

札幌ライフスタイルスタディ 運動習慣導入による健康指標改善効果に関する研究

北海道大学大学院 河 口 明 人
(共同研究者) 同 柚 木 孝 敬
天 使 大 学 黒 川 正 博

Sapporo Lifestyle Sytudy Study on Improvement of Cardiovascular Risk Profile by Exercise Intoroduction

by

Akitio Kawaguchi, Takahiro Yunoki
Hokkaido University Graduate School of Education
Masahiro Kurokawa
Tenshi University Shool of Nursing and Nutririon

ABSTRACT

Sapporo lifestyle study is a community-based, prospective, randomized controlled study to improve coronary risk profile by therapeutic lifestyle change (TLC) consisting of exercise and dietary modification for 12 months. Three hundred and sixteen (316) eligible residents (male 111, female 205) aged 40 to 69 years without symptom were recruited with informed consent, and allocated into 3 groups such as 105 control (A), 106 exercise intervention (B), and 105 exercise with dietary intervention group. Brisk walking (near 3 METs) for 150 minutes a week was introduced for B and C groups, and a nutritional intervention consisting of appropriate energy intake for ideal body weight, increased n-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA) up to 2.9g a day and additional 2.0 g increase of fiber intake a day, was instructed for C group in training sessions. All

participants were estimated body composition, lipid profile, physical fitness, and nutritional status (by diet history questionnaire made in Japan NIH) at the beginning and end of the study, and monitored on daily physical activity by pedometer during the study. Computerized randomization by minimization method was successful, resulting in no significant differences of major risk factors. Total of 249 residents (A: 87, B: 78, C: 84) were followed up for 12 months (follow-up rate 79%). B and C group had significant increased brisk walking than that of A group. Lipid profile was improved in all groups. Above all, HDL-C levels increased by 0.31, 2.47 and 3.62 mg/dl in A, B and C groups ($P < 0.05$), respectively. Although intakes of total energy and cholesterol per 1,000 kcal a day were reduced in all groups, n-3 PUFA per 1,000 kcal is significantly increased in only C groups ($P < 0.05$).

要 旨

札幌ライフスタイルスタディは、運動習慣の導入および栄養指導からなる生活習慣是正による身体健康指標の改善効果を明らかにするための1年間の地域密着型前向き無作為化介入研究である。インフォームドコンセントとともに研究に参加した316名の適格者は、年齢、性別、BMIおよび喫煙の有無を割付因子とした最小化法によって、対照(A)群105名、運動介入(B)群106名、運動・栄養介入(C)群105名にそれぞれ群別された。運動介入のBおよびC群には、週150分の速歩が勧奨され、毎月のNews Letterおよび運動講習会で動機付けされた。栄養介入はC群に対して行われ、摂取エネルギーの適正化、n-3系脂肪酸2.9g/日の摂取、食物繊維の2.0gの増加が勧奨され、毎月のNews Letterおよび栄養講習会が開催された。1年の介入ののち、249人が終了時健康診断を受診した(観察率78.8%)。B、C群で、速歩の増加が観察され、HDL-C濃度がBおよびC群で増加し、LDL-C/HDL-C比はBおよびC群で減少した。同時にC群でのみ、単位カロリー当たりのn-3系不飽和脂肪酸摂取量が有意に増加し、栄養素バランスの改善が見られた。

緒 言

わが国の高齢化にともなう生活習慣病の拡大や老人介護への社会的負荷は増大しつつあり、社会保障財政の逼迫とともに、日常生活の健康管理はますますその重要性を増しつつある。国民が健康であるための社会システムの確立は、急速に高齢社会に向かうわが国の最も基本的で重要な戦略的課題でありながら、一般の住民がいかなる健康管理を、いかなる情報に基づいて行うかについての具体的指針は不足し、健康づくりへの社会的取り組みも不十分である¹⁻²⁾。疾病予防から介護予防を展望した市民の主体的行動を促すためには、市民自体の参加による研究からの成績に基づく必要がある。

この研究は、無作為化介入研究という科学的評価に耐えうる疫学手法を応用し、日常生活における運動習慣・栄養教育指導が、健康増進や疾病予防に果たす役割の科学的根拠を示すため、地域住民への1年間に亘る前向き介入研究を行い、住民の健康指標改善効果、とくに血清脂質の変動について検討した。

