

原 著

# 肥満小児における肥満関連の健康障害リスク減少に対する 自主的な運動の有効性について

<sup>1)</sup> 那須赤十字病院 小児科

<sup>2)</sup> 獨協医科大学 小児科学

<sup>3)</sup> 筑波大学大学院人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻

<sup>4)</sup> 那須赤十字病院

小川 美織<sup>1,2,3)</sup>, 市川 剛<sup>1,2)</sup>, 渡部 厚一<sup>3)</sup>, 吉原 重美<sup>2)</sup>, 有阪 治<sup>4)</sup>

## 要 旨

小児肥満は高率に成人肥満へ移行し動脈硬化性疾患のリスクを増加させるだけでなく、小児期から肥満に関連する健康障害を引き起こすため対策が重要である。運動は肥満の予防や改善に強く関連するが、肥満小児にとって継続が難しい側面もある。

運動介入プログラムでなく、自主的な運動の効果について検討した研究は少ない。そこで運動の有効性を明らかにするため、10~12歳の肥満男児について、自主的な運動の有無により体格指標や生化学的検査に差があるか検討した。スポーツクラブ等に所属し週1回以上継続的に運動を行う群で、ウエスト周囲長、ウエスト身長比、血圧が有意に低かった。

内臓脂肪蓄積がメタボリックシンドロームの主体であり、高血圧やインスリン抵抗性等を伴って健康障害をもたらす。内臓脂肪は皮下脂肪よりも運動に鋭敏に反応することから、運動群のウエスト周囲長は少ない内臓脂肪を反映し、血圧の改善にも関与していると考えられた。肥満だと運動に対する苦手意識を持ちやすく、運動効果を実感出来ずに続かない事も多いが、本検討では、体重やBMI Zスコアに差がなくても改善しているパラメーターが認められ、運動を継続的に行うことの有効性が示された。

**Key Words** : 小児肥満, 小児メタボリックシンドローム, 運動, 血圧, 内臓脂肪

## 緒 言

本邦の肥満小児は2000年頃まで増加傾向にあり、男子で12%、女子で10%と30年間で2~3倍に増加した<sup>1,2)</sup>。肥満予防対策が講じられた効果により、2006年以降、総数は減少傾向に転じたが、肥満小児の頻度は依然として10%程度であり<sup>3)</sup>、また高度肥満の割合は減少していない<sup>1)</sup>。

小児肥満は高率に成人肥満に移行し、メタボリックシンドロームのリスクとなるだけでなく、小児期から高血圧、2型糖尿病、非アルコール性脂肪性肝疾患(non-

alcoholic fatty liver disease : NAFLD)、脂質異常症、動脈硬化の促進など、様々な健康障害を引き起こす<sup>2,4)</sup>。そのため、早期からの対策が重要であり、3歳時健診における生活習慣病予防対策などの取り組みが行われている<sup>5)</sup>。

しかし、肥満のまま小学生まで経過した児童に対しては、栄養療法、運動療法が重要となる。運動は脂肪分解促進の他、インスリン感受性改善や心肺機能改善による基礎代謝の向上、NAFLDのリスク低下、慢性炎症の改善などに関連することから、特に運動習慣はメタボリックシンドロームとの相関が強いとされる<sup>6)</sup>。小栗らによると、肥満があっても継続的に運動を行っている児童では、非運動群に比べて内臓脂肪横断面積が有意に低く、運動の有効性が示されている<sup>7)</sup>。

だが運動を始めても効果が出る前に続かずにやめてしまったり、肥満外来をドロップアウトしてしまったりす

令和3年7月5日受付, 令和3年8月5日受理

別刷請求先: 小川美織

〒324-8686 栃木県大田原市中田原 1081 番地 4  
那須赤十字病院小児科

表1 運動群 (22名) の運動の種類と強度

運動の種類 (METs **)	(名)
野 球 (5.0)	5
サッカー (7.0)	5
陸 上* (種目により 4.0-10.0)	2
卓 球 (4.0)	2
水 泳* (5.8)	2
柔 道 (5.3)	2
その他: バスケットボール (6.5), テニス (7.3), スポーツチャンバラ (5.3), 剣道 (5.3), 空手 (5.3)	5
計	23*

