

IV. 研究成果

高齢者における運動の心血管系安全基準および対策

著者：鱒坂隆一

所属：筑波大学体育科学系

住所・電話& F A X : (〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1、0298-53-2644)

CARDIOVASCULAR SAFETY OF EXERCISE IN THE ELDERLY

RYUICHI AJISAKA

*Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba
City, Ibaraki305-8574, Japan*

Abstract

Although regular physical activity has many beneficial health-related effects for the elderly, inappropriate or excessive exercise has been known to exaggerate or be associated with risk of cardiovascular events. Therefore, appropriate initial health screening, including medical evaluation and risk stratification, is vital to ensure or increase exercise safety.

In the elderly, medical evaluation needs to focus on identifying the coronary risk factors or signs suggestive of cardiovascular disease, since coronary artery disease has been demonstrated to be the most common cause responsible for cardiovascular events during physical activity in the elderly. It is noteworthy that variability of physical fitness is high in the elderly and cardiovascular risk during exercise is greater in subjects with lower physical fitness. In risk stratification, therefore, pre-assessment of physical fitness in addition to routine medical evaluation is pivotal.

Exercise prescription must be based on risk stratification and/or complicating cardiovascular disease severity. Low-level exercise, for example, 40% of VO_2 max is recommended for high-risk subjects such as those with two or more coronary risk factors, suggestive cardiovascular disease, lower physical fitness, or frail older adults. Since most subjects have reported at least one prodromal symptom within one week of sudden death, it is very important to check the physical condition before exercise on each day. Although various arrhythmias are likely to be responsible for cardiac events during exercise, their complete prediction is seldom possible. Therefore, monitoring ECG during exercise contributes greatly to exercise safety.

Further investigation is required for improvement of exercise safety for the elderly.

Key words: Cardiovascular safety, Exercise, The elderly

和文要約

定期的身体活動は高齢者の健康に多くの有益な効果をもたらすが、不適切あるいは過度の運動は心血管系の事故の危険に関連したり、あるいは危険性を増すことが指摘されている。したがって、運動を始める前の医学的評価および運動の危険度の層別化を含む適切な健康状態のスクリーニングは運動の安全性を確保し高めるために非常に重要である。

高齢者における身体活動中の心血管系の事故の最も頻度の高い原因は冠動脈疾患であることが示されているので、高齢者における運動前の医学的評価は冠危険因子の保有状況や心血管系疾患を疑わせる症候の把握に中心がおかれるべきである。高齢者においては身体適性の個人差は大きく、かつ低い身体適性を有する者の運動中の心血管系事故の危険性が高いということは注目に値する。したがって、運動前の危険度の層別化において、通常医学的評価に加え、身体適性の評価を行うことはきわめて重要といえる。

運動処方では危険度の層別化および心血管系の合併症の重症度に基づいてなされねばならない。2個以上の冠危険因子の保有者、心血管系疾患の疑いのある者、身体適性の低い者、虚弱な高齢者などの運動の危険度の高い者に対しては、たとえば最大酸素摂取量の40%のような低強度の運動が推奨される。突然死した者の大部分がその1週間以内に少なくとも1つ以上の何らかの前駆症状を有していたことが報告されていることから、運動当日の体調チェックは非常に重要な意義がある。運動中の心事故には種々の不整脈が関与することが考えられるが、それらの不整脈を運動開始前に完全に予測することはほとんど困難である。それ故、運動中の心電図監視は運動の安全性の向上に寄与するところ大である。

高齢者の運動の安全性をさらに改善するためにはさらなる研究が求められている。

はじめに

運動は健康増進、疾病予防あるいは高血圧、高脂血症、糖尿病などの成人病の運動療法として広く有用性が認められている¹⁾。逆に運動不足は健康を損ない、最近では冠動脈疾患の独立した危険因子の一つであるといわれている²⁾。我が国では高齢化が急激に進行しており、高齢者の健康維持・増進は非常に重要な社会的課題となっている。高齢者の健康維持・増進を図る上で、積極的な

運動の実行あるいは運動習慣の獲得は単に種々の疾病の予防あるいは治療に役立つだけではなく、高齢者が自立して質の高い生活を享受し、さらには様々な社会貢献を可能にするという重要な意義を有している。しかし、その一方で不適切、過度あるいは高度の運動は健康を害し、疾病の発症・増悪に関与する。最悪の場合には突然死といった不幸な結果を招くことすらあり、スポーツ活動中あるいは直後の突然死は社会問題としてしばしば取り上げられている³⁾。その原因は様々であるが、心血管系に起因するものが最も多く、高齢者においてはとくに動脈硬化性疾患とくに虚血性心疾患によるものが多いとされている³⁾、⁴⁾。したがって、冠危険因子を保有している場合には自覚症状の有無にかかわらず、より詳細なメデイカルチェックが不可欠である。スポーツ中の突然死は男性が断然多く、1995年の東京都における突然死の約85%は男性である⁵⁾。しかし高齢者ではこのような性差は消失するので、女性ホルモンは突然死に対し抑制的効果を持つと考えられる。このことは、逆に閉経後の女性に対する適切な運動指導・運動処方が安全性の面から重要であることを意味している。

運動はひとの健康にとって諸刃の剣的ものと言うことができ、それを安全でかつ健康増進に役立つように行うためには、適切なメデイカルチェックに加え、個々の対象の身体的・精神的適性によくマッチした運動指導・運動処方が重要である。メデイカルチェックは事前のみでは十分ではない。スカッシュプレー中に突然死した60名のうち55名(92%)において1週間以内に何らかの前駆症状があったとの報告⁶⁾もあり、当日あるいは定期的メデイカルチェック(この場合、問診のみでも十分有効である)が安全性を高める上で重要である。