1. 方 法

1. 1 対象者

札幌市民7,878名に対しダイレクトメールを送付し、生活習慣病予防への介入研究への参加を募った。343名が参加の意思を示し、書面でインフォームドコンセントを得たのち、319名が登録時健康診断および体力検査を受診した。このうち除外基準に抵触した3名を除き、316名（男性111名、女性205名）を適格症例として以後の研究を行った。研究計画書は北海道大学・大学院教育学研究院の倫理審査委員会で承認を受けた。参加者の適格基準は以下の通りである。

- (1) 40歳以上70歳未満の男女、女性の場合には閉経後であること
- (2) 心筋梗塞症、狭心症の既往のないこと
- (3) 脳梗塞、脳出血の既往のないこと
- (4) 高度な高血圧（収縮期 >180 もしくは拡張期 $>100\text{mmHg}$ ）のないこと
- (5) 重篤な肝臓障害（GOT, GPT $>100\text{IU/L}$ ）のないこと
- (6) 重篤な腎臓障害（Cr $>1.7\text{mg/dl}$ ）がないこと
- (7) 通院中の糖尿病患者でコントロール不良（HbA1c $>10\%$ ）でないこと
- (8) 通院中の患者で医師より運動の許可が得られること
- (9) 日常の身体運動が強度、あるいは週150分以上の強度の運動をすでに行っている症例
- (10) その他運動介入試験に適切ではないと判断される症例

1. 2 健康診断および調査

健康診断および調査は研究開始時（H16.2）および終了時（H17.2）に同一の検査が施行された。その内容は理学検査（血圧・腹囲・体組成）、生理機能検査（自律神経機能、血管弾性機能、呼吸機能）、体力検査（エルゴメーターによる最大酸

素摂取量、握力、全身反応時間、長座位体前屈など）、採血（血清脂質、HbA1cなど）であり、紙面調査としては、食生活栄養調査（簡易型自記式食事歴調査法 Brief Dietary History Questionnaire）・QOL調査（SF36）および心理学的検査（POMS）を行った。

1. 3 割 付

適格者は、年齢（54歳以下、55歳以上の二群）、性別（男女の二群）、BMI（25未満、25以上の二群）、喫煙（有無の二群）を割付因子とした最小化により、中央割付方式（UMIN臨床研究支援センター）を適用し、対照（A）群（105名）、運動介入（B）群（106名）、運動栄養介入（C）群（105名）に群別された。

1. 4 介入方法

参加者全員に歩数計（Omron HJ7001T）を貸与し、日々の「しっかり歩行（Brisk Walking）」（一回の歩行が連続10分以上、速度が1分間に60歩以上の歩行）および総歩数を健康手帳へ記録させた。運動介入教育プログラムは、週150分の速歩（3Mets相当）、栄養介入教育プログラムは、摂取エネルギーの適正化（適正体重当たりのエネルギー摂取）、n-3不飽和脂肪酸の2.9g/日、食物繊維の2g/日増加の推奨である。B群には運動情報に関するNews letterとともに毎月の運動指導講習会を行い、ストレッチ、障害・熱中症予防、有酸素運動の方法・メカニズム・効果などを教育した。C群にはB群の運動指導講習会およびNews letterに加え、栄養情報に関する毎月のNews letterおよび栄養指導講習会を行った。一年間の介入ののちA群87名（男性28名、女性59名）、B群78名（男性22名、女性56名）が終了時健康診断を受診し、最終的な経過観察率は78.8%であった。

表1 Allocation by minimization (Balancing among major prognostic factors)

Variable	category	Control (A)	Exercise (B)	Ex+Diet (C)	P
Age	≤ 54 y.o	29	29	29	ns
	≥ 55 y.o	76	77	76	ns
Gender	male	37	37	37	ns
	female	68	69	68	ns
BMI	< 25	75	76	76	ns
	≥ 25	30	30	29	ns
smoking	Yes	23	24	23	ns
	No	82	82	82	ns
合 計		105	106	105	

