

原 著 論 文

当院の心臓リハビリテーション実施患者が訴える疼痛に関する調査

山田真輔¹⁾、千葉 誠⁵⁾、藤本泰史¹⁾、柳本 智¹⁾、掘井吉幸¹⁾、鎌田里香¹⁾
早瀬智子²⁾、近藤敦子³⁾、上嶋健治⁶⁾、野木佳男⁴⁾

1) 医療法人社団佳生会 野木病院 理学療法科
5) 医療法人財団仁医会 釜石のぞみ病院 内科

2) 同 看護部 3) 同 検査科 4) 同 外科
6) 京都大学大学院医学研究科 EBM研究センター

【はじめに】

心臓リハビリテーション(心リハ)は運動耐容能の向上効果¹⁾以外にも、生活の質(QOL)の向上や死亡率の低下などをもたらす優れた治療法である²⁾。その心リハの主である運動療法の効果は、筋肉の質や血管反応性などの末梢効果に負うところが大きい^{2,3)}。循環器疾患患者に限らず幅広い症例に対してもその効果が期待できる²⁾。また日本循環器学会の「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⁴⁾」には、運動強度や運動時間など明確に示されており、心リハの方法論もほぼ確立されている。

しかし、近年の医療技術の向上により心リハ対象患者の高齢化が進み、患者の背景は更に複雑になると予想される。高齢化するに連れて、様々な合併症を有するために運動療法を円滑に実施できない場合がある。

一方、疼痛は多くの疾病を原疾患として発生し得る⁵⁾。そして疼痛は患者のモチベーションを低下させ、心リハを遂行する上で弊害になる。当院では平成18年6月より、慢性維持期循環器疾患患者を中心に心リハを実施しているが、腰痛のため筋力トレーニングを、膝痛のため歩行練習を拒否する患者が少なからず存在し、疼痛が心リハ遂行の阻害因子となっていた。

今回、円滑に効果的な心リハを実施するために、心リハ対象患者が有している疼痛の状況を把握する必要があると考え、当院の心リハを利用している患者に対してアンケートを用いて実態調査を実施した。また、疼痛を有する心リハ患者に対して実際に当院ではどのように対応しているか症例紹介をし、若干の考察を加えて報告する。

【対象】

平成20年4月～平成21年3月の間、当院心リハを利用した患者連続22名(平均年齢74.3±11.9歳:46歳～93歳。外来15名、入院7名。男性14名、女性8名。)を対象とした。原因疾患の内訳は、狭心症2名、心筋梗塞4名、開心術後2名、大動脈解離1名、慢性心不全10名、閉塞性

動脈硬化症3名であった。なお当院での心リハ適応基準は、慢性心不全で左室駆出率40%以下、最高酸素摂取量が基準値の80%以下、ヒト脳性ナトリウム利尿ペプチド(BNP)が80pg/mL以上の3項目の内、1つでも満たしている患者および末梢動脈閉塞性疾患で、間欠性跛行を呈している患者としている。

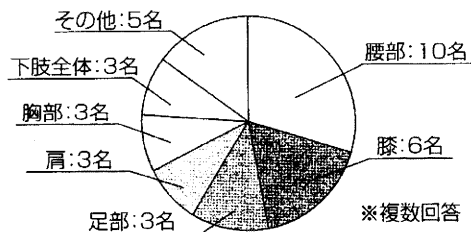
【方法】

対象患者にアンケート調査を実施した。項目は、①疼痛の有無、②疼痛の部位、③疼痛の強度、④疼痛発症からの期間、⑤治療の有無、⑥治療の種類、⑦当院で治療を実施の有無とした。また疼痛の強度は、全く痛みのない状態を0、耐えられない痛みを10とし、痛みを0から10の11段階の自覚強度で答える方法であるnumerical rating scale(NRS)を用いた。

なお、疼痛を有するすべての心リハ患者に対して、心リハスタッフの理学療法士が心リハ実施時に、患者の疼痛の病態や現在どのような治療をしているかを把握し、必要に応じて個別に、①日常生活の動作指導(推奨される動作・禁忌の動作)、②ストレッチなどのセルフケアの指導、③個別にマッサージやストレッチ、腹筋などの筋力トレーニングなどを実施した。

【結果】

対象患者22名中17名(77.3%)が疼痛を訴えており、図1に示すように大半が腰や膝、肩といった骨関節疾患であり、中には胸部の不快感や間欠性跛行といった心血管疾患からくる疼痛であった。また、複数の疼痛部位を訴える患者が17名中13名(70.6%)と多かった。



■図1 心リハ患者が疼痛を訴える部位

疼痛の強さは図2に示すようにNRS平均7.2と強い疼痛を訴える患者が多く、発症期間が1年以上の疼痛を有する患者は17名中14名(不明:1名)であり、慢性でかつ強い疼痛を訴える患者が多かった。

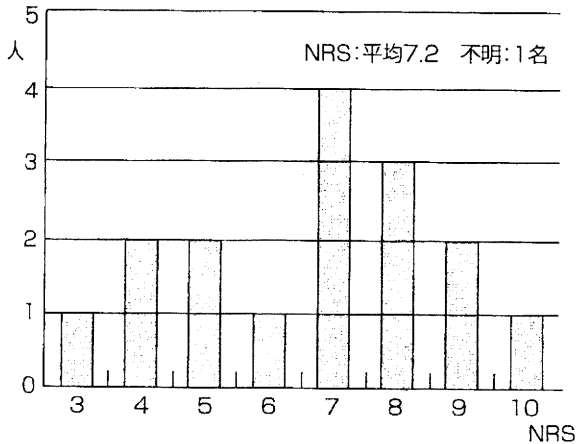
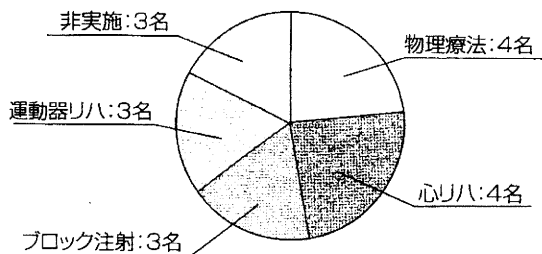


図2 心リハ患者が訴える疼痛の強度

また疼痛を有している患者17名中14名(82.4%)が、物理療法やブロック注射、運動器リハビリテーション(運動器リハ)など何かしらの治療を受けており、治療を受けている患者は全て当院で治療を受けていた(図3)。本研究期間中、疼痛もしくは運動器障害が原因で途中脱落する症例はいなかった。

以下に実例を提示する。



図中の心リハ4名は、胸部不快感1名、間欠跛行による下肢の疼痛3名であり、心血管疾患由来の疼痛であるため、通常の心リハプログラムを疼痛に対する治療方法とした。疼痛の治療を受けていない3名は整形疾患由来の疼痛であるため心リハを疼痛の治療方法に含めなかった。

図3 心リハ患者が訴える疼痛の治療方法の割合

【症例提示】

84歳、男性。診断名：慢性心不全・僧帽弁閉鎖不全症・大動脈弁閉鎖不全症・化膿性脊椎炎。既往歴：陳旧性心筋梗塞(13年前)。

慢性心不全を経過観察されていたが、平成19年5月31日、胆石胆のう炎および敗血症と診断されA病院を紹介される。しかし外来での待ち時間中に心室細動が出現、心停止となる。AED処置後回復するが入院となる。7月4日、胆のう摘出手術を施行したが、廃用による筋力低下が著しく在宅復帰困難なため8月28日、当院転院となる。

当院にて心リハを施行、徐々に日常生活活動の範囲も拡大していったが、10月中旬より右側胸部～背部にかけて激しい疼痛が出現、CRPも6.7mg/dlに上昇した。MRIの結果、化膿性脊椎炎と診断され、11月29日に再びA病院へ転院となる。その後、状態も安定し12月25日、当院に再度転院となる。2回目の入院では心リハ以外にも、疼痛緩和やADLの拡大を目的に運動器リハも実施した。2回目の入院時の初期評価として、NYHA心機能分類：II、心エコー所見：左室駆出率40.6%、僧帽弁逆流中等度、大動脈弁逆流軽度であった。血液検査所見：CRP0.62mg/dl、NRS：腰背部痛(安静時6、夜間時8、動作時8)であった。徒手筋力テスト(MMT)では四肢体幹共に4レベル、関節可動域は体幹の可動性が不良であった。動作時には息切れが出現し易疲労性が著明に見られた。そのため院内歩行は自立していたが、息切れと腰背部痛のため長距離は困難で移動範囲は病室内にとどまっていた。ADLに関してもすべて自立していたが、息切れと腰背部痛のため連続動作は困難ですべての動作に時間を要した。日中・夜間ともにベッド上で過ごし、日常の活動量は少なく廃用症候群を助長していた。心リハでは、日常生活活動範囲の拡大と運動耐容能の向上を目的に、有酸素運動として平地歩行練習、エルゴメーター、また本症例の状態に応じて下肢筋群に対しての筋力トレーニングを実施した。運動器リハでは疼痛抑制を目的に、マッサージ、ストレッチ、関節可動域練習などや、腰背部に負担の少ないADL動作指導を実施した。