\*1名重複あり (水泳, 陸上)

\*\*国立健康・栄養研究所 改訂版『身体活動のメッツ (METs) 表』2012年4月11日改定より抜粋

る例も散見される。また運動介入プログラムではなく、学校体育以外に自主的にスポーツクラブ等に参加して行う運動の有効性について検討した研究は少ない。そこでA病院小児科肥満外来を受診した10~12歳の肥満男児について、初診時に学校体育以外の自主的な運動の有無により、体格指標や生化学的検査に差があるか調査を行い、フィールドでの運動継続の有効性を検討した。

## 方 法

対象は2012年1月から2020年12月にA病院小児科肥満外来を受診した男児のうち、10~12歳の44名とした。自主的な運動の有無で2群に分け、体格指標、血圧、生化学的検査結果を診療記録より抽出して比較検討した。初診時の問診で、自主的にスポーツクラブ等に所属し、学校体育以外に週1回以上の運動を継続して行っている者を運動群 (22名)、それ以外を非運動群 (22名) とした (表1)。

身体計測値として身長、体重、ウエスト周囲長の記録を用い、肥満度、BMI Zスコア、ウエスト身長比を算出した。肥満度は (体重-標準体重)/標準体重×100%で求め、20~30%未満を軽度肥満、30~50%未満を中等度肥満、50%以上を高度肥満とした。標準体重は性別・年齢別・身長別の標準体重計算式を用いた。BMI Zスコアは年齢毎のBMI平均値および標準偏差を用いて算出した。

血圧の判定は、小児肥満症の診断基準 (小学校高学年: 収縮期血圧 $\geq 135$  mmHg かつ/または拡張期血圧 $\geq 80$  mmHg), 小児メタボリックシンドロームの診断基準

(収縮期血圧 $\geq 125$  mmHg かつ/または拡張期血圧 $\geq 70$  mmHg) を用いて行った。

生化学的検査は、初診時のTC (Total cholesterol), LDL-C (Low-density lipoprotein cholesterol), HDL-C (High-density lipoprotein-cholesterol), non-HDL-C (Non-high-density lipoprotein-cholesterol), TG (Triglyceride), AST (Aspartate aminotransferase), ALT (Alanine aminotransferase), 血糖値, HbA1c (NGSP), 尿酸値, CRP (C-reactive protein) を比較した。

本研究は那須赤十字病院倫理委員会 (2019-14) および筑波大学体育系倫理委員会 (体 019-155 号) の承認を得て行った。

統計解析について、数値は平均値 (標準偏差) で示した。2群間の平均値の比較にはMann-WhitneyのU検定を用いた。年齢、身長、体重、ウエスト周囲長およびウエスト身長比についてはStudentのt検定によって有意差を検出した。ウエスト周囲長およびウエスト身長比と収縮期血圧、拡張期血圧の2変数間の関連分析にはSpearmanの順位相関係数を用いた。統計処理には、統計解析SPSS Ver.23 Japanese For Windows (SPSS社製) を用い、統計的有意水準は5%未満に設定した。

## 結 果

非運動群と運動群の年齢、体格指標を表2に示す。年齢、身長、体重、BMI、BMI Zスコア、肥満度には2群間に有意差は見られなかったが、運動群のウエスト周囲長およびウエスト身長比は有意に低い値を示した ( $p < 0.05$ ) (表2) (図1)。

表3は非運動群と運動群の血圧および生化学的検査結果を比較したものである。収縮期血圧、拡張期血圧ともに非運動群と比較して、運動群で有意に低い値であった ( $p < 0.05$ ) (表3)。表4に両群の高血圧の頻度を示した。小児肥満症の高血圧診断基準を満たした者は3名 (7.7%) で、全て非運動運動群であった。小児メタボリックシンドロームの高血圧診断基準を満たす者は、全体で13名 (33.3%) であり、非運動運動群が9名、運動群4名であった (表4)。一方、生化学的検査では、肝機能、脂質、耐糖能、尿酸値、CRPで2群間に有意差は認めなかった。

