

Japan, other nations may be able to more effectively customize health-care systems to meet the needs of the oldest old.

This paper aims to provide an analysis of centenarians focusing upon functional ability, social situation, and care status. The authors wished to elucidate the effectiveness of the current LTCI system in allocating care and services to the oldest old.

Methods

This is the first study to investigate centenarians in Sendai City, northern Japan. Sendai City reported 1.4 centenarians per 10 000 people,³ double the general rate in the USA of 0.7 per 10 000.⁴ At the time of this study, the sex ratio of centenarians in Sendai City was 6.75 females to one male.

Resident registrars in Sendai City, the second largest city in northern Japan with a population of approximately 1 million people, were manually searched by the principal investigator (S. F.) and all names, addresses, gender and birthdates of the 135 registered centenarians (individuals aged 100 years or older as of 1 January 2007) were selected for the present study. Simultaneously, 135 people aged 90–99 years and 135 people aged 80–89 years were recorded as controls subjects. Immediately following each centenarian located in the registrar book, the next 80–89-year-old and 90–99-year-old individuals listed in the subsequent pages were selected as control subjects. Of the 405 questionnaires, 160 (39.5%) were completed by 56, 48 and 56 respondents aged 80–89, 90–99 and 100–107 years, respectively, and included for analysis in this study.

Questionnaires mailed on the same date included questions relating to the respondents demographics, activities of daily living (ADL) and instrumental activities of daily living (IADL) levels, and care situation.

Questionnaire respondents were assessed for problems in carrying out ADL using the Barthel Index (BI), a widely used 10-item ADL scale.⁵ Individuals were divided into six groups according to BI score based upon research by Gondo:⁶ Independent A (score 100); Independent B (score 80–99); Minimal Help (score 60–79); Partially Dependent (score 40–59); Very Dependent (20–39); and Totally Dependent (score <20). Independent (combination of Independent A and B scores) and Dependent (combination of Very Dependent and Totally Dependent scores) were used for analysis.

More complex IADL were evaluated using the IADL scale created by Lawton and Brody.⁷ This scale ranges 0–8 points for women and 0–5 points for men where a score of 8 for women or 5 for men means that no help is needed.

To analyze the levels of care required, the LTCI care needs level designations given to recipients by the Japanese Ministry of Health, Labor and Welfare were used.

Applicants are categorized into one of three categories: self-supporting, support needs levels 1 through 2 (called "yoshien" in Japanese), or care needs levels 1 through 5 (called "yokaigo" in Japanese). Self-supporting individuals are ineligible to receive LTCI assistance. Support needs levels and care needs levels receive eligibility ranging from the fewest amount of community-based services: Support 1, to the maximum allotted amount of care including community as well as institutional services (Care 5). Individuals with LTCI certification choose which services they receive and the company to provide the care.

Care services used by respondents were divided into informal services provided by unpaid family members and formal services comprised of LTCI services and privately paid services.

Informed consent was obtained from all participants. This study was conducted in accordance with the ethical guidelines of Tohoku University School of Medicine.

Statistical analysis was conducted using Microsoft Office Excel 2003 and SPSS ver. 15.0. Analysis was performed using independent samples tests, two-tailed Student's *t*-test for equality of means, Kruskal–Wallis one-way ANOVA, and test of means using ANOVA. $P < 0.05$ was considered significant.

Results

The status of centenarian and control subjects is shown in Table 1. Fifty-six centenarians ranging in age from 100–107 years (mean 102.0 ± 1.3 years; males : females, 10:46) and 104 control subjects including 56 respondents aged 80–89 (mean 83.7 ± 2.2 years) and 48 respondents aged 90–99 (mean 92.4 ± 2.2 years) were included in this study. No significant differences in response rate were observed between gender or age groups (Fig. 1).

Centenarian physical functioning was lower than 80–99-year-old control subjects ($P < 0.001$). Mean BI scores for 90–99-year-old males were higher than 90–99-year-old females ($P < 0.0001$). There were more Independent centenarian males than females (45.5% vs 18.2%). The percentages of 90–99-year-old and centenarian Independent males were both three times larger than females. The prevalence of Dependent centenarians was 20% more than controls. The proportion of Dependent males was higher than females for both 80–89-year-old (14.82% vs 8%) and centenarian (54.6% vs 47.7%) respondents.

IADL scores showed a general decline as respondent age increased ($P < 0.001$). Differing patterns of IADL status by age were shown between males and females. Males aged 90–99 years showed higher IADL levels than both 80–89-year-old and centenarian respondents.

Respondents reported experiencing various comorbidities including hypertension, dementia, swallowing

Table 1 Background characteristics of participants by age

Characteristics	80-89 years old			90-99 years old			≥100 years old		
	Total	Male	Female	Total	Male	Female	Total	Male	Female
No. of participants (%)	56 ^{††}	28 (50.0)	28 (50.0)	48 ^{††}	12 (25.0)	36 (75.0)	56 ^{††}	10 (19.6)	46 (80.4)
Age, mean ± SD	83.7 ± 2.2	83.3 ± 2.0	84.1 ± 2.4	92.4 ± 2.2	92.6 ± 2.4	92.3 ± 2.2	102.0 ± 1.3	101.7 ± 1.3	102.0 ± 1.4
Age, range	80-89	80-89	80-89	90-99	90-98	90-99	100-107	100-103	100-107
Living arrangements, n (missing)	56	28	28	46 (2)	12	34 (2)	56	10	46
Alone (%)	7 (12.5)	2 (7.1)	5 (17.9)	3 (6.25)	1 (8.3)	2 (5.6)	1 (1.8)	0 (0.0)	1 (2.1)
With family (%)	46 (82.1)	25 (89.3)	21 (75.0)	32 (66.7)	9 (75.0)	23 (63.9)	41 (73.2)	8 (80.0)	33 (71.7)
With spouse	16	13	3	7	6	1	0	0	0
With biological child	15	9	6	14	2	12	26	6	20
Multigenerational housing 1	14	3	11	9	1	8	9	1	8
Multigenerational housing 2	1	0	1	2	0	2	6	1	5
Institution (%)	3 (5.3)	1 (3.6)	2 (7.1)	13 (27.1)	2 (16.7)	9 (25.0)	14 (25.0)	2 (20.0)	12 (26.1)
Functional ability, n (missing)	52 (6)	27 (1)	25 (3)	47 (1)	11 (1)	36	55 (1)	10	45 (1)
Barthel Index, mean ± SD	86.7 ± 27.0 [†]	77.1 ± 30.9	88.7 ± 21.2	63.5 ± 31.2 [†]	91.8 ± 15.2 [†]	54.9 ± 29.7 [†]	44.2 ± 33.9 [†]	48.5 ± 39.4	43.3 ± 33.0
Independent A % (100)	53.8	44.4	64.0	23.4	72.7	8.2	7.3	18.2	4.6
Independent B % (80-99)	15.4	18.5	12.0	12.8	9.1	13.9	16.4	27.3	13.6
Minimal help % (60-79)	15.4	14.8	16.0	27.7	18.2	30.6	18.2	0.0	22.7
Partially dependent % (40-59)	3.9	7.4	0.0	10.6	0.0	13.9	9.1	0.0	11.4
Very dependent % (20-39)	7.7	7.4	8.0	19.1	0.0	25.0	18.2	27.3	15.9
Totally dependent % (<20)	3.9	7.4	0.0	6.4	0.0	8.3	30.9	27.3	31.8
Lawton and Brody IADL, mean ± SD [‡]		3.5 ± 1.7	5.8 ± 3.0		4.0 ± 1.2	1.6 ± 1.7		1.3 ± 1.6	1.3 ± 1.9
Smoking status, n (missing) ^{†††}	52 (4)	28	24 (4)	46 (2)	12	34 (2)	55 (1)	10	45 (1)
Current smoker	7	6	1	1	1	0	0	0	0
Ex-smoker	16	14	2	7	6	1	7	5	2
Never smoker	29	8	21	38	5	33	48	5	43

[†]For total Barthel Index (BI) scores, $P < 0.001$. ^{††}For male vs female mean BI scores, $P < 0.0001$. ^{†††}Male and female total instrumental activities of daily living (IADL) scores by age groups, $P < 0.001$. [‡]Gender differences in smoking status by age, $P < 0.001$. [§]For smoking status by age, $P < 0.0001$. [¶]Proportion of females increases by age, $P < 0.0001$. ^{‡‡}Proportion of females increases by age, $P < 0.0001$. ^{‡‡‡}SD, standard deviation.

Functional abilities of centenarians

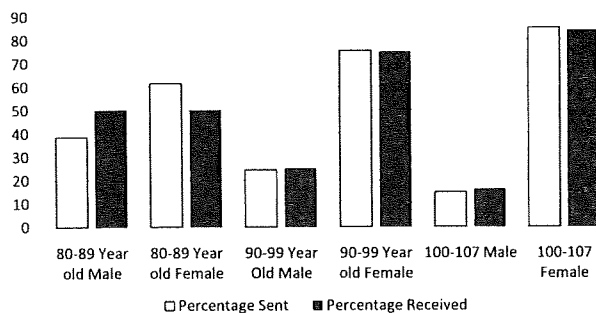


Figure 1 Response rates by age and sex. Open bars denote percentage of questionnaires sent by age and sex groups. A total of 405 questionnaires were sent, 135 to each age group of 80–89, 90–99, and 100–107 year olds. Closed bars denote the percentage of questionnaires received by age and sex groups. A total of 160 questionnaires including 56, 48 and 56 questionnaires by 80–89, 90–99 and 100–107 year olds, respectively, were received.

disorders, osteoporosis, breast cancer and depression at the time of the questionnaire. Other respondents reported past histories of stroke, lung disease, breast cancer and heart attacks. In contrast, a small number of respondents reported continued independence, wellness, and freedom from major illnesses and dementia. Some centenarians reported continuing driving, shopping, sightseeing and attending university classes.

Less than 25% of centenarians in this study reported care beginning before the age of 92 years while 12.1% began receiving care after their 100th birthday (mean age when care began 95.0 ± 5.5 years). Over 75% of centenarians reported receiving care for less than 10 years, the shortest being 11 months and the longest being over 23 years.