本稿では、高齢者が安全に運動を行うための対策を心血管系の面を中心に述べることにする。その概要は、1)事前の対策として、高齢者の身体的特性に配慮してメデイカルチェックを行い、その結果から運動のリスクの層別化を行い、リスクの層別化に基づく至適な運動処方を行うこと、2)当日の対策として体調をチェックし、降圧薬などを服用している者には服薬を確認し、運動の種類に応じた適切な運動指導(ウォーミングアップ・クールダウンを含む)を行い、かつ定期的なメデイカルチェックを行うこと、3)事後の対策として、救急安全対策を遺漏無く講じておくこと、である。

事前の安全基準・対策

高齢者の運動の安全基準を決定するには、まず運動に対する危険性が高い被

験者と低い被験者をメデイカルチェックにより層別化することが重要である。それには、まず被験者の呼吸・循環系疾患または代謝疾患に関連する自覚症状の有無、家族歴（特に心臓突然死に関する）、冠動脈疾患危険因子保有の有無、医療機関への受診や服薬の有無などについて質問表などによる問診を行う必要がある。さらに、身体所見をチェックし生理・臨床検査を行う。チェック項目には高齢者に特異的な項目はない。以上の問診、身体所見、生理・臨床検査所見などから、運動に対するリスクを層別化する。

メデイカルチェックは何故必要か

高齢者においては以下に述べる理由から、とりわけ運動開始前のメデイカルチェックが重要である。第1に前述のごとく高齢者の運動中の心事故の原因の多くが冠動脈疾患であることが推定されている^{3), 4)}が、その背景として加齢とともに、「健康人」においても冠危険因子保有者が多くなることが挙げられる。冠危険因子とは心筋梗塞に代表される冠動脈疾患の罹患しやすさを推定する因子であり、年齢（男性では45歳以上、女性では55歳以上）、家族歴（55歳以前の父親あるいは1親等男性もしくは65歳以前の母親あるいは1親等女性の心筋梗塞または突然死）、喫煙、高血圧、高脂血症、糖尿病、肥満、運動不足などである⁷⁾。茨城県大洋村の運動教室に参加した207名の中高齢者について冠危険因子の保有頻度を調べたところ、半数以上の被験者に高脂血症を、半数近くに高血圧を認め、高齢者においては複数の冠危険因子を保有する被験者が多くなることが確認された（Fig.1, Fig.2）。これらの被験者のなかには医療機関を受診することなく放置しているひとも多く認められた。このことは、高齢者において不適切あるいは過度の運動により心事故を起こす危険性が高いことを意味している。

第2に高齢者では疾患に罹患していても自覚症状が無く無症候性であったり、症状があっても非定型的であることがしばしばあり、一見健常に見えても注意が必要である。しかも重大なことに自覚症状のない患者の重症度は必ずしも軽症ではないことが知られている⁸⁾。運動中、自覚症状が生じないことは運動の危険を知らせる警告サインが発せられないことを意味しており、運動中の心事故につながる危険性を増大させることになる。したがって運動の安全基準を考える場合、単に自覚徴候のみで判断するのは危険であり、客観的な検査データと合わせて評価する必要がある。

第3に加齢による体力や運動能力の低下には個人差が大きいことが知られている。Fig.3 に高齢者45名に自転車エルゴメータによる心肺運動負荷試験を行い、最高酸素摂取量を測定し、それを伊東らの報告した日本人の正常値⁹⁾にあてはめて「体力年齢」を算出した結果を示した。ここでは最大酸素摂取量ではなく、症候限界で中止した最大酸素摂取量を求めているため、真の全身持久性体力を評価していないという限界はあるが、高齢者における体力の個人差の大きさの一端が示唆されている。また Table 1 に示すように、「体力年齢」の低い被験者が多く、そしてその4割程度の被験者は高度の血圧上昇や危険な不整脈の出現により運動中止に至っている。これらの被験者のほとんどすべてにおいて自覚症状は訴えておらず、心電図や血圧のモニターなしで運動が行われた場合、さらに運動を継続し、心事故につながった可能性もある。したがって、高齢者における運動の安全基準を単に生物学的年齢のみで決めるのは妥当ではなく、体力水準を評価することが重要であろう。

第4に加齢に伴い種々の機能的、構造的変化が生じ、高齢者では運動における循環調節や体温調節が低下していることである¹⁰⁾。たとえば、暑熱環境下での運動は若年者においても十分な注意が必要であるが、高齢者では体温調節機能が低下していることから、より一層の注意が必要である。

メデイカルチェックでは何を調べるのか

前述のごとく、問診（冠危険因子の有無、運動習慣および運動に伴う自覚症状の有無・内容）、身体所見（血圧、心拍数、聴打診など）、臨床検査（心電図、胸部X線、血液検査など）は必須である（詳細は成書を参照）^{11)、12)、13)}。

リスクの層別化とは

メデイカルチェックにより、低リスク（無症状かつ年齢以外の冠危険因子を有しておらずメデイカルチェックで異常の無く、医療機関で治療を受けていない）、高リスク（呼吸・循環系または代謝性疾患の症状・徴候を有する、メデイカルチェックで異常を認めた、または2個以上の冠危険因子を有する）および有疾患者に分類できる。前述のごとく高齢者における冠危険因子保有率は相当高いので、この基準では高齢者の大部分が高リスクに該当することになる（Fig.4）。しかし、運動負荷試験などにより異常が無ければ、その多くは低リスク者とほぼ同じに考えてよい。大部分のひとに運動負荷試験を行うのは大変

なので今後、より簡便なリスク評価法の確立が望まれる。

高リスクの被験者については運動負荷試験を始め可能な限り精密検査（心エコー図、Holter 心電図など）を施行し、潜在する疾患の診断に努める必要がある。前述のごとく、高齢者では無症候性疾患者が少なくないので症状のみで判断するのは危険である。その結果により高リスク対象の一部は有疾患者に分類されるかもしれない。低リスク対象については原則として運動負荷試験は省略してよく、アメリカスポーツ医学会の勧告によると、実施予定の運動が中等度以下の軽いものであれば高リスク者でも運動負荷試験を省略してよい⁷⁾。ただし、高血圧患者では服薬下であっても、軽運動で収縮期血圧が 200mmHg を越える高度の血圧上昇をきたすことがあるので、高血圧患者では原則として運動負荷試験を事前に行った方がよい。