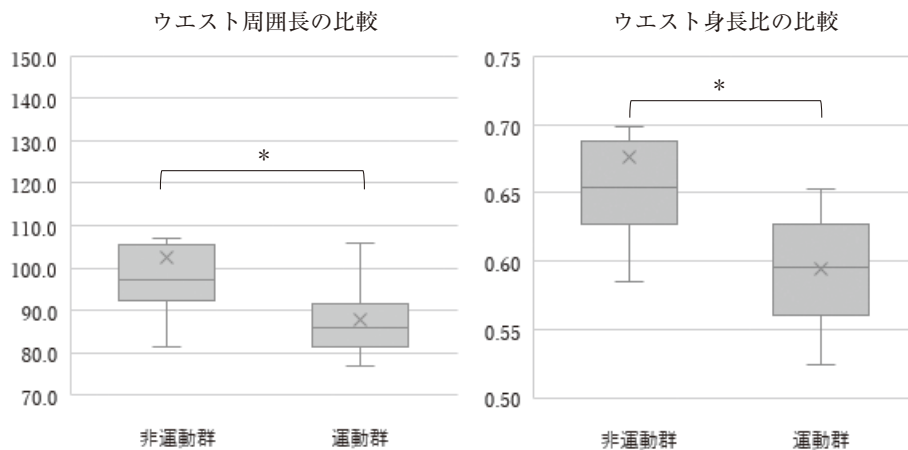
ウエスト周囲長と血圧の記録が抽出できた29名について、ウエスト周囲長 (平均  $94.8 \text{ cm} \pm 15.6$ ) およびウエスト身長比 (平均  $0.63 \pm 0.08$ ) と、収縮期血圧 (平均  $119.0 \text{ mmHg} \pm 10.3$ )、拡張期血圧 (平均値  $64.9 \text{ mmHg} \pm 8.0$ ) の関係を検討した結果、ウエスト周囲長と収縮期血圧の間に有意な関係 ( $r = 0.456$ ,  $p < 0.05$ ) を認めた。またウエスト身長比と収縮期血圧の間にも有意な関係

表2 体格指標の比較

	非運動群			運動群			P value <sup>a</sup>
	n	Mean	SD	n	Mean	SD	
検査時年齢, yr.	22	10.8	0.8	22	11.0	0.8	0.363 <sup>b</sup>
身長, cm	22	147.7	10.9	22	148.1	11.1	0.903 <sup>b</sup>
体重, kg	22	65.3	23.8	22	59.8	13.7	0.356 <sup>b</sup>
ウエスト周囲長, cm	14	102.5	18.3	15	87.7	7.7	0.008 <sup>b</sup>
ウエスト身長比	14	0.7	0.1	15	0.6	0.0	0.002 <sup>b</sup>
肥満度, %	22	58.7	29.2	22	46.8	11.7	0.166
BMI	22	28.9	6.7	22	26.9	2.6	0.418
BMI Z score	22	2.0	0.4	22	1.9	0.3	0.243

a: Mann-Whitney U 検定を用いた

b: 対応のない t 検定を用いた



\*:  $p < 0.05$

図1 ウエスト周囲長およびウエスト身長比の比較

( $r = 0.381$ ,  $p < 0.05$ ) を認めた (表5)。

## 考 察

肥満とは脂肪が過剰に蓄積した状態を指し<sup>8)</sup>, 高血圧, 睡眠時無呼吸症候群, 2型糖尿病, NAFLD, 脂質異常症, 高尿酸血症, 動脈硬化の促進, 運動器疾患等の健康障害の要因となる<sup>2)</sup>. また, メタボリックシンドロームは内臓脂肪蓄積に高血圧, インスリン抵抗性上昇, 脂質異常が組み合わさって動脈硬化性疾患の原因となる<sup>9~11)</sup>. 肥満, メタボリックシンドロームともに, 早期の対策が必要である。