開始当初は強い疼痛を訴えるため、円滑に心リハを実施することが困難であった。本症例の疼痛の原因は化膿性脊椎炎による炎症であるため、下肢伸展挙上運動などの腰部に負担の大きい運動は避け、疼痛のない範囲での歩行練習やスクワットなどを実施した。翌日の症状の増悪などに関する問診も実施した。また運動器リハのスタッフと情報交換を密にし、リハプログラムの優先順位やリスク、身体機能、リハの進行状況などを確認し意志の統一を図った。

結果、リハビリテーション開始4週目より疼痛が緩和し、

それに伴い病棟での活動量の向上が見られた。10週目より疼痛は完全に消失し、屋外への外出も可能となった。日常労作での息切れ感もほとんど消失し、階段昇降も15段程度の昇降が可能となったため、平成20年3月31日自宅へ退院した。

化膿性脊椎炎は原則として保存療法を選択されることが多く、特に神経症状がない症例においては、保存療法が有効である⁶⁾。本症例に関しても保存療法が選択されていた。しかし、慢性心不全は過度の安静は廃用症候群を助長させ、予後を不良にする。したがって、本症例に関しては、状態に応じて身体の活動量を向上することが重要であると考えた。また、当院では一人一カルテ制のため、カルテに記載されている血液検査などの情報から本症例の炎症の状態を把握することができた。必要に応じてカンファランスを実施することにより、主治医を含めた運動器リハスタッフとの情報交換も容易であった。そのためその時々状態に応じての心リハのプログラムの立案が可能であった。これらの理由から疼痛を訴える患者に対しても、円滑に生活活動範囲を拡大することができ、運動耐容能の向上につながったと考えられる。

【考察】

今回当院で実施したアンケート結果では、心リハ患者は様々な部位に比較的強い疼痛を訴えており、しかも大半の疼痛は慢性化していた。なお本研究では症例数が少なく、また同期間に心リハに参加しなかった心血管疾患患者に対して、同様のアンケート調査を実施していない。このことから論理的に疼痛保有者の割合が高いとは結論しにくく、本研究の限界であると考えられる。しかし今後心リハ対象患者の高齢化に伴い、慢性痛に悩まされている心リハ患者は増加すると考えられ、疼痛が心リハの遂行を阻害する要因になる可能性は少なからず存在する。また当院心リハ利用者の平均年齢も74.3歳と高齢であった。したがって、円滑に心リハを実施するためにも、患者個々の背景を考慮し、疼痛の病態に関する情報収集を実施し、そしてそれらを基に適切なプログラムを立案することが重要である。

理学療法士は筋や関節などの運動器の問題を専門とする職種であることから疼痛を訴える患者に接する機会も多い。心リハを担うチームの一員として理学療法士は、それらの技能を生かせる立場にある。また他の心リハに関わる職種に比べると、実際に患者の身体に長時間、触れる機会が多いため、筋や関節の状態に関する

情報を他の職種よりも早く得ることができる。これらの情報も心リハを実施する上で重要であり、また他のスタッフにも提供する必要もあると考えられる。

当院では理学療法士が心リハ患者の訴える疼痛を把握し、患者情報を積極的に収集し他職種との情報交換を密にするように努めている。さらに、当院では一人一カルテのシステムで一元管理しているため、心リハスタッフは疼痛を有する心リハ患者がどのような診断で、どのような治療をして、どのような経過を辿っているのかなどの情報を容易に把握することが可能であった。これが、より円滑な心リハの実施につながったと考えられた。

心リハは有益なエビデンスを数多く有している⁴⁾。しかし、実際に実施できなければ、その効果を得ることは出来ない。臨床においては様々な患者が存在し、多様な要因により心リハの実施を阻害させることも在りうる。理学療法士は心リハスタッフの一員として、心リハの効果をも十分に患者に提供するためにも、患者の背景を理解し円滑に心リハを実施していく必要があると考えられる。

【まとめ】

当院の心リハを利用している患者の大半が、様々な部位に慢性化した疼痛を有していた。しかし、それら患者は疼痛に関する治療を当院で実施しているため、心リハスタッフである理学療法士は心リハ患者の疼痛に関する情報を得やすい環境であった。当院では理学療法士が心リハを担うチームの一員として、疼痛の病態を考慮しながら心リハを遂行しているため、円滑に実施できている。

今後、心リハ患者に対して有益な心リハを提供していくためにも、患者の様々な背景を理解し、個々に応じて対応していくことが重要であろう。

【文献】

- 1) Chiba M, Nakamura M, Kanaya Y et al: Improvement in lower limb vasodilatory reserve and exercise capacity in patients with chronic heart failure due to valvular heart disease. *Eur Heart J* 1997;18;1931-1936.
- 2) 上嶋健治:循環器疾患領域における運動療法:「回復の医学」から「予防の医学」へ。心臓リハビリテーション 2008;13;19-21.
- 3) Ades PA: Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *N Engl J Med* 2001;345:892-902.

- 4) 野原隆司、安達仁、伊東春樹、上嶋健治、片桐敬、川久保清 他：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)。
http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_h.pdf。
- 5) 横田敏勝：疼痛の生理。PTジャーナル1995:29;148-154。
- 6) 小久保吉恭・他：化膿性脊椎炎の臨床像。整形外科2008:59;1297-1303。
- 7) 鈴木順一：慢性疼痛に対する理学療法アプローチ。PTジャーナル1995:29;175-180。

臨床試験の症例登録は一部の参加医師により 大部分がなされるのか？： CASE-J試験によるパレートの法則の検証

大江 陽子 上嶋 健治 大庭 幸治 福富まさ美
井上 房子 高木真理子 中本まり子 小林 純子
田中佐智子 保野 慎治 藤本 明 中尾 一和*

京都大学大学院医学研究科EBM研究センター

Do a small part of participating doctors contribute a large part of enrollment in clinical trials?: Validation of the Pareto's law in the CASE-J trial

Yoko Oe Kenji Ueshima Koji Oba Masami Fukutomi
Fusako Inoue Mariko Takagi Mariko Nakamoto Junko Kobayashi
Sachiko Tanaka Shinji Yasuno Akira Fujimoto Kazuwa Nakao*
EBM Research Center, Kyoto University Graduate School of Medicine

Abstract

Background : The Pareto' law states that roughly 80% of the effects come from 20% of the causes for many events. This principle also applies to a variety of more mundane matters. Then, we evaluated whether the Pareto' law is available or not in clinical trials.

Methods : The CASE-J trial was conducted to compare the effects of the candesartan and the amlodipine on the incidence of cardiovascular events in Japanese high-risk hypertensive patients. During the registration period (1.33 years), 4,728 Japanese hypertensive patients were enrolled, and 679 doctors were participated. We conducted a self-administered questionnaire survey, which included the situation regarding the enrollment, academic work and other lifestyle factors to the participating doctors.

Results : In a total of 679 participating doctors, the top of 20% doctors (136) registered 3,698 patients (78%). This Gini coefficient in distributions of case registration was 0.75. These doctors were not different from the other doctors in their age, gender, possible registration period, residence, and working form, but the rate of their registration through the web, a history of taking clinical epidemiology in congresses, and participating in other clinical trials were significantly higher (80.1% vs. 37.2%, 8.2 vs. 4.6, 60.2% vs. 48.4%, $p < 0.05$, respectively).

Conclusions : Since the top of 20% doctors registered almost 80% enrolled patients in the CASE-J trial, Pareto's principle was validated. We should consider methods of registration, and recruit the highly-motivated doctors about clinical trials for success.

Key words

the Pareto' law, clinical trials, patients registry, CASE-J

Rinsho Hyoka (Clinical Evaluation) 2011 ; 38 : 885-90.

* 京都大学大学院医学研究科内分泌代謝内科 (Department of Medicine and Clinical Science Kyoto University Graduate School of Medicine)

1. はじめに

臨床試験を遂行する上で、予定症例数を期間内に遅滞なく登録することは非常に重要であり、そのためには登録効率を高める要因の検討が必要である。とくに、臨床試験に参加する医師の資質や試験に対するモチベーションの高さなどは、症例登録を円滑に進める上での重要な因子と考えられる。

一方、パレートの法則とは、イタリアの経済学者パレートが発見した所得分布の経験則で、全体の2割程度の高額所得者が社会全体の所得の約8割を占めるということから、2:8の法則などとも呼ばれている。すなわち、投入、原因、努力のわずかな部分が、産出、結果、報酬の大きな部分をもたらすという意味で、経済領域以外の様々な分野でもこの法則は適用されている。

今回、日本人ハイリスク高血圧患者を対象としたCASE-J (Candesartan Antihypertensive Survival Evaluation in Japan) 試験¹⁾での症例登録状況を元に、臨床試験での症例登録が一部の参加医師により大部分がなされているか否か、すなわちパレートの法則が成立するか否かを検証し、さらに、症例登録数の多い医師の特徴を考察した。

2. 対象と方法

2.1 CASE-J試験の概要

CASE-J試験は京都大学EBM研究センターが運営した臨床試験で、4,728名のハイリスク高血圧患者を対象とし、カンデサルタンとアムロジピンの心血管系イベント発症抑制効果を比較検討した。2001年9月～2002年12月までの1年4ヵ月間で4,728名を登録し、平均3.2年間の追跡期間で97.1%の追跡率を達成し得た¹⁾。