このような被験者の層別化に基づく運動処方原則を Fig. 5 に示し、運動強度の求め方を Table2 に示した。有疾患者あるいは高リスク対象の一部は運動が可能であったとしても原則として、医療の枠の中で運動療法として運動を行うことが望ましい。これらの対象に対する安全な運動処方原則は Fig.5, Table.2 に示すように持久性運動では低強度（最大酸素摂取量の $40 \pm 5\%$ 程度）とする。低強度運動療法は心不全症例に対して最近推奨されつつあるものであり、安全性は高いと考えられている¹⁴⁾。ただし、心不全のない患者において通常の強度の運動トレーニングと同じように効果が有るか否かは今後の検討が必要である。レジスタンス運動も必要に応じて取り入れるべきであるが、その安全性はとくに女性心疾患患者においては十分確立されていない¹⁵⁾。したがって、そのような対象では原則として監視下で施行すべきである。有疾患者の水中運動の安全性には不明な点が多く、現状では施行を控えた方がよい。

高リスク対象者の運動は健康維持が主目的となる。低リスク対象者でも被験者の選択により健康維持を目的に運動することも多いと考えられる。健康維持型の運動の安全基準については Fig.5 に示したが、アメリカスポーツ医学会が高齢者の運動処方として推奨している原則も参考にするとよい⁷⁾。また高リスク対象者では、それぞれの保有する疾患や危険因子の重症度に応じて、運動の可否を判断し、運動処方を行う必要がある¹⁶⁾。しかし、高リスク対象者では在宅非監視下での運動では安全性の観点からはなるべく低強度の運動が望まれる。前述のごとく、最近、心不全患者において低強度運動の有効性が報告されている¹⁴⁾。今後有効性と安全性の面から高リスク被験者の非監視下の運動の至

適運動強度について再検討されることが期待される。

当日の安全対策

当日の体調チェック：運動を義務的に続ける性格のひともいるが、体調の悪い時には無理して運動しないよう指導する。運動前の体調チェック項目は日本体育協会で作成されたもの¹⁷⁾に準ずるが、高齢者の場合、高血圧罹患者が多いので、最近の家庭などでの血圧状況の確認や内服治療中の者については当日の服薬の確認が必要である。

運動の施行時間：突然死の発生には日内変動があり、午前中とくに午前7時から11時の時間帯は自律神経のバランスが変動しやすいなどの理由で心事故の発生率が1日の中で最も高いことが知られている¹⁸⁾。高齢者は概して早朝の散歩やジョギングを好む傾向があり、ゴルフも早朝からプレイが始まることが多いので、とくにリスクの高い場合には十分注意する必要がある。ゴルフの場合は精神的ストレスも悪影響を及ぼしているかもしれない。とくに冠危険因子を有する場合には早朝空腹下での運動は避けるように指導し、各個人の生活習慣に合わせた施行時間を指導するとよい。真夏の運動においては直射日光を避け、水分を十分補給するよう指導する。逆に真冬には急激な寒冷暴露が過度の血圧上昇をもたらすので、保温に留意する。

運動時モニター：運動中、可能なら心拍数をモニターする。運動中に発生する危険な不整脈を事前のメディカルチェックで予知することは必ずしも容易ではない。自験例として事前のメディカルチェックで全く問題が無かったが、運動中、心房細動が出現した例がある。この際、心拍数の急増に対応してアラームが作動し、運動指導士の適切な判断で運動が中止され、医療機関に搬送されて事無きを得た。重要なことはこの際、本人には全く自覚症状が無かったことで、高齢者においては自覚症状がでにくいので、心拍数のモニターは可能な限りした方がよい。

運動開始時・回復期：運動の前後で準備運動・ウォームアップと運動後のクーリングダウン・整理運動を行う。とくに、心疾患あるいはその危険因子を多く保有している場合にはこれは重要である。運動開始直後や運動終了2～3分後は冠動脈のスパズムによる心筋虚血発作が生じやすい¹⁹⁾、また、不整脈が多発しやすい。運動が突然急激に開始されることは運動に慣れていない場合よくみられるが、これは循環動態に急激な変動をもたらす、心疾患患者や危険因

子保有者ではとくに危険である⁶⁾。

次に、運動の安全基準を運動の種類に分けて少し詳しく述べる。

持久性運動の安全基準

持久性運動は健康スポーツとして広く普及しており、持久性運動で施行される好氣的運動強度であれば循環系に過度の負担を与えず、筋疲労も少ないことから安全性は比較的高いと考えられている。したがって、整形外科的問題が無ければ、高度の肥満、高度の高血圧、合併症を有する高血圧、コントロールされていない糖尿病、コントロールされていない心臓病などの禁忌を除き安全に運動できる¹⁶⁾。不整脈については専門医の判断を必要とする²⁰⁾

運動強度：肥満を有する場合には、少なくとも運動に慣れるまでは最大酸素摂取量の40～50%程度の運動にしておいた方がよい。高齢者では体力の個人差が大きい (Fig.3) ので、低体力のひとでは肥満のひとと同様に運動に慣れるまでは最大酸素摂取量の40%程度の運動にしておいた方がよい。高血圧を有する場合、運動強度は最大酸素摂取量の50%あるいは乳酸閾値 (嫌気性代謝閾値) レベルが推奨される。代表的な降圧薬の1つであるβ遮断薬は運動中の心拍増加を抑制する。したがって、心拍数の基準により運動強度の設定すると過度の運動を科す危険がある。

