

〈総説〉

学校保健活動におけるメタボリックシンドロームの概念の重要性

佐 藤 祐 造*

近年における生活の“文明化”に伴う身体運動量の減少 (sedentary life) と欧風化された食事は内臓脂肪の蓄積を招き、メタボリックシンドローム、2型糖尿病、高血圧、脂質異常症などの生活習慣病を全世界的に、急激に増加させており、その対策を迅速に、しかも全世界に行うことが求められている。

メタボリックシンドロームの成人の診断基準は、内臓肥満 (腹囲: 男性 $\geq 85\text{cm}$, 女性 $\geq 90\text{cm}$, 男女とも内臓脂肪面積 $\geq 100\text{cm}^2$ に相当) に加えて、以下のいずれか2項目、脂質異常症 (高脂血症) (中性脂肪 (TG) $\geq 150\text{mg/dl}$, HDL-コレステロール (C) $< 40\text{mg/dl}$), 高血圧 ($\geq 130\text{mmHg}$, $> 85\text{mmHg}$), 高血糖 (空腹時血糖 $\geq 110\text{mg/dl}$) となっている。

大関武彦教授 (浜松医大) は、小児期メタボリックシンドロームの診断基準は、(1) 腹囲の増加 (80cm以上) を必須項目とし、(2) TG 120mg/dl 以上、ないし HDL-C 40mg/dl 未満、(3) 収縮期血圧 125 , ないし拡張期血圧 70mmHg 以上、(4) 空腹時血糖 100mg/dl 以上の3項目のうち2項目としている。

食事の適正化と身体トレーニングの継続は内臓脂肪を効率的に減少させ、個体のインスリン抵抗性改善を介し、インスリン抵抗性関連のメタボリックシンドローム/生活習慣病および最終段階である心臓血管障害の発症予防に有用である。

食事・運動療法教育実施に際しては、学校医の指導のもと、養護教諭が中心となり、体育、家庭科教員 (栄養士) 等により「メタボ教育チーム」の編成を行い、個々の生徒の病態に応じた、継続的かつ個別的 (テーラーメイド) な指導を実施する。

キーワード : school health, metabolic syndrome, lifestyle education, diet, physical exercise

はじめに

近年における生活の“文明化”に伴う身体運動量の減少 (sedentary life) と欧風化された食事 (動物性高たんぱく・高脂肪食) は内臓脂肪の蓄積を招き、メタボリックシンドローム、2型糖尿病、高血圧、脂質異常症などの生活習慣病を増加させ、最終的に心筋梗塞、脳卒中など動脈硬化性心血管障害を誘発することが明らかとなっている (表1)^{1,2)}。

2005年4月わが国のメタボリックシンドロームの診断基準が公表された³⁾。2005年9月には、厚生労働省厚生科学審議会が「今後の生活習慣病対策の推進について」という中間とりまとめを行い、メタボリック

シンドロームの考え方を取り入れた生活習慣病対策を推進し、国民に「予防」の重要性に対する理解の促進を促すこととした。

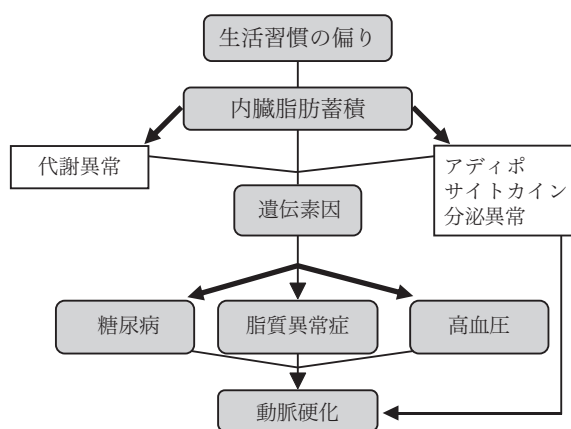
メタボリックシンドロームの成因には、遺伝性要因に加えて、上述の食習慣・運動習慣など生活習慣性要因の偏りが重要な役割を果たしている (図1)。すでに、我々は、高校3年生の肥満は3歳児健診の結果と関連がある事実を報告しており^{4,5)}、したがって、食事、運動を中心とした生活習慣教育を保健、保健体育の授業、学校給食など小、中、高等学校教育の段階で行うことは極めて重要である。また、児童、生徒のメタボリックシンドロームの早期発見と重症度の判定には医師による健康診断が必須であり、運動指導の際

