

問7. 平日の夜の就床時間は大体何時ごろですか。 () 時 () 分頃

問8. 平日の朝の起床時間は大体何時ごろですか。 () 時 () 分頃

問9. 仕事に就いている場合、出勤時間は大体何時ごろですか。() 時 () 分頃

問10. 一日にテレビ・ビデオを見る時間、テレビゲームをする時間の合計時間を教えて下さい
みない、しない場合は、0を入れて下さい

1 平日は 平均 () 時間 () 分間位

2 休みの日は平均 () 時間 () 分間位

問11. 朝食を食べますか。

1 () ほぼ毎日食べる 2 () 時々食べる 3 () ほとんど食べない

問12. 運動時間(散歩、ジョギング、ラジオ体操、自転車、水泳など)を教えてください。

していない場合、0を入れて下さい

1 平日は 平均 () 時間 () 分間位

2 休みの日は平均 () 時間 () 分間位

問13. 喫煙習慣について教えてください

1 () 以前から吸わない 2 () 以前吸っていたが今は吸わない 3 () 現在吸っている

問14. お母さんのメタボリックシンドロームについて教えてください。腹囲は測定後ご記入下さい

1 腹囲(へそのまわり)は90cm以上(はい、いいえ)

2 収縮期血圧は130以上(はい、いいえ、わからない)、
拡張期血圧は85以上(はい、いいえ、わからない)

3 中性脂肪値が150以上(はい、いいえ、わからない)

4 HDL-コレステロール値が40以下(はい、いいえ、わからない)

5 空腹時血糖値が110以上(はい、いいえ、わからない)

食習慣調査へのご協力もよろしくお願い致します。

(資料2)

食習慣調査票(高校生用)

あなたの最近1週間(月日～月日)の家庭での1日平均の食事(間食を含む)についておたずねします。

答えは回答欄の中から該当する番号に○をつけて下さい。

なお、回答欄「5」は具体的に食品名と数量、または目安量を記入して下さい。

質問		回答欄				
(1) 主食は毎食どのくらい食べますか ご飯かパンのどちらかを選んで下さい パン6枚切り1枚を60グラムとして	1. 朝食	1. 食べない	2. 茶碗1杯くらい食べる	3. 茶碗1杯半くらい食べる	4. 茶碗2杯くらい食べる	5. 茶碗()杯くらい食べる
		2. 食パン1枚くらい食べる	3. 食パン1枚半くらい食べる	4. 食パン2枚くらい食べる	5. 食パン()枚くらい食べる	
	2. 昼食	1. 食べない	2. 茶碗1杯くらい食べる	3. 茶碗1杯半くらい食べる	4. 茶碗2杯くらい食べる	5. 茶碗()杯くらい食べる
		2. 食パン1枚くらい食べる	3. 食パン1枚半くらい食べる	4. 食パン2枚くらい食べる	5. 食パン()枚くらい食べる	
	3. 夕食	1. 食べない	2. 茶碗1杯くらい食べる	3. 茶碗1杯半くらい食べる	4. 茶碗2杯くらい食べる	5. 茶碗()杯くらい食べる
		2. 食パン1枚くらい食べる	3. 食パン1枚半くらい食べる	4. 食パン2枚くらい食べる	5. 食パン()枚くらい食べる	
(2) いも類は1日平均どのくらい食べますか	1. 食べない	2. 卵大1/4個くらい食べる	3. 卵大1/2個くらい食べる	4. 卵大1個くらい食べる	5. 卵大()個くらい食べる	
(3) 麺類(そば、そうめん、うどん、中華麺など)は週に何回くらい食べますか	1. 食べない	2. 週1～2回くらい食べる	3. 週3～4回くらい食べる	4. 毎日1回くらい食べる	5. 毎日()を()回くらい食べる	
(4) 果物は1日平均どのくらい食べますか	1. 食べない	2. りんご中1/4個またはバナナ中1/3本またはみかん小1個またはいちご中6粒くらい食べる	3. りんご中1/2個またはバナナ中1/2本またはみかん小2個またはいちご中8粒くらい食べる	4. りんご中3/4個またはバナナ中1本またはみかん小3個またはいちご中12粒くらい食べる	5. ()を()くらい食べる	
(5) 魚類は1日平均どのくらい食べますか	1. さしみまたは切り身	1. 食べない	2. さしみ2きれ、または切り身1/3きれくらい食べる	3. さしみ3きれ、または切り身1/2きれくらい食べる	4. さしみ6きれ、または切り身1きれくらい食べる	5. ()を()きれくらい食べる
	2. かまぼこまたはちくわ	1. 食べない	2. かまぼこ1cm厚さ1/2きれ、またはちくわ小1/8本くらい食べる	3. かまぼこ1cm厚さ1きれ、またはちくわ小1/4本くらい食べる	4. かまぼこ1cm厚さ2きれ、またはちくわ小1/2本くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
(6) 肉類は1日平均どのくらい食べますか	1. 牛肉または豚肉または鶏肉	1. 食べない	2. うすぎり2枚くらい食べる	3. うすぎり3枚くらい食べる	4. うすぎり6枚くらい食べる	5. ()を()枚くらい食べる
	2. ハムまたはウィンナー	1. 食べない	2. ハム1枚またはウィンナー小1本くらい食べる	3. ハム2枚またはウィンナー小2本くらい食べる	4. ハム3枚またはウィンナー小3本くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
(7) 卵類はどのくらい食べますか	1. 食べない	2. 1週間に1個くらい食べる	3. 3日に1個くらい食べる	4. 1日に1個くらい食べる	5. 1日1個以上()個食べる	
(8) 豆類は1日平均どのくらい食べますか	1. 豆腐または納豆	1. 食べない	2. 豆腐30グラムまたは納豆小パック1/4個くらい食べる	3. 豆腐50グラムまたは納豆小パック1/2個くらい食べる	4. 豆腐100グラムまたは納豆小パック1個くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
	2. みそ	1. 食べない	2. みそ汁は1週間に1杯くらい飲む	3. みそ汁は2日に1杯くらい飲む	4. みそ汁は1日に1杯くらい飲む	5. みそ汁は1日に()杯くらい飲む
(9) 乳類は1日平均どのくらい飲みますか	1. 牛乳 コップ1杯=200cc	1. 飲まない	2. コップ1/2杯くらい飲む	3. コップ1杯くらい飲む	4. コップ2杯くらい飲む	5. コップ2杯以上()杯くらい飲む
	2. ヨーグルト	1. 食べない	2. コップ1/4杯くらい食べる	3. コップ1/2杯くらい食べる	4. コップ1杯くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
	3. チーズ類	1. 食べない	2. スライスス1/3枚くらい食べる	3. スライスス1/2枚くらい食べる	4. スライスス1枚くらい食べる	5. ()を()くらい食べる

(資料2)

