

# Sports Medicine Research Center, Keio Univ. Newsletter

## No.2

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター  
ニュースレター 第2号  
[2010年3月発行]

### おもな活動報告

- 1月 市民ランナーの走行中のエネルギー量測定（株式会社タニタとの共同研究）1～2月  
体育会野球部コンディショニングチェック  
相撲新弟子力士心臓検診、体脂肪率測定（両国国技館）  
国民体育大会冬季神奈川県代表選手健康診断
- 2月 相撲力士管理者心臓検診（両国国技館）  
全相撲力士一斉心電図検査（両国国技館）
- 3月 ライフスタイル改善プログラム2年後検査（適宜実施）  
ライフスタイル改善プログラム初期介入（適宜実施）  
大学蹴球部全部員体脂肪率測定  
大学野球部新入生部員コンディショニングチェック  
三洋電機ラグビー選手体脂肪率測定  
第3回桜スポーツフェスタ参加

### トピックス

スポーツ医学研究センターでは、日本相撲協会から委託され、大相撲力士の心臓検診を担当しています。力士の心臓健診は、取り組み中の心臓由来の突然死を未然に防ぐことを目的とし、平成2年より開始されました。

心臓由来の突然死を防ぐには、心筋症や弁膜疾患、虚血性心疾患などの早期検出が重要であり、平成4年以降は新弟子力士入門検査の段階で安静時心電図検査と断層心エコー検査（心エコー検査）を義務づけました。さらに、適正な体重管理を指導することを目的に、写真のBODPODという体脂肪率測定装置で体脂肪率を測定しています。新弟子力士は年間6場所に合わせて入門してきますので、私たちスタッフは、年に6回、両国国技館内にある日本相撲診療所に出張し、検査に携わっています。今年度の新弟子力士受検者は約70名でした。

また、現役力士に対しては、2月に全力士を対象に心電図検査を実施し、年2回行われる定期健康診断の血液検査の結果等を合わせて判定し、要経過観察とされた力士は管理者心臓検診の対象となります。管理者には、年2回にわけ心電図検査、心エコー検査を実施し、綿密にフォローアップしています。その他に、相撲協会診療所では、当センターの医師が、循環器外来、一般内科外来を担当し、力士が安心して競技生活に臨めるようサポートしています。



BODPODによる力士の体脂肪率測定の様子

### 今後のおもな予定

- 4月 大学野球部新入生部員コンディショニングチェック  
相撲新弟子力士心臓検診、体脂肪率測定（両国国技館）（4月、6月）  
相撲力士管理者心臓検診（両国国技館）
- 5月 国民体育大会神奈川県代表選手健康診断（5月～9月）
- 6月 体育会部員を対象とした血液検査  
高校蹴球部新入部員コンディショニングチェック

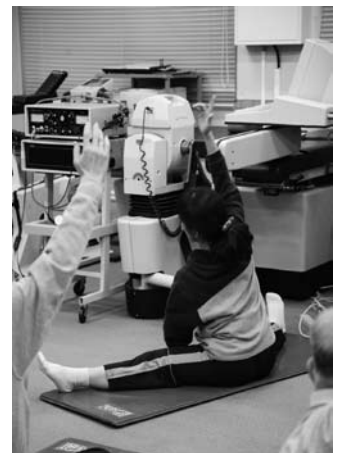
### お知らせ

#### ●教職員を対象とした運動教室

スポーツ医学研究センターでは、塾教職員を対象に、健康づくりの運動を安全かつ適切に行うことを目的とし、慶應義塾健康保険組合と提携して「教職員メディカルチェック」を行っています。そして、メディカルチェックを受けられた方を対象に、運動教室を開催しております。

高木聡子先生の指導のもと、週1回、ストレッチと軽い筋トレを中心とした楽しい運動を行っています。運動教室は、週1回、全10回（10日）を1クールとし、前期と後期の年2回開催しております。現在は、スタートから34クール目を迎え、毎回10数名の教職員の方にご参加いただいております。夕方から約1時間、和気あいあいとした楽しい雰囲気の中で、ストレッチで身体をほぐし、仕事の疲れ、ストレスを解消しませんか。運動教室の参加費は無料です。みなさんの参加をお待ちしております。