* 愛知学院大学心身科学部健康科学科

(連絡先) 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail: satoy@dpc.agu.ac.jp

表1 運動不足と過栄養をもたらすもの

1961	運動不足病 (Kraus, Raab)
1986	マルチプルリスクファクター症候群 (Kannel)
1988	X症候群 (Reaven)
1989	死の四重奏 (Kaplan)
1991	インスリン抵抗性症候群 (DeFronzo)
1991	内臓脂肪症候群 (松澤)
1998	メタボリックシンドローム (WHO)
2005	メタボリックシンドローム (日本内科学会)



(メタボリックシンドローム診断基準検討委員会, 2005より一部改変引用)

図1 メタボリックシンドロームの概念

にも、メディカルチェックは必ず行わなければならない。さらに、小児期よりのメタボリックシンドロームの介入（指導）にあたっては、医療施設だけでなく、学校、家庭との密接な連携がより効果的な指導につながると期待され、健康教育のプロフェッショナルである養護教諭の果たす役割は極めて大きい。

1. メタボリックシンドロームの概念

上述のように、2005年3月日本内科学会などの合同委員会は“メタボリックシンドロームの診断基準”を公表した³⁾。当時はマスコミも連日のように、メタボリックシンドロームに関する報道を行い、「ユーキャン新語・流行語大賞」では年間大賞の「イナバウアー」、「品格」に続き、トップテンにメタボリックシンドロームが選出された。

メタボリックシンドロームの成人の診断基準は、内臓肥満（腹囲：男性 $\geq 85\text{cm}$ 、女性 $\geq 90\text{cm}$ 、男女とも内臓脂肪面積 $\geq 100\text{cm}^2$ に相当）に加えて、以下のいずれか2項目、脂質異常症（高脂血症）（中性脂肪

表2 メタボリックシンドロームの診断基準

腹腔内脂肪蓄積	
ウエスト周囲径	男性 $\geq 85\text{cm}$ 女性 $\geq 90\text{cm}$ (内臓脂肪面積男女とも $\geq 100\text{cm}^2$ に相当)
上記に加え以下のうち2項目以上	
高トリグリセライド (TG) 血症	$\geq 150\text{mg/dl}$ かつ／または
低 HDL コレステロール血症	$< 40\text{mg/dl}$ 男女とも
収縮期血圧	$\geq 130\text{mmHg}$ かつ／または
拡張期血圧	$\geq 85\text{mmHg}$
空腹時高血糖	$\geq 110\text{mg/dl}$

(メタボリックシンドローム診断基準検討委員会, 2005)

(TG) $\geq 150\text{mg/dl}$, HDL-コレステロール (C) $< 40\text{mg/dl}$, 高血圧 ($\geq 130\text{mmHg}$, $> 85\text{mmHg}$), 高血糖（空腹時血糖 $\geq 110\text{mg/dl}$ ）となっている（表2）。また、2008年4月より、メタボリックシンドロームの概念を取り入れた「特定健診・特定保健指導」が40～74歳を対象に実施されている。

2. 小児期のメタボリックシンドローム

浜松医大小児科大関武彦教授(厚生労働省研究班「小児期メタボリックシンドロームの概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究」の主任研究者)も述べておられるように、メタボリックシンドロームの主な発症要因である生活習慣の確立は小児期にスタートしなければならず、動脈硬化様病変の初期段階が小児期にも認められる⁶⁾。

大関研究班によれば、小児期メタボリックシンドロームの診断基準は、(1) 腹囲の増加 (80cm 以上) を必須項目とし、(2) TG 120mg/dl 以上、ないし HDL-C 40mg/dl 未満、(3) 収縮期血圧 125、ないし拡張期血圧 70mmHg 以上、(4) 空腹時血糖 100mg/dl 以上の3項目のうち2項目となっている。また、腹囲/身長0.5以上、小学生では腹囲75cm 以上の場合には、内臓脂肪の増加があると判定される（表3）^{6,7)}。