(10) 油を使った料理はどのくらい食べますか		1. 食べない	2. 野菜、肉、魚等の油料理を2日に1回くらい食べる	3. 野菜、肉、魚等の油料理を1日に1回くらい食べる	4. 野菜、肉、魚等の油料理を1日に2回くらい食べる	5. 野菜、肉、魚等の油料理を1日に()回くらい食べる
(11) トレッシングやマヨネーズなどは1日平均どのくらい食べますか		1. 食べない	2. 小さじ1杯くらい食べる	3. 小さじ2杯くらい食べる	4. 小さじ3杯くらい食べる	5. 小さじ4杯くらい食べる
(12) パンには何を付けて食べますか(主食にパンを選んだ人のみ答えて下さい)	1. バターまたはマーガリンまたはマヨネーズ	1. つけない	2. 食パン1枚にうすくつける	3. 食パン1枚に普通につける	4. 食パン1枚に多めにつける	5. 食パン1枚に厚くつける
	2. はちみつまたはジャム	1. つけない	2. 食パン1枚にうすくつける	3. 食パン1枚に普通につける	4. 食パン1枚に多めにつける	5. 食パン1枚に厚くつける
(13) 野菜類は毎食どのくらい食べますか	1. 朝食	1. 食べない	2. 生野菜を片手1/2杯くらい食べる	3. 生野菜を片手1杯くらい食べる	4. 生野菜を片手2杯くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
	2. 昼食	1. 食べない	2. 生野菜を片手1/2杯くらい食べる	3. 生野菜を片手1杯くらい食べる	4. 生野菜を片手2杯くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
	3. 夕食	1. 食べない	2. 生野菜を片手1/2杯くらい食べる	3. 生野菜を片手1杯くらい食べる	4. 生野菜を片手2杯くらい食べる	5. ()を()くらい食べる
(14) 砂糖や醤油を使った料理はどのくらい食べますか		1. 食べない	2. 2日に1回くらい食べる	3. 1日に1回くらい食べる	4. 1日に2回くらい食べる	5. 1日に3回くらい食べる
(15) 牛乳、ヨーグルト、麦茶、紅茶等の飲物に砂糖をいれて飲みますか		1. 飲まない	2. コップ1杯に小さじ1杯くらい入れて飲む	3. コップ1杯に小さじ2杯くらい入れて飲む	4. コップ1杯に小さじ3杯くらい入れて飲む	5. コップ1杯に小さじ()杯くらい入れて飲む
(16) 菓子類は1日平均どのくらい食べますか	1. スナック菓子	1. 食べない	2. 小1/4袋くらい食べる	3. 小1/2袋くらい食べる	4. 小1袋くらい食べる	5. 大()袋くらい食べる
	2. ケーキまたはチョコレート	1. 食べない	2. ケーキ小1/4またはチョコレート3かけくらい食べる	3. ケーキ小1/2またはチョコレート6かけくらい食べる	4. ケーキ小1個またはチョコレート12かけくらい食べる	5. ()を()くらい食べる
	3. クッキーまたはビスケットまたはせんべい	1. 食べない	2. クッキー中1枚またはビスケット大1枚またはせんべい大1枚くらい食べる	3. クッキー中2枚またはビスケット大2枚またはせんべい大2枚くらい食べる	4. クッキー中4枚またはビスケット大4枚またはせんべい大4枚くらい食べる	5. ()を()枚くらい食べる
(17) 嗜好飲料は1日平均どのくらい飲みますか コップ1杯=200cc	1. サイダー、コーラ等の清涼飲料またはジュース類	1. 飲まない	2. コップ1/2杯	3. コップ1杯	4. コップ2杯	5. ()を()くらい飲む
	2. 乳酸飲料または乳飲料	1. 飲まない	2. コップ1/2杯	3. コップ1杯	4. コップ2杯	5. ()を()くらい飲む

下記は朝・昼・夕食を含めて記入して下さい。

食品アレルギー	1. あり	食品名()				
	2. なし					
外食	1. あり	頻度	()回/週)または()回/月)			
		種類(1)	1. 和食	2. 洋食	3. 中華	4. 決まっていない
		種類(2)	1. 定食	2. 単品料理	3. 決まっていない	
	利用する店	1. ()	2. ()	3. ()	例: ファミリス、すし屋等	
2. なし						
調理済み食品の利用	1. あり	頻度	()回/週)または()回/月)			
		種類	1. ()	2. ()	3. ()	例: ハンバーグ、コロッケ等
	2. なし					

『子どもの栄養・食教育ガイド』編集 坂本元子(医歯薬出版株式会社)を改編

ご協力ありがとうございました。

表 1. 個々の心血管危険因子値と高校生の生活習慣・食習慣との関係 (投稿準備中論文から抜粋)

腹囲	BMI		収縮期血圧		空腹時血糖		インスリン		HOMA-IR		HDL-C		中性脂肪	
	t	p*	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
[男子 353 人]														
部活有														
運動平日														
運動休日														
TV 平日			3.64	0.0003										
TV 休日			2.39	0.02										
朝食有	-3.11	0.002	-2.75	0.006										
繊維/Ca					-2.52	0.01								
[女子 461 人]														
部活														
運動平日														
運動休日			2.40	0.02										
TV 平日	2.10	0.04	2.30	0.02										
TV 休日	2.01	0.04												
総繊維量														
繊維/Ca														

*; 個々の心血管危険因子値を従属因子、生活・食習慣を独立因子として行なった単回帰分析での t value および p value.

略語; BMI, Body mass index; HOMA-IR, Homeostasis assessment of insulin resistance, HDL-C, HDL-cholesterol, TV, TV 及び TV game 視聴時間, 繊維 /Ca, 1,000 Kcal 当たりの繊維摂取量.

高校生における腹部内臓脂肪蓄積の実態とそれに及ぼす要因に関する研究

分担研究者 篠宮正樹¹⁾⁹⁾、田所直子²⁾⁹⁾、高橋秀人³⁾、吉永正夫⁴⁾、栗林伸一⁵⁾⁹⁾、
松岡かおり⁶⁾⁹⁾、中村真人⁷⁾⁹⁾、宮下 洋⁸⁾
所 属 西船内科・千葉県医師会¹⁾、渡辺医院²⁾、筑波大学大学院人間総合科学研究科(医学)
³⁾、国立病院機構鹿兒島医療センター⁴⁾、三咲内科クリニック⁵⁾、いけだ病院⁶⁾、なか
むら医院⁷⁾、東邦大学医療センター佐倉病院 糖尿病・内分泌・代謝センター⁸⁾、NPO
法人「生活習慣病防止に取り組む市民と医療者の会(小象の会)」⁹⁾

研究要旨

【目的】思春期(高校生)における腹部超音波法による内臓脂肪蓄積の実態と、それに及ぼす要因を検討すること。【対象と方法】平成 19 年 4 月から 20 年 4 月にかけて、千葉県内の高等学校 3 校で希望者に生活習慣病検診を実施した。そのうち高校一年生男子 193 名、女子 181 名、計 374 名を対象に検討を行なった。受診者の体格(身長、体重、腹囲)、血圧、血液生化学、リポ蛋白リパーゼ酵素蛋白量、アディポカインを測定した。また、腹部超音波法で腹膜前脂肪厚(PFT)と皮下脂肪厚(SFT)を測定し、前者を用いて内臓脂肪型肥満の有無と脂肪肝の有無を判定した。【結果】収縮期血圧、生化学的検査(空腹時血糖値、HDL-コレステロール、リポ蛋白リパーゼ酵素蛋白量、AST、ALT、 γ -GTP、尿酸)、アディポカイン(アディポネクチン、レプチン、レジスチン)に性差を認めた。単変量回帰分析で PFT と有意であった変数を独立変数として多変量線形回帰分析を行うと男性ではレプチン($p<0.001$)と中性脂肪($p=0.03$)、女性ではレプチン($p<0.001$)が独立した予測因子であった。全体の 9.6%に内臓脂肪型肥満を認め、内臓脂肪型肥満群では男子で肝機能障害、高インスリン血症、高脂血症を認めた。男子の 16.6%、女子の 30.4%に肝腎コントラストを認めた。内臓脂肪蓄積ならびに肝腎コントラストの発現頻度には性差があり、いずれも男子で多くの動脈硬化の危険因子との関連が認められた。特にレプチンの関与が見られた。【結論】高校生の内臓肥満に関わる因子が解明できた。動脈硬化の早期発見ならびに合併症進展阻止のため高校生の検診を行うことは重要であり、今後さらに食生活・食習慣や運動との関連を明らかにする必要がある。