内臓脂肪が蓄積すると遊離脂肪酸が放出され, 門脈を介して肝臓に流入し, インスリン受容体の機能障害を来す。また脂肪蓄積により, 脂肪細胞から分泌される生理活性物質であるアディポサイトカインの分泌異常を生じ, インスリン抵抗性改善や抗動脈硬化作用のあるア

ディポネクチンの血中濃度が低下するとされている<sup>12)</sup>。

内臓脂肪蓄積の指標としてウエスト周囲長およびウエスト身長比が有用とされ<sup>13,14)</sup>, 内臓脂肪型肥満の簡易診断法として用いられている<sup>15,16)</sup>. 特にウエスト身長比は心血管リスクと関連が強いとされる<sup>13)</sup>。

運動と内臓脂肪の関係については, 小栗らが肥満小児の体構成を運動の有無で比較した研究で, 非運動群の内臓脂肪横断面積が運動群に比べて有意に高かった<sup>7)</sup>. また富樫らは, 肥満小児に対する運動療法, 食事療法によって, 肥満度, 内臓脂肪量の減少に伴い, ウエスト周囲長, 中性脂肪, 血圧が有意に改善したと報告している<sup>17)</sup>. Davisらによる運動介入試験でも内臓脂肪減少を認めており<sup>18)</sup>, Saelensらは運動療法を行った群で腹部脂肪が少なく, 特に内臓脂肪量が少ない傾向にあり, 身体活動の内臓脂肪への影響を強調している<sup>19)</sup>. 本研究でも先行研究と同様に運動群においてウエスト周囲長お

表3 血圧および生化学的検査結果の比較

	非運動群			運動群			P value <sup>a</sup>
	n	Mean	SD	n	Mean	SD	
収縮期血圧, mmHg	19	122.6	10.1	20	115.7	9.7	0.028
拡張期血圧, mmHg	19	68.2	7.3	20	61.8	7.6	0.037
AST, U/l	22	52.4	47.8	22	33.1	11.9	0.301
ALT, U/l	22	87.6	100.1	22	42.5	31.7	0.155
TC, mg/dl	21	184.7	35.7	22	178.6	32.8	0.576
HDL-C, mg/dl	22	50.8	12.8	22	52.7	11.6	0.366
LDL-C, mg/dl	22	111.0	27.6	22	103.0	29.2	0.285
non-HDL-C, mg/dl	21	133.7	33.3	22	122.9	38.9	0.429
TG, mg/dl	22	162.6	116.5	22	168.6	153.7	0.981
尿酸, mg/dl	21	6.3	1.3	21	6.1	1.5	0.715
血糖, mg/dl	22	101.8	18.3	22	98.9	11.3	0.823
HbA1c, %	13	5.86	0.64	8	5.63	0.44	0.559
CRP, mg/dl	20	0.24	0.29	20	0.18	0.18	0.745

a: Mann-Whitney U 検定を用いた

表4 高血圧の頻度

	小児肥満症診断基準 (小学校高学年) 収縮期血圧 135 mmHg 以上かつ/または 拡張期血圧 80 mmHg 以上					小児メタボリックシンドローム診断基準 収縮期血圧 125 mmHg 以上かつ/または 拡張期血圧 75 mmHg 以上				
	高血圧 なし	高血圧 あり	高血圧の集簇数			高血圧 なし	高血圧 あり	高血圧の集簇数		
			収縮期 のみ	拡張期 のみ	両方			収縮期 のみ	拡張期 のみ	両方
非運動群 19名 (%)	16 (84.2)	3 (15.8)	1	1	1	10 (52.6)	9 (47.4)	5	1	3
運動群 20名 (%)	20 (100.0)	0 (0.0)	0	0	0	16 (80.0)	4 (20.0)	4	0	0
計 39名 (%)	36 (92.3)	3 (7.7)	1	1	1	26 (66.7)	13 (33.3)	9	1	3