運動の持続時間など：運動の持続は30分から60分が推奨されている。しかし、体力の低い人では10～15分の運動と休息を繰り返すインターバル運動の方がより安全かもしれない。運動の持続により体温が上昇する。30分以上の持続的運動はたとえそれが低強度の運動であっても体温の上昇をきたし、heat stress の付加をもたらす。体温上昇は一方で、発汗の増加などにより脱水などの危険をもたらす。とくに暑い日はそれが顕著となる。脱水は一方で循環動態の悪化をもたらすとともに血液濃縮により血栓形成を促進し心筋梗塞や脳梗塞の発症の危険性を高める可能性がある。体温上昇は循環動態の定常性を失わせる可能性もある。すなわち、健康人でも30分以上の運動では心拍数の増加、一回拍出量の低下、体血圧の低下を生ずる可能性がある²¹⁾。

レジスタンス運動の安全基準

従来、レジスタンス運動は過度の血圧上昇をもたらすことが知られ、中高年層においては剣道による突然死の危険率が高いことが報告されている³⁾。一般

に、上肢のしかも抵抗性運動は運動強度の割に心血管系に対する負荷が強い傾向がある。このため、健康運動としては不適切ないしは十分な注意が必要とされてきた。しかし、最近、とくに筋力の低下した心疾患患者のリハビリテーションにおいて筋力の改善にレジスタンス運動が有効であることが報告され、注目されている。高齢者においてもレジスタンス運動による筋力の向上は QOL の改善や運動能力の改善に有用と考えられる。しかし、前述のごとく、レジスタンス運動は血圧の過大な上昇や不整脈の誘発などの危険性を有していることも事実であり、コントロールされていないか、合併症を有する高血圧症を有する場合は禁忌である。同様に、コントロールされていない不整脈（心房細動・粗動、心室性期外収縮など）を有する場合も禁忌である。

運動強度：最大筋力（1RM）の40%強度は血圧の上昇も軽度であり、安全性が高い。60%以上の強度では血圧上昇の頻度が高くなる。その原因の1つは息ごらえによるバルサルバ効果と考えられるので、呼吸法を注意し、息をゆっくり吐きながら運動を行えば、60%強度でも安全に施行できることが多い。

運動方法・頻度：等尺性運動は血圧上昇、心機能低下がより顕著に生じるので、推奨できない。動的なレジスタンス運動の安全性は心疾患患者においても一部の重症あるいは症状が不安定な者を除けば確立されている¹⁵⁾。

水中運動の安全基準

水泳などの水中運動あるいは水中エアロビクスなどの水浸下運動はスポーツ分野におけるリハビリテーションのみでなく、健康増進あるいは美容のための運動として幅広く行われているが、その安全基準に関しては十分検討されておらず、持久性運動やレジスタンス運動で示したような運動の適否や方法を示すには十分なデータがない。高齢者において入浴中の心事故が多いことが知られている。水浸に伴い、静水圧の影響や組織から血管への水分の移動による循環血液量の増加により静脈還流量が増え、心臓に対する容量負荷をもたらす。また、水浸に伴い自律神経系には副交感神経の機能亢進と交感神経の抑制といった変化が急激に生じる²²⁾ので、これらが高齢者の心機能や冠循環に悪影響をもたらす可能性もある。これらが水中運動の安全性にどの程度影響するのか、不明な点が多いが、少なくとも心疾患患者では水浸に伴う心負荷に対する懸念から今のところ避けた方がよいとの意見が多い。

水浸は水位、水温などにより生体に対する影響が異なっている²²⁾。また水中での運動は水温、水位あるいは水中での体位などにより、生理的反応は異なり一様ではない。水中運動においては水温や水位に注意が必要である。水温については中立水温(35・C前後)が好ましいとされそれ以上でも以下でも交感神経系の緊張を過度に亢進させる恐れがあり、水温が不感温度(約33・C)より低くなると皮膚血管が収縮し血圧が上昇する。また、心疾患患者では冷水への水浸により、心室の電氣的興奮性が増すと指摘もあり、不整脈の出現が懸念される。一般に水浸により心拍数は減少するが、水温が37・C以上になると逆に増加する。また1回拍出量もより大きく増加するとされている。これらにより心臓への負荷が増大する。水中歩行における水位についてはおよそ剣状突起レベル(みぞおちレベル)が好ましいとされる。これは健常者での検討において、横隔膜レベル以上の水浸で中心静脈圧が上昇し始めることが根拠となっているのだろう。それ以上の水位では水浸による心負荷が過大になる。逆に水位が低すぎると浮力が利用できるという水中運動の利点がなくなる。

スキューバダイビングなどの潜水におけるメデイカルチェックにおいては、潜水により迷走神経反射を介して徐脈を呈することが知られており、実施前のdiving reflex test(潜水反射テスト)はメデイカルチェックとして必須と考えられる。

水泳は主として上肢を使う運動であるが、上肢の運動は下肢の運動に比べ活動筋肉量が小さく運動強度に比し血圧上昇が大きい傾向がある。このため高血圧を有する場合には注意が必要である。

事後への準備・対策

どんなに注意・警戒しても運動中の心事故などを完全に予防することはできない。もし、気管支喘息や狭心症、高血圧などで発作時あるいは血圧上昇時に頓服薬を使用している被験者については運動前に頓服薬の持参の有無を確認しておくべきである。運動現場での医療行為は医療関係者がなければ不可能である。応急処置ができる体制を整備しておき、必要なら迅速に医療機関に搬送できるよう提携しておくことが望まれる。

日本では救急蘇生法の普及が一般市民の間で不十分である。倒れた際の1次的救急蘇生が迅速に施行されていれば突然死を免れる可能性がある。今後、高齢者が運動教室などに参加した際、高齢者でも出来る救急蘇生法の指導を普及

させることも重要な課題と考える。

おわりに

高齢者の運動の安全基準・対策について述べた。今後益々進行する高齢化社会の中で運動の健康増進・維持に果たす役割は大きいが、その安全基準・対策はまだ十分とはいえない。とくに後期高齢者における対策は今後の重要な課題となるであろう。

本研究は文部科学省科学研究費：基盤研究B、課題番号 12480004、平成12～14年度および文部科学省科学技術振興調整費、平成11～13年度によって行われたものである。