表2 Clinical characteristics at baseline

		Control (A)	Exercise (B)	Ex+Diet (C)	P
NO	(M/F)	105 (37/68)	106 (37/69)	105 (37/68)	ns
Age	(year-old)	59.0 ± 6.5	59.3 ± 6.7	59.0 ± 6.4	ns
BMI	(kg/m ²)	23.8 ± 3.5	23.4 ± 3.5	23.4 ± 3.0	ns
sBP	(mmHg)	132.8 ± 16.1	134.7 ± 17.8	133.5 ± 19.8	ns
dBp	(mmHg)	80.6 ± 10.5	83.2 ± 10.6	82.1 ± 12.1	ns
TC	(mg/dl)	225.2 ± 35.6	222.9 ± 36.6	218.1 ± 36.3	ns
TG	(mg/dl)	124.3 ± 72.1	115.1 ± 69.5	110.3 ± 67.2	ns
LDL-C	(mg/dl)	135.2 ± 32.3	131.6 ± 33.2	128.7 ± 33.8	ns
HDL-C	(mg/dl)	65.1 ± 16.5	68.4 ± 18.2	67.3 ± 15.5	ns

Data are mean ± SD. No significance among groups by ANOVA

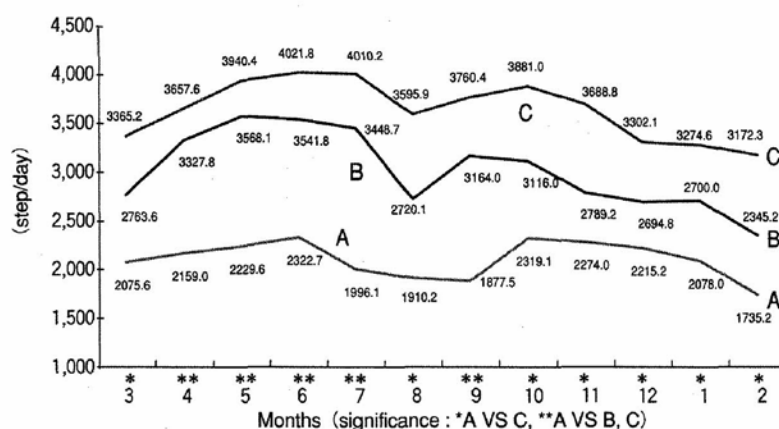


図1 Trend of brisk walking (steps) among gorups for 12 months

2. 結 果

2.1 割 付

登録時の最小化法による無作為化は客観的に行われ、割付因子に関する偏りはなかった(表1)。同時に登録時の理学所見および血清生化学所見にも、各群における差は観察されず、比較可能性が担保された均等な三群に群別された(表2)。

2.2 運動介入効果

一年間の介入ののち、各群の健康手帳に記録された運動量変化が図1である。対照(A)群に比較して、運動介入(B)群および運動栄養介入(C)群において、総歩数および「しっかり歩数」(Brisk Walking)が有意に増加した。特徴的な点は、B群およびC群の運動介入の内容が同一であったにも拘わらず、C群で総歩数ならびに「しっかり歩行」数が増加している点である。冬季(12, 1, 2, 3月)における運動量の低下が観察され

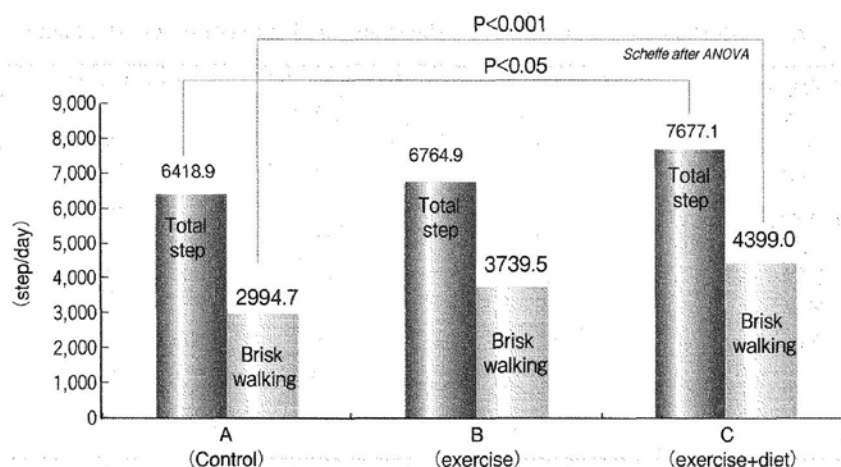


図2 Difference of Steps among groups

る一方、8月において歩数が低下している点も注目される。1年間の歩数/日の平均が図2である。運動介入BおよびC群は総歩数および「しっかり歩行」数が増加し、C群はA群に対して有意に身体活動量が増加した。