Most centenarians (75%) lived in their own private home. Among community-dwelling elderly, 97.6% (41/42) of centenarians lived in family and multigenerational households. The prevalence of third generational families, which include children, grandchildren and great grandchildren, increased with the age of the care respondent. Second generational families, which included children and grandchildren, were more prevalent than third generational families in homes containing a centenarian. One centenarian lived independently and no centenarians had a living spouse. The rates of institutionalization increased with respondent age ($P < 0.001$) though the ratio of institutionalized to community-dwelling centenarians is slightly less than 90–99 year olds.

An application for LTCI had been made by 75% of centenarians (42/56) compared to less than 57% of controls (Fig. 2a). Two of the 42 centenarians who applied for LTCI did not qualify to receive assistance. A total of 16 centenarians (28.6%), 10 whom lived with their biological children, did not have a LTCI support or care needs level.

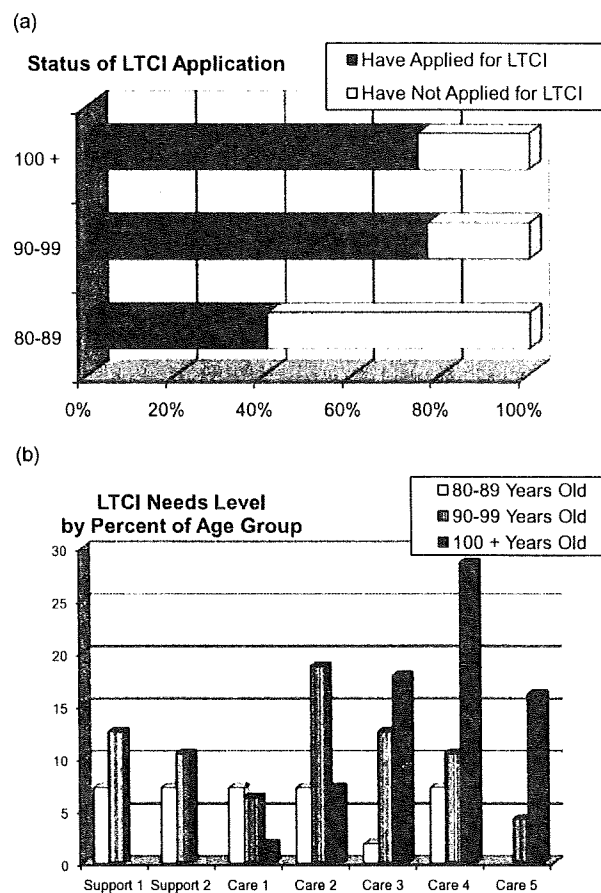


Figure 2 Status of Long-Term Care Insurance (LTCI) by age. (a) Status of applications for LTCI. Open bars show individuals who had not applied for LTCI while closed bars show individuals who had applied for LTCI. Respondents were 80–89 ($n = 54$), 90–99 ($n = 48$) and 100–107 years old ($n = 56$). (b) Percentage of respondents by age group who were eligible for LTCI according to their LTCI care needs level. Open bars represent 80–89-year-old respondents ($n = 13$), closed bars represent 90–99-year-old respondents ($n = 25$), and striped bars represent 100–107-year-old respondents ($n = 40$). Care needs levels range from Support 1, those who are eligible to receive the least amount of services, to Care 5, those who are eligible to receive the maximum amount of services.

The number of respondents who qualified to receive a LTCI support or care needs level increased with age among control recipients ($P < 0.005$) (Fig. 2b). More than 71% of centenarians qualified for LTCI compared to less than 38% of 80–89 year olds who received a support or care needs level and were eligible to utilize LTCI assistance ($P < 0.001$). Centenarians were five times more likely to receive higher care level numbers than 80–89-year-old recipients and three times more likely than 90–99-year-old recipients.

Centenarians were more likely to receive care regularly and to receive LTCI services ($P < 0.001$). Over 73% of centenarians received care regularly. Of the 70% of centenarians (39/56) who reported receiving insurance services, 20.5% (8/39) also received private services. Forty percent more centenarians used LTCI services than 80–89 year olds.

Care needs level beneficiaries receiving care regularly significantly correlated with an increase in recipient age from 52% of 80–89 year olds to over 90% of centenarians ($P < 0.001$). More than 87% of centenarians with LTCI care needs levels receive LTCI services compared to 71.4% of 80–89 and 66.6% of 90–99-year-old controls ($P < 0.004$).

Over 58% of centenarians reported receiving informal care compared to 35.6% of controls ($P < 0.001$). Those receiving informal care were more likely to also receive LTCI services ($P < 0.001$), private services ($P < 0.01$) and care regularly ($P < 0.001$) than those who did not receive informal care. Fewer Independent centenarians (30.7%) reported receiving informal care compared to over 74% of Dependent centenarians ($P < 0.001$).

Centenarians reported receiving 15 different formal services (Fig. 3a) and 17 informal services (Fig. 3b). LTCI services were primarily focused on ADL (41%) followed by medical (37%) and IADL (22%). Informal services focused mainly on IADL (57%) followed by ADL (39%) and medical (4%).

Discussion

Centenarians in the current study represent a diverse group of individuals ranging from functionally independent to completely dependent and comatose supporting previous research by Evert *et al.*⁸ who categorized centenarians into three groups: delayers, escapers and survivors. Some centenarians in this study reported continuing to function autonomously suggesting possible escape from age-associated illnesses which would have limited their ability to continue IADL and supporting previous findings that dementia in centenarians is not inevitable.⁹ Individuals who began receiving care after 92 years may have delayed the onset of age-associated illnesses supporting the compression of morbidity hypothesis¹⁰ while others who live with various diseases or disorders may be survivors. Three centenarians reported receiving care for over 20 years, further suggesting the existence of centenarians who survive to advanced age while suffering from disease.

Male 90–99 year olds exhibited higher functional abilities than 80–89 year old and centenarian respondents suggesting that males who live longer are physically healthier than their female counterparts. This supports the gender cross-over phenomenon described by Ohru *et al.*¹¹ suggesting that physically weaker males died at younger ages and only the physically strongest

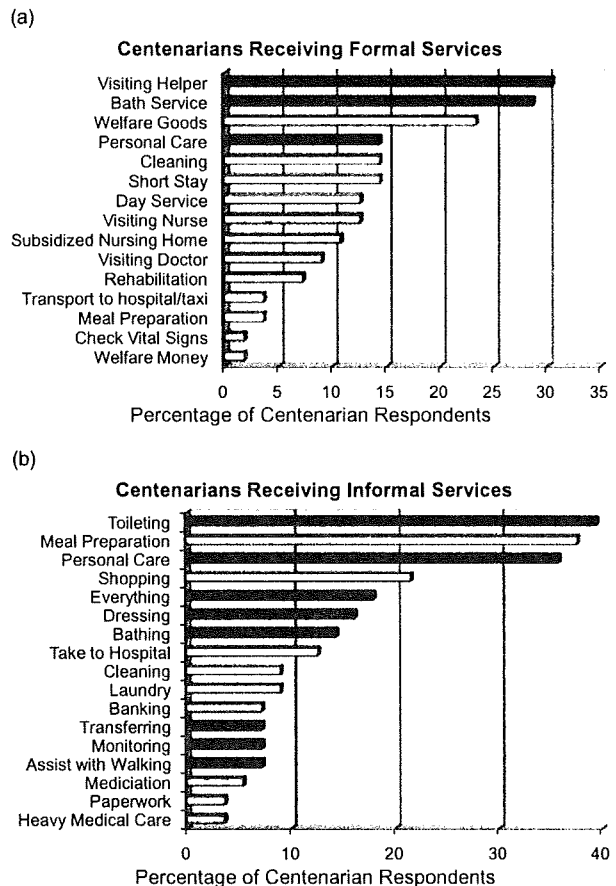


Figure 3 Percentage of centenarians who utilize various formal and informal services. (a) Percentage of indicated formal services including services subsidized by LTCI and privately paid services. (b) Percentage of centenarians receiving the indicated informal services. For both (a) and (b), categories of activities of daily living (ADL) services are denoted by closed bars, categories of instrumental activities of daily living (IADL) services denoted by open bars include day service (senior day care centers which provide various activities ranging from recreation and social activities for individuals with high ADL functioning to rehabilitation and bathing for individuals with lower ADL functioning), receive welfare goods (which include provision of subsidized care equipment such as automatic beds, raised toilet seats, wheelchairs, walkers and hand rails), short stay (which are limited duration programs which include overnight accommodation at a facility, primarily designed for caregiver relief, where the individual returns to their private home after a short period) and paperwork (paperwork related to coordination and payment of care services), and medically oriented services shown in vertically striped bars include subsidized nursing home (LTCI provides some money for institutional fees) and heavy medical care (tube drainage and tube feeding). Percentages of centenarian users are shown.

males are able to survive to advanced old age while females continue to survive with more physical impairments. The gender cross-over effect in this study peaks in 90–99 year olds and is greatly reduced among centenarians. Although centenarian males comprise the

minority of centenarians, they continue to have higher BI and IADL scores than females. Interpretations of gender cross-over are limited, however, due to the small sample size of males aged 90–99 years old.

This study suggests, but due to the limited size of 90–99 year old males is unable to confirm, previous findings by Perls¹² that male centenarians tend to be better off than female centenarians in terms of physical functioning and that females seem to be physiologically stronger in old age and more likely than males to be able to live with chronic illnesses and disabilities.

While other studies have focused upon centenarians gathered on a certain date,¹³ this was impossible in the present study due to the subject demographic collection methods in Japan. The principal investigator S. F. obtained centenarian and control subject data by manually searching over 1 million names printed in city registrar books stored at seven local city offices. This process took 3 months during which the registrar books were not updated.

In this study, two centenarians failed to qualify for LTCI services. By denying LTCI certification it is implied that the individual has high physical and mental abilities. However, the BI level of one of the centenarians denied certification is partially dependent and may suggest misevaluation. It is vital that measurement tools for LTCI eligibility be adjusted to effectively evaluate the centenarian population.

