------------|--------------------|
| peak VO2 (mL/kg/min) | 12.5 | 11.5 | 12.6 |
| 握力 (kg) | 24.6 | 22.1 | 23.3 |
| 膝伸展筋力 (WBI: kgf/kg) | 0.338 | 0.323 | 0.365 [#] |

p = 0.004 (group A との比較)
p = 0.006 (group R との比較)

心リハ開始後の運動耐用能(peak VO2: 以下いずれも単位は mL/kg/min) の変化は図 2 に示す通りで、A 群: ベースライン 12.3 → 3 カ月後 13.7 → 慢性期 15.4, R 群: 11.5 → 15.2 → 16.3, H 群: 12.6 → 15.7 → 17.0, といずれの群も 3 カ月目から有意な改善が認められ、慢性期にはさらに改善することが示された。握力・WBI の変化は図 3 に示した。握力(以下いずれも単位は kg)については、A 群においては 24.6 → 25.1 → 25.2 と有意な改善が示されなかったが、R 群で 22.1 → 23.7 → 24.5, H 群で 23.3 → 24.0 → 25.1 といずれも慢性期には有意な改善を認めた(p < 0.0001, p = 0.001)。WBI(以下いずれも単位は kgf/kg)についても同様の結果で、A 群では 0.338 → 0.335 → 0.338 とほぼ変化を認めなかったのに対し、R 群では 0.323 → 0.358 → 0.391, H 群では 0.365 → 0.446 → 0.461 と、いずれの群においても 3 カ月目から有意な上昇が認められた(p < 0.0001, p < 0.0001)。つまり、運動耐用能は 3 群すべてにおいて改善が認められたが、筋力指標については A 群では改善が認められず、RT を組み合わせた R 群と H 群で改善をみた。