A. 研究目的

肥満やメタボリックシンドロームなどの病的状態での腹部超音波上の内臓型肥満の報告は多数あるが、健常ボランティア高校生における内臓肥満の検討は少ない。生活習慣病の一次予防のために、健常ボランティア高校生の腹部超音波上の内臓型肥満の実態を解明し、体格値、生化学値、アディポカイン値との関係を明らかにする目的で検討を行なった。

B. 研究方法

1. 対象

千葉県船橋市・千葉市・鎌ヶ谷市の公立高等学校 3 校の希望者に検診を行った。このうち高校 1 年生の男子 193 名、女子 184 名の計 374 名を解析した。

2. 検査項目

1) 身長・体重・腹囲・血圧・脈拍数の測定
身長と体重を測定して記録。腹囲は臍高で看護師 2 名が測定した。血圧は本研究班の検診においては同一の機種(A&D 社製 TM-2571 II)を用いて測定した。座位で 3 回測定して 2 回目と 3 回目の測定値の平均を血圧値として採用した。

2) 血清生化学的検査

当日朝絶食にて採血した。末梢血（白血球数、赤血球数、色素、ヘマトクリット、血小板数）、AST、ALT、 γ -GTP、総コレステロール (TC)、LDL-コレステロール(LDL-C)、HDL-コレステロール (HDL-C)、中性脂肪 (TG)、空腹時血糖 (FPG)、空腹時インスリン (FIRI)、尿酸 (UA) を測定した。インスリン抵抗性の指標として Homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) (=FPG \times FIRI / 405) を算出した。

3) アディポカイン

アディポネクチン、レプチン、デアシルグレリン、レジスチン、高感度 CRP (hsCRP)、リポ蛋白リパーゼ酵素蛋白量(LpL mass)をキットで測定した。

4) 腹部エコーによる皮下脂肪厚・腹膜前脂肪厚の計測・脂肪肝の検出

携帯用エコー装置は MicroMaxx:3.5MHz convex probe (SonoSite 社) を6台搬入して使用した。鈴木らの方法¹⁾により腹膜前脂肪厚 (Preperitoneal Fat Thickness: PFT) および皮下脂肪厚 (Subcutaneous Fat Thickness: SFT) を測定した。PFT の8mmが内臓脂肪面積の100cm²に相当することから PFT が8mm以上の者を内臓型肥満と判定した²⁾。また肝腎コントラストの有無は2名の医師によって判定した。

脂肪肝の有無は、次の基準で行った。

肝腎コントラスト	肝脾コントラスト	判定
なし	なし	異常なし
軽度	なし	肝腎コントラスト
中等度	あり	脂肪肝
高度	あり	脂肪肝

3. 統計学的検定

SAS 9.13 (SAS Institutes 社、ノースカロライナ州ケアリー) を用い、測定値の比較には Student's-t 検定、群間の比較には分散分析を行った。また多変量線形回帰分析をステップワイズ法で行った。すべての解析において $p < 0.05$ を有意とした。

4. 肥満の定義

肥満の定義には、肥満度を用いた。肥満度は2000年度学校保健統計の性別年齢別身長別標準体重から算出した。具体的には下記の式で性別年齢別標準体重を求めた。

$$\text{標準体重(kg)} = A \times \text{身長} - B$$

	A	B
高校1年男	0.766	70.989
高校1年女	0.560	37.002

(倫理面への配慮)

本検診のすべての項目について意味と意義を学校・受診者とその保護者に行い、希望者のみに施行した。個人情報保護法を遵守し、解析は匿名化して行った。

C. 研究結果

計測値・血液検査値・超音波検査の結果について述べる。各指標相互の相関を解析し、PFTを目的変数として解析した。

1. 体格値と採血データ

対象の基礎等計量を示す(表1-2)。身体的計測で身長、体重、収縮期血圧は男子で有意に高く、腹囲身長比は女子で有意に高かった。BMIと腹囲は男女で有意差がなかった。血算と生化学的検査では赤血球、色素、ヘマトクリット、AST、ALT、 γ -GTP、FPG、尿酸が男子で有意に高く、総コレステロール、HDL-C、LpL mass は女子で有意に高かった。アディポネクチン、レプチン、レジスチンは女子で有意に高く、デアシルグレリンとhsCRPは男女で有意差がなかった。

2. 腹膜前脂肪厚

腹部超音波法で測定し内臓脂肪蓄積の指標として用いた腹膜前脂肪厚(PFT)の中央値は男女それぞれ3.3mm、4.2mm、皮下脂肪厚(SFT)の中央値は男女それぞれ4.0mm、7.8mmであった。単変量回帰分析でPFTと関連のある因子を検討したところ、有意な変数は男子でBMI、腹囲、腹囲身長

比、SFT、収縮期血圧、ALT、 γ -GTP、中性脂肪、インスリン、HDL-C、尿酸、レプチンであった。また女子ではBMI、腹囲、腹囲身長比、SFT、インスリン、HDL-C、レプチンであった(表3)。

これらの有意になった変数を説明変数として多変量線形回帰分析をステップワイズ法で行ったところ、有意に関連が認められた変数は、男子ではレプチンと中性脂肪、女子ではレプチンであった(表4)。

3. 内臓脂肪蓄積群の特徴

PFT 8mm以上を内臓脂肪蓄積と判定した。内臓脂肪蓄積を男子20例(10.3%)、女子16例(9.8%)に認めた。内臓脂肪蓄積群では男女ともにBMI、腹囲、腹囲身長比、SFTが有意に高かった。男子ではALT、インスリン、中性脂肪、総コレステロール、レプチンが有意に高く、LpL mass、HDL-C、アディポネクチン、デスアシルグレリンが有意に低かった。女子ではレプチンが有意に高かった(表5)。また内臓脂肪蓄積群36例中6例(16.7%)に腹部超音波上の肝腎コントラストを認めた。

4. 肝腎コントラスト

肝腎コントラストが男子32例(16.6%)、女子55例(30.4%)に認められた。このうち明らかな脂肪肝を男子6例と女子2例に認めた。肝腎コントラスト(+)群は(-)群と比較して、男子ではBMI、腹囲、腹囲身長比、SFT、 γ -GTP、インスリン、レプチンが有意に高く、一方女子ではALT、尿酸が有意に低かったが、肥満度の諸指標や血圧・糖脂質代謝の指標には差異を認めなかった(表6)。

D. 考察

1. 全般的考察

今回対象となった高校生ではおよそ1割に内臓型肥満を認めた。特に男子で高コレステロール血症・低HDL-C血症・高中性脂肪血症、高血糖・高インスリン血症、肝機能障害、高尿酸血症を認め、動脈硬化症の危険因子が集積していた。

男女の身体的計測ならびに末梢血の結果は一般的に性差を認める範疇にあった。生化学的検査では生理的範疇であったがAST、ALT、 γ -GTP、空腹時血糖値、尿酸が男子で有意に高く、総コレステロール、HDL-CとLpL massは女子で有意に高かった。リポ蛋白リパーゼ(LpL)は毛細血管の内皮細胞表面にあり食事由来のカイロミクロンやVLDL中の中性脂肪を分解・異化する酵素で、血清中に遊離するリポ蛋白リパーゼ酵素蛋白量(LpL mass)は生体内の生産量を反映すると考えられている。LpL massは中性脂肪と逆相関・HDL-Cとは正相関を示し、内臓脂肪の蓄積やMSの危険因子の集積に伴い減少すると報告されている³⁾。今回の結果ではLpL mass値の中央値は男子78.6 ng/ml、女子92.5 ng/mlで、成人の基準(40-70 ng/ml)より高い値を示し、女子で有意に高かった($p<0.01$)。