Multigenerational households are more prominent in Japan than other industrialized countries. In Japan, 8.5% of households are multigenerational¹⁴ in contrast to 3% in Great Britain.¹⁵ Multigenerational households may affect the lower levels of institutionalization found in this study as nearly 10% of centenarians in this study live in multigenerational housing. The New England Study found 27% of centenarians lived with family¹⁶ compared to over 71% in this study. Sendai City reports a high proportion of family and multigenerational housing suggesting continuation of traditional cultural practices of aging parents living with their children. Although the rate of institutionalized Japanese centenarians in this study is much less than the 61% found in the New England study, only one centenarian reported living alone compared to 12% in the USA.¹⁶ Low levels of institutionalization reported in this survey may also be affected by the inability of institutionalized care recipients to provide informed consent or refusal by families to report the institutionalization of a family member. In Japan, when a family member enters an institution it is common to keep the registered address as a private residential address and not to change it to an institutional address to avoid social stigmas and therefore it is possible that some of the questionnaires did not reach the elderly person due to incorrect addresses.

The recruitment of centenarians can be extremely difficult. In a study by Hirose *et al.*, of the approxi-

mately 1800 centenarians available for study, only 273 agreed to participate, representing a sample size of 15.2%.¹⁷ Moreover, in a study by Shimizu *et al.*, only 22% of the total centenarians in Tokyo were included for study.¹⁸ In contrast, this study reports a centenarian participation rate in Sendai City of 41.5%, double that of Shimizu *et al.*, and more than three times that of Hirose *et al.*^{17,18}

The overall participation rate was expected due to multiple unavoidable factors including; high centenarian mortality rate, cognitively impaired individuals inability to provide informed consent, questionnaire length and the slow updating of city registrars.

Although every effort was made to minimize selection bias, it may be unavoidable due to methodological limitations of the questionnaire study protocol. Permission for this study from the Japanese Ministry of Justice and from Sendai City Office permitted only a one-time questionnaire and introduction letter to be sent to selected participants. The researchers were prohibited from contacting respondents by phone, in person visit or follow-up correspondence due to restrictions under Japanese law.

Data gathered may be limited in size and by response rate, however, these are an invaluable resource as this is the first study to provide insight into the situation of centenarians in northern Japan and is an excellent opportunity to increase understanding of how the oldest old utilize the new LTCI program.

In conclusion, centenarians represent a diverse group of individuals with distinctive needs. Centenarians can be classified into various groups suggesting numerous paths to attaining longevity. Gender cross-over, most prevalent among 90–99 year olds, decreased among centenarians. It is possible individuals have been mis-evaluated under the LTCI program and investigation is needed to determine if the LTCI system effectively assesses centenarians. This is the first in-depth look into the actual situation of community-dwelling oldest old in northern Japan examining functional ability and care service utilization.

By increasing understanding of the health needs of centenarians, government officials can target future health-care services to prepare for the increasing demands from this growing population. Future investigation of centenarians should focus upon the reasons for applying or not applying to LTCI, medical history, family and genetic profiles, and satisfaction with the health-care system.

References

- 1 National Institute of Population and Social Security Research. Population Statistics. 2006. [Cited 20 May 2007.] Available from URL: <http://www.ipss.go.jp/p-info/e/PSJ2006.pdf>

- 2 Hashizume Y. Gender issues and Japanese family-centered caregiving for frail elderly parents or parents-in-law in modern Japan: from the sociocultural and historical perspectives. *Public Health Nurs* 2000; **17**: 25–31.
- 3 City of Sendai. Population: the basic resident registers by year groups. 1995–2007. [Cited 23 Jul 2007.] Available from URL: www.city.sendai.jp/kikaku/seisaku/toukei/jinkou/graph4-e.html
- 4 Perls T, Kohler IV, Andersen S *et al.* Survival of parents and siblings of supercentenarians. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007; **62**: 1028–1034.
- 5 Collin C, Wade DT, Davies S, Horne V. The Barthel ADL Index: a reliability study. *Int Disabil Stud* 1988; **10**: 61–63.
- 6 Gondo Y, Hirose N, Arai Y *et al.* Functional status of centenarians in Tokyo, Japan: developing better phenotypes of exceptional longevity. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006; **61**: 305–310.
- 7 Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 1969; **9**: 179–186.
- 8 Evert J, Lawler E, Bogan H, Perls T. Morbidity profiles of centenarians: survivors, delayers, and escapers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; **58**: 232–237.
- 9 Andersen-Ranberg K, Vasegaard L, Jeune B. Dementia is not inevitable: a population-based study of Danish centenarians. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2001; **56**: 152–159.
- 10 Vita AJ, Terry RB, Hubert HB, Fries JF. Aging, health risks, and cumulative disability. *N Engl J Med* 1998; **338**: 1035–1041.
- 11 Ohru T, Yamanda M, Kubo H, Sasaki H. Survival rates between males and females. *Geriatr Gerontol Int* 2004; **4**: 68–70.
- 12 Perls T. Dementia-free centenarians. *Exp Gerontol* 2004; **39**: 1587–1593.
- 13 Andersen-Ranberg K, Schroll M, Jeune B. Healthy centenarians do not exist, but autonomous centenarians do: a population-based study of morbidity among Danish centenarians. *J Am Geriatr Soc* 2001; **49**: 900–908.
- 14 Ministry of Internal Affairs and Communications. Households with family member aged over 65. 2000. [Cited 28 Dec 2007.] Available from URL: www.stat.go.jp/english/data/handbook/c02cont.htm#cha2_5
- 15 Smallwood S, Wilson B. *National Statistics: Focus on Families*. New York: Palgrave MacMillan, 2007. [Cited 12 Mar 2008.] Available from URL: http://www.statistics.gov.uk/downloads/theme_compendia/fof2007/FO_Families_2007.pdf
- 16 Perls TT, Bochen K, Freeman M, Alpert L, Silver MH. Validity of reported age and centenarian prevalence in New England. *Age Ageing* 1999; **28**: 193–197.
- 17 Hirose N, Arai Y, Gondoh Y *et al.* Tokyo centenarian study: aging inflammation hypothesis. *Geriatr Gerontol Int* 2004; **4**: S182–S185.
- 18 Shimizu K, Hirose N, Takayama M *et al.* Relationship between physical and cognitive function, blood pressure and serum lipid concentration in centenarians. *Geriatr Gerontol Int* 2008; **8**: 300–302.

《シンポジウム》

「運動療法」から「生活活動」へ
—「動く」ことの医学的効果とエビデンス—

座長／太田 壽城・間嶋 満

心不全に対する運動の効果*

埼玉医科大学国際医療センター心臓リハビリテーション科

牧田 茂

はじめに

心不全とは低心機能のために末梢組織に十分な酸素が供給されない病態で、息切れや疲労感を主症状とする臨床的な症候群であり、あらゆる心疾患の終末像である。また臨床現場で最もよく遭遇する疾患でもある。心不全は心筋梗塞や心筋症などに代表される心筋の傷害により主に左室の収縮力が減退したものと表される。収縮能の落ちた患者の多くは拡張能も落ちており、これは左室コンプライアンス低下による充満状態の異常をきたす。これにより運動時の心拍出量の減少、左室充満圧の上昇、代償的な左室容量負荷や肺動脈圧や中心静脈圧の上昇といった循環動態異常を示す。

このような循環動態の異常は、二次的に組織や臓器の変化を引き起こす。まず、骨格筋の代謝を

狂わせ組織生化学的性状を変化させる。また血管拡張能が低下するほか、腎機能障害を招来しナトリウムと水分の体内貯留を引き起こす。この結果として患者は疲労感と息切れとともに運動耐容能が低下するのである。かつては、心臓リハビリテーション（以下、心臓リハ）領域の中で低心機能患者は、運動リスクが高いということで適応疾患から除外されていた。しかし、1980年代には低心機能患者に運動トレーニングを安全に実施でき、しかもトレーニング後明らかな運動耐容能の増加が見られたとする報告が相次いだ^{1,2)}。

欧米では1990年以降多くの研究により慢性心不全の運動療法の効果が確認されてきており、運動耐容能、自覚症状、QOL (quality of life)、生命予後を改善することが明らかになっている。心不全に対する運動トレーニングの効果を検証するために、無作為コントロール研究によるメタ分析の結果も報告されており、生存率の向上と再入院率の減少が確認された³⁾。

わが国では2006年4月から、心不全が保険診療上リハ適用疾患として認められるようになった。インターベンションや補助循環療法、各種薬物治療など循環器系疾患の急性期治療の進歩を受けて、軽症患者の早期退院が実現した一方で、重症患者の生存が可能となり、特に合併疾患を持った高齢心不全患者が増加しているのが特徴である。

しかし、わが国で心不全に対する運動療法はま

* 本稿は第45回日本リハビリテーション医学会学術集会シンポジウム「『運動療法』から『生活活動』へ—『動く』ことの医学的効果とエビデンス—」(2008年6月6日、横浜)の講演をまとめたものである。

だ緒についたばかりで、普及にはまだ時間を要すると思われる。

目 的

心不全に対する運動療法の効果を確認するために、退院後の患者に通院による運動療法を実施し体力指標の変化と安全性を確認する。

対 象

虚血性心筋症の心不全による急性増悪（1例）、急性心筋梗塞後の心機能低下（7例）、そして冠動脈バイパス術後の心機能低下（5例）以上の男性心不全患者13例（年齢 59.2 ± 11.8 歳）を対象にした。心機能低下は経胸壁心臓超音波検査でのmod-simpson法による左室駆出率（EF）計測で50%未満とした。左室駆出率は $40.0 \pm 4.2\%$ となった。左室拡張末期径/左室収縮末期径（LVDd/Ds）は $52.4 \pm 8.0/38.8 \pm 10.8$ mmであった。また体格指数（BMI）は 23.2 ± 2.7 であった。対象の内服循環器薬については、アスピリンが92%投与されており、その他はそれぞれACE/ARB77%、 β ブロッカー54%、スタチン77%、利尿薬54%であった。