メディカルチェック、運動教室の詳細内容は、電話またはホームページ <http://sports.hc.keio.ac.jp/> でご確認ください。



運動教室の様子



## 研究紹介

## 内臓脂肪と運動・食事:レビューから見えてくるもの

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター准教授 **勝川史憲**

## はじめに

内臓脂肪は、腹部の腸の周囲に存在する脂肪組織である。これが過剰に蓄積することが種々の代謝異常と密接に関連することは、一昨年（2008）のメタボ・ブームで広く知られるようになった。今回のニュースレターでは、運動や食事が内臓脂肪におよぼす効果について、日本肥満学会の学会誌に筆者が発表した2つの系統的レビュー<sup>1), 2)</sup>をふまえて、レビューで触れなかった内容を書いてみたい。

肥満と代謝異常の関連  
mass effect と capacity の不足

そもそも、肥満が種々の代謝異常を合併する機序は、1) 単純な体組織の増大による mass effect と、2) 脂肪組織の capacity を上回る体脂肪蓄積の2つがある。

たとえば、体組織の増大による酸素需要の増加をまかなうには、心臓はより多くの血液を駆出しなければならない。これは、心拍数が不変または微増にとどまるとすれば、心臓が1回に送り出す血液量の増加で対応することとなる。したがって、血管抵抗が低下しなければ、必然的に血圧は上昇する。これが、肥満（体組織の増大）による血圧上昇の1つの機序である。

しかし一方で、同じ肥満度でも体脂肪の分布で、肥満の合併症の頻度は大きく異なってくる。すなわち、腹部が突出したメタボ体型、これに対応する内臓脂肪の蓄積が、代謝異常と密接に関連する。内臓脂肪と代謝異常の関連は、いくつかの機序によるが、脂肪組織の capacity の不足が根源的な原因の1つに挙げられる。すなわち、体脂肪組織が無理なく貯め込むことのできる脂肪量には個人差があり、この capacity を上回って身体が脂肪が蓄積することで、種々の代謝異常が生じてくる。

脂肪細胞は、エネルギー源としての脂肪である中性脂肪を内部に貯えるだけでなく、種々の生理活性物質を分泌している。脂肪組織が capacity を超えて脂肪を蓄積し、個々の脂肪細胞が肥大化すると、脂肪細胞から分泌される生理活性物質のパターンは変化し、代謝異常をもたらす生理活性物質の分泌が優位となる。さらに、炎症に関連する細胞も脂肪組織に集まってくる（傷口に、細胞が集まって腫れるのと同じような変化が、

脂肪組織にも起っていると想像すると、これはなかなかすごいことである)。この炎症性的変化が、代謝異常をさらに増悪させる。

皮下脂肪が主に細胞数に依存して脂肪を蓄積するのに対し、内臓脂肪は、脂肪細胞1個1個が肥大化することで脂肪を蓄積しやすい。内臓脂肪が代謝異常と関連する1つの機序は、こうした脂肪細胞の肥大化と炎症性変化によっており、その基盤には、脂肪をためこむ capacity の不足がある。

もともと普通体重の者が、わずかな体重増加で内臓脂肪の蓄積をともなう種々の合併症をきたすのは、脂肪組織の capacity が小さいためであり、逆に高度肥満者は capacity が大きいので、標準体重まで減量しなくても軽度の減量で合併症が改善するものと理解される。

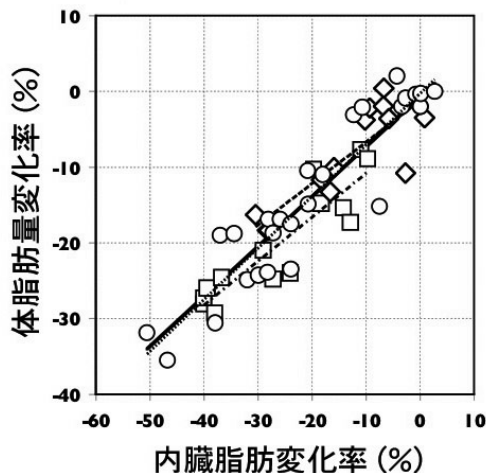
食事 vs. 運動療法による  
内臓脂肪の減少効果

さて、従来、内臓脂肪は運動で減少しやすいとされてきた。もともと、運動の特異的な内臓脂肪減少効果を支持する証拠は十分ではない。一般に、運動の効果は過大評価されやすく、食事療法の効果は過小評価されやすい傾向があり、これは、運動療法の研究者自身が運動をしていることが多く、運動の種々の効用を実感していることが影響しているのかもしれない。

