

論文の内容の要旨

論文題目 心拍変動解析の心臓リハビリテーションの評価への応用

氏名 韓 霖

社会の高齢化とともに、死亡確率の要因として、悪性新生物、脳血管疾患について心疾患が3番目に位置している。そして、心疾患による死亡者のうち、ほぼ半数が虚血性心疾患によるものである。こうした現状から、虚血性心疾患に対する予防、治療および予後の研究の必要性はますます増大しつつある。また一方で、時代の発展とともに変化する社会環境に対応するための健康的な生活習慣を確立することを目的として、健康教育の手法などの技術開発も重要である。

近年、心疾患の治療および病気の回復には、運動療法を中心とした心臓リハビリテーションが導入されるようになった。これまでに、多くの研究により、運動トレーニングが心疾患患者の運動耐容能を高めることが明らかにされている。しかしながら、急速な社会の変化を背景に、心臓リハビリテーションの目的は体力を高めることだけではなく、精神的・社会的に、より高い質の生活復帰を目指すことも必要になってきた。したがって、リハビリテーションの効果を評価するには、こうした可能性を評価できるような指標も必要であり、最近では、自律神経活動の評価が心臓リハビリテーションにおいて注目されている。また、心筋梗塞発作の原因のひとつに、心臓自律神経活動が交感神経系亢進型/副交感神経系減退型となることが考えられていることから、その評価は重要である。

自律神経活動の評価方法にはさまざまあるが、その中でも、非侵襲的かつ容易に測定可能な評価方法として、心電図RR間隔時系列である心拍変動のスペクトル解析(Heart rate variability spectral analysis)による手法が、近年、研究されている。そして、特に、この方法により交感神経および副交感神経のそれぞれの活動を推定することができることから、心臓リハビリテーションの効果判定の指標として用いるには非常に有用である。

本研究では、心筋梗塞患者を対象に、発作後の15日～30日から開始した8週間通院心臓リハビリテーション(通院CRP)、および患者が退院してから社会に復帰した後6ヶ月～1年間の在宅心臓リハビリテーション(在宅CRP)が自律神経活動および運動耐容能に及ぼす影響を調べた。

被検者は11名の心筋梗塞患者(男性12名、女性1名、平均年齢 53 ± 12.5 歳)であった。患者は、心筋梗塞発作後15日～30日から心臓リハビリテーションを行い、一回約1時間のプログラムを週3回の頻度で、自転車エルゴメータあるいはトレッドミルを用い、有酸素性運動を実施した。運動強度はあらかじめ測定された換気性作業閾値(Tvent)の90%とし、その強度に対応する心拍数を超えないように調節された。粗視化スペクトル法(Yamamotoら、1991)を用い、約10分間の心拍変動を、周期性成分と非周期性成分に分離し、周期性成分について、高周波成分($>0.15\text{Hz}$; HF)、低周波成分($0.0-0.15\text{Hz}$; LF)を算出した。自律神経活動は、LF/HFを交感神経活動指標、HF/TOT(総変動)を副交感神経活動指標として評価した。運動耐容能は、自転車エルゴメータを用いて、有酸素作業能力の指標のひとつである換気性作業閾値(Tvent)を測定した。また、運動負荷試験中の心拍数応答として、7名の患者について、仕事率—心拍数グラフより、Tvent以上での傾き($\alpha+$)およびそれ以下での傾き($\alpha-$)を2直線回帰により算出した。結果を表1に示す。8週間のCRP後、副交感神経活動指標は有意に増加した($P<0.01$)。一方、交感神経活動指標は有意な変化が認められなかった。また、安静時心拍数は有意に低下した($P<0.05$)。そして、運動耐容能が有意に向上した。漸増負荷運動中の心拍数の上昇は、全体的に、CRP後で鈍化する傾向があった。これらの結果より、心筋梗塞患者が8週間の有酸素運動トレーニングを行った後、運動耐容

能が高められるとともに、安静時の心拍変動より評価した心臓自律神経活動は副交感神経活動亢進型となることが示唆され、また、漸増負荷運動中の心拍応答が全体的に鈍化するとともに、心拍数の反応性が十分保たれることも明らかとなった。

次いで、同じ8週間の通院 CRP を実施した11名の心筋梗塞患者(男性, 平均年齢 32 ± 11.5 歳)に対し、退院してから6ヶ月～1年後の在宅 CRP 実施状況を調べ、通院 CRP 前後および在宅 CRP の運動耐容能および自律神経活動の変化を検討した。結果は表2に示す。在宅 CRP 後の副交感神経活動指標は通院 CRP 時より低くなった($P < 0.05$)が、交感神経活動指標は有意な変化が認められなかったものの、在宅 CRP 後でやや上昇する傾向であった。安静時心拍数は通院 CRP 時が最も低く、在宅 CRP 後は通院 CRP 時と比べると上昇していた。在宅 CRP 後の運動耐容能は通院 CRP 時の水準を維持した。これらの結果より、在宅 CRP 後では、患者の運動耐容能が維持されたものの、副交感神経活動指標が低下、一方、交感神経活動指標には有意な変化が認められなかったものの、安静時収縮期血圧の上昇傾向がみられ、安静時心拍数がやや増加したことから、やや交感神経緊張型に変化したと解釈できるのではないかと推測された。こうした結果の要因として、アンケート調査による結果から、仕事に早期復帰したことによる社会的・精神的ストレス、体重の増加などの変化が自律神経活動のバランスに影響を与えた可能性があるかもしれないと推測された。