方 法

1. 離床による心臓リハ

発症または手術後 5.3 ± 4.9 日して、循環動態が安定した時点で離床が開始された。主治医による心臓リハ依頼がされてから、リハ担当医（以下、リハ医）による診察の後、心臓内科病棟もしくは心臓血管外科病棟に常駐している理学療法士（PT）によるベッドサイドでの心臓リハが開始された。患者はベッドサイドでの早期離床を行い、病棟内ADLが自立し平地歩行が少なくとも500m以上独歩可能となると心肺運動負荷試験（CPX）が行われ、その後はリハセンターでのAT（anaerobic threshold）レベルでの自転車こぎか、または快適速度（ボルグ指数11～13）でのトレッドミル歩行が毎日2回行われた。入院中の運動療法はいずれも10分からスタートし、ボルグ指数やバイタルサインを参考にして30分まで延長し

た。対象の在院日数は 21.9 ± 9.1 日であり、うち入院中の心臓リハ実施日数は 9.8 ± 3.4 日であった。

2. 心肺運動負荷試験

呼気ガス分析器はミナト医科学社製のAE300Sを用いて、三菱電機エンジニアリング社製の自転車エルゴメータStrength Ergo 8による安静3分に引き続く0ワット4分間のウォーミングアップ後、毎分15ワットのランプ負荷を症候限界性に実施した。対象は足の疲労または息切れによって自転車駆動維持が困難となった時点で負荷終了とした。運動負荷は心電図モニター（フクダ電子社製ストレステストシステムML9000）監視下で実施し、自動血圧計（フクダ電子社製FB300）によって1分毎に血圧とボルグ指数測定を行った。

負荷中の最高値であるpeak wattならびにpeak $\dot{V}O_2$ とV-slope法でAT（anaerobic threshold）を算出し、さらに $\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$ と $\dot{V}E / \dot{V}CO_2$ slopeを計測した。CPXは入院中または外来初診時ならびに外来心臓リハ実施2カ月後に同様のプロトコールで実施した。

3. 包括的外来心臓リハ（図）

退院時に対象患者に外来通院心臓リハ参加の意思を確認し、承諾が得られたものに対して実施した。具体的には週1回リハ科に受診し、運動療法と患者教育を受けることとし、これを2カ月間継続した。リハ医による診察の後、準備運動を行い入院中実施していたATレベルでの自転車こぎを30分心電図モニター監視下で行った。整理運動後は約20分の患者教育を行った。スタッフには医師、看護師、理学療法士、作業療法士、臨床検査技師、管理栄養士が含まれており、それぞれ担当日にテーマ別に患者教育を実施した。自宅での運動は歩行を中心とした20～30分の運動療法を最低週3回（できれば毎日）行い、実施記録をつけるように看護師ならびに理学療法士が指導した。また、週1回のカンファレンスを行って患者情報を共有して治療方針の確認を行った。

結 果

入院から退院後継続した運動トレーニングは平

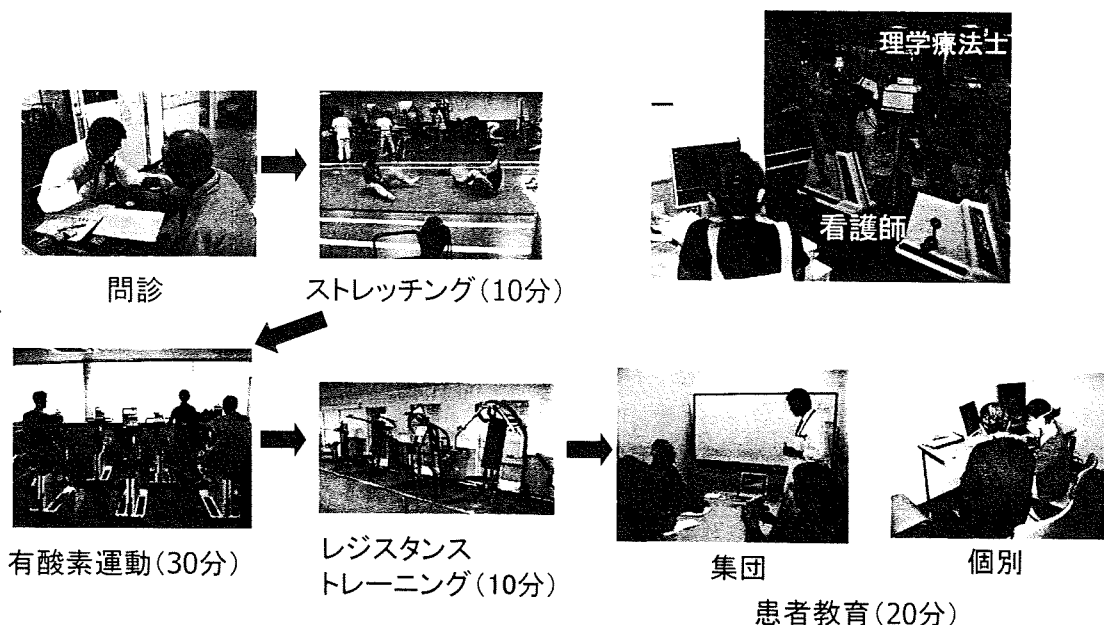


図 外来時の心臓リハ実施状況

注：レジスタンストレーニングは行わないこともある。理学療法士と看護師は心臓リハ専従である。

均 51.5 ± 31.4 日であり、その前後の peak $\dot{V}O_2$ は 14.1 ± 3.3 から 17.1 ± 4.1 ml/kg/min ($p=0.005$)、peak watt は 72.3 ± 25.2 から 90.4 ± 27.5 watt ($p=0.0015$) とともに有意に改善した。ATについては、 9.3 ± 1.9 から 10.5 ± 1.6 ml/kg/min ($p=0.14$) と増加傾向に止まり、同様に $\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$ についても 9.5 ± 1.5 から 10.1 ± 1.5 ml/min/watt ($p=0.16$) に、そして $\dot{V}E / \dot{V}CO_2$ slope についても 32.2 ± 5.8 から 31.9 ± 5.6 ($p=0.82$) と有意な改善を認めなかった(表)。

運動トレーニング実施中の心血管系ならびに骨関節系の事故については全く発生せず、また心不全の増悪をきたすこともなく期間中安全に実施することができた。

考 察

心不全患者に対して入院中から外来までの約2か月間の外来通院を中心とした運動トレーニングの結果、有害事象を生じることなく安全に実施でき、患者の運動耐容能を有意に改善することができた。

欧米ではすでに1980年代初頭に心不全患者へ

表 運動トレーニング前後の体力指標(呼気ガス)の変化

	前	後	p
Peak $\dot{V}O_2$ (ml kg min)	14.1 ± 3.3	17.1 ± 4.2	0.005
Peak Watt (watt)	72.3 ± 25.2	90.4 ± 27.5	0.0015
AT (ml kg min)	9.3 ± 1.9	10.5 ± 1.6	0.14
$\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$ (ml min watt)	9.5 ± 1.5	10.1 ± 1.5	0.16
$\dot{V}E - \dot{V}CO_2$ slope	32.2 ± 5.8	31.9 ± 5.6	0.82

の運動トレーニングの報告がなされており、Leeらは18名(平均年齢51歳)の虚血性心疾患後の低心機能(平均EF35%)患者に平均18.5カ月の運動トレーニングを実施した。その結果、有酸素能力は向上し、安静時ならびに亜最大下における心拍数は有意に低下した。しかし、カテーテル検査における諸指標に変化なく心機能には悪化をきたさなかった¹⁾。またConnらは10名(平均年齢54歳)の心筋梗塞後の低心機能(平均EF20%)患者を対象に、平均12.7カ月の運動トレーニングを実施した。その結果、運動耐容能は7.0 METsから8.5 METsに有意に増加した。期間中2名が死亡したが、運動に関連した心事故は皆無

であった²⁾。彼らの先進的な試みにより、徐々に心不全の運動療法が普及していったといえる。

1990年代終わりに Belardinelli らによって、無作為化比較対照研究 (RCT) が報告された⁴⁾。彼らは 99 名 (年齢 59 ± 11 歳, EF 40%未満) の慢性心不全患者を運動トレーニング群 (50 名, EF $28.4 \pm 6\%$) とコントロール群 (49 名, EF $27.9 \pm 5\%$) に無作為に振り分けた。運動トレーニング群は peak $\dot{V}O_2$ の 60%強度の自転車こぎを 40 分間、週 3 回計 8 週間にわたり病院内のトレーニング室で医師の監視下で実施した。その後 12 カ月間同様の強度で週 2 回のトレーニングを継続した。その結果、運動トレーニング群は peak $\dot{V}O_2$ ならびにタリウムによる心筋シンチスコアが有意に改善し、QOL は peak $\dot{V}O_2$ の上昇と平行して改善した。運動トレーニング群の死亡の相対危険度は 0.37 であり、心不全による入院の相対危険度は 0.29 であった。したがって、1 年間余りの長期にわたる心不全患者の運動トレーニングは体力的にも QOL においても、そして予後においても有意な改善が認められた。

その後、多くの RCT をまとめた ExTraMATCH 研究で、心不全に対する運動療法の安全性と生命予後改善効果が判明した³⁾。今回の研究は少数例の観察研究にすぎないが、AT 強度による 2 カ月間の短期トレーニングが運動耐容能を有意に改善した。患者の運動に対するアドヒアランスが良好であったことが理由として挙げられるが、これには多職種関与による患者指導を徹底したこと、そしてスタッフカンファレンスによって情報の共有化と方針の統一を図ったことなどの点が有効であったと思われる。

運動トレーニングの効果はまず有酸素能力の向上にあらわれる。文献によると peak $\dot{V}O_2$ は運動療法を継続的に実施した場合 12%から 31%増加するが、開始 3 カ月の上昇が顕著でその後 6 カ月にわたり上昇し続けるとされている^{5,6)}。本研究においても 2 カ月という短期間であるが、peak $\dot{V}O_2$ は約 20%向上が認められこれまでの報告と一致した。その他のトレーニング効果として認められているものは、血中カテコラミン濃度の減少⁷⁾ や