大関教授らは、腹囲が80cm 以上は「赤信号」、腹囲/身長が0.5以上は「黄信号」という腹囲を用いた子どもの健康管理を提唱しておられる⁶⁾。

すなわち、腹囲を計測し、その値を適切に評価することにより、医療機関だけでなく、学校、家庭におい

表3 日本人小児のメタボリックシンドローム診断基準
(6～15歳)

1. があり、2.～4.のうち2項目を有する場合にメタボリックシンドロームと診断する		
1. 腹囲		80cm 以上 ^{注)}
2. 血清脂質		
	中性脂肪	120mg/dl 以上
	かつ／または	
	HDL コレステロール	40mg/dl 未満
3. 血圧		
	収縮期血圧	125mmHg 以上
	かつ／または	
	拡張期血圧	70mmHg 以上
4. 空腹時血糖		100mg/dl 以上
注)		
・腹囲／身長が0.5以上であれば項目1.に該当するとする。		
・小学生では腹囲75cm 以上で項目1.に該当するとする。		

(2007年度厚生労働省研究班：小児期メタボリックシンドロームの概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究、文献7より引用)

でも、メタボリックシンドローム移行への危険度を判定することが可能であり、学校現場において是非活用していただきたい研究成果である。

なお、肥満小児の中に出生時に低体重であった群が存在する。言い換えれば、低出生体重児は2型糖尿病、高血圧、脂質異常症などの生活習慣病に罹患する確率が高いことが報告されている。この低出生体重児を引き起こす大きな要因として低栄養が注目されており、妊婦が肥満解消を目指した不適切なダイエット（食事制限）を行うことにより胎児の低栄養を招き、出生後に生まれた子どもが肥満／メタボリックシンドロームとなる危険性がある⁶⁾。

3. 生活習慣教育の重要性

食事の適正化と身体トレーニングの継続は内臓脂肪を効率的に減少させ、個体のインスリン抵抗性改善を介し、インスリン抵抗性関連のメタボリックシンドローム／生活習慣病および最終段階である心臓血管障害の発症予防に有用である^{1,8)}。

身体活動・食事指導とメタボリックシンドローム／糖尿病に関する疫学的長期追跡調査成績を紹介する。

1) 看護師健康研究（米国）

1週間に1度以上運動を実施している群では、2型糖尿病の発症率が有意に低下した。軽運動と激しい運

動発症予防効果は同一であった。また、過体重や肥満はメタボリックシンドロームの発症予知因子であり、運動、食事などより健康的な生活習慣を導入すれば、2型糖尿病の発症予防が達成された¹⁾。

2) Malmö 研究（スウェーデン）

耐糖能障害（impaired glucose tolerance: IGT）患者に対し、食事・運動指導を行ったところ、介入群ではIGTからの糖尿病発症率が低下し、死亡率も耐糖能正常群のレベルにまで低下した¹⁾。

3) フィンランド糖尿病予防研究（FDPS、フィンランド）

肥満 IGT 患者を食事・運動など生活介入群と対照群に分け、平均3.2年経過観察を行った。その結果、介入群では、糖尿病発症率が対照群より58%低下した。また、介入の有効性について検討を加えたところ、FINDRISC（年齢、BMI、食習慣、運動習慣などをスコア化）で層別化した最も重症群である高齢者群で介入効果が最大であった⁹⁾。

4) 糖尿病予防プログラム（米国）

食事と運動に関する生活習慣の積極的改善（体重減少7%）が経口血糖降下薬より、糖尿病予備群（IGT）からの糖尿病発症予防効果が大きいことを明解に証明した¹⁰⁾。しかし、生活習慣改善群の達成率は50%と食事・運動習慣改善の継続の実施は極めて困難であり、熟達した指導者の養成が必須である¹¹⁾。

4. 食事指導の実際

①摂取エネルギー：日本人小児の所要エネルギーから10～20%制限する。②栄養素の配分：炭水化物55%、蛋白質20%、脂質25%を目標とする。③食物繊維：食物繊維には、血中コレステロール低下、肥満防止、便秘改善などの効果があり、野菜を豊富に摂取させる。④食事の摂取方法：朝食抜きは肥満傾向を助長する。食事の量的、質的制限に加え、ドカ食い、弧食を避け、食べる速度も遅くするという食生活のパターンの改善も重要である^{6,12)}。