文献

- 1) Blair, S.N., Kohl, H.W., 3rd, Paffenbarger, R.S., Jr., Clark, D.G., Cooper, K.H., Gibbons, L.W. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *J.A.M.A.*, (1989), 262, 2395-2401.
- 2) Powell, K.E., Thompson, P.D., Caspersen, C.J., Kendrick, J.S. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu. Rev. Public Health*, (1987), 8, 253-287.
- 3) 高田英臣, 村山正博, 突然死の実態とその病態生理：スポーツ中の突然死. *日内会誌*, (1998), 87, 77-82.
- 4) 村山正博, 笠貫 宏, 心臓突然死, 初版, スポーツ関連の突然死, 医学書院, 東京, (1997), 62-70.
- 5) 徳留省悟, 藤田晃彦, 渡邊周永, 今野 渉, 國安慶子, 松尾義裕, 山口吉嗣, 畔柳三省, 突然死発症の男女差. *Cardiologist*, (1999), 4, 89-96.
- 6) Northcote, R.J., Flannigan, C., Ballantyne, D., Sudden death and vigorous exercise—a study of 60 deaths associated with squash. *Br. Heart J.*, (1986), 55, 198-203.
- 7) Balady, G.J., Mahler, D.A., Berra, K.A., Myers, J.N., Golding, L.A.,

- Sheldahl, L.M., Neil, F.G., 運動処方指針-運動負荷試験と運動プログラム, 原著第6版 (アメリカスポーツ医学会 編集、日本体力医学会体力科学編集委員会 監訳), 南江堂, 東京, (1997).
- 8) Sharma, B., Asinger, R., Francis, G.S., Hodges, M., Wyeth, R.P., Demonstration of exercise-induced painless myocardial ischemia in survivors of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Am. J. Cardiol.*, (1987), 59, 740-745.
- 9) 伊東春樹, 循環器負荷試験法, 改訂第3版, Anaerobic threshold(AT), 診断と治療社, 東京, (1991), 256-294.
- 10) 鯨坂隆一, 松田光生, 循環-運動時の酸素運搬システム調節-, 初版, 加齢と運動時循環反応, NAP, 東京, (1999), 155-166.
- 11) 太田壽城, 松本一年, スポーツのためのメディカルチェック, 冠危険因子保有者におけるスポーツのためのメディカルチェック, 南江堂, 東京, (1989), 167-175.
- 12) 安野尚史, 太田壽城, スポーツ医学 [基礎と臨床], 初版, メディカルチェック (内科), 朝倉書店, 東京, (1998), 110-118.
- 13) 坂本静男, スポーツ指導者のためのスポーツ医学, 初版, スポーツのための内科的メディカルチェック, 南江堂, 東京, (2000), 17-20.
- 14) Belardinelli, R., Georgiou, D., Scocco, V., Brastou, T.J., Purcaro, A., Low intensity exercise training in patients with chronic heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.*, (1995), 26, 975-982.
- 15) Pollock, M.L., Franklin, B.A., Balady, G.J., Chitman, B.L., Fleg, J.L., Fletcher, B., Limacher, M., Pina, I.L., Stein, R.A., Williams, M., Bazzarre, T., Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. Benefits, rationale, safety, and prescription. *Circulation*, (2000), 101, 828-833.
- 16) 日本医師会編, 運動療法処方せん作成マニュアル, 初版, 日本医事新報社, 東京, (1996).
- 17) 村山正博, 日本臨床スポーツ医学会学術委員会内科部会勧告. 1. メディカルチェックにおける基本検査項目. 5. 一般市民のスポーツ参加の自己検診表. 日本臨床スポーツ医学会雑誌, (1999), 7, S112-S127.
- 18) Muller, J.E., Ludmer, P.L., Willich, S.N., Tofler, G.H., Aylmer, G.,

Klangos, I., Stone, P.H., Circadian variation in the frequency of onset of sudden cardiac death. *Circulation*, (1987), 75, 131-138.

19) Weiner, D.D., Schick, E.C., Jr., Hood, W.B., Jr., Ryan, T.J., ST-segment elevation during recovery from exercise. A new manifestation of Prinzmetal's variant angina. *Chest*, (1978), 74, 133-138.

20) 長嶋淳三, スポーツ医学 [基礎と臨床], 初版, 疾病を有する者の運動許可条件, 朝倉書店, 東京, (1998), 137-148.

21) Rowell, L. B., Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol. Rev.*, (1974), 54, 75-159.

22) 木住野孝子, 松田光生, 短時間の腋下水準における水浸が心臓自律神経系活動に及ぼす影響—水温 25 ° C、30 ° C、34 ° Cでの検討. *体力科学*, (1997), 46, 101-112.

Table 1 Relation between the “physical fitness age” and incidence of risk during exercise.

Classification	number	Age(years)	Incidence of risky symptoms during exercise
High “physical fitness age”	31(68.9%)	69.7±4.2	12 (38.7%)
Normal “physical fitness age”	7(14.9%)	69.7±4.6	0 (0%)
Low “physical fitness age”	7(14.9%)	67.7±3.1	0 (0%)

Risky symptoms: excessive rise in systolic blood pressure (>250mmHg), or high-risk arrhythmia (frequent or multifocal premature ventricular arrhythmia etc), or chest pain, or ischemic ECG changes during symptom-limited ergometer exercise. Twelve subjects in high “physical fitness age” group had risky symptoms (5with high-risk arrhythmia and 7 with excessive rise in systolic blood pressure),while none of normal and low “physical fitness age” group had risky symptoms. High “physical fitness age” was defined more than 5, normal one was +4~-4, and low one was less than 5.

Table 2 Exercise intensity in % VO₂ max, % HR max, %VT, and Borg scale

	High level	Middle-level	Low-level
%VO ₂ max	8 0±5	6 0±5	4 0±5
%HRmax	8 7±5	7 2±5	5 7±5
%VT	1 1 5±5	8 5±5	6 0±5
B o r g scale	1 4 ~ 1 5	1 2 ~ 1 3	1 0 ~ 1 1

VO₂: oxygen uptake; HR: heart rate; VT: ventilatory threshold.