換気効率の改善⁸⁾、血管内皮機能の改善^{9,10)}、骨格筋代謝^{11,12)} や骨格筋末梢受容器^{3,13)} の改善などが言われている。本研究は換気効率に関しては改善傾向を示したに止まったが、 $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope の比較的良好な症例が多かったためと思われる。

近年では運動トレーニングに関する分子生物学的検討が多く報告されており、Adamopoulos らは、心不全患者はアポトーシスに関連する血漿中の向炎症性サイトカイン濃度が上昇しており、運動トレーニングによりそれらが減少すると報告した¹⁴⁾。また Gielen らは、心不全患者に骨格筋のバイオプシーを行い、mRNA レベルで TNF- α 、IL-1 β 、IL-6 や iNOS が出現しており、これが運動トレーニングで減少することを突き止め、運動トレーニングが心不全患者の異化を予防する可能性を見出した¹⁵⁾。さらに Gielen らは、心不全患者の骨格筋の酸化ストレスに着目し、運動トレーニング前後の iNOS の遺伝子発現と cytochrome c oxidase (COX) 活性が逆相関する事実を確認し、運動トレーニングが骨格筋の酸化能力を高め、酸化ストレスを減じることを報告した¹⁶⁾。彼らのグループの一人である Adams は、転写補助因子でありミトコンドリアの生合成や筋の赤筋化に関与していると考えられている PGC-1 α に着目して運動トレーニングによる効果を検証している¹⁷⁾。以上より、これまでの報告を概観すると、心不全に対する運動トレーニングの効果は、心臓自体に及ぶというよりも主として末梢効果が主体であると考えられる。

また心不全の運動療法については、トレーニング刺激が心拡大を招来し、心機能を悪化させるのではないかという危惧が以前からあったが、それについても Giannuzzi¹⁸⁾ や Haykowsky¹⁹⁾ らの報告により解決されたと思われる。

すでに心不全の運動療法に関する声明 (statement) が AHA (American Heart Association)²⁰⁾ や欧州心臓病学会²¹⁾ から出されており、わが国でも日本循環器学会から心血管疾患におけるリハのガイドラインが出されており、その中に心不全の運動療法に関する記述が載っている²²⁾。

以上より心不全の運動療法は、トレーニング開

始の時期やトレーニング強度ならびに方法に関して、まだ検討の余地はあるもののその効果は確立しているの、今後わが国でもますます普及されていくべきものとする。

おわりに

心不全患者に対する監視下運動トレーニングを中心とした包括的心臓リハは、安全に実施可能で運動耐容能の改善が十分期待できる。

文 献

- 1) Lee AP, Ice R, et al : Long term effects of physical training on coronary patients with impaired left ventricular function. *Circulation* 1979 ; 60 : 1519-1526
- 2) Conn EH, Williams RS, et al : Exercise response before and after physical conditioning in patients with severe depressed left ventricular function. *Am J Cardiol* 1982 ; 49 : 296-300
- 3) ExTraMATCH Collaborative : Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004 ; 328 : 189-191
- 4) Belardinelli R, Georgiou D, et al : Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure. *Circulation* 1999 ; 99 : 1173-1182
- 5) Meyer K, Schwaibold M, et al : Effects of short-term exercise training and activity restriction on functional capacity in patients with severe chronic heart failure. *Am J Cardiol* 1996 ; 78 : 1017-1022
- 6) Gottlieb SS, Fisher ML, et al : Effects of exercise training on peak performance and quality of life in congestive heart failure patients. *J Card Fail* 1999 ; 5 : 188-194
- 7) Hambrecht R, Gielen S et al : Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure : a randomized trial. *JAMA* 2000 ; 283 : 3095-3101
- 8) Piepoli M, Clerk AL, et al : Contribution of muscle afferent to the hemodynamic, autonomic, and ventilatory responses to exercise in patients with chronic heart failure : effects of physical training. *Circulation* 1996 ; 93 : 940-952
- 9) Hornig B, Maier V, et al : Physical training improves endothelial functioning in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1996 ; 93 : 210-2104
- 10) Hambrecht R, Fiehn E, et al : Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998 ; 98 : 2709-2715
- 11) Sullivan MJ, Green HJ, et al : Skeletal muscle biochemistry and histology in ambulatory patients with long-term heart failure. *Circulation* 1990 ; 81 : 518-527
- 12) Drexler H, Riede U, et al : Alterations of skeletal muscle in chronic heart failure. *Circulation* 1992 ; 85 : 1751-1759
- 13) Rowell LB, O'Learly DS : Reflex control of the circulation during exercise : chemoreflexes and mechanoreflexes. *J Appl Physiol* 1990 ; 69 : 407-418
- 14) Adamopoulos S, Parissis J, et al : Physical training modulates proinflammatory cytokines and the soluble Fas/soluble Fas ligand system in patients with chronic heart failure. *JACC* 2002 ; 39 : 653-663
- 15) Gielen S, Adams V, et al : Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. *JACC* 2003 ; 42 : 861-868
- 16) Gielen S, Adams V, et al : Exercise training in chronic heart failure : correlation between reduced local inflammation and improved oxidative capacity in the skeletal muscle. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005 ; 12 : 393-400
- 17) Adams V, Doring C, et al : Impact of physical exercise on alterations in the skeletal muscle in patients with chronic heart failure. *Front Biosci* 2008 ; 13 : 302-311
- 18) Giannuzzi P, Temporelli PL, et al : Attenuation of unfavorable remodeling by exercise training in postinfarction patients with left ventricular dysfunction. *Circulation* 1997 ; 96 : 1790-1797
- 19) Haykowsky MJ, Liang Y, et al : A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients. *J Am Coll Cardiol* 2007 ; 49 : 2329-2336
- 20) Pina IL, Apstein CS, et al : Exercise and heart failure : a statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 2003 ; 107 : 1210-1225
- 21) Gianuzzi P, Tavazzi L (Working group on cardiac rehabilitation and exercise physiology and working group on heart failure of the European Society of Cardiology) : Recommendations for exercise training in chronic heart failure patients. *Eur Heart J* 2001 ; 22 : 125-135
- 22) 野原隆司 : 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 (2007年改訂版). 日本循環器学会 <http://www.j-circ.or.jp/guideline/index.htm>

LVAD・心移植患者の不整脈と心臓リハビリテーション

Arrhythmia and Cardiac Rehabilitation of LVAD and Heart Transplant Patients

埼玉医科大学国際医療センター 心臓リハビリテーション科 牧田 茂まき た しげる

抄 録

LVAD (left ventricular assist device : 左室補助人工心臓) 装着患者や心移植患者に対する心臓リハビリテーション (心リハ) の重要性は認識されつつあるが、これらの患者の運動療法での不整脈の取り扱いについては十分に検討されていないのが現状である。

LVAD 装着期間中の不整脈の発生を評価するために、経時的に心肺運動負荷試験 (CPX) を行った LVAD 装着患者 14 名 (男性 / 女性 : 13 / 1, 平均年齢 39.7 ± 11.5 歳) を対象に、CPX 中の不整脈の出現と入院中の不整脈の出現との関連性を調査した。その結果、CPX 中の心室性期外収縮出現数は症例や経過期間による一定の傾向はなく、また入院中の日常生活における VT (心室頻拍) 出現についても負荷試験で予測することは不可能であった。

心移植による外科的除神経は、求心性ならびに遠心性自律神経反応を消滅させる。具体的な心拍反応としては、運動開始後緩徐に心拍数は増加するが、これはカテコラミンによる反応であり最大心拍数は減少する。心移植患者の最大心拍出量は低下するが、この主たる要因は心拍数の減少によっている。心移植後の不整脈についての報告は、拒絶反応との関連性を述べている論文が多く、運動療法時の不整脈に関して述べた報告は見当たらない。

(心臓リハビリテーション (JJCR) 14 (1) : 72-75, 2009)

Key words : LVAD, 心移植, 不整脈

はじめに

LVAD (left ventricular assist device : 左室補助人工心臓) 装着患者や心移植患者に対する心臓リハビリテーション (心リハ) の重要性は認識されつつあるが^{1,2)}、これらの患者の運動療法での不整脈の取り扱いについては、十分に検討されていないのが現状である。そもそもどのような種類の不整脈がみられるのか、運動療法の可否についてはどうなのか、運動療法で不整脈は改善するのか、といった多くの疑問について未だ答えられていない。したがって、現時点では症例ごとに虚血性心疾患における不整脈の取り扱いに準じて判断している状況である。

LVAD における不整脈

末期的重症心不全の治療法としての LVAD は、心移

植へのブリッジとして適応が広がっており、補助期間が長期に及んでいる。それに伴い、LVAD 装着患者の体力回復・維持や QOL の向上が問題となり心リハが重要となっている。LVAD 装着患者は、心不全の罹病期間が長いことから脱調節 (deconditioning) が顕著で、いかに全身の廃用状態の回復をはかっていくかが重要となる。LVAD 装着後血行動態が安定化すれば、早期の離床訓練を含めた心リハが必要であることはもちろんであるが、持久能力回復には病棟内歩行訓練だけでなく、自転車こぎやトレッドミル歩行などの定量的な有酸素運動が用いられているのが通常となっている^{3,4)}。

LVAD 装着期間中の不整脈の発生を評価するために、2007 年から末期的重症心不全のために LVAD を植込み、経時的に心肺運動負荷試験 (CPX) を行った患者 14 名 (男性 / 女性 13 / 1, 平均年齢 39.7 ± 11.5 歳) を対象に、CPX 中の不整脈の出現と入院中の不整脈の出