また、症例の登録には、パソコンを利用したWebからの登録と既存のFAXによる登録を採用しており²⁾、登録方法の内訳はWeb登録が68%、FAX登録が32%であった。

2.2 試験参加医師

試験開始前に、実施可能性を検討するために行った事前調査で対象になった医師も含めると、試験参加の可否について照会を行った医師は1,341名におよび、最終的に試験に参加した医師は679名でその内訳は、男性646名、女性33名、平均年齢は49歳であった。本研究では、症例登録数の多かった上位20%の医師と残りの80%の医師の症例登録割合を算出し、下記のアンケートの回答を元に両群の医師の背景因子の違いを検討した。

2.3 アンケート調査

症例登録期間2002年12月31日までに、CASE-J試験へ参加していた医師679名に対し、症例登録期間終了後に質問紙を郵送し調査を行った³⁾。質問紙は、まず背景情報として、医師の性、年齢、専門分野や勤務先の種別、学術的背景、過去の臨床試験の経験、調査時点の臨床試験への関わりなど12項目を問い、加えて、実際に患者を登録した医師(実登録医師:512名)に対しては、登録依頼患者数、登録拒否患者数など8項目、運営上の問題点など6項目を調査した。また、症例登録のなかった医師(未登録医師:167名)については、登録できなかった理由に関する項目(12項目)について調査した。質問の具体的な内容の一部をTable 1に示す。なお、アンケート回収率は79.3%であった。最終的に評価し得た対象医師は571名であり、その内訳は、医院・診療所勤務361名、病院勤務210名(大学病院49名、国公立病院18名、民間病院143名)であった。

なお、統計学的検定には、対応のないt検定と χ^2 検定を用い、 $P < 0.05$ を有意水準とした。

3. 結果

679名の試験参加医師のうち、症例登録数の多かった上位20%の医師は136名で、上位20%の医師からCASE-J試験の全4,728例の78.2%にあたる3,698例が症例登録されていた(Fig. 1:

p < 0.001). 症例登録数別の医師数を示した度数分布はFig. 2に示すとおりであり, 分布の偏りを示すジニ係数は0.75であった.

また, 症例登録数の多かった上位20%の医師と残りの80%の医師との違いは, インターネットによるWeb登録利用率, 学会での臨床試験に

関する教育セッションへの参加回数, CASE-Jと並行した他の臨床試験への参加率について違いが認められた.

すなわち, インターネットを使用したWeb登録は, 症例登録数の多かった上位20%の医師は80.1%が利用していたが, 残りの80%の医師の利

Table 1 A part of the questionnaire

在学中, 医学教育の中で臨床試験に関する教育を受けましたか? <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
大学卒業後, 学会等で臨床試験に関する教育セッションに参加したことがありますか? <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ ↳ _____ 回程度
これまでに(新薬の製造承認のための) 治験や研究者主導型臨床試験に担当医師として参加されたことはありますか? <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
現在, CASE-J以外の臨床試験に参加されていますか? <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
普段, コンピューターはどれ位の頻度で使いますか?(CASE-Jでの使用を含まない) <input type="checkbox"/> 毎日 <input type="checkbox"/> 週に2回~4回 <input type="checkbox"/> 月に1回~週に1回程度 <input type="checkbox"/> 全く使わない
今後, CASE-Jと同様な臨床試験に参加することに興味はありますか? <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ

Fig. 2 Histogram of the number of patients enrolled by doctors

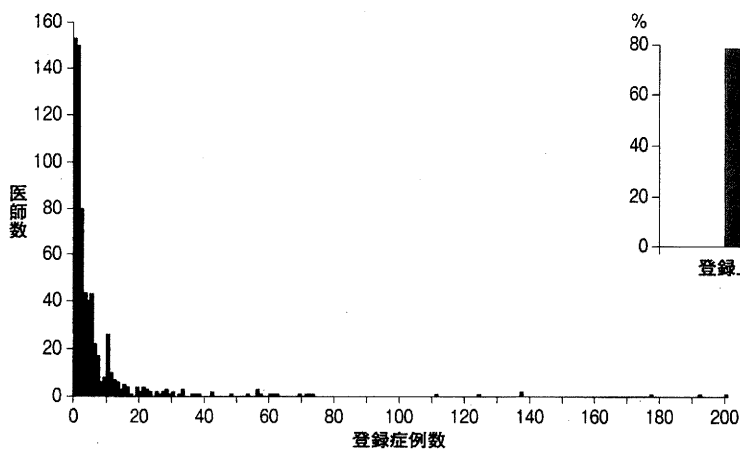


Fig. 1 The registration rate of the top 20% doctors and other 80% doctors

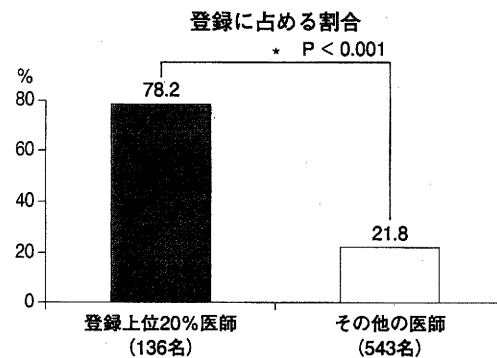


Fig. 3 The rate of the registration through the web of the top 20% doctors and other 80% doctors

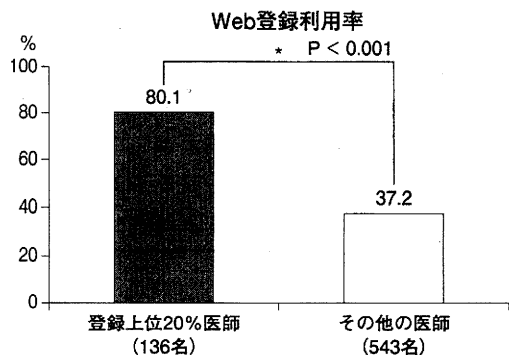


Fig. 4 The rate of the history of taking clinical epidemiology in congresses of the top 20% doctors and other 80% doctors

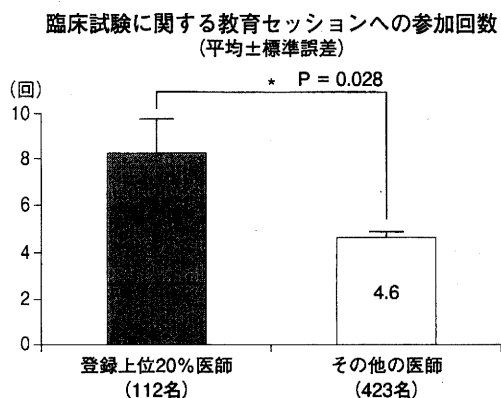
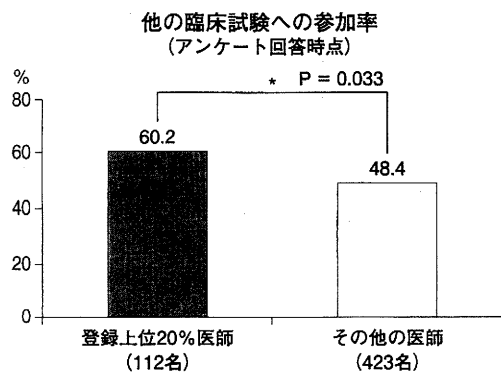


Fig. 5 The rate of the participating in other clinical trials of the top 20% doctors and other 80% doctors



用率は37.2%に留まっていた (Fig. 3: $p < 0.001$). また、学会での臨床試験に関する教育セッションへの参加回数についても、症例登録数の多かった上位20%の医師は平均8.2回であり、残りの80%の医師は平均4.6回であった (Fig. 4: $p = 0.028$). さらにアンケートに回答した時点での他の臨床試験への参加率についても、症例登録数の多かった上位20%の医師の60.2%がCASE-J試験以外の臨床試験にも参加していたが、残りの80%の医師の参加は48.4%に留まっていた (Fig. 5: $p = 0.033$).

なお、症例登録数上位20%の医師の平均年齢は 50.5 ± 8.8 歳であり、症例登録可能期間は 403 ± 129 日と残りの80%の医師の平均年齢 48.9 ± 8.3 歳および症例登録可能期間 379 ± 131 日の間には有意な差は認めなかった。また、居住地区、診療形態などにも、有意な差を認めなかった (Fig.6).