およびウエスト身長比が有意に低く、体重やBMI Zスコアに差がない中でも、運動による内臓脂肪量減少を反映して、体組成や脂肪蓄積部位に違いが生じていることが示唆された。

運動により内臓脂肪が減少する機序として、交感神経の働きが挙げられる。運動で交感神経が活性化すると、神経末端からノルアドレナリンが分泌される。ノルアドレナリンによって脂肪組織のトリグリセリドがグリセロールと脂肪酸に分解され、脂肪酸が活動筋でエネルギー源となる<sup>1)</sup>。内臓脂肪は皮下脂肪に比べてカテコールアミン刺激に対する反応が強く、脂肪分解能が高い<sup>7)</sup>ためわずかな運動で代謝が活発になる<sup>12)</sup>。本研究でも継続的な運動の効果として、内臓脂肪が減少した結果、ウエスト周囲長の減少につながったと考えられた。

小児期の高血圧は成人の本態性高血圧に進展する率が高い<sup>20)</sup>だけでなく、肥満小児では幼少期から動脈硬化の過程が始まっているとされ、早期から食生活や運動習慣などの改善を促すことが重要である<sup>9,21)</sup>。

小学校高学年における高血圧の頻度は、一般児童では0.5-1%であるが、肥満小児では3%である。本態性高血圧のうち50%が肥満に関連すると言われ<sup>1,17)</sup>、肥満度と収縮期血圧の関連が報告されている<sup>22)</sup>。今回、小児肥満症診断基準の高血圧を満たす者が全体で7.7%、小児メタボリックシンドロームの高血圧基準を満たす者が33.3%と多かった(表4)。理由として中等度~高度肥満の割合が93.2%と高いことが挙げられ、小児肥満症ガイドラインが示す、肥満度が高いほど高血圧の頻度が増加する<sup>1)</sup>ことに合致していた。非運動群では全てが中等

表6 肥満度の割合

	軽度肥満	中等度肥満	高度肥満
非運動群 22名 (%)	0名 (0)	12名 (54.5)	10名 (45.5)
運動群 22名 (%)	3名 (13.6)	9名 (40.9)	10名 (45.5)
計 44名 (%)	3名 (6.8)	21名 (47.7)	20名 (45.5)

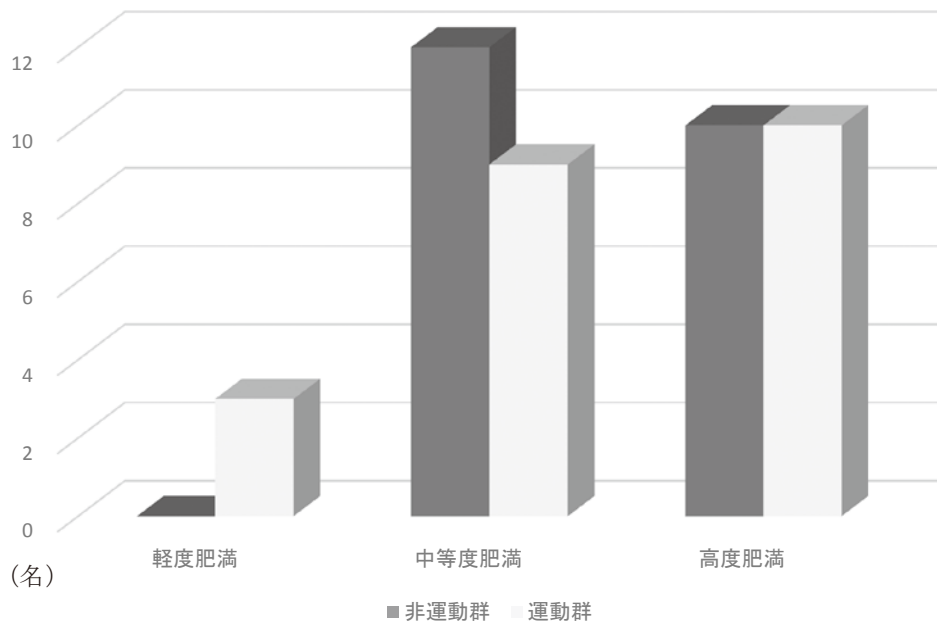


図2 肥満度の比較

度以上の肥満であった(中等度肥満 54.5%, 高度肥満 45.5%)。運動群でも, 高度肥満は非運動群と同数認められたが, 軽度肥満が3名見られた(軽度肥満 13.6%, 中等度肥満 40.9%, 高度肥満 45.5%) (表6) (図2)。