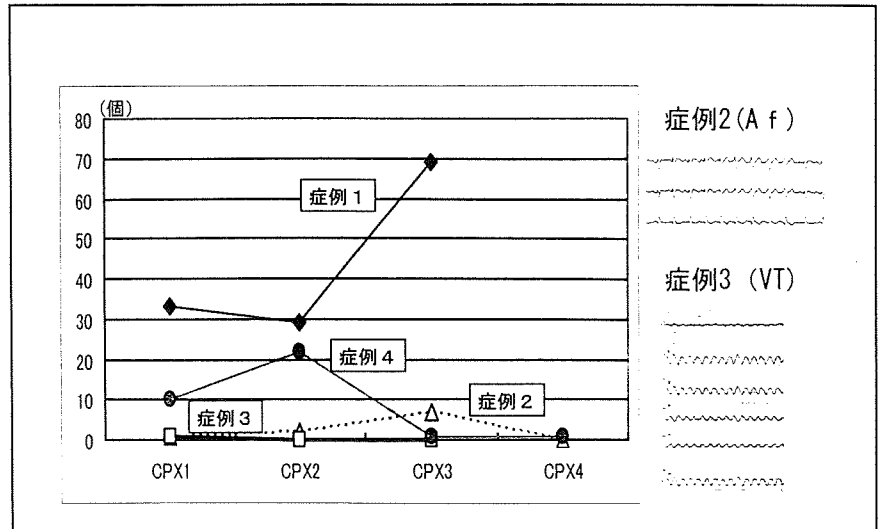


図1 VTの認められた4症例のCPX中の心室性期外収縮出現数

現との関連性を調査した。基礎疾患は拡張型心筋症12例、虚血性心筋症2例である。LVAD装置は東洋紡国循型が11例で、サンメディカル社Eva Heartが3例であった。またLVAD装着前にCRT(cardiac resynchronization therapy)を実施された者が5例、ICD(implantable cardioverter defibrillator)を植込まれていた者が1例、そしてCRT-D(CRT+ICD)治療を受けていた者が1例であった。内服治療としては全例がワーファリンとアスピリンが処方されており、βブロッカーは79%、アンジオテンシン変換酵素阻害薬またはアンジオテンシンⅡ受容体拮抗薬が86%、そしてアミオダロンについては43%が使用されていた。

CPX実施時期であるが、LVAD植込み後3ヵ月以上が経過して病棟内500m自立歩行が安定して実施できるまでに移動能力が回復した段階で、1回目のCPXを行った。その後、原則としてAT(anaerobic threshold)強度での自転車エルゴメータによる有酸素トレーニングを開始し、約3ヵ月ごとにCPXを実施した。

その結果、CPX中の不整脈の出現頻度については、図1に示すように、心室性期外収縮出現数は症例や経過期間による一定の傾向はなく、また入院中の日常生活におけるVT(心室頻拍)出現についても負荷試験で予測することは不可能であった。14例中、日常生活においてVTが認められたものは4例あった。その詳細を検討すると、症例1はCPX3の10日後早朝安静時にVTが出現し、アミオダロン内服が開始となった。症例2はCPX1の3週間後VTとAf(心房細動)が出現し(図1)、薬物にてコントロール後CPX2を実施したが異常なく、

CPX4の負荷試験にAfが出現した。症例3はCPX2実施10日後に日中安静時にVT(図1)が出現し、その後VTを繰返していたがCPX3では出現しなかった。症例4はCPX2の2週間後にVTが出現したが、事前に行ったホルターECGでは心室性期外収縮の3連発までしか観察されなかった。

筆者はLVAD装着後にVf(心室細動)を発症し、そのままVfが収まることなく経過し、LVAD装着1,029日後に国内で心移植に成功した症例を経験している⁵⁾。Vfのために右室機能が破綻し、Fontane循環によりLVADのみで循環動態を維持できた貴重な症例であるが、心リハを継続して実施した。LVAD患者についての運動療法における不整脈について、現時点で以下のように考える。

- ① LVAD患者はすでに機械的補助がなされているため、循環動態や自覚症状に影響がないかぎり、不整脈が運動や身体活動の絶対禁忌とはならない。
- ② LVAD離脱の可能性を考慮に入れば、頻脈性不整脈をコントロールすることは重要である。
- ③ 各種検査においても不整脈の再現性は低いので、症例ごとに注意深く経過観察することが勧められる。
- ④ 運動トレーニングによって、不整脈が軽減するかについては否定的である。

心移植における不整脈

心移植患者の心リハ効果については、これまで数々の報告がある⁶⁻⁸⁾が、運動療法時の不整脈に関して述べた報告は見当たらない。

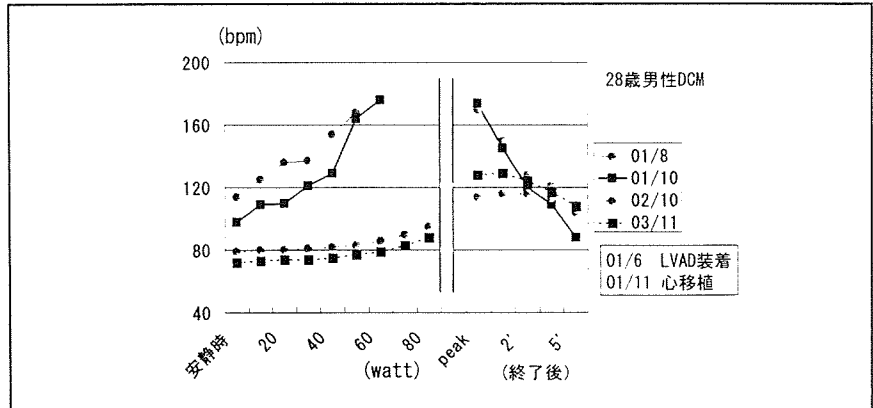


図2 CPX中の心拍数の変化

移植心の運動負荷に対する循環動態は、自己心と比べてだいぶ異なる。すなわち、①除神経、②ドナー心の状態（ポンプ機能と拡張能）、③骨格筋（筋量と筋線維組成と代謝）、④末梢循環（血管拡張能）などが関係している。特に自律神経系が完全に途絶したドナー心の心拍反応はカテコラミンの影響を受けるのみであり、運動時の心拍反応は緩徐で負荷終了後にも心拍高値が継続し、時として負荷後のほうが心拍数の高い現象がみられる（図2）。さらに、術後服用を続けなくてはならないステロイドホルモンや免疫抑制剤が心臓に及ぼす影響も無視できない。

心移植による外科的除神経は、求心性ならびに遠心性自律神経反応を消滅させる。迷走神経トーンスが途絶するため、安静時心拍数が上昇する。具体的な心拍反応としては、運動開始後にゆっくりと心拍数は増加するが、これはカテコラミンによる反応であり、最大心拍数は著明に減少し、正常者の70～80%程度に相当する。心移植患者の最大心拍出量は低下するが、この主たる要因は心拍数の減少によっている。交感神経の神経再生については、肯定的な報告が多いがその程度はまちまちであり、完全な（機能的にも）再生については現時点では否定的である。迷走神経については神経再生に関する確実な証拠はない⁹⁾。

心移植後の不整脈についての報告は、運動トレーニングとの関連性を述べたものはなく、拒絶反応との関連性を

を述べている論文が多い。心房粗動は拒絶反応と関連性があり、心室性期外収縮は関連性がなかったとする報告¹⁰⁾や、心筋バイオプシーとホルター心電図所見と比較して、心室性不整脈は高頻度に認められたが、拒絶反応と関連性がなく、上室性頻拍と心房性期外収縮は中程度の拒絶反応と関連があり、特に移植後1年に出現した洞性除脈は高度の拒絶反応との関連が認められた¹¹⁾とする報告がある。また、除脈性不整脈については、さらに突然のWenckebach型房室ブロック出現は拒絶反応、または冠動脈硬化進行を示唆する¹²⁾といった報告がある。

以上より、心移植患者の運動療法における不整脈について以下のように考える。

- ①心移植後の不整脈を見た場合、a) 急性期なら拒絶反応、b) 慢性期なら冠動脈硬化症、をまず考える。
- ②したがって、心筋バイオプシーまたは冠動脈造影やIVUS（血管内エコー）による評価が必要となる。
- ③拒絶に特有な不整脈はないが、一般的にAf、房室ブロックなどがいわれている。
- ④運動トレーニングにより不整脈が軽減するという報告はない。拒絶反応によって出現した不整脈は、まず拒絶反応の治療が優先されるので安静が第一となる。あえて運動させると、拒絶反応による心機能不全が悪化する危険性がある。

文 献

- 1) Marrone TM, Buck LA et al : Early progressive mobilization of patients with left ventricular assist device is safe and optimizes recovery before heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 15 : 423-429, 1996
- 2) Kobashigawa JA, Leaf DA et al : A controlled trial of exercise rehabilitation after heart transplantation. *N Engl J Med* 340 : 272-277, 1999
- 3) 中谷武嗣 : 補助人工心臓装着患者のリハビリテーション. *人工臓器* 25 : 889-896, 1996
- 4) 牧田 茂, 佐藤真治 他 : LVASを装着した重症心不全患者のリハビリテーション—CABG後患者との運動耐容能の比較—. *心臓リハビリテーション* 8 : 26-28, 2003
- 5) 荻原正規, 許 俊鋭 他 : Fontan循環(心室細動+左室補助人工心臓)で長期経過している拡張型心筋症例の左室補助人工心臓流量ならびに運動耐容能. *胸部外科* 57 : 930-934, 2004
- 6) Kavanagh T, Yacoub MH et al : Cardiorespiratory responses to exercise training after orthotopic cardiac transplantation. *Circulation* 77 : 162-171, 1988
- 7) Keteyian S, Shepard R et al : Cardiovascular responses of heart transplant patients to exercise training. *J Appl Physiol* 70 : 2627-2631, 1991
- 8) Ehrman J, Keteyian S et al : Ventilatory threshold after exercise training in orthotopic heart transplant recipients. *J Cardiopul Rehabil* 12 : 126-130, 1992
- 9) Exercise and Heart Failure. AHA monograph series. ed. Balady GJ. Futura Publishing Co, New York, pp285-308, 1997
- 10) Scott CD, Dark JH et al : Arrhythmia after cardiac transplantation. *Am J Cardiol* 70 : 1061-1063, 1992
- 11) Bocci E, Vilas-Boas F et al : Arrhythmia following orthotopic heart transplantation. *Arq Bras Cardiol* 62 : 301-305, 1994
- 12) Kertesz NJ, Powbin JA et al : Long-term follow-up of arrhythmia in periodic orthotopic heart transplant recipients : incidence and correlation with rejection. *J Heart Lung Transplant* 22 : 889-893, 2003