5. 身体運動の効果

身体運動と糖尿病発症予防に関する国内外の疫学的長期追跡調査の成績を紹介する。

1) 東京ガス研究（日本）

定期健診受診者を14年間観察した。有酸素運動能力の4分位（低→高）で、糖尿病発症率は、1.0、

0.78, 0.63, 0.56となった。日本人2型糖尿病の発症に有酸素運動能力低下が重要な危険因子であることを示唆する研究である¹³⁾。

2) Cooper Clinic 研究 (米国)

有酸素運動能力低下と肥満は、空腹時血糖異常 (impaired fasting glucose: IFG) と2型糖尿病に対する危険因子であり、両者の合併は最も危険率が高いが、日常生活において身体活動が高めることが、両者を改善させ、IFG、2型糖尿病の急激増加を防ぐ実践的な手段である¹⁴⁾。

3) 医学研究評議会 Ely 研究 (英国)

身体活動によるエネルギー消費 (physical activity energy expenditure: PAEE) と体格、インスリン抵抗性との関連について平均5.6年観察した。

その結果、中等強度や高強度の運動 (moderate and vigorous-intensity physical activity: MVPA) 時間とは独立して、安静 (sedentary) 時間の増加が、将来的なインスリン抵抗性発症の予知因子である事を見出した。以上の研究成績は、安静時間の減少が運動時間の増加と同様に生活習慣病発症予防に重要であることを示唆している¹⁵⁾。

身体運動の効果は下記の如くである。

①運動時には大量のエネルギーが筋肉で消費され、食事制限との併用で、メタボリックシンドローム/肥満症の解消に有用である。microdialysis法を用いた筆者の共同研究者岩尾、押田らの検討によれば、皮下脂肪組織より内臓脂肪組織が交感神経刺激に対する脂肪分解能が大であった (図2)。この事実は運動療法を実施した際、内臓脂肪が効率的に減少することを示唆している¹⁶⁾。

一方、運動療法を実施せず、極端な食事制限のみで減量しても、内臓脂肪は効率的には減少せず、筋肉など除脂肪体重 (lean body mass; LBM) が減少、インスリン抵抗性は改善しない (図3)¹⁷⁾。②軽・中等強度の身体トレーニングでも、長期にわたって継続すれば、個体のインスリン感受性が改善する。また、ジョギングなどの有酸素運動は、重量挙げのような無酸素運動より効果がある。③トレーニング効果の発現には、筋性因子が主体をなしているが、脂肪組織性要因も無視できない。④身体トレーニングの継続は、血清TGの低下、HDL-Cの上昇、軽度高血圧の改善をもたらす。⑤身体トレーニングの継続は、肥満者や食事制限を行った際に低下する基礎代謝や食事誘導性熱産生能 (DIT) を上昇させる。

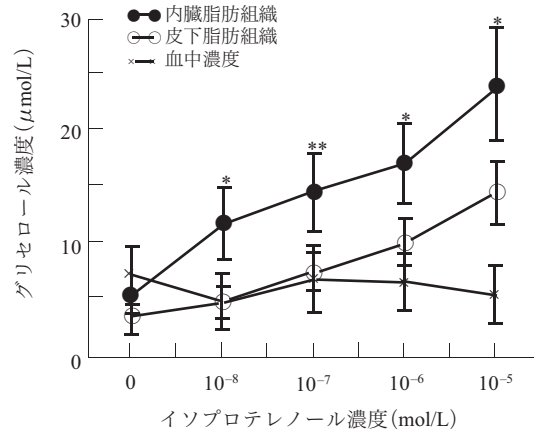


図2 Microdialysis法によるグリセロール濃度の変動
(文献16による)

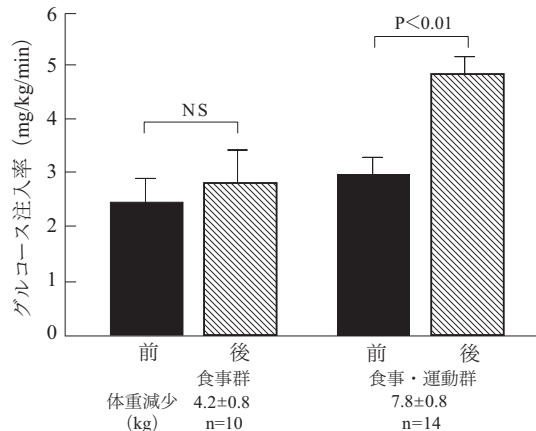


図3 食事群と食事・運動群のグルコース注入率
(インスリン感受性) の比較

(文献17による)