4. 考案

イタリアの経済学者であるパレートは、欧州各国や米国の統計データに基づいて所得配分の研究を行い、経済・社会体制が異なる国々でも、また異なる時期においても社会全体の所得の多くは一部の高額所得者が占めており、それは国や時代の制度の問題ではなく、一種の社会的自然現象であるとした。この法則は単に所得配分だけではなく、品質管理、在庫管理、売上管理、マーケティングなど広範囲に応用可能とされている。例えば、「売上の80%は、全商品の20%が作る」「売上の80%は、全顧客の20%による」といった解釈がそれに当たり、これらは俗に2:8の法則などとも呼ばれている。今回、CASE-J試験においても、症例登録上位20%の医師により全登録の約80%がなされており、パレートの法則が適用されることが検証された。

一方、われわれは同様の質問紙による調査結果から、医師がCASE-J試験に参加した理由として、試験の目的自体に関連する理由が8割を超えており³⁾、当時の高血圧治療ガイドラインでも⁴⁾

第一選択薬に選ばれている薬剤同士の比較ということで本試験が強い関心を引いていたことを既に報告した⁵⁾。また、「プロトコルがシンプルであること」や「サポートする仕組みが整っていること」など実施の簡便性も多くの実登録医師の参加理由となっていた。実際、Rossらのレビューでも⁶⁾、医師の時間的制約や、協力スタッフの不足、医師患者関係への影響、同意取得の難しさ、適切なインセンティブの欠如、試験目的に対する興味のなさといった、医師の臨床試験に対する考えが臨床試験を実施する上での障害であることが明らかとなっている。したがって、試験の目的が魅力的であるだけでなく、登録が簡便なことや試験に参加することにより満足感が得られること、および参加医師を支援できる体制が整備されていることが重要である。

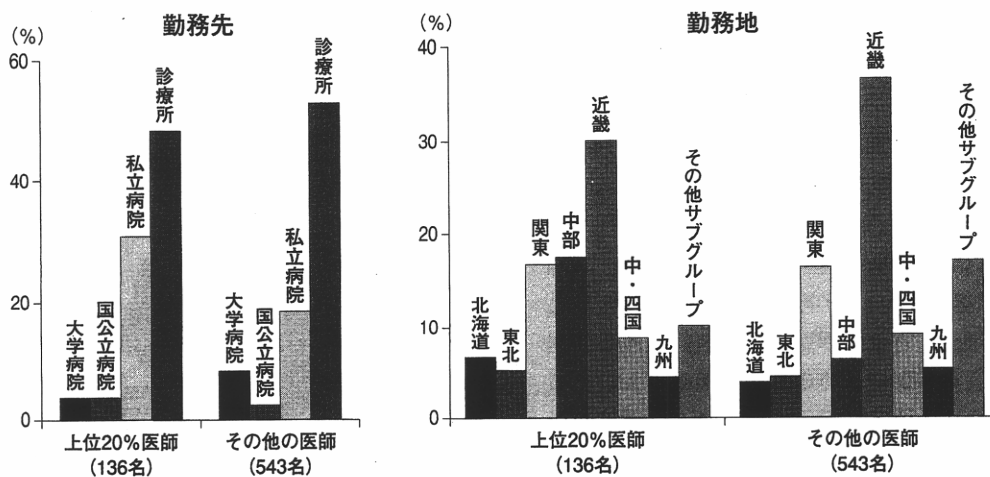
以前われわれは、CASE-J試験への参加の有無に、「コンピューターの日常利用」と「調査時の臨床試験への関わり」が強く関連していたことを報告した⁷⁾。この理由として、CASE-J試験が登録・追跡・データ入力などについて当時まだまだあまり行われていなかったWEBを利用したシステムであったため、その特徴が反映したと考えられた。今回の調査でも、症例登録数上位20%の医師は残りの80%の医師に比べて、WEB利用による登

録が多く、登録方法の簡便さが症例登録数に影響を与えることが考えられた。また上位20%の医師は残りの80%の医師に比べて、調査時に他の臨床試験に関わっている割合が高く、臨床疫学セッションへの出席率や他の臨床試験への参加率が高いことから、臨床試験に対するモチベーションが高く臨床試験に比較的慣れている医師の登録症例数が多くなることも示唆された。

5. 結語

臨床試験の症例登録においても、パレートの法則が見出されたこと、すなわち、症例登録はすべての医師から平均的になされるものではなく、医師によって登録への態度に大きな温度差があることから、逆に症例登録を円滑に進めるためには試験の企画運営者はその温度差を埋める努力が必要になる。すなわち、効率的な症例登録を実施するためには、簡便な登録方法を導入すると同時に臨床試験のモチベーションの高い医師をリクルートすることが重要と考えられた。そのためには、参加医師への事前調査を行うことや、臨床試験への参加経験の多い医師と継続的なコンタクトを取り続け、臨床試験の実施に向けて協力体制を維持する努力が必要である。

Fig. 6 Background of the top 20% doctors and other 80% doctors



文 献

- 1) Ogihara T, Nakao K, Fukui T, et al. Effects of candesartan compared with amlodipine in hypertensive patients with high cardiovascular risks: candesartan antihypertensive survival evaluation in Japan trial. *Hypertension*. 2008 ; 51 : 393-8.
- 2) Fukui T, Rahman M, Hayashi K, et al. Candesartan Antihypertensive Survival Evaluation in Japan (CASE-J) trial of cardiovascular events in high-risk hypertensive patients: rationale, design, and methods. *Hypertens Res*. 2003 ; 26 : 979-90.
- 3) Rahman M, Morita S, Fukui T, Sakamoto J. Physicians' choice in using Internet and fax for patient recruitment and follow-up in a randomized controlled trial. *Methods Inf Med*. 2004 ; 43 : 268-72.
- 4) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会, 編. 高血圧治療ガイドライン2000年版.
- 5) 大庭幸治. CASE-Jの参加医師について—誰が参加し, なぜ参加したのか?—. In: 日本臨牀特別号 CASE-J: CASE-J Studyの軌跡. 日本臨牀社; 2008. p.28-32.
- 6) Ross S, Grant A, Counsell C, Gillespie W, Russell I, Prescott R. Barriers to participation in randomised controlled trials: a systematic review. *J Clin Epidemiol*. 1999 ; 52 : 1143-56.
- 7) Fukui T, Rahman M, Shimbo T, Morita S, Sakamoto J. Recruitment of patients for a clinical trial: factors on the physician side and reasons on the patient side. *Intern Med*. 2006 ; 45 : 511-4.

* * *

心リハを熱く語ろう (まとめ)

Let's talk together about cardiac rehabilitation with passion

おりぐちひでき
折口秀樹

九州厚生年金病院 内科

抄 録

九州での心臓リハビリテーション (以下心リハ) は認定施設、心リハ指導士の増加が顕著で心リハへの取り組みが「熱い」地域と評価を受けている。これには2005年の「由布院心リハキャンプ2005」を端緒として発展した「九州心リハ研究会」の活動の果たした役割が大きい。今回この研究会のメンバーに「心リハへの熱い思い」を語っていただき、「心リハの普及」に努めたいという気持ちでパネルディスカッションを企画した。また、九州と同様に研究会活動が盛んな北海道地区から参加をいただいた。

現状として、①研究会活動の必要性は感じるが、開催には人的、経済的な負担が大きいこと、②施設内での心リハ認知度の低さ、各職種間の連携不足、患者の希望に沿った心リハ提供体制の不足、③施設の上司の心リハへの理解不足、学習体制の不十分さ、④大学病院での立ち上げの困難さ、大学教育での心リハの取り上げ方の低さ、⑤設備やスタッフが不足した一般病院での心リハ立ち上げ、継続の困難さ、⑥地域格差の存在、維持期心リハの体制の不足などが挙げられた。

それに対して普及を進めるために必要な要件として、①心リハの知識・情報取得・交流の観点から研究会活動の必要性、②スタッフ不足・診療報酬体制への対応として工夫や地域の施設の活用・連携、③施設での心リハへの理解、地域での学習体制の構築、④大学病院での心リハの立ち上げ、大学での教育、⑤地域での心リハの取り組みの支援体制、⑥地域の特性を考慮した心リハの構築、スポーツリハビリの活用が提案された。こうした各地域での活動を学会がいかに支援していくかが今後の課題である。

さらに心リハの普及は患者さん自身に心リハの大切さを実感していただくことが重要であり、心リハをもっと社会的に認知されるよう努力する必要がある。これは心リハに従事する者が「心リハを熱く語る」ことにより、達成が可能となると信じる。

〔心臓リハビリテーション (JJCR) 16 (1) : 85-88, 2011〕

Key words : cardiac rehabilitation, popularizaion, locality, Kyushu cardiac rehabilitation conference

1. はじめに

第16回会長の鄭忠和教授から九州での開催を記念し、九州心リハ研究会として独自のパネルディスカッションを企画するようにご指示をいただいた。当研究会の世話人で検討し、これまでの研究会の発展には熱い思いが寄与しており、「熱く語ろう」というテーマが選ばれた。なぜ熱く語るのかは「心リハの普及」を目指すことであるという論点で進める方針となった。

果たして九州は心リハが本当に普及しているのだろうか？ という疑問を検討するため、各県の厚生局の資料より、各県の心リハ認定施設の推移を研究会発足前後で比較した (図1)。また、運動器、脳卒中、呼吸器の

リハビリとの認定施設の数と比較した。確かに届け出医療機関は4年間で46施設から119施設へ2倍以上増加しているが、増加は北九州市、福岡市、久留米市、熊本市などの都市部に集中し、地域への拡がりに乏しい。施設基準の問題もあるが、図2に示すように疾患別リハビリの認定施設数では他の疾患のリハビリに比して圧倒的に認定施設が少ないのが現状であり、普及度は不足しているといえる。このような観点からパネリストには、「心リハの普及」をキーワードに現状と課題について熱く語っていただいた。