以上より、運動トレーニングにより、心筋梗塞患者における運動耐容能が増加し、同時に、自律神経活動のバランスが改善されることがわかった。一方、長期間非監視の在宅CRPでは、社会復帰により、日常生活環境などの変化が、自律神経活動のバランスに影響を及ぼしうることを考えると、自律神経活動のバランスを運動耐容能のように維持することが難しいと考えられた。また、こうした結果は、安静時心拍変動解析による自律神経活動指標および運動中心拍数の変化が、運動耐容能とは異なった側面から、心臓リハビリテーションの効果を判定することができることを示唆するものであり、心臓リハビリテーションの評価法に重要な役割を果たす可能性があると考えられた。

表1 通院心臓リハビリテーションの効果

No=13	第1週目		第8週目	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
副交感神経系指標	0.059	±0.064	0.116**	±0.093
交感神経系指標	2.730	±2.085	2.853	±1.897
安静時心拍数(beat/min)	76.5	±11.9	70.2*	±9.1
収縮期血圧(mmHg)	118.6	±16.5	118.2	±15.2
拡張期血圧(mmHg)	78.0	±13.9	78.5	±12.1
最高心拍数(beat/min)	135.6	±20.4	129.5	±17.4
最高酸素摂取量(ml/min)	1293	±321	1346*	±324
体重当たり最高酸素摂取量(ml/min/kg)	19.7	±3.9	20.4	±3.9
最高仕事率(watt)	107.5	±27.3	118.9**	±24.9
心拍数@Tvent(beat/min)	106.3	±12.2	102.1	±12.4
酸素摂取量@Tvent(ml/min)	858	±139	877	±160
仕事率@Tvent(watt)	64.3	±10.8	69.5**	±12.3

*P<0.05 **P<0.01

Tvent=換気性作業閾値

表2 在宅心臓リハビリテーションの結果

項目	CRP前		通院CRP(4W-8W)		在宅CRP(6M-1Y)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
No= 11						
副交感神経指標	0.073	±0.084	0.117*	±0.099	0.061†	±0.082
交感神経指標	3.785	±3.613	2.861	±2.914	6.992	±9.281
心拍変動の標準偏差	39.569	±11.114	40.489	±12.286	35.135	±11.096
安静時心拍数(beat/min)	71.73	±12.36	65.45*	±7.28	67.73	±10.32
安静時収縮期血圧(mmHg)	114	±13.33	115.32	±14.67	120.45*	±14.02
安静時拡張期血圧(mmHg)	77.27	±14.56	77.32	±13.66	75.46	±8.31
最高心拍数(beat/min)	137.82	±19.70	137.36	±15.42	141.27	±20.22
最高収縮期血圧(mmHg)	181.36	±24.29	192.82*	±26.43	198.36*	±26.80
最高拡張期血圧(mmHg)	92	±15.88	99.00*	±16.73	105.46*	±17.89
最高酸素摂取量(ml/min)	1358.64	±358.02	1434.77**	±302.58	1525.91*	±310.67
体重当たり最高酸素摂取量(ml/min/kg)	20.55	±4.15	22.2*	±3.72	22.6*	±4.08
最高仕事率(watt)	116.64	±28.15	129.77**	±24.93	133.27**	±27.37
心拍数@Tvent(beat/min)	104.91	±14.43	100.46	±13.74	99.00*	±15.49
収縮期血圧@Tvent(mmHg)	156.73	±21.93	149.68	±17.90	154.09	±29.72
拡張期血圧@Tvent(mmHg)	80.91	±19.59	81.41	±12.69	87.73	±15.61
酸素摂取量@Tvent(ml/min)	879.27	±152.60	918.73*	±140.13	961.91*	±151.87
体重当たり酸素摂取量@Tvent(ml/min/kg)	13.33	±1.37	13.96*	±1.75	15.46	±4.25
仕事率@Tvent(watt)	63.09	±19.11	73.27*	±10.50	74.64*	±15.23

W(週) M(月) Y(年)*P<0.05 **P<0.01 1Wvs(4W-8W) 1Wvs(6M-1Y)

†P<0.05 ††P<0.01 (4W-8W)vs(6M-1Y)