肥満により高血圧が引き起こされる原因として, まず除脂肪体重と体脂肪量の増加に伴い循環血液量が増加することで収縮期血圧上昇が促され<sup>23)</sup>, 体格と血圧, 特に収縮期血圧に強い関連が報告されている<sup>24,25)</sup>。

次に内臓脂肪蓄積により脂肪細胞が肥大化すると, インスリン抵抗性の改善に働くアディポネクチン分泌が減少し, インスリン抵抗性が高まる。その結果, 高インスリン血症となり<sup>10)</sup>, 腎でのNa貯留や血管平滑筋の増殖, 血管平滑筋でのNa・Kの蓄積が起こり, 高血圧の原因となる<sup>1)</sup>。

また脂肪細胞から分泌されるレプチンは, 通常は視床下部のレプチン受容体を介し摂食抑制やエネルギー消費に働く。しかし, 脂肪が過度に蓄積するとレプチン抵抗性となり<sup>10)</sup>, 高レプチン血症となる。これにより交感神経活動が亢進し, 高血圧の原因となる<sup>1,20)</sup>。さらに肥満のある小児で睡眠時の呼吸障害があると, 夜間高血圧

を発症するリスクが高まると報告されている<sup>25)</sup>。

運動による血圧改善の効果について, 松山らは大学生運動群の血圧が非運動群を下回っており, 若年者の運動による血圧上昇抑制効果を報告している<sup>26)</sup>。Farpourらの研究でも, 身体活動により, 血圧, 動脈硬化リスク, 腹部脂肪の低下が認められ, 3ヵ月の運動プログラム後に収縮期および拡張期血圧の低下が見られた<sup>24)</sup>。本研究でも運動群で血圧が有意に低値であった。

本検討で, ウエスト周囲長およびウエスト身長比と, 収縮期血圧の間に関係があると推測された(表5)。これは継続的な運動により, 内臓脂肪が減少することで, 循環血液量の減少, インスリン抵抗性の改善や<sup>12)</sup>, 高レプチン血症の改善による交感神経系緊張の低下により血圧の改善をもたらされ<sup>1)</sup>, また脂肪の減少により, 血管内皮機能改善作用のあるアディポネクチンの増加が血圧改善に働いた<sup>1,27)</sup>結果と考えられる。

本研究の課題として以下が挙げられる。まず高血圧の要因には, 運動以外にも食生活や生活習慣, 家族背景, 地域特性等があるが, 今回は診療記録による検討のため, 個別の背景の調査に課題が残った。また高血圧に対

表5 ウエスト周囲長およびウエスト身長比と血圧の関連

	ウエスト周囲長	ウエスト/身長比	収縮期血圧	拡張期血圧
ウエスト周囲長				
ウエスト/身長比	0.790*			
収縮期血圧	0.456*	0.381*		
拡張期血圧	0.141	0.172	0.456*	

Spearman の順位相関係数を用いた

\* : p&lt;0.05

する運動療法として、歩行や水泳などの動的運動（等張性運動）が望ましいとされる<sup>20)</sup>。n数が少なく比較が難しかったが、競技種目によって血圧に違いが生じている可能性があった。

ウエスト周囲長およびウエスト身長比による体格指標を比較したが、体重に差がない中でウエスト周囲長が有意に低かったことから、近年当院でも導入されている全身インピーダンス法による体組成も検討に含める事が出来れば、体脂肪量および筋肉量や分布の違いをより詳細に評価することが可能となるであろう。