2. 内臓脂肪蓄積

内臓脂肪蓄積の判定は簡易ラップトップ型の超音波機器でPFTを測定して行ったが、この方法で十分に脂肪厚を描出・記録することができた。PFTはこれらの身体的指標ならびにBMIとも有意な正の相関関係を認めた。単変量回帰分析でPFTと有意になった因子を説明変数として多変量線形回帰分析をステップワイズ法で行ったところ、男性ではレプチンと中性脂肪とに、女性ではレプチンと有意な関連を認めた。

今回、成人の検討²⁾を参考にしてPFT 8mm以上を内臓型肥満とした。今回の対象者で作成した回帰直線を用いてPFTから腹囲を推測すると、PFTの8mmは男子の腹囲約78cm、女子の腹囲約76cmに相当した。

内臓脂肪蓄積は、男子で10.3%、女子で9.8%であった。内臓脂肪蓄積群では男女ともにBMI、腹囲、腹囲身長比、PFT、SFTが有意に高かった。男子で動脈硬化促進的に働く諸指標が有意に高く、動脈硬化抑制的に働く諸指標が有意に低かった。女子ではレプチンが有意に高かった。

このうちALTは近年心血管疾患の予後との関

連が指摘されており、高インスリン血症・高レプチン血症と同様にインスリン抵抗性を示す⁴⁾。男子の内臓脂肪蓄積群では高インスリン血症、高中性脂肪血症、高コレステロール血症を示したが、一方で抗動脈硬化性の指標である LpL mass、HDL-C、アディポネクチンは有意に低かった。また低アディポネクチン血症も将来の糖尿病発症⁵⁾や心血管疾患の予測因子になることが知られている。

以前われわれは非肥満・成人男性において、PFTで観察した内臓脂肪蓄積の増加に伴い冠動脈狭窄スコアの増加や脂質異常を示すことを報告した⁶⁾。今回高校一年男子でも内臓脂肪蓄積群で動脈硬化の危険因子の集簇を認めた。男性に認められる理由としてアンドロゲンがアディポネクチンを低下させる⁷⁾ことが挙げられる。一方女子では対照群と差が明らかでなく、本来リポ蛋白リパーゼ活性が高い女性の皮下脂肪組織は抗炎症性を有する可能性がある⁸⁾。

成人のメタボリックシンドロームの診断基準を満たすものは男子2名(1.0%)で、女子にはみられなかった。

3. 肝腎コントラスト・脂肪肝

我が国では80年代より脂肪肝が増加している。全国人間ドック集計によると肝機能障害を示す者は1984年に10%程度であったが1995年には25%を越えその殆どが脂肪肝であることが報告されている⁹⁾。日本人の脂肪肝の発症には男女差があり、男性に多く高度な肥満を伴う傾向がある。20歳以下での発症頻度は男子の20%弱、女子の5%弱である。今回の対象で明らかな脂肪肝を男子6名女子2例に認めた。男子16.6%、女子30.4%に肝腎コントラストを認めた。対象の学生には飲酒歴や特徴的な背景はなかった。肝腎コントラスト(+)群は(-)群に比較して、男子で肥満度の諸指標が高値で、 γ -GTP、インスリン、レプチンが有意に高く、女子では肥満度とは相関しなかった。近年 γ -GTP値は心血管疾患の予後との関連が指摘されており、 γ -GTP値が高い心筋梗塞患者追

跡例で再梗塞を来す頻度が高いこと¹⁰⁾、 γ -GTP値が肝臓のインスリン抵抗性の指標になりうるとする大規模前向き試験¹¹⁾がある。男子の肝腎コントラスト(+)群で γ -GTP値やインスリンが高いことは間接的にインスリン抵抗性の状態を示すものと思われた。

E. 結論

希少である健康な高校生の調査結果を得た。腹部超音波検査による腹膜前脂肪厚計測により内臓脂肪型肥満を判定し全体の9.6%に内臓脂肪型肥満を認め、内臓脂肪型肥満群では男子で肝機能障害、高インスリン血症、高脂血症を認めた。男子の16.6%、女子の30.4%に肝腎コントラストを認めた。内臓脂肪蓄積ならびに肝腎コントラストの発現頻度には性差があり、いずれも男子で多くの動脈硬化の危険因子との関連が認められた。とくにレプチンの関与が見られた。動脈硬化の早期発見ならびに合併症進展阻止のため高校生の検診を行うことは重要であり、今後さらに食生活・食習慣や運動との関連を明らかにする必要がある。

謝 辞

今回の調査にあたりご協力いただきました生徒、保護者、学校関係者、教育委員会、医師会、医療関係者ならびにNPO法人「生活習慣病防止に取り組む市民と医療者の会(小象の会)」の方々へ深謝します。

文献

- 1) Suzuki R et al. Am J Med 1993;95:309-314.
- 2) 田所直子、半沢多恵子、木暮勝広、篠宮正樹、他. 超音波法による内臓脂肪蓄積量の推定 肥満研究 2002;8(1):37-42.
- 3) Kobayashi J et al. Lipoprotein lipase mass and activity in post-heparin plasma from subjects with intra-abdominal visceral fat accumulation. Clin endocrinology 1988;48:515-520.
- 4) Burget TS et al. Alanine aminotransferase levels and fatty liver

in childhood obesity: associations with insulin resistance, adiponectin, and visceral fat. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006;91(11):4287-94.

- 5) Spranger J et al.: Adiponectin and protection against type 2 diabetes mellitus. *Lancet.* 2002;361:226-228.
- 6) Tadokoro N et al. Preperitoneal fat thickness determined by ultrasonography is correlated with coronary stenosis and lipid disorders in non-obese male subjects. *Int J Ob* 2000;24:502-507.
- 7) Joyner J et al.: Intrinsic regional differences in androgen receptors and dihydrotestosterone metabolism in human preadipocytes. *Horm Metab Res.* 2002;34(5):223-8.
- 8) Tchermof A et al. Regional differences in adipose tissue metabolism in women: minor effect of obesity and body fat distribution. *Diabetes.* 2006;55(5):1353-60.
- 9) Ono M et al.: Clinical features of nonalcoholic steatohepatitis in Japan: evidence from the literature. *J Gastroenterol* 2006;41:725-732.
- 10) Erdin M et al.: Prognostic value of serum gamma-glutamyl transferase activity after myocardial infarction. *Eur Heart J* 2001;22(19):1802-1807.
- 11) Ruttmann E et al.: Vorarlberg Health Monitoring and Promotion Program Study Group.: Gamma-glutamyltransferase as a risk factor for cardiovascular disease mortality: an epidemiological investigation in a cohort of 163944 Austrian adults. *Circulation* 2005;112(14):2130-2137.

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 田所直子、松岡かおり、栗林伸一、篠宮正樹、宮下 洋、吉永正夫。「高校生の検診における内臓脂肪の蓄積」*肥満研究.* 2008;14:57-63
- 2) 栗林伸一、篠宮正樹、田所直子、松岡かおり、宮下 洋、吉永正夫。「高校1年生におけるアディポサイトカイン；腹囲身長比、糖・脂肪代謝パラメーターとの関連」*肥満研究.* 2008;14: 128-135