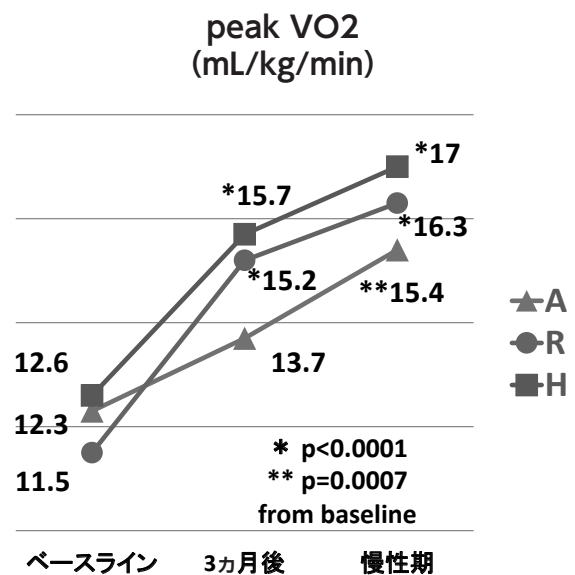


図 2. 各群の peak VO2 の経時変化

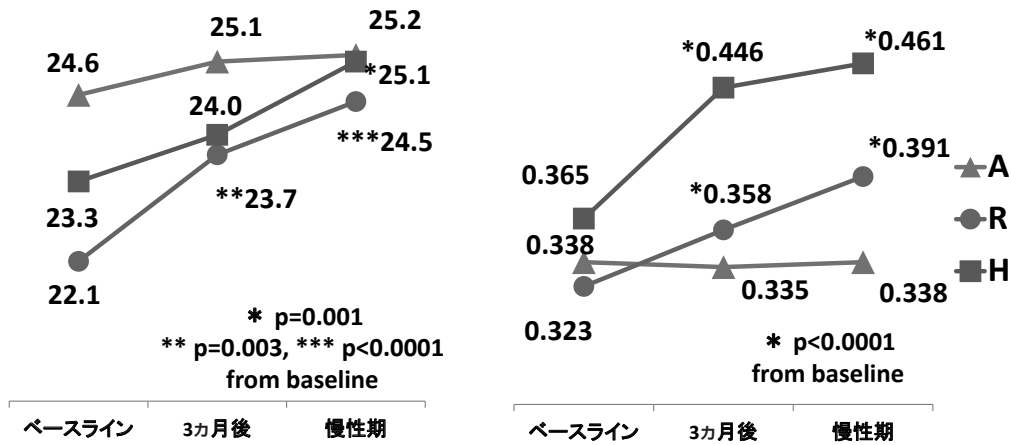


図3. 各群の握力, 膝進展筋力 (WBI) の経時変化

peak VO₂ の3カ月目の時点におけるベースラインからの変化率は、A群9.1%、R群37.1%、H群27.8%となり、R群とH群はほぼ同等で、かつA群に比べて有意に高い改善率であった(それぞれ p = 0.002, 0.026)(図4)。握力のベースラインからの変化率もこれとほぼ同様で、R群10.9%とH群7.6%の間に有意差は認めなかったが、これらはいずれもA群の2.6%より有意に高かった(それぞれ p = 0.0075, p = 0.038)。WBIのベースラインからの改善率については、H群で22.6%と他の2群よりも有意に高く(vs. R: p = 0.024, vs. A: p = 0.009)、次いでR群が13.8%とA群の4.7%よりも有意に高かった(p = 0.021)(図4)。

4. 考 察

本研究の結果からは、75歳以上の高齢心疾患患者において、最大負荷重量の40%程度までと、強度をさほど高く設定しなくても、レジスタンストレーニングを有酸素運動に組み合わせて行うことにより、有酸素運動単独で行うよりも運動耐用能、上下肢筋力の改善効果が高いことが示された。有酸素運動単独でも運動耐用能は改善するが、3カ月目時点での改善率の結果から考えるとより早期の改善をもたらすという結果であった。