2. 3 血清脂質変化

介入後の血清脂質変化は、A, B, C各群それぞれについて、Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) 濃度が、-0.97, -1.33, -4.52mg/dl低下し (NS), High-density lipoprotein (HDL-C) が0.31, 2.49, 3.62mg/dl増加した ($P<0.05$ Trend). またトリグリセリド (TG) も、各群それぞれ、-13.1, -10.5, -18.1mg/dl低下した (NS). 一方動脈硬化へのリスクを表す LDL-C/HDL-Cは、対照群では殆ど変化しなかったが、運動介入群で低下した。

2. 4 速歩 (歩数) と血清脂質

血清脂質の前後差と歩数との偏相関分析の結果が表3である。TGの前後差 (Δ TG) は、LDL-CおよびHDL-Cの前後差と逆相関しているが歩数との有意な関連は見られない。LDL-CはHDL-Cと正に相関し、HDL-Cの上昇はLDL-Cの上昇と連動していることを示すがLDL-Cも運動との有意な関連を示していない。一方HDL-Cのみが速歩および総歩数の増加と有意に関連した。総歩数は速歩を含むためにHDL-Cと最も強い関連を示している。

各群のHDL-Cの変化と速歩との関連の相関性は図4である。その一次関数は Δ HDL-C = 0.00237 (Brisk Walking Steps) - 6.653となる。すなわち Brisk Walking Stepsが2,800歩を越えるころ HDL-Cは上昇し始め、ほぼ450歩ごとに、HDL-Cは1mg上昇することになる。

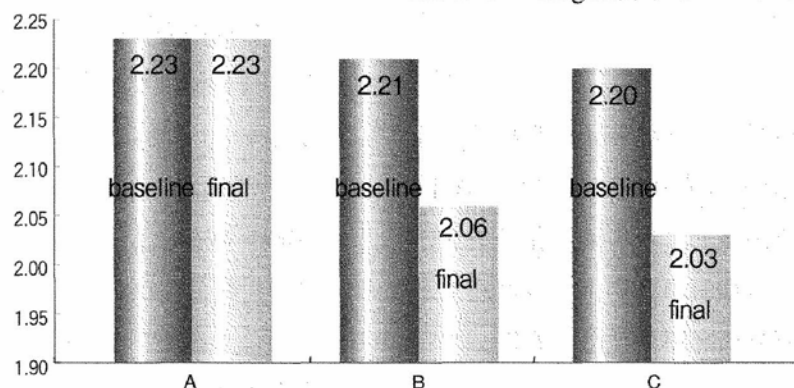


図3 Comparison of LDL-C/HDL-C between baseline and end of the study among groups

表3 Partial Correlation Coefficient Analysis

	Δ LDL-C	Δ HDL-C	Δ LDL-C/HDL-C	Brisk Walking	Total Steps
Δ TG	-0.331*	-0.213*	0.211*	-0.089	-0.049
Δ LDL-C		0.165 ^{\$}	-0.708*	-0.005	0.047
Δ HDL-C			0.484*	0.163 ^{\$}	0.215*
Δ LDL-C/HDL-C				0.118	0.073
Brisk Walking					0.707*

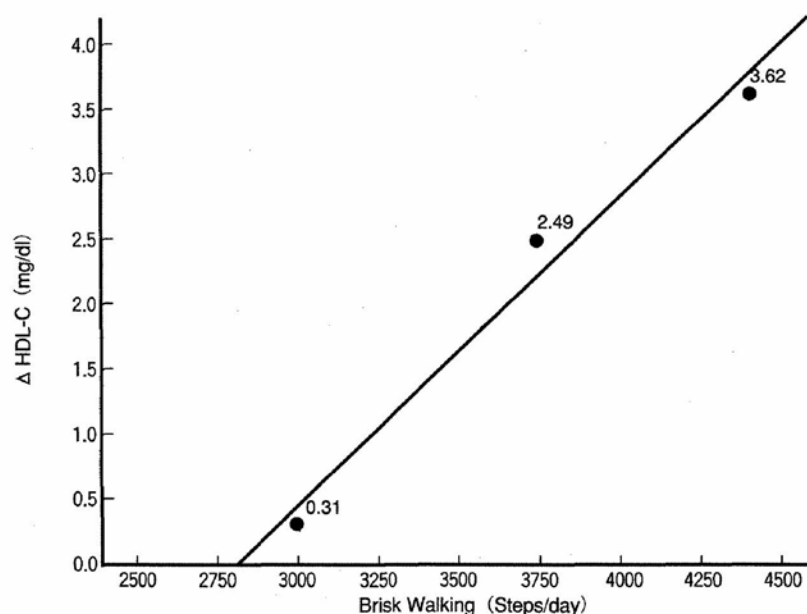
Controlled by age and gender. * ; $P < 0.001$, ^{\$} ; $P < 0.05$ 

図4 Correlation of changes of HDL-C concentration and brisk walking steps per day.