運動や食事療法の前後でCT スキャンやMRI で内臓脂肪の変化をみた介入研究が2003年頃から急増してきたのを受けて、運動 vs. 食事の内臓脂肪の減少効果効果について、筆者は系統的レビュー<sup>1)</sup>を試みた。多くの研究をもれなく集めてきて、その傾向を評価する系統的レビューは、エビデンス（医学的証拠）を重視する近年の医学的研究でよく用いられる手法である。1人の研究者が経験できる対象者（ヒトの場合）の特性は必ず偏りがあり、対象数も限りがある。多くの研究を統合することで、偏りのない全体像を把握したいと感じるのは当然の希求であろう。

図1は、こうした介入試験の前後での体脂肪量の変化率と、内臓脂肪量（面積、体積、重量）の変化率の関連を見たものである。各点は個々の研究集団の平均値で、介入手段により記号を変えている（運動療法単独:◇;食事療法単独+非介入群:○;食事と運動併用:□）。内臓脂肪の変化率は体脂肪量の変化率

図1



とよく関連し、介入手段によらないこと、全身の体脂肪の減少率に比べて内臓脂肪の減少率は大きく、内臓脂肪は減少しやすい脂肪組織であることが分かる。

しかし、これら個々の介入試験では、対象の年齢、性別、肥満度、介入前の脂肪量、耐糖能など、内臓脂肪の減少に関連する因子がさまざまに異なっている。したがって、同じ研究の中で、運動と食事の効果を比較した対照試験が重要となる。この食事と運動の energy deficit を揃えた研究（すなわち、食事で制限するエネルギー量と同じエネルギー量を運動で消費し、内臓脂肪の減少を比較した研究）は4件存在し、結果はいずれも、食事と運動で内臓脂肪の減少に差はないというものであった。内臓脂肪の減少は出納バランスに大きく規定され、運動の特異的な内臓脂肪減少効果は明らかでない。内臓脂肪の減少のためには、運動療法、食事療法とも熱心に取組む価値があるということである。実際の状況では、食事制限と同等の energy deficit を運動で達成することは、通常困難である。したがって、運動に内臓脂肪の特異的な減少効果があるか否かは別としても、十分な内臓脂肪の減少をもたらすには、食事療法がより重要であり、運動療法について言えば、いかに大量のエネルギー消費をこなすかが課題となる。

さて、レビューの過程では、各研究集団のデータの標準偏差（データのバラつき）よりも平均値に注目しがちとなるが、実は、内臓脂肪の減少の程度は、個人差がきわめて大きい。レビュー<sup>1)</sup>では、10%の体重減少が内臓脂肪では30%強の減少に相当することが明らかとなったが、実際には、体重が7～13%（平均9.5%）減少した自験例24名の内臓脂肪面積の変化率は5%増～66%減（平均30%減）の範囲に分布する。したがって、内臓脂肪の減少を規定する種々の因子について検討を行なっても、個人差がきわめて大きいため統計的な差が出にくいのではないかと筆者は考えている。逆に言えば、運動、食事といった介入手段とは

別に、内臓脂肪の変化を大きく規定する未知の因子が他にあるということになる。この因子が、遺伝因子のように修飾困難なものか、あるいは食事、運動プログラム等で修飾可能なものかを含め、今後、明らかにしていく必要がある。