冠動脈3枝病変を有する高齢心筋梗塞症例に対する リハビリテーションの経験

小野寺恭子 山崎 宗隆 牧田 茂

埼玉医科大学 国際医療センター 心臓リハビリテーション科
〒350-1298 埼玉県日高市山根1397-1

要旨 3枝病変を有する虚血性心疾患患者の心臓リハビリテーション（心リハ）を実施する際、安静時や軽労作においても高度の虚血や重篤な不整脈が起こりやすいため、リスク管理に基づいたトレーニングと安全なゴール設定が重要となる。今回、冠動脈3枝病変を有する高齢心筋梗塞症例に対し保存的治療と心リハ介入により自宅退院が可能となった症例を経験した。運動中のリスク管理として、負荷前後に標準12誘導心電図にて虚血や不整脈評価を行い、自覚症状、バイタルサインをチェックしながら心リハを進行した。 β ブロッカーの増量やレジスタンストレーニングと有酸素運動の継続により、同一運動強度における二重積の減少をもたらし虚血閾値の改善につながったと考えた。今回の症例を経験して、多枝病変や合併症を有する高齢心疾患患者も、虚血のリスク管理下での心リハにより自宅退院をゴールとすることが十分可能であると考えられた。

キーワード：3枝病変・高齢者・心臓リハビリテーション

はじめに

わが国では、急性心筋梗塞（AMI）の中で3枝病変を有する患者の占める割合は15%で、その予後については2枝病変や1枝病変の10年生存率が91%なのに対して40%¹⁾といわれている。そのために積極的な冠血管再建が勧められているが、Wennbergらによれば経皮的冠動脈形成術後の死亡率は年齢とともに増加し、80歳以上では60歳未満の約8倍と高率であった²⁾と報告されている。さらに高齢の3枝病変患者は脳梗塞、閉塞性動脈硬化症、大動脈瘤などの血管系の合併症や腎機能障害、呼吸機能障害等の他臓器合併症の頻度が高いため、冠動脈バイパス術後の予後が若年者と比べて悪い³⁾という報告からも積極的な侵襲的治療が敬遠される傾向がある。したがって、3枝病変を有する患者の心臓リハビリテーション（心リハ）を実施する際、安静時や軽労作においても高度の虚血や重篤な不整脈が起こりやすいため、リスク管理に基づいたトレーニングと安全なゴール設定が重要となる。

今回、保存的治療と心リハ介入により、自宅退院が可能となった3枝病変を有する高齢心筋梗塞症例について報告する。

症 例

82歳男性（身長158 cm、体重50 kg、BMI 19.8 kg/m²）。既往歴：慢性腎不全、脳梗塞（12段階片麻痺回復グレードは左側 上肢8 - 手指3 - 下肢9）、高血圧、脂質異常症、糖尿病。現病歴：2004年に狭心症の診断がなされ、以降数回入院歴があった。

2007年2月に不安定狭心症にて埼玉医科大学病院心臓内科へ入院した。入院後、待機的に冠動脈造影（CAG）が実施され、AHA（American Heart Association）分類の#1、#7、#8、#9、#12、#14にそれぞれ90%以上の狭窄を認める3枝病変（図1）と診断された。#1に対してPOBA（plain old balloon angioplasty）を実施して、近医にて外来定期通院していた。

2007年7月夜間に胸痛が出現し近医を受診、心電図所見からAMIと診断され内科的治療が開始された。その後、胸痛コントロールが不良となり、2日後当センター心臓内科に転院した。高齢に加え腎不全（血中クレアチニン4.7 mg/dl、血中尿素窒素63 mg/dl）を認め、発症から2日間経過していたためCAGは行われずに保存的治療が開始となった。

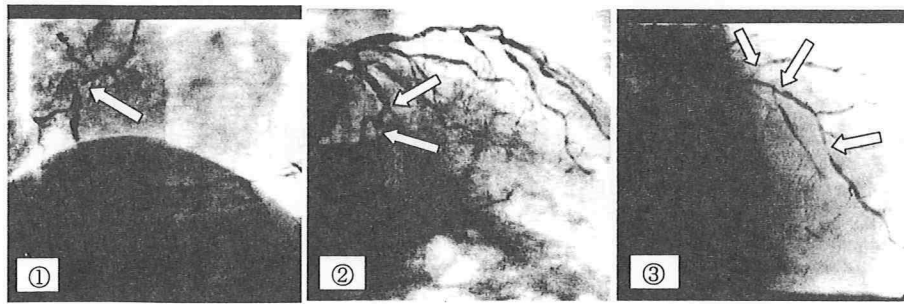


図1 冠動脈造影

①右冠状動脈, ②左回旋枝, ③左前下行枝

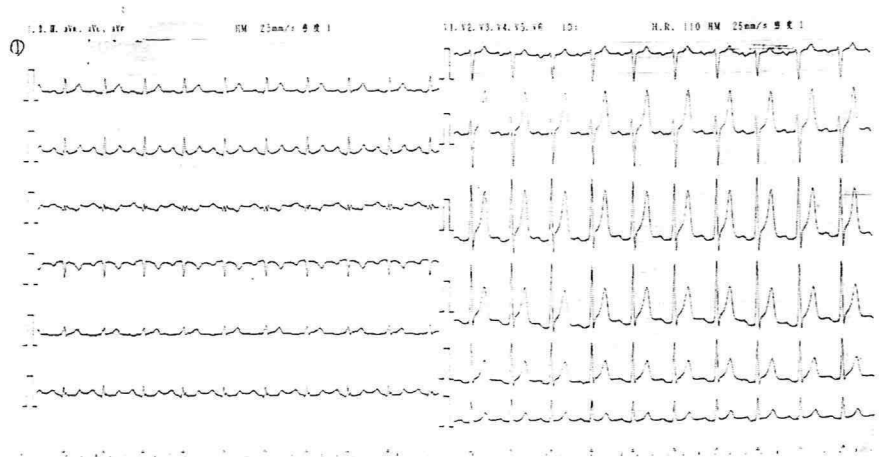


図2 発症時の心電図

検査所見

心エコー上、左室駆出率 (LVEF) 66%で壁運動は心尖部前壁が無収縮の状態であった。検査データはCK/CK-MB: 687/56IU/Lであり、長谷川式簡易知能評価スケールは23/30点であった。今回の発症前のADL (activities of daily living) は屋外杖歩行500m程度可能であった。胸痛時の心電図所見には、超急性期にみられるtall TがV2~4にみられた(図2)。

当センターにおける心臓リハビリテーションプログラム

当センターの心リハプログラム⁴⁾は8段階のステージに区切り、段階的に身体負荷量を上げて安静度を解除していく。ステージ1は主治医が行い、ステージ2から理学療法士が介入し、進行基準に沿ってステージを進行させADLも拡大していく。虚血や不整脈、血圧や心拍数の著明な変動、胸痛、動悸、呼吸困難等の自覚症状などが認められ、進行基準をクリアしなければステージの進行を保留もしくは後退させる。心リハ実施中は、すべての症例で心電図モニターによる監視を行うが、問題となった点(特に虚血、不整脈や心不全症状の増悪)があ

れば担当の理学療法士が主治医に伝え、治療方針の変更やリハビリ進行についての指示を仰ぐ。同様に、病棟看護師への安静度の変更を指示し、リスク管理を行うことが当院の理学療法士の役割である。

心臓リハビリテーションの経過

本症例は3枝病変にて虚血の治療に難渋したことに加え、高齢であること、心機能は保たれているが脳梗塞の既往があり歩行効率の低下による運動中の心負荷増大が予測されることから、当センターで使用しているAMI後の心リハプログラム3週間コースを選択した。虚血の改善と消化管出血の治療のために心リハの開始が遅れ、第15病日から開始となった。3枝病変を有しているため、運動負荷前後に標準12誘導心電図にて虚血や不整脈評価を行い、自覚症状、バイタルサインをチェックしながら心リハを進めた。

①胸部症状と二重積 (DP: Double Product)

心リハ開始から3日間、運動負荷後に心電図上ST-Tは著変なかったが、数10mの杖歩行で胸痛を認めていた。図3のように心筋酸素消費量を反映するDPもこの時期は高値を示していた。理学療法士が主治医に運動強度と胸痛について報告し、降圧剤(β ブロッカー: ビソ

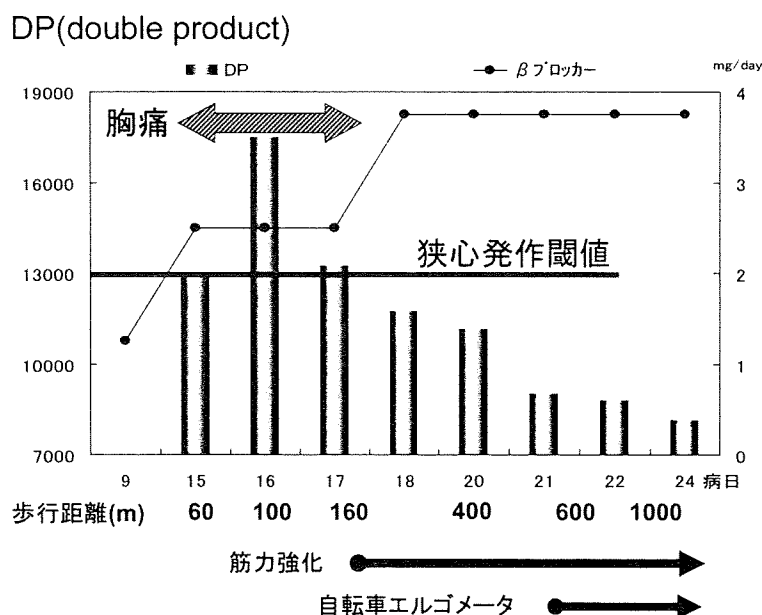


図3 心リハ経過と二重積

プロロール)増量後胸痛は消失し、DPは第16病日をピークに徐々に低下、本症例の狭心発作閾値はDPで13,000と考えられた。第18病日以降は、運動療法中の心電図変化および胸痛など虚血症状は認めなくなった。