## 結 論

肥満男児において、運動介入ではない自主的なスポーツ参加により、肥満に関連する健康障害リスクが減少しているか、継続的な運動の有効性について検討した。その結果、体重や肥満度、BMI Zスコアに差がない中、運動群で血圧、ウエスト周囲長、ウエスト身長比が有意に低値であり、継続的な運動の効果が認められた。

ウエスト周囲長、ウエスト身長比は内臓脂肪を反映する指標であるが<sup>15)</sup>、本検討では運動効果の判定にも有用であった。運動継続に伴う内臓脂肪減少は、体重やBMI Zスコアよりもウエスト周囲長に反映され、インスリン抵抗性の改善を介して血圧上昇の抑制に関連している可能性が示唆された。

**謝 辞** 本研究にご協力を頂きました獨協医科大学先端医科学総研究施設 研究連携・支援センター医学部公衆衛生学講座 春山康夫先生に心より感謝申し上げます。

## 文 献

- 岡田知雄, 有坂 治, 井上文夫, 他: 小児肥満症診療ガイドライン2017. 日本肥満学会(編), ライフサイエンス出版, 東京, pp6-56, 2020.
- 原 光彦: 小児肥満症・メタボリックシンドロームの概念と診断. 日本小児科医会会報 **56**: 69-72, 2017.
- 井代 学, にえ川智美, 玉井 浩: 生活習慣病の病因と病態. 小児内科 **49**: 1434-1437, 2017.
- Stayne DM, Arslanian SA, Connor EL, et al: Pediatric Obesity-Assessment, Treatment, and Prevention: An Endocrine Society. Clinical Practice Guideline. J Clin Endocrinol Metab **102**: 722, 2017
- 有坂 治: 3歳時健診での生活習慣病の予防. 小児保健研究 **77**: 89, 2018.
- 水田博志: 子どもの未来を支えるスポーツ医学. 日本臨床スポーツ医学 **22**: 1-5, 2014.
- 小栗和雄, 館 俊樹, 松岡敏男: 運動習慣のない肥満男児における体構成, 体幹・体肢の筋肉量および脂肪量. 発育発達研究 **59**: 12-19, 2013.
- 原 光彦: 小児肥満症・小児メタボリックシンドロームの概念, 病態, 診断基準. 日本小児科医会会報 **56**: 112-113, 2018.
- 東海林宏通, 清水俊明: 子どもにとっての生活習慣病とは. 小児内科 **49**: 1429-1433, 2017.
- 新見道夫, 奥田 篤: 運動トレーニングとアディポカイン. 香川県立保健医療大学雑誌 **2**: 1-6, 2011.
- 岡田知雄, 阿部百合子, 金丸 浩, 他: 小児期のメタボリックシンドロームと心血管病変. 心臓 **40**: 513-517, 2008.
- 三宅紀子: スポーツとメタボリックシンドローム. 臨床病理レビュー **137**: 47-52, 2006.
- 原 光彦, 岡田知雄, 原田研介: ウエスト周囲径, ウエスト周囲径/ヒップ周囲径, ウエスト周囲径/身長—画像診断で求めた値との相関関係を含む—. 日本臨床 **61**: 397-401, 2013.
- Inokuchi M, Matsuo N, Takayama JI, et al: Prevalence of central fatness in 1992-1994: 40% of Japanese boys 6-17 years. Endocr J **65**: 216, 2018.
- 原 光彦: 健康診断(小児生活習慣病予防健診)事後に活かせる健診のあり方と事後指導の行い方. チャイルドヘルス **20**: 172-176, 2017.
- Brown RE, Kuk JL, Lee S: Measurement site influ-