2. 5 栄養介入の効果

栄養介入は、C群に対して毎月のNews Letterおよび講習会での情報介入として行われた。すべての群のカロリー総量は低下傾向を示したが、各群間には差はなかった。しかし、栄養介入C群で、単位カロリー当たり（1,000kcal当たり）のn-3系不飽和脂肪酸、とくにEPAおよびDHAの摂取量が有意に増加した（表4）。

3. 考 察

高齢社会を目前にしたわが国にとって、将来的な疾病負荷の軽減は、極めて重要な政策的課題である^{1,3)}。生活習慣病予防や介護予防は、発症後の治療や生活習慣の是正を意味するのではなく、日々の健康増進行動の結果である。このとき、どのような行動がどのような効果をもたらすかに関する情報は、健康増進行動の指針となる¹⁾。WHOのAdelaide勧告を踏まえ⁴⁾ 2000年から開始

された健康日本21（第三次国民健康づくり運動）は、わが国における目標管理型政策の嚆矢として評価されるが、その中間評価を見る限り奏功しているとは言い難い²⁾。その原因は、地域社会の住民に適応可能なエビデンスとしての科学的健康情報とそれにもとづく健康教育プログラムの欠如にある。わが国において、一般住民を対象とした無作為化介入研究は極めて僅少であり、そこから演繹されるべき行動指針は、住民の生活習慣や生活環境に密着した指針でなければならない。地域密着型住民研究は、その社会の気候や温度変化などの地球物理学的環境、食物生産や食材流通制度に依存する食生活環境、地域産業構造に基づく労働形態、あるいは日々の身体活動の動機付けに関わる社会的インフラの整備状況などの地域特性を反映し、健康行動を目指す地域住民にとって極めて優れた指標となる。

本研究は、札幌の一年間の季節変動を通して、

表4 Fatty acid intake at baseline and end of the study

		Control (A)	Exercise (B)	Ex+Diet (C)	P
SFA	Baseline	6.96 ± 2.1	7.16 ± 2.0	7.06 ± 2.2	ns
(g) /E	final	5.87 ± 1.8	5.97 ± 1.9	5.91 ± 1.8	ns
MUFA	Baseline	9.25 ± 2.5	9.41 ± 2.5	9.39 ± 2.8	ns
(g/E)	final	7.89 ± 2.4	8.19 ± 2.2	8.43 ± 2.3	ns
PUFA	Baseline	6.86 ± 1.8	7.07 ± 1.9	6.94 ± 1.9	ns
(g) /E	final	6.27 ± 1.8	6.66 ± 1.7	6.68 ± 1.8	ns
n-3 PUFA	Baseline	1.56 ± 0.53	1.57 ± 0.48	1.55 ± 0.52	ns
(g) /E	final	1.36 ± 0.49	1.44 ± 0.44	1.56 ± 0.54	0.029
n-6 PUFA	Baseline	5.30 ± 1.5	5.57 ± 1.7	5.34 ± 1.6	ns
(g) /E	final	4.96 ± 1.6	5.27 ± 1.4	5.15 ± 1.5	ns
EPA	Baseline	0.19 ± 0.12	0.17 ± 0.12	0.18 ± 0.13	ns
C20:5n-3 (g) /E	final	0.14 ± 0.10	0.14 ± 0.09	0.19 ± 0.14	0.009
DHA	Baseline	0.048 ± 0.028	0.044 ± 0.025	0.047 ± 0.031	ns
C22:6n-3 (g) /E	final	0.036 ± 0.027	0.037 ± 0.022	0.048 ± 0.033	0.008

Data are mean ± SD. SFA; saturated fatty acid, MUFA; monounsaturated fatty acid, PUFA; polyunsaturated fatty acid, EPA; eicosapentaenoic acid, DHA, docosahexanoic acid; (g) /E; weight gram per 1,000 kcal