②歩行能力, 筋力

歩行距離は胸痛消失とDP低下に伴い徐々に延長したが、下肢疲労やふらつきを認め、MMT (R/L)では腸腰筋4/3、大腿四頭筋5/2、下腿三頭筋4/3と筋力低下がみられたため、第17病日からベッドサイドでの下肢筋力強化練習を開始した。その際、低負荷・高頻度(20~30RM)で実施し、息をこらえないよう深呼吸を促すなどして過度の血圧上昇を抑制するよう留意した。第22病日には1,000m杖歩行が可能となり、入院前に可能だった500mから歩行距離が大幅に延長された。さらに自転車エルゴメータは5ワット15分間から開始し、第24病日には5ワット30分間が可能となった。

③患者教育

また本症例は軽度認知症を認めるものの、運動療法に対する意欲が高く、病態・運動の必要性などの理解が良好であることから、再発予防目的に患者教育ビデオを見せ、指導した。

退院時は高齢であるため家族にも併せて生活指導をした。具体的には入浴・排泄など心負荷のかかりやすい日常生活動作への注意や、在宅での運動療法として入院中に実施した下肢筋力強化練習と歩行練習の指導を行った。第27病日で自宅退院し近医での外来定期通院となった。その後1年経過しているが再入院は認めていない。

考 察

本症例は高齢で3枝病変を有し、虚血、不整脈のリスクの高い症例で、しかも合併症(腎機能障害、脳梗塞)を有していた。下肢筋力低下の著しい心筋梗塞患者では、最高酸素摂取量や最大作業能力が低いレベルに制限される⁵⁾とされているが、高齢心疾患患者に対する筋力増強訓練を併用した運動療法の、筋力と運動耐容能の改善において優れている⁶⁾と報告されており、本症例においても2週間という長期臥床による下肢筋力低下と片麻痺による歩行効率の低さが心負荷を増大させることが予測された。よって、筋力の向上を目的としたレジスタンストレーニングに加え、持久性の向上を目指した自転車エルゴメータトレーニングも追加した。その結果、歩行速度の改善と歩行距離の延長が達成できた。

心リハ開始当初から歩行時に、心電図変化を伴わない胸痛が出現した。この胸痛はある一定の労作で出現し再現性があることから、虚血に伴う狭心発作と判断し、心電図では検知できないことから、心電図以外での評価として心筋酸素消費量を表すDPを用いて心リハを進めた。胸痛時のDPと歩行負荷量を主治医に随時報告し、心リハの進行に並行してβブロッカーの追加がなされたため、心リハを中断せずに虚血閾値以下でトレーニングを継続できた。このように、同一運動強度におけるDPを減少させたことが、胸痛の抑制につながり(図4)、歩行距離を延長させるに至った。心負荷に注意した運動負荷量の設定として、通常用いられる心電図変化では評価できない場合、今回のようなDPでの評価もリスク管

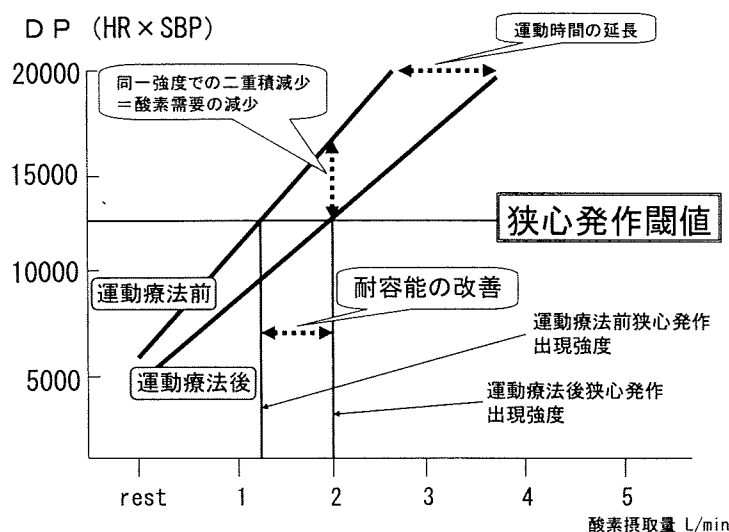


図4 二重積と虚血閾値

理として大変有用と考える。

結語

今回の症例を経験して、多枝病変や合併症を有する高齢心疾患患者も、虚血のリスク管理下での心リハにより自宅退院をゴールとすることが十分可能であると考えられる。

引用文献

- 1) Emond M, Mock MB, Holmes DR Jr: Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation*. 90(6): p2645-2657. 1994.
- 2) Wennberg DE, Makenka DJ, Sengupta A, et al.: Percutaneous

transluminal coronary angioplasty in the elderly: Epidemiology, clinical risk factors, and in-hospital outcomes. *Am Heart J*, 137: p639-645. 1999.

- 3) 金光政右, 竹越 襄: 別冊「医学のあゆみ」虚血性心疾患 21世紀へ向けての新しいアプローチ, 三浦 博(編), 医歯薬出版, 東京, 2001, p67-71.
- 4) 山崎宗隆: 心臓リハビリテーションの実際. *理学療法科学*, 21(3): p317-322. 2006.
- 5) 山崎祐司, 渡辺 敏・他: 心筋梗塞患者の下肢筋力一下肢筋力と歩行, 運動耐容能の関連一. *総合リハ*, 22(1): 41-44. 1994.
- 6) 山崎祐司, 山田純生, 青木治人・他: 高齢心疾患患者の回復期運動療法における筋力増強訓練の効果. *理学療法学*, 22(学会特別号): p500. 1995.

急性心筋梗塞後の亜急性期に心室細動を引き起こし、緊急冠動脈バイパス術に至った心不全症例のリハビリテーション*

埼玉医科大学国際医療センター
心臓リハビリテーション科

牧田 茂

はじめに

急性心筋梗塞 (acute myocardial infarction : AMI) の心臓リハビリテーション (以下、心臓リハ) は、脱調節 (deconditioning) からの心臓リハから再発予防のための包括的心臓リハにその目的が大きく変わってきており、わが国では回復期の外来通院型心臓リハのシステムの普及が求められている。しかしながら急性期における早期離床を中心とする心臓リハの重要性は今日も変わらない。AMI の致死率は約 40% といわれており、再灌流療法が広く普及し、CCU (coronary care unit) が充実した現在においても入院後の院内死亡率は 5~8% 程度となっている。したがって、急性期心臓リハは AMI に伴う致死的合併症を避けつつ進める必要がある。

上島らは、わが国における AMI の心臓リハにおける重大事故をまとめている¹⁾。それによると、2001 年から 2003 年までの間に日本で実施された心臓リハ 402,162 例の中で急性期に死亡や心停止を含む重大事故を起こしたのは 17 例 (10 万例中 4.2 件) であり、そのうち心臓リハ実施中に起こったのは 6 例 (10 万例中 1.5 件) であったとしている。さらに不安定狭心症や心不全等の死亡に至らない事故を含む全体としては 35 例 (10 万例中 8.7 件) で、そのうち心臓リハ実施中のものは 13 例 (10 万例中 3.2 件) であったと報告している。

* 本稿は第 45 回日本リハビリテーション医学会学術集会パネルディスカッション「リハビリテーション難渋例の実践検討 2—呼吸循環器系のハイリスク—」(2008 年 6 月 5 日、横浜) の講演をまとめたものである。

今回、AMI における急性期心臓リハにおいて、多枝病変を有した心不全患者が、心臓リハ開始後 2 週間で再梗塞による心室細動 (ventricular fibrillation : Vf) を引き起こし、緊急冠動脈バイパス術 (CABG) に至った例を経験したので、心臓リハの経過を含めて報告する。

症 例

症 例 : 53 歳, 男性。

診 断 : 亜急性心筋梗塞, うっ血性心不全。

既往歴 : C 型肝炎, 高血圧症にて近医定期通院中。

家族歴 : なし。

嗜 好 : 喫煙 1 日 30 本 × 30 年間, 飲酒毎日。

職 業 : 運転手。

現病歴 : 2007 年 8 月, 日中炎天下で仕事をしており, その後嘔気と下腿部痛を自覚し, 高血圧で通院中の近医を受診した。胸痛は自覚しなかった。採血では CK (クレアチンキナーゼ) が 1,000 IU/L と高値であったことから熱中症と診断され点滴を受けて帰宅した。その後, 夜間臥位で呼吸困難を自覚したため 1 週間後に再診したところ, 胸部 X 線にて肺うっ血と安静時 12 誘導心電図で III, aVF 誘導で Q 波を認めたため, 心筋梗塞 (MI) とそれに伴ううっ血性心不全と診断され当院に救急搬送となった。

来院時所見 :

①主訴 : 呼吸困難

②身体所見 : 身長 162 cm, 体重 74 kg, BMI 28.2, 腹囲 94 cm, 血圧 102/65 mmHg, 脈拍 72 bpm 整, 体温 36.6 度, 意識清明で指示に容易に従えた。下肢の軽度浮腫と肺聴診ではわずかに下肺野に湿性ラ音を聴取した。心音はリズム整であり, I・II 音は聴取されたが III・IV 音は聴取されなかった。心雑音はなかった。処置中に収縮期血圧は 70~90 mmHg 台に低下した。

③胸部 X 線 (図 1) : CTR 64% で両側肺門陰影の増強と胸水貯留を認めた。

④安静時 12 誘導心電図 (図 1) : III, aVF 誘導で異常 Q 波と ST 上昇, I, aVL, V4-V6 誘導で ST 低下, V1-V4 誘導で r 波減高を認めた。

⑤心臓超音波検査 : 経胸壁エコーでは, 後壁,