2. 学会発表

- 1) 吉永正夫、篠宮正樹、和田昭宏、田中裕治。思春期にお

ける生活習慣病集積とアディポサイトカインとの関係。第111回日本小児科学会学術集会、東京都、平成20年4月26日

- 2) 吉永正夫、篠宮正樹、大関武彦、岡田知雄、内山 聖、伊藤善也、堀米仁志、馬場礼三、徳田正邦、花木啓一。高校生の生活習慣病予防のための基準値（暫定値）作成に関する研究。第111回日本小児科学会学術集会、東京都、平成20年4月27日
- 3) Yoshinaga M、Tanaka Y、Wada A、Shinomiva M. Adipokines predicting accumulation of cardiovascular risk factors in adolescent volunteers. **The 2nd Asia-Pacific Congress of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery**, Cheju, Korea, 2008.5.28.
- 4) 吉永正夫、田中裕治、和田昭宏、篠宮正樹。高校生での心血管危険因子集積を予測するアディポサイトカインの検討。第44回日本小児循環器学会、福島県郡山市、平成20年7月2日
- 5) 田中裕治、和田昭宏、篠宮正樹、吉永正夫。高校生における生活習慣病関連指標の基準値作成に向けて。第44回日本小児循環器学会、福島県郡山市、平成20年7月3日
- 6) 吉永正夫、篠宮正樹。思春期の個々の生活習慣病の集積を予測するアディポカインの研究。第56回日本心臓病学会学術集会、東京都、平成20年9月9日
- 7) 吉永正夫、篠宮正樹、大関武彦、岡田知雄。高校生のメタボリックシンドローム診断基準（暫定値）策定に関する研究。第56回日本心臓病学会学術集会、東京都、平成20年9月10日
- 8) 吉永正夫、篠宮正樹、宮崎あゆみ、市田萌子、高橋秀人、岡田知雄、大関武彦。高校生ボランティアにおける心血管 (CV) リスクファクタ集積を予測するアディポカインの検討。第29回日本肥満学会、大分市、平成20年10月17日
- 9) Yoshinaga M、Shinomiva M、Miyazaki A、Tanaka Y、Kuribayashi N、Ichida F、Takahashi H. Association between the accumulation of cardiovascular risk factors and adipokine or individual risk factor levels in adolescent volunteers. 第73回日本循環器学会総会・学術集会、大阪市、平成21年3月22日

3. 特別講演・教育講演

- 1) 篠宮正樹. 「次世代のためにできること」 東葛南部東地区小児初期診療勉強会. 2008年4月10日.
- 2) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た」 船橋市立豊富小学校で5-6年生. 2008年7月17日.
- 3) 篠宮正樹. 「生活習慣病予防のために次世代のためにできること」 千葉県学校薬剤師会・千葉県教育委員会共催講演会. 2008年9月23日.
- 4) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た」 船橋市立大穴中学校全校生. 2008年10月2日.
- 5) 篠宮正樹. 「子ども達への講話」 ラジオ日本. 2008年10月31日 ゲスト出演.
- 6) 篠宮正樹. 「生活習慣病予防のために次世代のためにできること」 千葉敬愛高等学校(四街道市) 教職員. 2008年11月13日.
- 7) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た第2回」 船橋市立坪井小学校で3-6年生に講話. 2008年11月20日.
- 8) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た」 船橋市立船橋高等学校全校生. 2008年11月27日.
- 9) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た」 船橋市立芝山西小学校4-6年生. 2009年1月22日.
- 10) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た」 船橋市立二和小学校4-6年生. 2009年2月20日.
- 11) 篠宮正樹. 「あなた方は素晴らしい身体をもって生まれて来た」 鎌ヶ谷市立西部小学校4-6年生. 2009年2月26日.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

表1. 各計測値の性差 (1)

	男子 (n=193)	女子 (n=181)	p-value
身長 (cm)	169.7±0.43	158.7±0.41	<0.001
体重 (kg)	61.1±0.7	52.2±0.6	<0.001
BMI (kg/m ²)	21.2±0.2	20.7±0.2	0.09
腹囲 (cm)	72.3±0.5	71.2±0.5	0.14
腹囲身長比	0.426±0.003	0.449±0.003	<0.001
PFT (mm)	4.16±0.19	4.73±0.18	<0.05
SFT (mm)	5.10±0.23	8.11±0.23	<0.001
収縮期血圧 (mmHg)	119.3±0.72	109.3±0.64	<0.001
拡張期血圧 (mmHg)	64.9±0.658	63.9±0.581	0.03
白血球数 (μL)	6265±111.1	6440±105.9	0.28
赤血球数 (x10 ⁶ /μL)	524.2±2.07	460.0±2.32	<0.001
ヘモグロビン (g/dL)	15.1±0.07	13.0±0.08	<0.001
ヘマトクリット (%)	46.5±0.19	41.1±0.21	<0.001
血小板数 (x10 ⁴ /μL)	25.3±0.35	27.3±0.38	<0.001

Plus-minus values are means ± SE.

表2. 各計測値の性差 (2)

	男子 (n=193)	女子 (n=181)	p-value
AST (IU/L)	27.4±1.7	18.1±0.273	<0.001
ALT (IU/L)	20.0±1.4	11.4±0.274	<0.01
γ-GTP (IU/L)	18.3±7.8	14.0±0.269	<0.01
空腹時血糖 (mg/dL)	87.4±0.5	85.5±0.4	<0.01
空腹時インスリン (μIU/mL)	5.88±0.21	6.3±0.18	0.18
LpLmass (ng/ml)	79.7±1.5	90.4±1.4	<0.001
中性脂肪 (mg/dL)	51.7±2.0	47.7±1.69	0.12
総コレステロール (mg/dL)	160.3±1.9	178.2±1.87	<0.001
HDL-C (mg/dL)	61.0±0.8	69.1±0.82	<0.001
尿酸 (ng/ml)	6.1±0.07	4.4±0.06	<0.001
アテロネチン (μg/ml)	11.2±0.3	13.0±0.3	<0.001
レプチン (ng/ml)	2.0±0.1	6.7±0.3	<0.000
デスミン (fmol/ml)	54.7±0.3	49.5±0.4	0.24
レジスチン (ng/ml)	4.4±0.2	5.0±2.1	<0.05
高感度 CRP (ng/ml)	342±70	272±0.2	0.01

Plus-minus values are means ± SE

表 3. PFT との単相関 (男女別)

	男 子				女 子			
	例数	相関係数	SE	P 値	例数	相関係数	SE	P 値
BMI	193	0.442	0.060	<0.001	181	0.513	0.059	<0.001
腹 囲	191	0.213	0.024	<0.001	181	0.200	0.024	<0.001
腹囲身長比	191	35.15	4.168	<0.001	181	34.53	0.566	<0.001
SFT	193	0.289	0.062	<0.001	181	0.325	0.051	<0.001
収縮期血圧	193	0.051	0.021	0.01	181	0.029	0.020	0.16
拡張期血圧	192	-0.007	0.023	0.74	181	-0.006	0.022	0.79
AST	193	0.004	0.009	0.68	181	-0.089	0.047	0.06
ALT	193	0.038	0.011	<0.001	181	-0.009	0.048	0.85
γ-GTP	193	0.097	0.026	<0.001	181	0.047	0.048	0.33
空腹時血糖	193	0.049	0.033	0.14	181	0.027	0.032	0.39
インスリン	193	0.213	0.069	<0.01	181	0.183	0.069	<0.01
LpL mass	189	-0.011	0.010	0.29	173	0.009	0.009	0.30
中性脂肪	193	0.026	0.007	<0.001	181	0.011	0.007	0.16
総コレステロール	193	0.014	0.008	0.07	181	0.006	0.007	0.34
HDL-C	193	-0.049	0.018	<0.01	181	-0.044	0.016	<0.01
尿 酸	193	0.608	0.213	<0.01	181	0.217	0.221	0.33
アミノ酸	193	-0.089	0.048	0.06	181	-0.077	0.038	<0.05
レプチン	193	0.786	0.087	<0.001	181	0.289	0.037	<0.001
デステルグリソリン	193	-0.007	0.005	0.13	181	-0.002	0.003	0.43
レジスチン	189	-0.006	0.099	0.99	180	-0.046	0.082	0.58
高感度 CRP	191	0.0002	0.0002	0.30	178	0.0001	0.002	0.60