心疾患患者に対する運動療法はおもに有酸素運動とレジスタンストレーニングがあるが、有

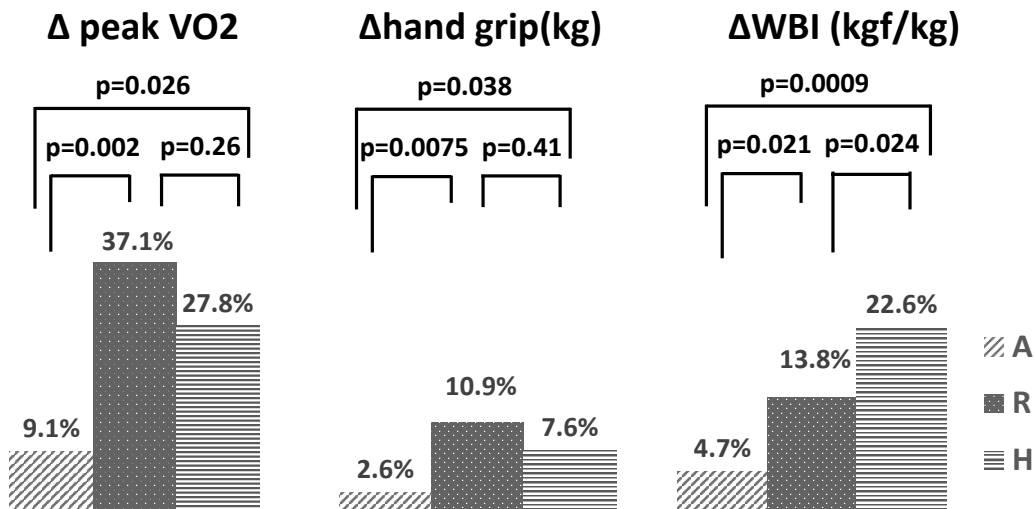


図4. 3カ月目における各指標のベースラインからの変化率の比較

酸素運動は最大酸素摂取量、心肺持久力の改善において明らかな効果がある。一方で、レジスタンストレーニングは筋力や筋持久力増強、筋肥大効果が強く、骨密度の増加作用も強い⁶⁾。心疾患患者、特に高齢者においては、サルコペニア、筋力低下が高率にみられ、心肺持久力のみならず筋持久力がQOLに与える影響が大きい。有酸素運動にレジスタンストレーニングを加えた場合のQOL改善効果に関しては、虚血性心疾患や慢性心不全を対象とした報告が複数あり、レジスタンストレーニング単独では有酸素運動との差は明らかではないものの^{7, 8)}、両者を組み合わせた場合にはよりQOLが改善することが報告されている^{9~11)}。この点は運動療法の効果を比較したメタ解析でも確認されており^{12, 13)}、運動療法に関してはどちらかを単独で行うよりは組み合わせて行うことが重要であると言える。

心疾患患者に対するレジスタンストレーニングをどの程度の強度で行うかということについては、European Association of Preventive Cardiology (EAPC)の最近の報告でも未だ議論の余地があるとされている¹⁴⁾。メタ解析^{15~17)}においても、対象となる研究によってその強度は最大負荷重量の30%から80%までかなり幅広く設定されているからである。70%以上の高負荷でのトレーニングは低負荷に比べて筋力の増強に効果的であることは知られているが¹⁸⁾、実際に強度を決定する上では血行動態への影響も考慮して安全性とどうバランスをとるかということを考えなくてはならない。安全性に関しては、血圧や心拍数、心拍出量に対する影響は負荷の強度よりも運動の回数と持続時間の方が大きいとする報告^{19, 20)}があり、強度以外の要素にも注目して総合的な判断を行うことが重要になってくるであろう。今後のさらなる知見によりガイドラインでの推奨も変わっていく可能性があり、注視していく必要がある。ただし、ガイドラインで推奨される運動強度が高強度となったとしても、実臨床においてはやはり不可能な症例が存在するため、本研究で有

効性が示された低負荷でのレジスタンストレーニングも選択肢にはなり得るであろう。個々の症例の運動レベルや筋力に応じて決定していく必要がある。

今回の検討においては、同じレジスタンストレーニングの中でも、従来の重量プレート式の器具を用いた群と空圧式筋力トレーニング器具HURを用いた群の比較も行った。peakVO₂、筋力の改善という点において、トレーニング器具の種類にかかわらずほぼ同等に効果があることが示されたが、膝伸展筋力の3カ月の時点でのベースラインからの改善率についてはHURを用いた群で有意に優っていた。HURは独自の空気圧技術を用いられた器具で、運動のスピードや各自の力とは無関係に常に一定の抵抗で負荷をかけることができ、必要に応じてほぼゼロの負荷まで下げて運動することも可能とされている²¹⁾。トレーニング器具による効果の違いに関する報告は少ないが、この器具の特性は、入院して下半身の筋力が低下した高齢者にとって有利に働く可能性がある。すなわち、個々の筋力やフレイルの進行具合によっては負荷を極端に下げて行うことも可能であり、無理のない範囲でのレジスタンストレーニングを継続することにより徐々に回復を促していくことが可能と考えられるからである。

今回の検討は3群間での比較を行ったが、この分類はおもに当院における心リハのプログラム内容の変遷によるところが大きい。かつてはレジスタンストレーニングを積極的に行っていなかったため、有酸素運動のみの群の症例は比較的古い年代に偏っている。また、空圧式器具を用いた群は2017年以降の症例であり、このような点で治療年代による心リハ以外の要素がバイアスとして含まれている可能性があるが、この検討から最近の心リハプログラムがもっとも有効であったということも示唆される。今後も症例の積み重ねを通じてより良いトレーニング方法を模索していくことが必要である。

5. 結 論

低～中等強度のレジスタンストレーニングを有酸素運動と組み合わせて行うことは、高齢心疾患患者の運動耐用能、筋力の改善に有用であった。空圧式トレーニング器具の使用は、筋力の向上に対してより有効性が高い可能性がある。