2. 心リハの現状と普及への課題

まず、九州心リハ研究会の発足の経緯について湯布院

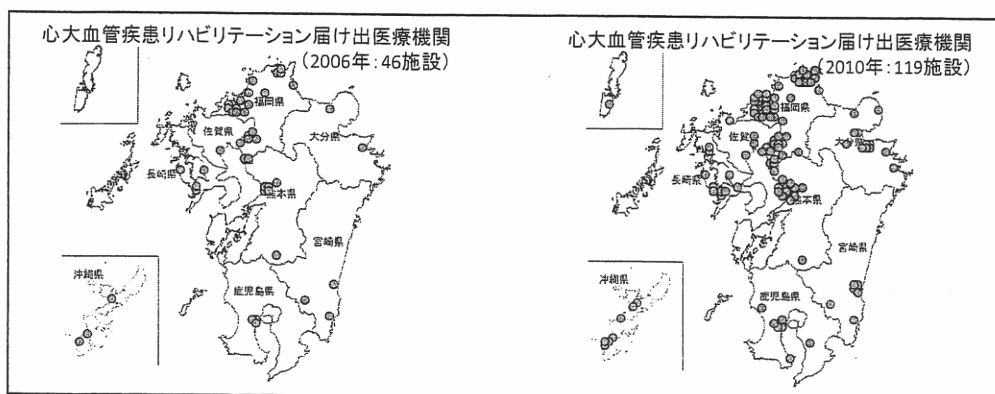


図1 研究会発足前後での心
リハ認定施設の推移

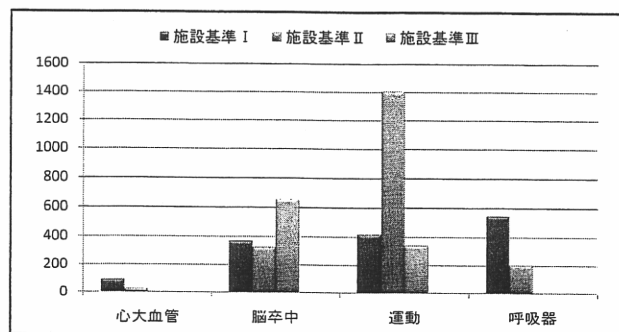


図2 九州地区での疾患別リハビリ認定施設数

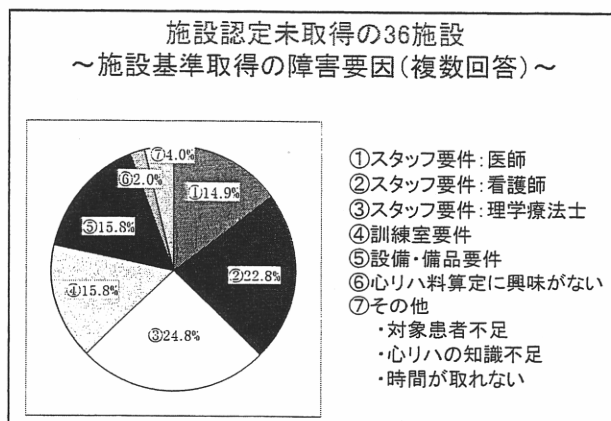


図3 施設認定未取得施設での心リハ施設基準取得の障害理由

厚生年金病院の村上仁医師は研究会発足に先立ち、2005年9月に九州各地の心リハ関係者と同院が共同で「由布院心リハキャンプ2005」を開催し、これを契機に研究会が発足したと述べた。今回のテーマである「心リハを熱く語ろう」の通り、2日間の会合で日中の熱い討論、懇親会での和やかな雰囲気や同一施設宿泊での一体感などが参加者の共感を得たと思われた。一方で、参加者のインセンティブ、ボランティア運営による人的負荷、経費を含めた運営などの問題点があった。

2006年9月に第1回研究会は鄭忠和会長のもと北九州市で開催された(詳細は本学会誌2008;13(1):201-203.に掲載)。当時、施設基準を満たすスタッフを揃えることには苦勞を感じた施設は多いと思われる。北九州医療センターの佐藤奈々絵看護師は、「包括的心リハ」が大切であることは認識しているが、施設基準、CPX等の検査機器、他職種スタッフの充実の壁があり、特に小規模施設での困難さを感じると語った。また、身近なスタッフに心リハや心リハ指導士の活動が理解されていないことがアンケートでわかり、アピールの必要性を述べた。さらに患者の居住区で保険適応内心リハが持続できるよう、大病院から小規模病院という連携だけでなくその逆も可能とし実施できることに力を入れていき、患者が望む心リハを地域の中で提供できるための連携づく

りが重要とした。

第2回研究会は熊本市で開催され、当番世話人を務めた熊本リハビリテーション病院の松山公三郎医師は、熊本県での現状を把握するために循環器科および心臓血管外科を標榜する施設に対して心リハの普及度に関するアンケート調査を行った。64施設に調査用紙を送付し、52施設(81%)より回答を得た。16施設が心リハ施設認定を取得し(I:14, II:2)、スタッフ数は、医師 2.1 ± 2.5 人、看護師 1.7 ± 3.9 人、理学療法士 1.6 ± 1.1 人であり、地域連携を実施しているのは9施設で、パス等の連携ツールは5施設が使用していた。認定未取得の36施設の取得障害理由はスタッフ要件(63%)が最多で、次いで訓練室不足(16%)ならびに備品不足(16%)であった(図3)。スタッフ数、地域連携の不足が判明したが、2010年の施設基準での要件緩和を機に質の向上、普及、地域連携の推進が急務であるとした。

第3回研究会は長崎市で開催され、戸田源二、岩崎義博両世話人の粋な計らいでグラバー園にて熊本大学の小川久雄教授をお迎えし、異国情緒豊かな絶景の懇親会が行われた。第3回はホップ、ステップ、ジャンプのジャンプ(飛躍)の時期であり、光晴会病院の北川佐由里理

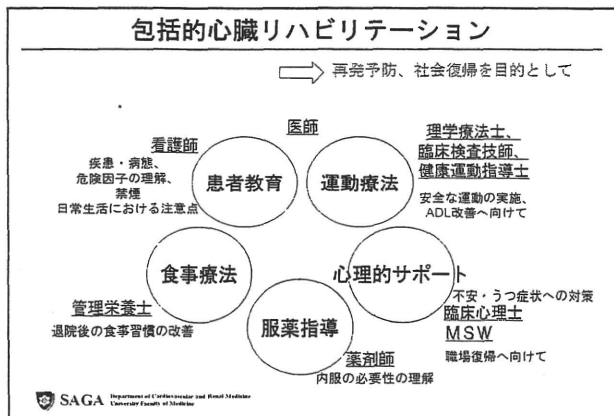


図4 佐賀大学医学部循環器内科での心臓リハビリテーションの取り組み

理学療法士はすそ野を広げる取り組みを述べた。心リハの需要は増え、供給施設の充実と広がり急務であり、各施設の実状に合わせたプロトコル作成、施設認可やリスク管理とともに、上司の理解が必須と強調した。チーム医療の心リハには多職種共通の理解が成功の鍵であり、マンパワーを増やすため継続的に心リハの啓蒙活動を行う必要がある。地域での研究会および研修会が大きな力になり、コメディカルへの教育が浸透してゆくものと考え、コメディカル対象の循環器研修会を企画し、心リハ指導士養成を含め、基礎的理解からその応用まで幅広く取り組んでゆく予定であると結んだ。

第4回は佐賀大学の野出孝一教授のご厚意で初めての大学での開催であった。同大学挽地裕当番世話人を中心に開催され、最多の350名の参加者があった。大学病院での心リハの立ち上げについて、浅香真知子医師が経緯を説明された。平成21年4月に施設基準を取得したが、心リハを立ち上げの動きは6年以上前に遡り、実現までに多くの時間と労力を要した。大学病院は教育・研究機関である印象が強いが、地域の特性上、救急医療の基幹病院として多くの救急患者の診療にあたり、高齢化に伴い心リハは欠かせない状況であった。立ち上げの準備は、多職種の参加を募り、定期的な勉強会で共通の知識を深め、他施設への見学で得た各施設の工夫を参考に、パス等のシステム作りに取り組み、包括的心リハの構築を達成した(図4)。地域での心リハ施設が少なく、回復期リハにはつながっていない現状があり、急性期病院が主導して地域との連携に取り組み、心リハを地域に浸透させる役割を担う必要がある。教育機関として、医学生・看護学生実習に心リハの見学を取り入れ、研修医に運動負荷試験見学や栄養・服薬指導依頼を、必修化して

図5 スポーツリハビリ、自然を活用した「札幌モデル」

いる。心リハに関わることで、包括的な視点をもった医療人の育成に貢献できると述べた。

第5回は2011年、宮崎で柴田剛徳当番世話人を中心に開催されるが、宮崎での現状を「どげんすつと」から「どげんかせんといかん!」へ発展させようと、渡邊玲子医師が元理学療法士の経歴をもつ立場から発表があった。宮崎の現状として他の県に比し、まだ発展途上の状況であるが、少しずつ取り組みが開始されており、宮崎での心リハの研究会活動を通して心リハの意義、内容は理解されつつあり、各病院での実際の取り組みの時期に進んでいる。しかしながら、急性期病院と設備、スタッフ不足の一般病院では施設格差が大きく、「どげんかせんといかん」という熱い思いはあるが、現状は厳しいと述べた。そうした状況で熱心に取り組まれた渡邊医師の活動は評価され、大学で心リハの講義を担当されており、今後学生、若い医師、コメディカルスタッフへの心リハの浸透が期待される。宮崎での研究会のテーマは「心リハの和を広げましょう。」に決まり、これからの宮崎の心リハの発展の起爆剤になれば幸いである。