表 4. PFT を目的変数とする多変量解析

Risk Variables	男 子			女 子		
	Regression Coefficient	SE	P Value	Regression Coefficient	SE	P Value
空腹時インスリン	-0.100	0.071	0.16	Not obtained	Not obtained	Not obtained
リポ蛋白リパーゼ	0.014	0.009	0.88	Not obtained	Not obtained	Not obtained
中性脂肪	0.016	0.007	0.03	Not obtained	Not obtained	Not obtained
HDL-C	0.004	0.018	0.81	Not obtained	Not obtained	Not obtained
レプチン	0.823	0.103	<0.001	0.289	0.037	<0.001

表 5. 内臓脂肪蓄積群の特徴 (男女別)

	男 子 (n=193)			女 子 (n=181)		
	内臓脂肪蓄積群 (n=20)	非内臓脂肪蓄積群 (n=173)	P value	内臓脂肪蓄積群 (n=16)	非内臓脂肪蓄積群 (n=165)	P value
BMI (kg/m ²)	25.4±4.5	20.7±2.5	<0.001	23.6±3.0	20.4±2.3	<0.001
腹 囲 (cm)	83.2±11.4	71.0±5.5	<0.001	78.4±9.2	70.5±5.6	<0.01
腹囲身長比	0.49±0.069	0.419±0.032	<0.001	0.493±0.050	0.445±0.035	<0.01
PFT (mm)	11.07±2.5	3.42±1.6	<0.001	10.0±1.6	4.2±1.7	<0.001
SFT (mm)	8.06±5.2	4.77±2.7	<0.05	10.7±2.4	7.9±3.1	<0.001
収縮期血圧 (mmHg)	126.2±12.5	118.6±9.4	<0.01	112.6±11.1	109.0±8.2	NS
拡張期血圧 (mmHg)	65.3±7.3	64.6±9.3	NS	64.3±8.2	63.9±7.8	NS
AST (IU/L)	27.8±13.4	27.0±24.0	NS	17.5±3.2	18.2±3.7	NS
ALT (IU/L)	34.5±31.3	18.3±16.5	<0.05	11.8±4.2	11.4±3.6	NS
γ-GTP (IU/L)	23.7±13.2	17.7±6.7	NS	15.7±3.6	13.8±3.6	NS
空腹時血糖 (mg/dL)	89.2±7.5	87.2±6.2	NS	86.5±7.7	85.4±5.3	NS
インスリン (μIU/mL)	8.2±3.5	5.6±2.8	<0.01	7.45±3.4	6.14±2.4	NS
LpL mass (ng/ml)	70.9±14.6	80.7±21.1	<0.05	90.2±19.3	90.7±19.2	NS
中性脂肪 (mg/dL)	73.5±34.7	49.2±25.0	<0.01	47.6±16.7	47.7±23.3	NS
総コレステロール (mg/dL)	172.3±23.4	158.9±26.3	<0.05	184.3±34.4	177.7±24.1	NS
HDL-C (mg/dL)	55.2±9.0	61.7±11.2	<0.05	64.9±12.1	69.5±10.8	NS
尿酸 (mg/dL)	6.6±1.0	6.1±0.9	<0.05	4.5±0.7	4.4±0.8	NS
アポ B 初値 (μg/ml)	8.9±2.9	11.5±4.4	<0.01	11.0±3.4	13.2±4.6	NS
レプチン (ng/ml)	5.2±3.83	1.7±1.3	<0.001	11.4±6.0	6.2±3.6	<0.01
デズインクレチン (fmol/ml)	31.9±18.6	57.3±46.3	<0.001	53.8±83.5	49.1±56.0	NS
レジスチン (ng/ml)	4.4±1.9	4.4±2.2	NS	4.7±1.9	5.0±2.2	NS
高感度 CRP (ng/ml)	464.9±597.8	327.6±1017.1	NS	230.0±430.3	280.9±851.3	NS

表 6. 肝腎コントラスト群の特徴 (男女別)

	男 子 (n=193)			女 子 (n=181)		
	肝腎コントラスト (+) 群 (n=32)	肝腎コントラスト (-) 群 (n=161)	P value	肝腎コントラスト (+) 群 (n=55)	肝腎コントラスト (-) 群 (n=126)	P value
BMI (kg/m ²)	23.4±4.6	20.7±2.5	p<0.01	20.7±2.6	20.7±2.5	NS
腹 囲 (cm)	78.1±11.9	71.1±5.4	p<0.01	71.7± 6.3	71.0±6.4	NS
腹囲身長比	0.462±0.071	0.419±0.031	p<0.01	0.449±0.038	0.449±0.039	NS
PFT (mm)	5.1±3.5	4.0±2.7	NS	4.9±2.5	4.6±2.3	NS
SFT (mm)	6.7±4.5	4.8±2.8	<0.05	7.8±3.1	8.2±3.1	NS
収縮期血圧 (mmHg)	122.3±14.1	118.8±8.9	NS	110.3±10.0	108.9±7.8	NS
拡張期血圧 (mmHg)	65.1±9.9	64.6±9.0	NS	63.7±7.6	64.1±7.9	NS
AST (IU/L)	32.0±31.1	26.1±21.1	NS	17.7±3.7	18.3±3.6	NS
ALT (IU/L)	32.3±37.9	17.5±11.1	NS	10.5±3.3	11.8±3.8	p<0.05
γ-GTP (IU/L)	21.7±12.4	17.7±6.4	<0.05	13.4±2.8	14.3±3.9	NS
空腹時血糖 (mg/dL)	89.2±6.5	87.1±6.3	NS	86.5±5.3	85.1±5.6	NS
インスリン (μU/mL)	7.3±3.3	5.6±2.8	<0.01	6.4±2.5	6.2±2.5	NS
LpL mass (ng/ml)	84.8±22.0	78.6±20.3	NS	92.5±17.8	89.56±19.7	NS
中性脂肪 (mg/dL)	53.7±31.8	51.4±26.2	NS	51.6±21.4	46.0±23.2	NS
総コレステロール (mg/dL)	157.1±26.1	160.9±26.3	NS	175.1±27.6	179.6±23.9	NS
HDL-C (mg/dL)	61.1±12.8	61.0±10.9	NS	68.3±10.7	69.5±11.01	NS
尿酸 (mg/dL)	6.2±1.0	6.1±0.9	NS	4.2±0.9	4.5±0.7	p<0.01
アミノ酸 (μg/ml)	11.1±5.9	11.2±4.0	NS	12.3±4.3	13.3±4.6	NS
レブチン (ng/ml)	3.5±3.6	1.7±1.3	<0.01	6.2±3.9	6.9±4.2	NS
デスミン (fmol/ml)	48.0±42.5	56.0±45.5	NS	43.9±50.8	52.0±61.8	NS
レジスチン (ng/ml)	4.3±2.2	4.4±2.1	NS	5.1±2.0	4.9±2.2	NS
高感度 CRP (ng/ml)	522.3±974.5	305.7±1013	NS	211.8±719.5	304.5±863.6	NS

生活習慣病の一次予防を目的とした運動効果に関する研究

分担研究者 篠宮正樹¹⁾⁶⁾、栗林伸一²⁾⁶⁾、田所直子³⁾⁶⁾、松岡かおり⁴⁾⁶⁾、吉永正夫⁵⁾
所 属 西船内科・千葉県医師会¹⁾、三咲内科クリニック²⁾、渡辺医院³⁾、
いけだ病院⁴⁾、国立病院機構鹿兒島医療センター⁵⁾、
NPO 法人「生活習慣病防止に取り組む市民と医療者の会（小象の会）」⁶⁾、