6. 運動処方の実際

①軽・中等強度の運動を1回10~30分、週3~5日以上行う。②運動の種類としては、散歩、ジョギング、水泳、自転車、ラジオ体操など全身の筋肉を使う有酸素運動が挙げられる。レジスタンス (筋力) トレーニングも併用する。肥満児童、生徒の膝や足に障害を招かない運動としては、水泳、水中歩行、自転車などが勧められる。乗馬様他動的運動機器 (ジョーパ®) も考慮に入れる (表4)。③受験勉強のため、保健体育の授業以外、特に運動を行う時間がない場合、エレベーターの代わりに階段を使うなど、生活習慣の中に運動を組み込むよう指導する。なお、食事・運動療法教育実施に際しては、学校医の指導のもと、養護教諭が

表4 小児に対する運動療法の原則

1. 種類:
1) 有酸素運動 (ウォーキング、軽いジョギング、水泳、自転車こぎ、体操、ドッジボール、鬼ごっこ)
2) レジスタンス運動 (腹筋や背筋運動、腕立て伏せ、スクワット、ダンベル運動)
3) ゲーム運動
2. 強度: 心拍数 毎分120~140
3. 時間: 1日30分以上

(文献7より引用)

中心となり、体育、家庭科教員(栄養士)等により「メタボ教育チーム」の編成を行い、個々の児童・生徒の病態に応じた、継続的かつ個別的(テラーメイド)な指導を実施する。

おわりに

学校保健におけるメタボリックシンドロームの概念の重要性について概説した。

「千里の道も一歩より」と外国の糖尿病専門誌にも記されており¹⁸⁾、適度な食事制限と身体運動の継続的実施という生活習慣教育の重要性が再認識される。

なお、本論文は私が名誉会長を務めた第55回日本学校保健学会(学会長:愛知教育大学村松常司副学長)における特別講演「学校保健とメタボリックシンドローム」の内容を総説的に記載したものである。講演の機会をお与えいただいた村松常司会長、大澤功プログラム委員長、その他関係者に深謝する。また、自験成績は厚生労働省長寿科学研究費(93A1106, H9-025, H13-009)、文部科学省科学研究費(11670066)、(財)石本記念デサントスポーツ科学振興財団および鈴木万平糖尿病学国際交流財団の援助によった。ここに記して深甚の謝意を表する。