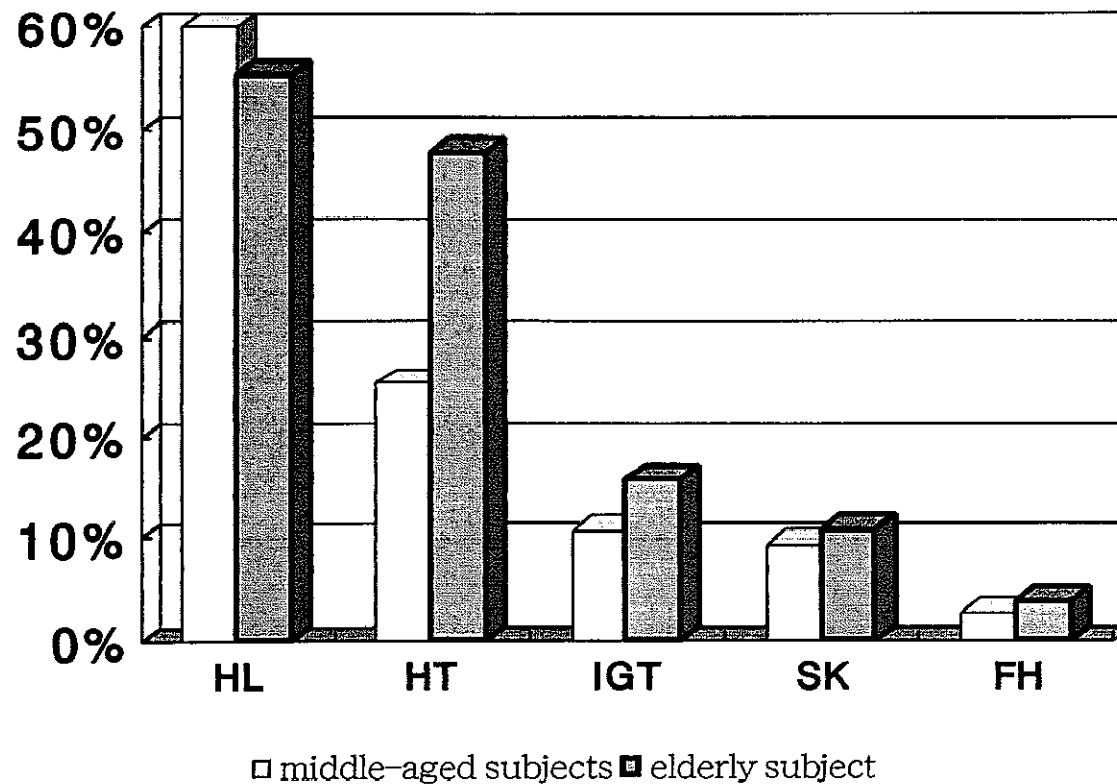


Fig.1. Incidence of coronary risk factors in 207 middle-aged or elderly participants in an exercise program (75 middle-aged subjects [51~64 years] and 132 elderly subjects [65~85 years]).

HL: hyperlipidemia, HT: hypertension, IGT: impaired glucose tolerance, SK: smoking habit, FH: family history of coronary heart disease or cardiac sudden death.