北海道からは北海道心リハ研究会の責任者の大堀克己先生の北海道循環器病院から、北海道での現状および同院が取り組んでいるスポーツを採り入れた「札幌モデル」の紹介が阿部史理学療法士からあった。施設が札幌圏内に集中し、心リハの地域格差が大きい点が問題であり、外来での維持期心リハを行っている医療機関が少ない状況である。東北以北では冬期間の積雪時期が、運動不足や閉じこもりの大きな要因となっているが、北海道は四季がはっきりしており、大堀先生は自然環境を活かしたドイツの心リハの実践が可能と考えられた。川初清

典先生の指導で屋外の活動に目を向け、楽しみながら運動する「札幌モデル」が展開されている(図5)。このモデルは、室内の運動療法のみでは患者の運動耐容能は改善してもQOLの改善に必ずしもつながらないことから、自転車エルゴメーターやトレッドミルの運動に加え、スポーツメニューとして屋内では卓球やミニテニスを、また屋外では軽登山やノルディックウォーキングを、そして冬期間は歩くスキーやカンジキハイキングを採用している。「札幌モデル」を通して、北海道、ひいてはわが国の心リハ普及に貢献すること、九州を含めた他の地区との連帯で地域性を重視した心リハを構築することを目指すともまとめられた。

3. おわりに

久留米大学医療センターの池田久雄教授と座長を務め、多くの参加者のもとでパネルディスカッションを開催出来たことに感謝を申し上げたい気持ちとともに、日頃から心リハに熱く取り組んでおられる方が多いことを実感した。こうした地域の取り組みを本学会がいかに支援していくかが今後の課題であると提言する次第である。また、心リハの普及には医療従事者の努力も必要であるが、実際に心リハを受けられた患者さんの声を通して心リハが社会的に認知されることが必須である。

心臓リハビリテーションと交感神経系

▶ *Effect of cardiac rehabilitation program on sympathetic nerve activity*

安達 仁 (群馬県立心臓血管センター循環器内科)

交感神経系は心血管系機能調節のほか、心疾患患者の症状・予後に深くかかわっている。心疾患患者のQOL向上や予後改善を治療目標とする心臓リハビリテーションは、交感神経活性に強い影響を及ぼし、QOL向上・予後改善効果を発揮する。本稿では、交感神経活性と心臓リハビリテーションの関連につき解説する。

β受容体系

(1)細胞膜と受容体活性

交感神経活性が亢進すると心拍数が増加し、心収縮能が増強する。これは、心筋細胞のβ受容体系を介しての情報伝達の結果である。血液中のカテコラミンがβ受容体に結合し、post binding siteであるG蛋白やアデニレートシクラーゼへ情報が伝えられる。

β受容体にリガンドであるカテコラミンが結合し、その先へのシグナル伝達が有効に働くためには、受容体分子同士の適切な相互作用が必要である¹⁾。

細胞膜にはカベオラ、あるいは脂質ラフトという膜マイクロドメインが存在し、シグナル伝達関連分子を集積しやすくさせているが、この分子同士がコンタクトしやすくするためには膜の流動性が維持されている必要がある。

細胞膜の主構成成分であるリン脂質は、お互いに強固な結合はしていないため、膜は流動性に富んでいるが、コレステロールが脂質分子間に多く存在すると膜の流動性は低下する。膜のコレステロール含量は血清コレステロールレベルに相関するため、血清コレステロールが高値であると、β受容体系の

分子間相互作用が低下してカテコラミンへの感受性を減弱させる。

心疾患、特に心不全では、心筋の inotropic action および chronotropic action を増強させる目的で血中カテコラミンレベルが増加する。長時間、高濃度のカテコラミンにさらされるとβ受容体系は障害を受ける。catecholamine injuryの結果、β受容体濃度の低下、脱感作・脱共役などが生じる²⁾。同時に、post-binding siteにも異常を生じる。β受容体系の活性調節に重要な役割を担っているG蛋白共役受容体キナーゼ2(G-protein coupled receptor kinase-2, GRK2)が増加し、β受容体の脱感作・脱共役などの機能異常を促す³⁾。この現象は、心疾患の重要な原因疾患である内臓脂肪蓄積型の肥満においても報告されている⁴⁾。

このように、心疾患や肥満あるいはメタボリックシンドロームでは、β受容体群の流動性の低下およびβ受容体系のシグナル伝達能の低下により、心筋細胞におけるカテコラミン感受性が低下している。

(2) 心臓リハビリテーションの効果

心臓リハビリテーションは、血清コレステロールレベルを低下させる。前述のように、細胞膜のコレステロール量は、血中コレステロールレベルにより規定されているため、心臓リハビリテーションによってコレステロールレベルを低下させることは細胞膜内のコレステロール含有量を減少させ、膜の流動性を改善させる。その結果、心筋

細胞のカテコラミンへの感受性、あるいは交感神経活性の改善をもたらす。

運動療法はβ受容体系の機能を改善させる。β受容体濃度を増加⁵⁾させるとともに、GRK2量を低下⁶⁾させて交感神経系の感受性を改善させる(図1)⁵⁾。この結果、運動療法は、カテコラミンへの感受性を改善させて心臓の inotropic action と chronotropic action に良好な効果を発揮する。

また、食事療法や行動修正療法も加えた心臓リハビリテーションは、体脂肪率を低下させることを介してβ受容体系の活性を改善させる。

血漿カテコラミン濃度・ 心臓交感神経活性

心不全において、安静時の血中カテコラミン濃度は増加する。カテコラミンによる細胞障害(catecholamine injury)の結果、β受容体系感受性が低下すると、代償機序として、さらにカテコラミン分泌が促進される。血中カテコラミンレベルが高いほど、β受容体系の機能が低下していることを意味し、安静状態におけるカテコラミン濃度が高いほど、患者の予後は悪化する⁷⁾。

カテコラミンは交感神経終末部から分泌されて受容体に作用する。分泌されたカテコラミンのうち、末梢血に流れ出すのはわずか1~2%である。したがって、血中カテコラミンレベルの変化よりも、心臓における交感神経末の情報が必要である。

¹²³I-MIBGを用いた心筋シンチグラフィは、心筋における交感神経活性を評価しうる検査法である。交感神経が過緊張状態にあつたり、交感神経終末がダメージを受けると、シナプスでのカテコラミン取り込みが低下、開口分泌と spillover が増加して、シナプスでのカテコラミン保持能が低下する。

¹²³I-MIBGにおいては、心不全のために交感神経過緊張状態に陥ると、洗い出し率(wash out rate)が亢進し、H/M比が低下する。

運動療法を行うと、β受容体系の活性が改善するため、血中カテコラミンレベルが低下する(図2)⁸⁾。運動療法を開始してから、効果が発現するまでの時間は臨床的には約1~2週間である。¹²³I-MIBG心筋シンチグラフィによる検討では、運動療法はカテコラミンの spillover を改善させると報告されている⁹⁾。すなわち、運動療法はカテコラミン作用の効率を高めて不要な高カテコラミンレベルを改善させるものと考えられる。

一方、運動を加えずダイエットのみの減量でも、ノルエピネフリンの spillover は改善する(図3)¹⁰⁾。

圧受容体反射感受性

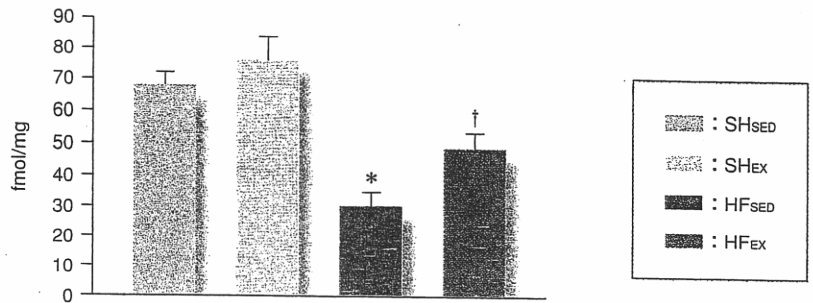
高圧系の圧受容体反射(arterial baroreflex)は、大動脈圧弓あるいは頸動脈に存在する圧受容体(baroreceptor)が血圧の変化を感知し、自律神経系を介して心血管機能を調節する

循環動態制御系の最も重要な反射の一つである。立位の場合と臥位の場合とで、交感神経反射と心臓-迷走神経反射と遠心路が異なるが、運動の場合はたいていの場合立位であるので、運動中の心収縮性・心拍数および血管抵抗の調整は交感神経反射が重要な役割を果たす。