身体運動量および栄養摂取バランスの改善効果を検証した実証的研究である。その結果、市民への運動習慣の導入が血清脂質、とくに動脈硬化症に予防的に働くとされるHDL-Cの有意な増加をもたらした。しかも運動・栄養介入C群にあっては、3.62mg/dlの増加を示し、これは5.37%に相当し、薬物治療によるHDL-Cの改善度にも匹敵する⁵⁾。この血清脂質の変動は生命予後の代用指標ではあっても、持続的な生活習慣の是正は将来的な疾病予防に繋がることを期待させる。事実、心血管疾患死亡率の高いアメリカでは1%のHDL-C上昇は、3%の心筋梗塞による死亡の減少に繋がることが報告されている⁶⁾。

歩行は、それまでに運動習慣のない成人にとって、最も簡便で実行しやすい身体運動であり⁷⁾、その効果は、頻度、強度および時間の関数である。Home-basedの運動は専門家の監視下ではないために、とくに運動器の障害と潜在的な動脈硬化病変による心血管疾患の増悪・発症というリスクを持っている。過度のresistance exerciseは潜在的な心血管病変の発症リスクを伴うが、歩行はその運動量が高々3~4Mets程度であり、無症状健康人において、潜在的な病変の顕在化のリスクは小さく、安全閾は広い。本研究の相関性から得られる

HDL-Cとbrisk walkingとの関係は、対照群の3,000歩を越え、ほぼ450歩毎に1mgのHDL-C濃度の上昇をもたらしている。ただし、これには歩数計に計量されなかった多くの身体活動量が潜在していると見なければならず、かならずしも、速歩だけで同様のHDL-C濃度変化が期待されるということではないと推定される。運動とHDL-Cの変動に関するmeta-analysisによれば、持続時間が重要な因子であることが示されているが⁸⁾、その最小単位として本研究は1session10分以上のbrisk walkingという教育プログラムを提示・指導し、この指導方法は有効であったといえる。

夏期における歩行の低下の原因としては、暑さによる運動量の低下、レジャーによる歩数の低下などの原因が考えられるが、定かではない。運動量の増加は、同一の運動プログラムであるにも拘わらず、C群でより高い歩行運動量が記録されている。このことは、健康行動への動機付けその改善のためには、運動指導のみの単一の介入としてよりは、栄養介入を含めた総合的な生活習慣の是正が、運動への動機付けそのものにとってもより効果的であることを示している。すなわち、本研究は、生活習慣の是正には、地域性を考慮するとともに、運動と栄養の相互の関連を意識づけ、生

活全体に亘る配慮に基づくとき、最も効果的であることを示した。

謝 辞

本研究は、北海道栄養士会、北海道健康運動指導士会など多くの関連機関の協力のもとに遂行され、文部科学賞省科学研究費補助金および財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団の研究助成を受けました。本研究に参加していただいた札幌住民の方々にこころより感謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働省 運動所要量・運動指針の策定委員会「健康づくりのための運動指針2006」
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/data.pdf> (H19.11.22 access)
- 2) 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会「健康日本21中間評価報告書」(財)健康・体力づくり事業団 http://www.kenkounippon21.gr.jp/kenkounippon21/ugoki/kaigi/pdf/0704hyouka_tyukan.pdf (H19.11.22 access)
- 3) 新健康フロンティア戦略賢人会議
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/seisaku/shinkenkou/index.html> (H19.11.22 accessible)
- 4) World Health Organization. Second International Recommendations on Healthy Public Policy.
<http://www.who.int/healthpromotion/conferences/previous/adelaide/en/> (H19.11.22 access)
- 5) Rubins H.B., Robins S.J., Collins D., et al. Gemfibrozil for the secondary prevention of coronary heart disease in men with low levels of high-density lipoprotein cholesterol. *N. Engl. J. Med.*, 341: 410-8 (1999)
- 6) Boden WE. High-density lipoprotein cholesterol as an independent risk factor in cardiovascular disease: assessing the data from Framingham to the Veterans Affairs High-Density Lipoprotein Intervention Trial. *Am. J. Cardiol.*, 86 (12A): 19L-22L (2000)
- 7) Flecher B, Berra K, Ades P, et al., Managing abnormal blood lipids. A collaborative Approach. *Circulation*, 112: 3184-3209 (2005)
- 8) Kodama S, Tanaka S, Saito K et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol. *Arch. Intern. Med.*, 167: 999-1005 (2007)