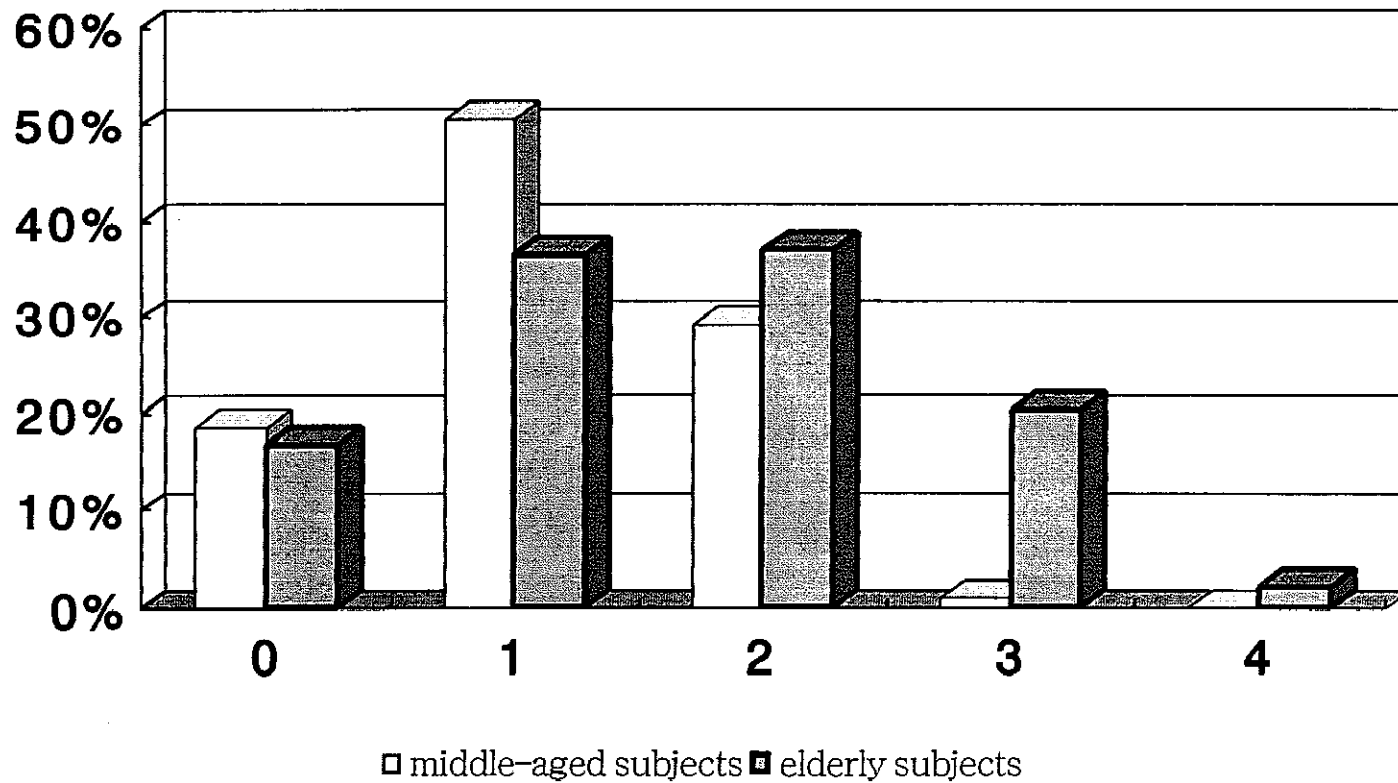


Fig.2. Incidence of 0~4 coronary risk factors in 207 middle-aged or elderly participants in an exercise program (75 middle-aged subjects [51~64 years] and 132 elderly subjects [65~85 years]).

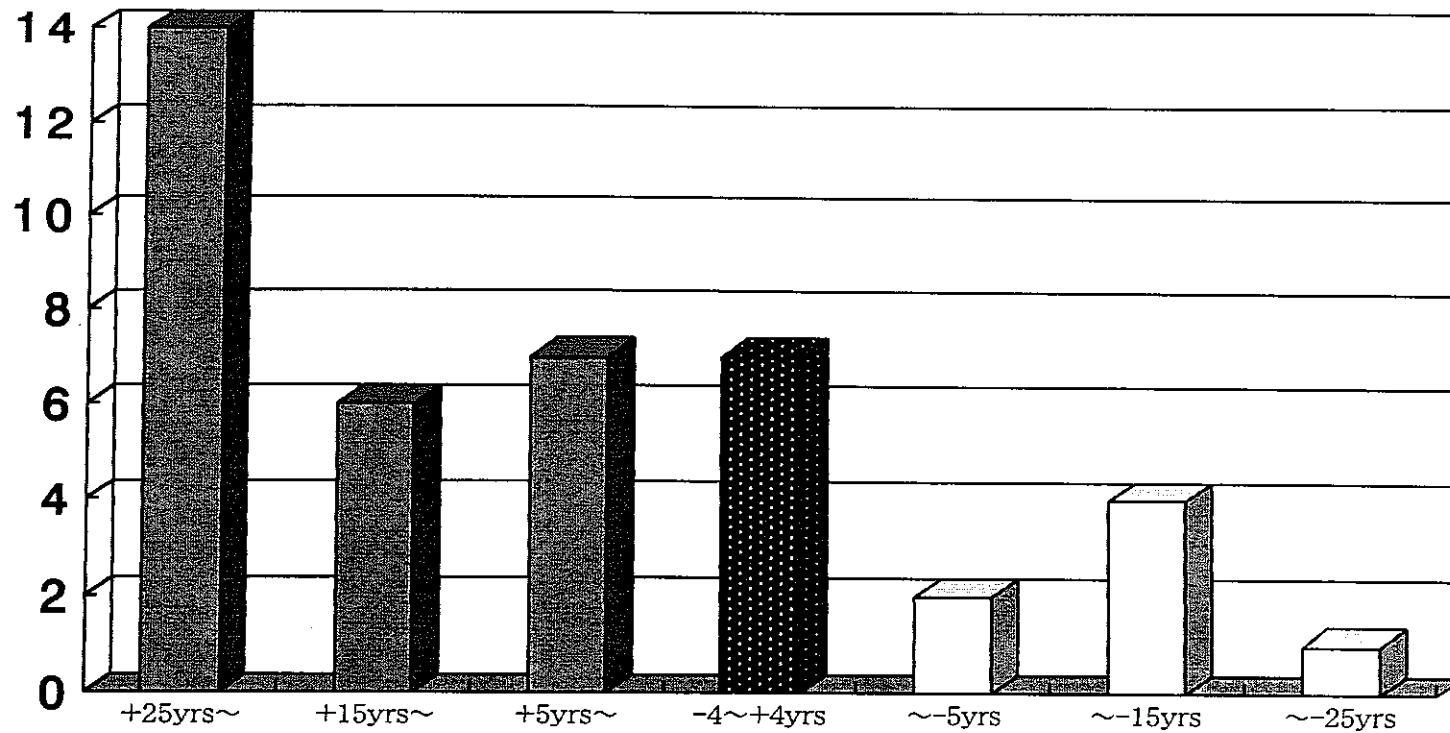


Fig. 3. The “physical fitness age” in 45 elderly participants in an exercise training program.

The “physical fitness age” was calculated as follows; $(52.1 - \text{peak } \text{VO}_2 \text{ [ml/kg/min]}) / 0.38 - \text{age}(\text{years})$ for men, $(40.4 - \text{peak } \text{VO}_2 \text{ [ml/kg/min]}) / 0.23 - \text{age}(\text{years})$ for women.