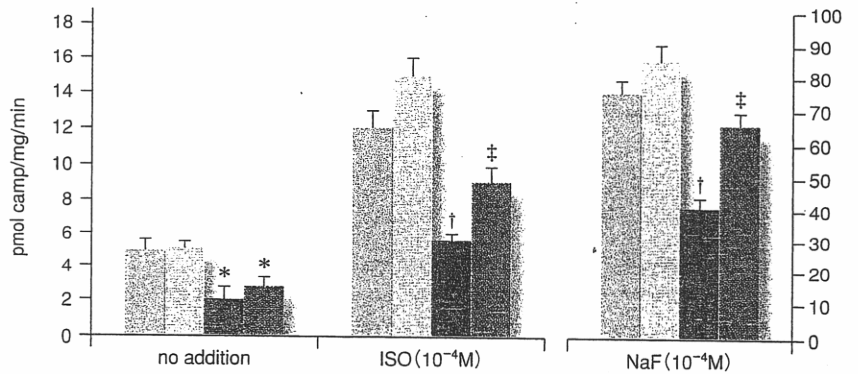
心疾患においては、圧受容体反射感受性(baroreflex sensitivity; BRS)が低下し、低下の度合いが強いほど予後が悪い(図4)¹¹⁾。ATRAMI studyにおいては、圧受容体反射感受性が強いほうが予後がよく、突然死も少ないことが示されている¹²⁾。運動療法は、低下した圧受容体反射感受性を改善させる(図5a)¹³⁾。ここで注意すべき点は、正常な運動耐容能の人間が激しいトレーニングを積んでも、圧受容体反射感受性が低下するという点である¹⁴⁾。これは、激しいトレーニングを積むと、受容体のpost-binding siteにおける活性が亢進するため、血漿カテコラミン濃度や、 β 受容体濃度、圧受容体反射感受性などが通常レベル以下でも、十分な機能を保持できるために起こる現象である。心不全の場合の、病的状態による脱感作と同じ現象であるが、機序がまったく異なることに注意を要する。

低圧系である心肺圧受容体反射は、心房、肺静脈、大静脈の圧変化を感知して迷走神経を介して心収縮性および心拍数を調節する。心不全では、重症化するほど心臓-迷走神経反射が低下する。

a: β 受容体濃度



b: アデニレートシクラーゼ活性



c: 心筋のGRK2量

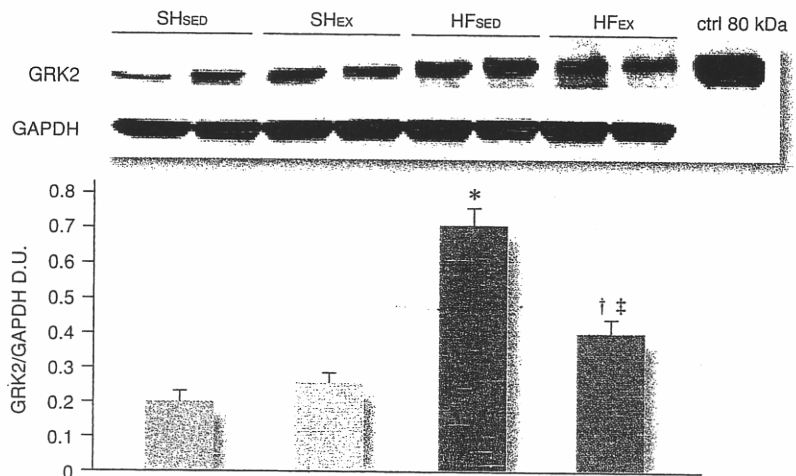


図1 心筋 β 受容体系に及ぼす運動療法の効果

運動療法は心不全モデルにおいて β 受容体濃度を増加させ(a)、アデニレートシクラーゼ活性(b)を亢進させる。また、心筋のGRK2蛋白の発現を低下させる(c)。

SH: sham-operated, HF: 心不全モデル, SED: 安静群, EX: 運動療法群。

* $p < 0.01$ HFsed vs. SHsed and SHex, † $p < 0.01$ HFex vs. HFsed, ‡ $p < 0.05$ HFex vs. SHsed and SHex。

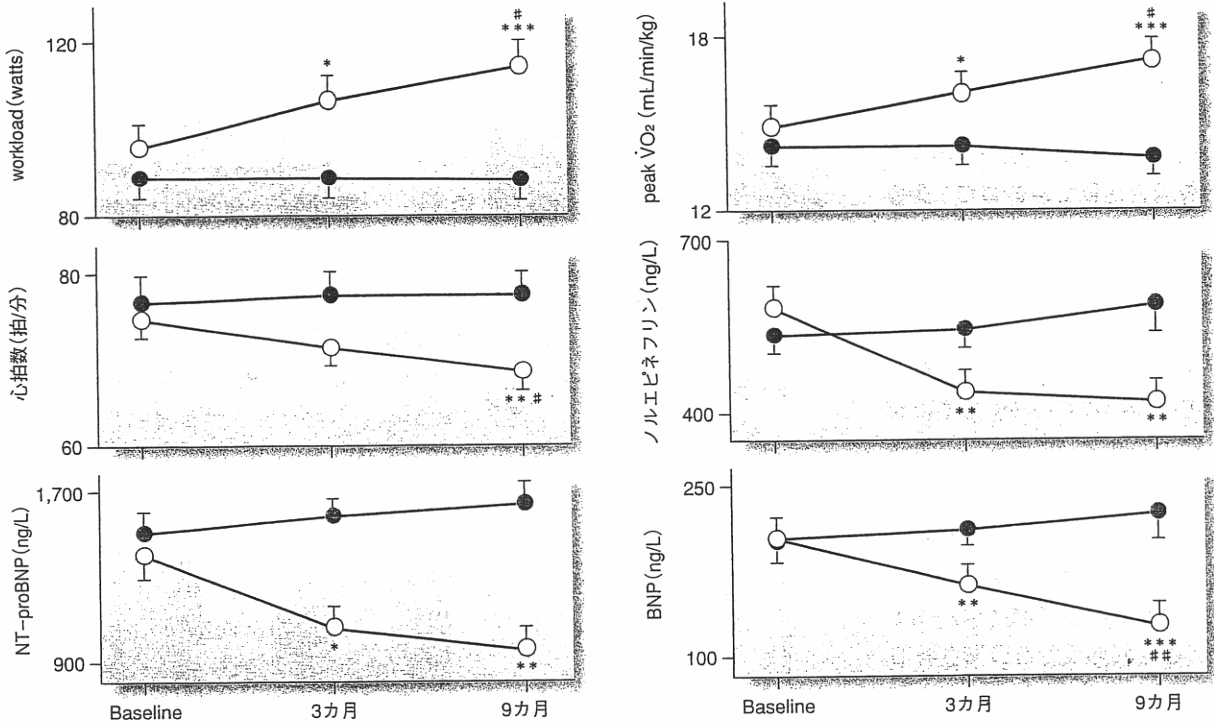


図2 運動療法による血漿ノルエピネフリンレベルの変化

運動療法により、心拍数および血漿ノルエピネフリン濃度は3か月以内で減少する。同時に、BNP、運動耐容能 (peak VO₂) も改善する。

●：コントロール，○：運動療法群。

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 vs. baseline, #p<0.05, ##p<0.01 vs. third month.

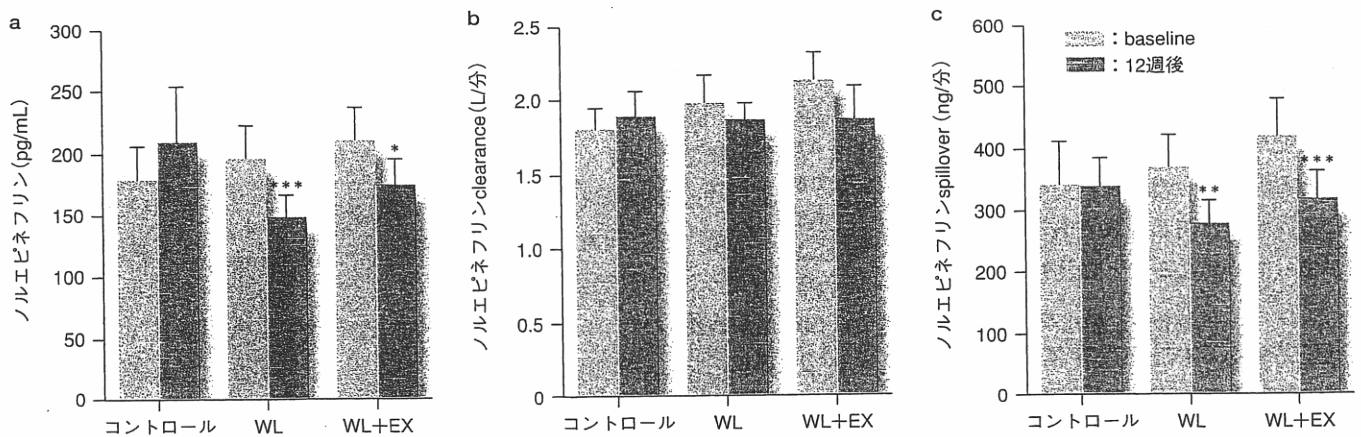


図3 カロリー制限および運動療法による全身ノルエピネフリン動態の変化

カロリー制限による体重減少(WL)は血漿ノルエピネフリン濃度を減少させ(a)、ノルエピネフリン spilloverを改善させる(c)。

EX：運動療法群。

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 vs. baseline.