- ences abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue in obese adolescents before and after exercise. *Pediatr Obes* **10** : 98-104, 2015.
- 17) 富樫健二 : 生活習慣病を予防するための運動療法の進め方. *小児内科* **49** : 1474-1478, 2017.
- 18) Davis CL, Pollock NK, Waller JL, et al : Exercise Dose and Diabetes Risk in Overweight and Obese Children. *JAMA* **308** : 1103-1112, 2012.
- 19) Saelens BE, Grow HM, Stark LS, et al : Efficacy of increasing physical activity to reduce children's visceral fat : A pilot randomized controlled trial. *Int J Pediatr Obes* **6** : 102-112, 2011.
- 20) 内山 聖 : 小児の高血圧をめぐる最近の話題と今後の問題. *小児保健研究* **64** : 729-736, 2005.
- 21) Arisaka O, Ichikawa G, Koyama S, et al : Childhood obesity : rapid weight gain in early childhood and subsequent cardiometabolic risk. *Clin Pediatr Endocrinol* **29** : 135, 2020.
- 22) 恵谷ゆり : 生活習慣病の現状—疫学をふくめて. *小児内科* **49** : 1438-1444, 2017.
- 23) 高橋一平, 沢田かほり, 大久保礼由, 他 : 青森県の児童・生徒における肥満と動脈硬化の関係とこれに対する啓蒙活動. *青森保健大雑誌* **15** : 49-50, 2014.
- 24) Farpour-Lambert NJ, Aggoun Y, Marchand LM, et al : Physical Activity Reduces Systemic Blood Pressure and Improves Early Markers of Atherosclerosis in Pre-Pubertal Obese Children. *J Am Coll Cardiol* **54** : 2396-2406, 2009.
- 25) Becton LJ, Shatat IF, Flynn JT : Hypertension and Obesity : Epidemiology, Mechanisms and Clinical Approach. *Indian J Pediatr* **79** : 1056-1061, 2012.
- 26) 松山恒博, 作山美智子, 吉野貞子, 他 : 大学生アスリートとノンアスリートの血圧の比較. *仙台大学紀要* **36** : 88-91, 2005.
- 27) 熊谷秋三, 勝川史憲, 富樫健二, 他 : Metabolic Fitness 改善のための運動・食行動変容プログラムによる他施設共同介入研究. *体力科学* **54** : 63-72, 2005.

## Efficacy of Voluntary Participation Sports to Risk of Obesity Related Health Disorders in Children with Obesity

Miori Ogawa<sup>1,2,3)</sup>, Go Ichikawa<sup>1,2)</sup>, Koichi Watanabe<sup>3)</sup>, Shigemi Yoshihara<sup>2)</sup>, Osamu Arisaka<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> *Department of Pediatrics, Nasu Red Cross Hospital*

<sup>2)</sup> *Department of Pediatrics, Dokkyo Medical University*

<sup>3)</sup> *Graduate School of Comprehensive Human Science, Doctor's Program in Health and Sport Sciences, University of Tsukuba*

<sup>4)</sup> *Nasu Red Cross Hospital*

Childhood obesity has a high probability of transitioning to adult obesity, increasing the risk of arteriosclerosis. In addition, since childhood obesity causes health problems related to obesity from childhood, it is important to address the problem of obesity.

Exercise is strongly associated with the prevention and improvement of obesity, but it is often difficult for children with obesity to continue exercising. Therefore, to clarify the effectiveness of continuous and voluntary exercise in boys with obesity aged 10 to 12, we examined whether there is a difference in anthropometric index and blood test depending on exercise. Waist circumference length, waist height ratio, and blood pressure were significantly lower in the group who voluntarily exercised at least once a week than that of non-exercise group.

Visceral fat accumulation is the main component of metabolic syndrome and causes health problems accompanied

by hypertension and insulin resistance. However, visceral fat responds more sensitively to exercise than subcutaneous fat. The waist height ratio of the exercise group reflected low visceral fat, suggesting that exercise was also associated with improvement in blood pressure.

Children with obesity tend to have a weakness in exercise. In addition, they often do not continue exercising unless they can feel the effects of exercising. However, even if there was no difference in body weight or BMI Z score, parameters that were improved by the voluntary sports activities of children with obesity were observed. Therefore, the effectiveness of continuous exercise was shown.

**Key Words** : childhood obesity, childhood metabolic syndrome, exercise, hypertension, visceral fat