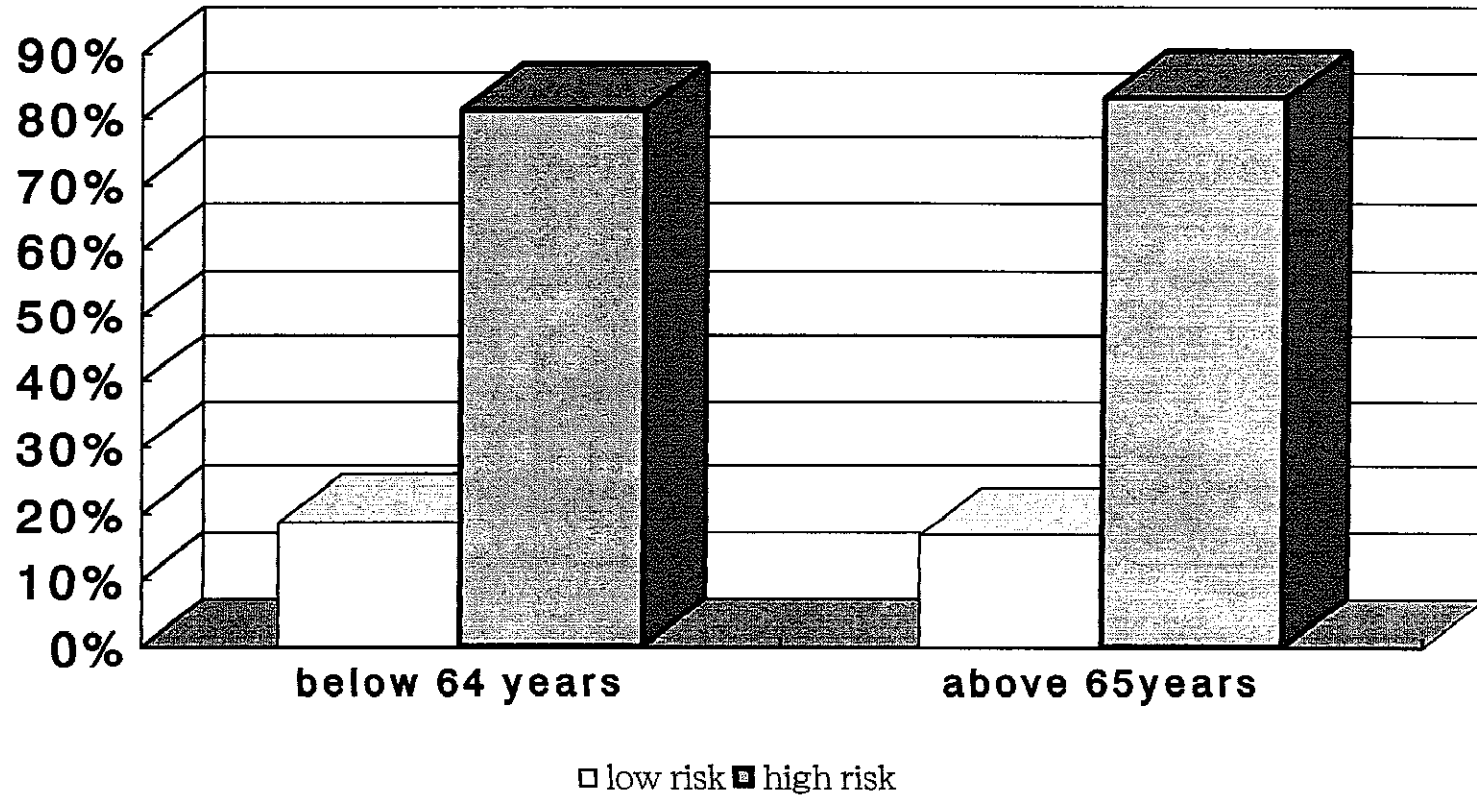


Fig. 4. Incidence of low- or high-risk subjects in 207 participants in an exercise program.
Below 64 years (n=75) Above 65years (n=132).

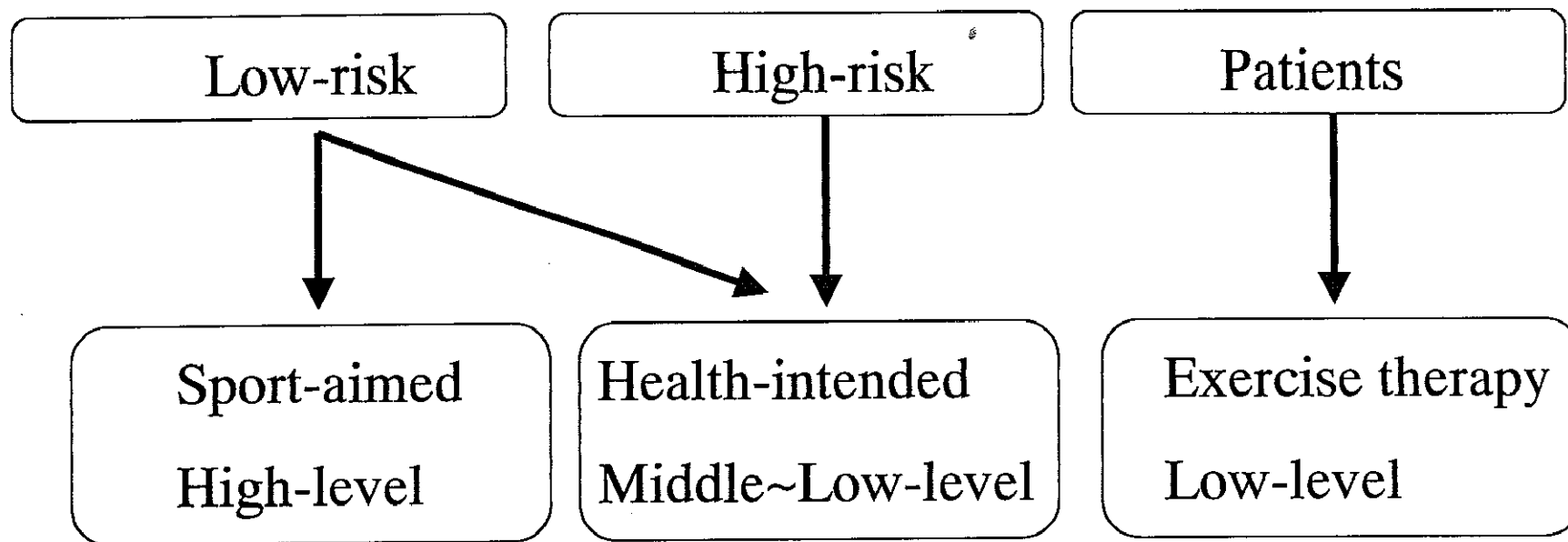


Fig.5 Exercise prescription in the low-risk, high-risk elderly, and patients with cardiovascular disease.