文 献

- 1) 日本心臓リハビリテーション学会, 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 (2012年改訂版). [引用 2020-06-24].
http://www.jacr.jp/web/pdf/RH_JCS2012_nohara_h_2015.01.14.pdf
- 2) European Heart Failure Training Group: Experience from controlled trials of physical training in chronic heart failure. Protocol and patient factors in effectiveness in the improvement in exercise tolerance. *Eur Heart J* **19**(3): 466-475, 1998.
- 3) Marchionni N, Fattiroli F, Fumagalli S, et al.: Improved exercise tolerance and quality of life with cardiac rehabilitation of older patients after myocardial infarction: results of a randomized, controlled trial. *Circulation* **107**(17): 2201-2206, 2003.
- 4) Braith RW, Beck DT: Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Fail Rev* **13**(1): 69-79, 2008.
- 5) Braith RW, Stewart KJ: Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* **113**(22): 2642-2650, 2006.
- 6) Williams MA, Haskell WL, Ades PA, et al.: Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* **116**(5): 572-584, 2007.
- 7) Beckers PJ, Denollet J, Possemiers NM, et al.: Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized study. *Eur Heart J* **29**(15): 1858-1866, 2008.
- 8) Tyni-Lenne R, Dencker K, Gordon A, et al.: Comprehensive local muscle training increases aerobic working capacity and quality of life and decreases neurohormonal activation in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* **3**(1): 47-52, 2001.
- 9) Oka RK, De Marco T, Haskell WL, et al.: Impact of a home-based walking and resistance training program on quality of life in patients with heart failure. *Am J Cardiol* **85**(3): 65-369, 2000.
- 10) Austin J, Williams R, Ross L, et al.: Randomised controlled trial of cardiac rehabilitation in elderly patients with heart failure. *Eur J Heart Fail* **7**(3): 411-417, 2005.
- 11) Arthur HM, Gunn E, Thorpe KE, et al.: Effect of aerobic vs combined aerobic-strength training on 1-year, post-cardiac rehabilitation outcomes in women after a cardiac event. *J Rehabil Med* **39**(9): 730-735, 2007.
- 12) Ostman C, Jewiss D, Smart NA: The effect of exercise training intensity on quality of life in heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Cardiology* **136**(2): 79-89, 2017.
- 13) Slimani M, Ramirez-Campillo R, Paravlic A, et al.: The effects of physical training on quality of life, aerobic capacity, and cardiac function in older patients with heart failure: A meta-analysis. *Front*

- Physiol 9: 1564, 2018.
- 14) Bjarnason-Wehrens B: Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation: Do they need reconsideration? *Eur J Prev Cardiol* **26**(14): 1479-1482, 2019.
 - 15) Hansen D, Rovelo Ruiz G, Doherty P, et al.: Do clinicians prescribe exercise similarly in patients with different cardiovascular diseases? Findings from the EAPC EXPERT working group survey. *Eur J Prev Cardiol* **25**(7): 682-691, 2018.
 - 16) Yamamoto S, Hotta K, Ota E, et al.: Effects of resistance training on muscle strength, exercise capacity, and mobility in middle-aged and elderly patients with coronary artery disease: A meta-analysis. *J Cardiol* **68**(2): 125-134, 2016.
 - 17) Hollings M, Mavros Y, Freeston J, et al.: The effect of progressive resistance training on aerobic fitness and strength in adults with coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Prev Cardiol* **24**(12): 1242-1259, 2017.
 - 18) Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, et al.: Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res* **31**(12): 3508-3523, 2017.
 - 19) Lamotte M, Niset G, van de Borne P: The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* **12**(1): 12-17, 2005.
 - 20) Gjøvaag TF, Mirtaheri P, Simon K, et al.: Hemodynamic responses to resistance exercise in patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc* **48**(4): 581-588, 2016.
 - 21) インターリハ. 製品一覧「空圧式筋力トレーニングマシン HUR フー」. [引用 2020-06-23].
<https://www.irc-web.co.jp/hur>