文 献

- 1) Sato Y et al: Clinical aspects of physical exercise for diabetes/metabolic syndrome. *Diabetes Res.Clin.Pract.* 77 (3) (Suppl) 1: S87-S91, 2007.
- 2) 佐藤祐造:メタボリックシンドロームの概念とその予防の意義-定義, 食事, 運動, 薬物に関する Overview. *臨床スポーツ医学* 24 (3): 257-262, 2007.
- 3) 日本肥満学会(編):肥満症治療ガイドライン2006. 肥満研究12 (Suppl): 2-89, 2006.
- 4) 村松園江他:児童生徒の発育に関する縦断的研究—出生時より青年期に至る長育について—, *学校保健研究* 30: 95-100, 1988.
- 5) Muramatsu S et al: A longitudinal study of obesity in Japan: relationship of body habitus between at birth and at age 17. *Int. J. Obesity* 14: 39-45, 1990.
- 6) 大関武彦:特集 学校保健活動に有用な臨床医学のトピックス 小児のメタボリックシンドロームへの対応. *学校保健研究* 51: 322-325, 2009.
- 7) 大関武彦:小児肥満.運動療法と運動処方 第2版(佐藤祐造編). 文光堂, 2008. pp. 227-231.
- 8) 佐藤祐造:疾病リスク低減と栄養・食事・運動:メタボリックシンドローム. *臨床スポーツ医学 臨時増刊号「スポーツ栄養・食事ガイド」* 26 Suppl: 110-115, 2009.
- 9) Lindström J et al: Determinants for the effectiveness of lifestyle intervention in the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes Care* 31: 857-862, 2008.
- 10) Goldberg RB et al: Effect of progression from impaired glucose tolerance to diabetes on cardiovascular risk factors and its amelioration by lifestyle and metformin intervention: the Diabetes Prevention Program randomized trial by the Diabetes Prevention Program Research Group. *Diabetes Care* 32: 726-732, 2009.
- 11) 佐藤祐造, 横地正裕:糖尿病と耐糖能異常. 特定健診・保健指導に役立つ健康運動指導マニュアル(佐藤祐造他編). 文光堂, 2008. pp. 156-165.
- 12) 佐藤祐造:糖尿病予防教室, 新興医学出版社, 1999, pp. 97-107.
- 13) Sawada SS et al: Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 26: 2918-2922, 2003.
- 14) Lee D-C et al: Associations of cardiorespiratory fitness and obesity with risks of impaired fasting glucose and type 2 diabetes in men. *Diabetes Care* 32: 257-262, 2009.
- 15) Helmerhorst H. J. F et al: Objectively measured sedentary time may predict insulin resistance independent of moderate- and vigorous-intensity physical activity. *Diabetes* 58: 1776-1779, 2009.
- 16) Iwao N et al: Regional difference in lipolysis caused by a beta-adrenergic agonist as determined by the microdialysis technique. *Acta Physiol. Scand.* 161 (4): 481-487, 1997.
- 17) Yamanouchi K et al: Daily walking combined with diet therapy is a useful means for obese NIDDM patients not only to reduce body weight but also to improve insulin sensitivity. *Diabetes Care* 18 (6): 775-778, 1995.
- 18) Osler ME et al: Fighting the battle of the bulge: exercise training in early-onset type 2 diabetes. *Diabetologia* 50: 1362-1364, 2007.

最終版平成21年12月25日受理

Review

The Importance of School Health Activity for the Prevention of the Metabolic Syndrome in Children

Yuzo SATO

Abstract

The recent increase in the number of people with diabetes and metabolic syndrome is now thought to be pandemic, and it is vital that we work out an urgent and global countermeasure. It has become apparent from clinical and epidemiological follow-up studies that appropriate dietary restriction and physical exercise improve in vivo insulin resistance and are useful for the prevention and treatment of lifestyle-related diseases, including the metabolic syndrome and type 2 diabetes.

Diagnostic criteria for the metabolic syndrome in adults are as follows: visceral fat obesity (waist circumference: men ≥ 85 cm, women ≥ 90 cm) and 2 items among the following 3 items (1) lipid abnormalities: TG ≥ 150 mg/dl and/or HDL-C < 40 mg/dl, (2) hypertension: SBP ≥ 130 mmHg and/or DBP ≥ 85 mmHg, (3) hyperglycemia: FBS ≥ 110 mg/dl. Diagnostic criteria for the metabolic syndrome in children are as follows: waist circumference ≥ 80 cm (waist circumference/height ≥ 0.5 or waist circumference ≥ 75 cm for primary school pupils); lipid abnormalities: TG ≥ 120 mg/dl and/or HDL-C < 40 mg/dl; hypertension: SBP ≥ 125 mmHg and/or SBP ≥ 70 mmHg; hyperglycemia: FBS ≥ 100 mg/dl.

In studies that examined the endocrinologic and metabolic effects of exercise, it has been demonstrated that regular physical exercise promotes the utilization of blood glucose and free fatty acids in muscles and results in the lowering of blood glucose levels in patients with metabolic syndrome. In addition, physical exercise combined with dietary restriction prevents or eliminates obesity, one of the main factors of the metabolic syndrome. Furthermore, long-term jogging at a mild intensity, performed in a regular basis, increases the action of insulin in both carbohydrate and lipid metabolism without influencing body mass index or maximal oxygen uptake.

It is, therefore, very important to teach children the importance of having healthy habits such as proper diet and physical exercise. However, as the continuation of proper lifestyles is very difficult, as already reported by the Diabetes Prevention Program Research Group, it is also necessary to educate children on how to incorporate regular exercise into their daily lives.

Therefore, Yogo teachers have a very important role concerning the implementation of health education activities in schools under the administration of school doctors.

Keywords: school health, metabolic syndrome, lifestyle education, diet, physical exercise