研究要旨

【目的】生活習慣病の治療を目的とした運動習慣、食習慣の介入試験は数多く報告されているが、生活習慣病一次予防を目的とした運動習慣の介入試験の報告は少ない。一年半を隔てて生活習慣病検診を2回受診した高校生において、検査値の推移とそれにおよぼす運動の効果を明らかにすること。【対象と方法】千葉県内の公立高等学校で希望者に平成19年4月（一年生の入学時）と20年12月（2年生時）の2回生活習慣病検診を実施した。2回とも受診した高校生、男子30名（うち運動部所属22名、非所属8名）、女子64名（うち運動部所属28名、非所属36名）、計94名を対象とした。受診者の体格（身長、体重、腹囲）、血圧、血液生化学、リポ蛋白リパーゼ酵素蛋白量、アディポカインを測定した。また、腹部超音波法で腹膜前脂肪厚(PFT)と皮下脂肪厚(SFT)を測定した。【結果】男子では、運動部非所属では、空腹時インスリン、尿酸、腹膜前脂肪厚、総脂肪厚に有意差が見られた。男子の運動部所属では脈拍、HDLコレステロール、総コレステロール、尿酸、レプチン、腹膜前脂肪厚に有意差が見られた。女子では、運動部非所属では、収縮期・拡張期血圧、LDLコレステロール、総コレステロール、アディポネクチン、総脂肪厚に有意差が見られ、運動部所属では、腹囲、拡張期血圧、脈拍、空腹時インスリン、LDLコレステロール、総コレステロール、アディポネクチン、腹膜前脂肪厚に有意差が見られた。男女とも動脈硬化予防や糖尿病発症予防に好ましい変化が起きていた。

男子の第1回目の測定値を運動部所属の有無で検討すると、収縮期血圧、中性脂肪、LDLコレステロール/HDLコレステロール比、空腹時インスリン、HOMA-IRに有意差が見られた。第2回目の測定値では、HDLコレステロール、LDLコレステロール/HDLコレステロール比、HOMA-IRに有意差が見られ、血圧、糖・脂質代謝の指標は運動部所属者で動脈硬化予防や糖尿病発症予防に好ましい変化と考えられた。女子では、第1回目と第2回目の測定値ともに、運動部非所属と運動部所属で脈拍、レプチン、腹膜前脂肪厚に有意差が見られ、運動部に所属するの方が好ましい値であった。

【結論】同一人で2回とも受診した94名では、運動部に属する者で、血圧、採血検査値（糖・脂質代謝、アディポカイン値）が改善した。運動部に所属する者は、入学時にすでに、糖・脂質代謝関連の検査値、肝機能その他が良好であった。20ヶ月でも、運動部に所属する者は、さらに改善の見られる項目が多かった。

A. 研究目的

生活習慣病の治療を目的とした運動習慣、食習慣の介入試験は数多く報告されているが、生活習慣病一次予防を目的とした運動習慣の介入試験

の報告は少ない。一年半を隔てて生活習慣病検診を2回受診した高校生において、検査値の推移とそれにおよぼす運動の効果を明らかにし、生活習慣病の一時予防における運動習慣の介入試験の

エビデンスとして利用できるか検討した。

B. 研究方法

1. 対象

千葉県船橋市の公立高等学校の希望者に1年半の間隔で生活習慣病検診を行った。第1回目(2007年4月12日)の受診者は男71名、女115名。第2回目(2008年12月18日)の受診者は男子41名女子101名であった。両方の検診を受診したのは男子30名(うち運動部非所属8名、所属22名)、女子64名(うち運動部非所属36名、所属28名)、計94名であった。この94名を対象として運動の効果について解析した。

検診を2回とも受診した生徒数

運動部所属	男子	女子	合計
非所属	8	36	44
所属	22	28	50
計	30	64	94

2. 検査項目

1) 身長・体重・腹囲・血圧・脈拍数の測定

腹囲は臍高で看護師2名が測定した。血圧は本研究班の検診においては同一の機種(A&D社製TM-2571 II)を用いて測定した。座位で3回測定して2回目と3回目の測定値の平均を血圧値として採用した。

2) 血清生化学的検査

当日朝絶食にて採血した。末梢血(白血球数、赤血球数、血色素、ヘマトクリット、血小板数)、AST、ALT、 γ -GTP、総コレステロール(TC)、HDL-コレステロール(HDL-C)、中性脂肪(TG)、空腹時血糖(FPG)、空腹時インスリン(FIRI)、尿酸(UA)を測定した。LDL-コレステロール(LDL-C)をFriedewaldの式($LDL-C=TC-HDL-C-TG \times 0.2$)で算出した。インスリン抵抗性の指標としてHomeostasis model assessment of insulin resistance(HOMA-IR)($=FPG \times FIRI/405$)を算出した。

3) アディポカイン

アディポネクチンとレプチンをキットで測定

した。

4) 腹部エコーによる皮下脂肪厚・腹膜前脂肪厚の計測・脂肪肝の検出

携帯用エコー装置はMicroMaxx:3.5MHz convex probe(SonoSite社)を6台搬入して使用した。鈴木らの方法¹⁾により腹膜前脂肪厚(Preperitoneal Fat Thickness: PFT)および皮下脂肪厚(Subcutaneous Fat Thickness: SFT)を測定した。PFTの8mmが内臓脂肪面積の100cm²に相当することからPFTが8mm以上の者を内臓型肥満と判定した²⁾。

3. 統計学的検定

すべての解析において $p < 0.05$ を有意とした。

4. 肥満の定義

肥満の定義には、肥満度を用いた。肥満度は2000年度学校保健統計の性別年齢別身長別標準体重から算出した。具体的には下記の式で性別年齢別標準体重を求めた。

$$\text{標準体重(kg)} = A \times \text{身長} - B$$

	A	B
高校1年男	0.766	70.989
高校1年女	0.560	37.002
高校1年男	0.656	51.822
高校1年女	0.578	39.057

(倫理面への配慮)

本検診のすべての項目についての意味と意義を学校・受診者とその保護者に行い、希望者のみに施行した。個人情報保護法を遵守し、解析は匿名化して行った。

C. 研究結果

1. 受診者全体の比較

第1回目の受診者は男71名、女115名。第2回目の受診者は男子41名女子101名であった。第2回目の受診者では、肥満度20%以上の者は男子14.6%、女子3.0%であり、第一回目の肥満者の頻度男子16.9%、女子5.2%と比較して、肥満者

の受診が少なかった。肥満度の度数分布を表1に示す。さらに腹囲の度数分布を表2に示す。第1回目および第2回目受診者の両群を中央値で比較すると、男子では肥満度 6.7%、5.7%、BMI21.9、21.8、腹囲 72.8cm、74.4cm、女子では、肥満度-1.4%、-0.8%、BMI20.3、20.6、腹囲 70.2cm、71.4cmであった。

2. 両方の検診を受診した者の比較

両方の検診を受診した男子30名（うち運動部非所属8名、所属22名）、女子64名（うち運動部非所属36名、所属28名）、計94名を対象として運動の効果について解析した。

1) 第1回目と第2回目の測定値

表3に男子、表4に女子の第1回目と第2回目の測定値を示す。第1回目と第2回目の測定値の差異について、表5に運動部所属の有無で分けて示す。表5上段の男子では、運動部非所属の8名では、血色素量・腹膜前脂肪厚・総脂肪厚・空腹時インスリン・尿酸値に有意差が見られ、この順にp値が小さかった（前者ほどp値が小であった。以下同様）。男子の運動部所属の22名では、HDLコレステロール・レプチン・腹膜前脂肪厚・脈拍・総コレステロール・血色素量・尿酸値に有意差が見られた。総コレステロールを除いて、動脈硬化予防や糖尿病発症予防に好ましい変化と考えられた。表5下段の女子では、運動部非所属の36名では、アディポネクチン・拡張期血圧・LDLコレステロール・収縮期血圧・総コレステロール・総脂肪厚に有意差が見られ、女子の運動部所属の28名では、アディポネクチン・拡張期血圧・腹膜前脂肪厚・脈拍・空腹時インスリン・腹囲に有意差が見られた。腹囲を除いて、動脈硬化予防や糖尿病発症予防に好ましい変化と考えられた。