セミアップライトの姿勢で運動を開始すると、骨格筋ポンプによって静脈還流が増加する。これを心肺受容体が感知して交感神経活性と血管抵抗を低下させる。運動療法が心肺受容体反射に及ぼす影響については定まった見解はない。運動療法が心肺受容体反射を増強させるという報告¹⁵⁾と低下させるという報告¹⁶⁾とがなされている。一方、先の報告では、ダイエットのみによる減量で、圧受容体反射が改善することが報告されている¹⁰⁾。

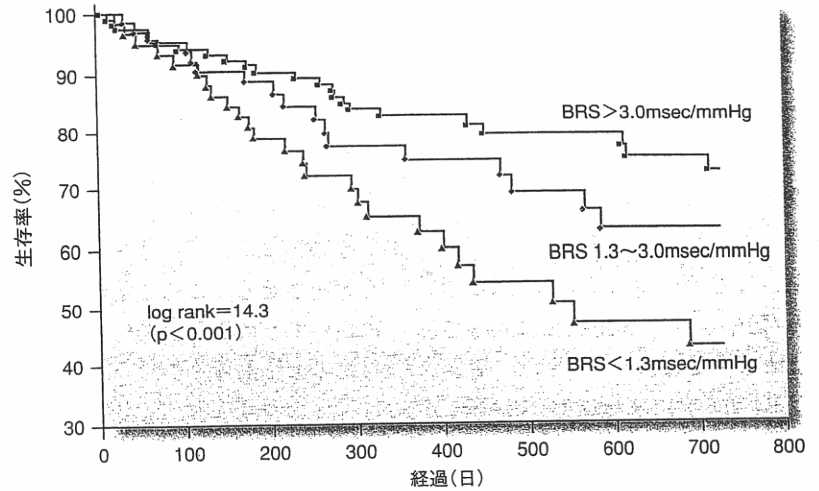


図4 圧受容体反射感受性と予後
圧受容体反射感受性が低下しているほど予後は低下する。

心拍変動・RR間隔

心拍数の揺らぎを評価する心拍変動は、主に動脈圧の変動によって生じる¹⁷⁾ため、圧受容体反射感受性と密接に関連している。時間領域(time domain)解析においてはRR変動係数(CVRR)やRR間隔の標準偏差(SDRR)あるいはSDNN、周波数領域(frequency domain)解析では高周波数領域(HF)と低周波数領域(LF)、両者を組み合わせたLF/HFなどが自律神経活性の指標として用いられるが、交感神経活性の指標としてはLF/HFが使用される。

交感神経活性の亢進した心疾患においては、LF/HFが増加する。そして、この状態に運動療法を行うとLF/HFが改善する^{9,18)}。同時に、副交感神経活性の指標であるSDRR, SDNN, HFなどは増加(図5b)し、心拍変動の日内リズムも改善する¹⁹⁾。

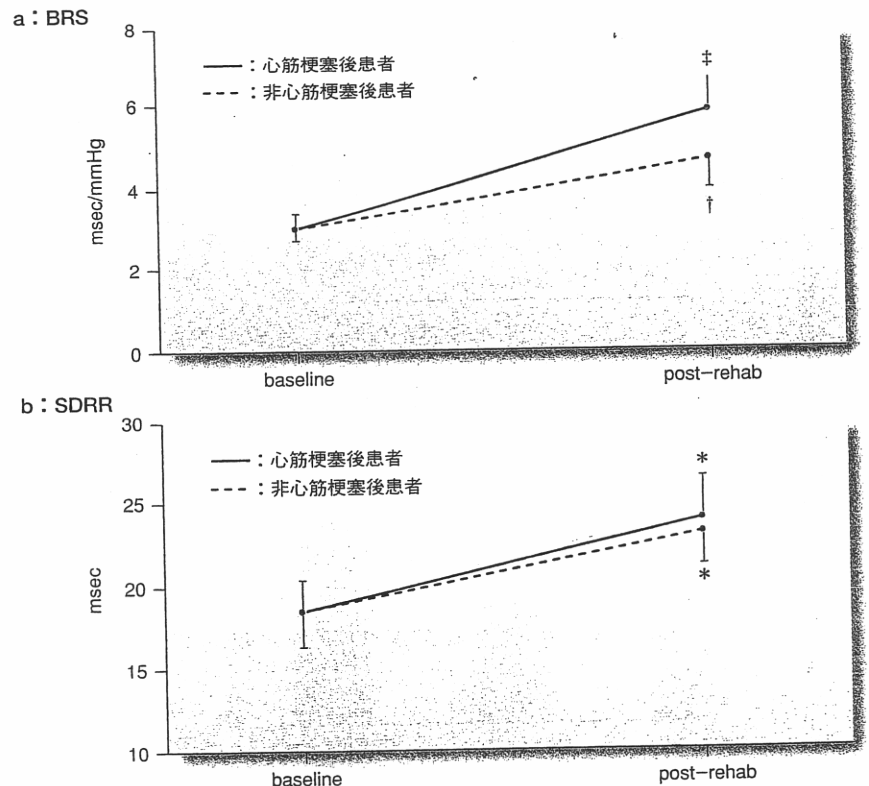


図5 圧受容体反射感受性に及ぼす運動療法の効果
運動療法を行うと圧受容体反射感受性(BRS), SDRRともに改善する。
*p<0.05, †p<0.01, ‡p<0.001 vs. baseline.

筋交感神経活性

筋交感神経活性(muscle sympathetic nerve activity ; MSNA)は、組織における交感神経活性を直接評価できるパラメータである。

MSNAは心不全ではdischargeが増加する(図6)²⁰⁾が、運動療法によってこれは改善する(図7)²¹⁾。また、肥満状態にあってもMSNAは増加するが²²⁾、心臓リハビリテーションにより、前述のように、内臓脂肪を減少させれば交感神経活性は安定化する¹⁰⁾。運動療法によるMSNA減弱効果はカルベジロール使用中であっても得ることができる²³⁾。

症状・所見からみた

心臓リハビリテーションの効果

以上のように、心臓リハビリテーションは交感神経系のシグナル伝達能を改善させ、異常に亢進した神経活性を改善させる。このことが、日常臨床においてどのような変化としてとらえられるのであろうか。

(1) 動悸感・心拍数

心拍数に及ぼす効果としては、安静時心拍数が低下するとともに、運動に対する心拍応答が改善する。心房細動例においては、交感神経活性の安定化は過剰な房室伝導能を改善させることが、心室の収縮回数を減少させる。こ

れらはすべて、動悸感の改善とともに、頻拍誘発性心不全発症の可能性を低下させる。

また、実験的に、心不全心では通常心に比して、交感神経刺激により心房細動が誘発されやすいことが知られている²⁴⁾。心臓リハビリテーションは、交感神経の過剰な刺激を減弱するものであるため、心房細動の誘発を減少させる可能性がある。

(2) 息切れ感・労作時過剰換気

息切れの原因の一つである労作時過剰換気は、化学受容体の感受性が亢進していることが原因である。心臓リハビリテーションによる交感神経系の抑制は、労作時の換気応答を適正化する。

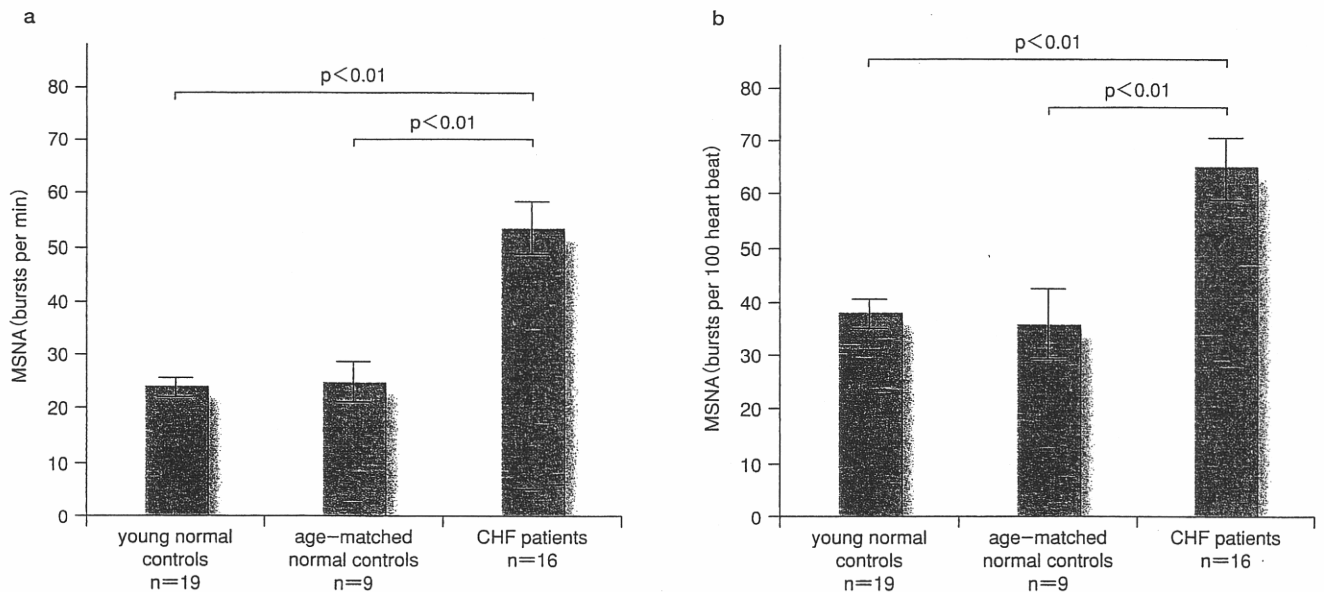


図6 心不全患者におけるMSNA

心不全ではMSNAが増加する。