2) 運動部所属の有無での比較

第1回目と第2回目の検診の測定値を運動部非所属と運動部所属者とで比較したものを表6に示す。表6左の男子では、第1回目の測定値では運動部非所属の8名と、運動部所属の22名とで、血色素量・HOMA-IR・LDLコレステロール/HDLコレステロール比・収縮期血圧・中性脂肪・空腹

時インスリンに有意差が見られ、この順にp値が小さかった。第2回目の測定値では運動部非所属の8名と、運動部所属の22名とで、血色素量・HOMA-IR・HDLコレステロール・LDLコレステロール/HDLコレステロール比に有意差が見られた。血圧・糖脂質代謝の指標は運動部所属者で動脈硬化予防や糖尿病発症予防に好ましい変化と考えられた。表6右の女子では、第1回目と第2回目の測定値ともに、運動部非所属の36名と運動部所属の28名とで、レプチン・腹膜前脂肪厚・脈拍に有意差が見られ、運動部に所属する者が好ましい値であると考えられた。

3) 個人の測定値の変化量

第1回目と第2回目の検診で、測定値の個人で変化量を求めた。その変化量同士の相関を検討した。

表7に男子30名での変化を示す。ここでは、HOMA-IR・レプチン・腹囲・腹膜前脂肪厚(PFT)を採り上げ、それらの変化量と相関が見られた項目を示した。HOMA-IRの変化量とは、肥満の諸指標・糖脂質代謝の多くの指標・ γ -GTP・収縮期血圧の変化量と正の相関、アディポネクチンの変化量と負の相関を示した。レプチンの変化量も同様の傾向を認めたが、肥満の諸指標の変化量との間に強い正の相関が見られた。腹囲の変化量から見ると、これも多くの指標の変化量と相関したが、肥満の諸指標とは当然としても、レプチンの変化量と正相関、アディポネクチンの変化量と負の相関を示した。これらに比較すると、PFTの変化量は項目が少なくなるが、レプチンの変化量と最も強い正相関を示した。

表8に女子64名での変化を示す。ここでも、HOMA-IR・レプチン・腹囲・腹膜前脂肪厚(PFT)の変化量と相関が見られた項目を示した。男子よりも互いに相関のある項目が少ない傾向であった。HOMA-IRの変化量とは、男子と異なり、肥満の諸指標と空腹時インスリン・空腹時血糖・レプチン・中性脂肪の変化量のみに関係を認めた。レプチンの変化量と相関を認めたのは糖代謝の指標以外は血圧と肥満の諸指標の変化量のみであった。腹囲の変化量も、肥満の諸指標とレ

ブチン・血圧の変化量のみに関連を示した。PFTの変化量は項目が少なくなるが、レプチン・脈拍の変化量と肥満のいくつかの指標のみが正相関していた。

4) 肥満の諸指標が高値の者の頻度 (表9)

肥満度 $\geq 20\%$ の者の頻度は、男女別の運動部所属別でみて、第一回目の検診と第2回目の検診で差異を認めなかった。

腹囲 $\geq 80\text{cm}$ の者の頻度についても同様であった。

PFT $\geq 8\text{mm}$ の者の頻度

腹部超音波法で測定し内臓脂肪蓄積の指標として用いた腹膜前脂肪厚(PFT)が 8mm 以上²⁾の内臓脂肪蓄積は第1回目検診には8名(女子の運動部非所属の者に5名)であったが、第2回検診では運動部非所属の女子の1名のみ減少していた。

D. 考察

高校生の生活習慣病検診を行い、肥満男子で動脈硬化・糖尿病に関連する指標がすでに悪化していたこと、さらに貴重な個人の経過を追えたことで運動その他の好ましいとされている生活習慣が諸検査値の改善をもたらしていたことが明らかとなった。

内臓脂肪蓄積の判定は簡易ラプトップ型の超音波機器でPFTを測定して行ったが、この方法で十分に脂肪厚を描出・記録することができた。PFTは肥満の身体的指標と有意な正の相関関係を認めた。

第2回目の検診で運動部非所属と所属の者で有意差が見られた項目が少ないのは、数値からみて、すでに第1回目の検診から運動部で測定値が良好であり、運動部非所属の者が追いついたためと言えよう。運動部に所属していなかった者も、改善が見られた。学校側の説明によると、高校入学前受験前後の生活はどうしても不規則になっており、高校に入学して規則正しい学校生活に戻り、中学よりは自宅から遠い高校へ自転車通学などする者も多いという。身体を動かす習慣が好ましい影響をもたらしていると推測された。

個人の変化量でみると、多くの指標の変化量が

互いに相関しあっていたことは興味深い。ただし、女子ではその傾向は弱かった。すでに、高校生の男子肥満者で、動脈硬化進展や糖尿病発症と関連する指標が好ましくない変化を示していることを、この班研究で明らかにしたが、糖脂質代謝・血圧・肝機能などが互いに密接に関連しあっていることが、個人の測定値の変化からも明らかになってきた。さらにそれらが、運動でよい方向へ変化することも明らかになった。

内臓脂肪蓄積を示す腹膜前脂肪厚の減少のほうが、皮下脂肪厚の減少より大であった(表3,4,9)。運動その他の介入で内臓脂肪が良く減少するという成人で見られる事実が、高校生にも当てはまると考えられた。

E. 結論

内臓脂肪型肥満群では男子で肝機能障害、高インスリン血症、高脂血症を認めた。同一人で2回とも受診した94名では、運動部に所属する者で、血圧・採血検査値(糖脂質代謝、アディポカイン値)が改善した。運動部に入ろうとするものは、入学時にすでに糖・脂質代謝関連の検査値・肝機能その他が良好であった。2ヶ月後には、運動部に所属するものは、さらに改善の見られる項目が多かった。運動部に所属していなかった者も改善が見られた。

謝辞

今回の調査にあたりご協力いただいた生徒、保護者、学校関係者、教育委員会、医師会、医療関係者の方々に深謝します。

文献

- 1) Suzuki R. et al. Am J Med 1993;95:309-314.
- 2) 田所直子、半沢多恵子、木暮勝広、篠宮正樹(ほか): 腹部超音波法による内臓脂肪蓄積量の推定 肥満研究 2002;8(1):37-42.

F. 研究発表

1. 論文発表
2. 学会発表

3. 特別講演・教育講演

上記1.2.3. に関しては『分担研究Ⅱ-4. 高校生における腹部内臓脂肪蓄積の実態とそれに及ぼす要因に関する研究』に同じ

G 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし
3. その他 なし

表 1. 肥満度の度数分布 (受診者全例)

肥満度 (%)	男 子		女 子	
	第1回目	第2回目	第1回目	第2回目
- 30以上 - 20未満			2	
- 20～	9	4	15	10
- 10～	17	10	45	46
0～	18	13	29	35
10～	15	8	18	7
20～	4	5	4	3
30～	3		2	
40～	2	1		
50～	2			
60～	1			
合 計	71	41	115	101
肥満度 \geq 20%	16.9%	14.6%	5.2%	3.0%

表 2. 腹囲の度数分布 (受診者全例)

腹 囲 (cm)	男 子		女 子	
	第1回目	第2回目	第1回目	第2回目
60以上65未満	7	3	13	10
65～	20	9	40	28
70～	18	15	37	37
75～	15	6	14	20
80～	4	7	8	5
85～	2	1	1	1
90～	2		2	
95～	1			
100～105	2			
合 計	71	41	115	101
腹囲 \geq 80cm	15.5%	19.5%	9.6%	5.9%