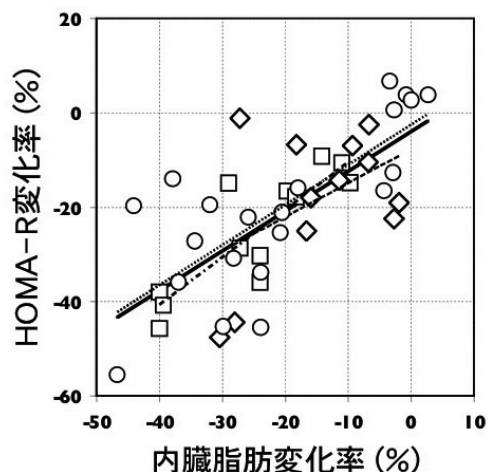
## 内臓脂肪にともなう代謝指標の改善効果

食事や運動といった介入方法の差で、内臓脂肪の減少にあきらかな差はないとしても、それは、代謝指標の改善効果に介入手段による差がないことを必ずしも意味しない。例えば、運動で、血圧や血糖コントロールは体重減少と無関係に改善する。運動では筋肉などの除脂肪体重が維持されるので、これは、わずかな体重変化の範囲では把握されない体脂肪や内臓脂肪の減少効果によるものである可能性もある。しかし一方で、骨格筋など体脂肪以外の組織に対する運動の効果の可能性もある。後者の場合、食事と運動で内臓脂肪の減少は差がなくても、代謝指標の改善効果には差が生じるかもしれない。

そこで次に、食事、運動療法の前後で内臓脂肪と代謝指標の変化をみた介入研究を集めて、再度、系統的レビュー<sup>2)</sup>を試みた。結果は、内臓脂肪の減少にともない、用量依存性に種々の代謝指標の改善が認められ、食事、運動といった介入手段による差は明らかでないというものであった（たとえば図2はインスリン抵抗性の指標であるHOMA-Rと内臓脂肪の変化率相互の関係である）。また、代謝指標を確実に改善させるには20～30%程度の比較的大きな内臓脂肪の減少を達成する必要があることが示唆された。内臓脂肪は減少しやすい脂肪組織であり、これは体重では7～10%程度の減量に相当する。

解析の結果で意外だったのは、内臓脂肪蓄積と病因論的にあまり関連しない総コレステロールやLDL-コレステロール（悪

図2





玉コレステロール)が内臓脂肪の減少率とよく相関して減少しており、一方で、内臓脂肪の減少とよく相関して減少する中性脂肪と鏡像関係にあって、本来なら内臓脂肪の変化と関連が生じるはずのHDL-コレステロール(善玉コレステロール)が内臓脂肪とまったく関連を認めなかったことである。

運動や食事の条件を長期間にわたってコントロールすることは難しく、運動や食事療法の介入試験は短期間のものが多い。たとえば、上記のレビュー<sup>2)</sup>で扱った37研究の介入期間の中央値は4か月であった。こうした短期間の介入では、食事制限や運動量の増加で一時的に生じたエネルギー出納のズレが、代謝指標に大きく影響する。このレビューの結果は、内臓脂肪の減少を達成し、これを長期に維持した状態(エネルギー出納のズレがゼロになる)とは、異なる状況を見ている可能性があるとして筆者は考えている。運動や食事の本当の効果を見るにはより長期の介入が重要であり、運動している者、していない者などを比較する観察研究の所見も適宜参考にする必要があるといえる。

## おわりに 内臓脂肪評価の問題点

すでに述べたように、内臓脂肪蓄積による代謝異常のリスクは、現在では、脂肪細胞の肥大化など、脂肪組織の質的な変化によるものが主体と考えられている。しかし、内臓脂肪のリスクの判定では、こうした概念が提唱される以前の体脂肪分布の指標が依然として用いられている。内臓脂肪面積や腹囲で評価される脂肪量は、脂肪細胞の平均的なサイズと細胞数に依存するが、同じ内臓脂肪量であっても、それが細胞肥大で達成され

る場合と細胞数の多さで達成される場合では、代謝異常に対して、逆方向の影響をもたらす可能性があるのではないかと。これは、昨今のメタボ健診で問題にされる腹囲基準値の根拠のあいまいさや、腹囲という指標自体の不安定さよりも、より本質的な限界であると筆者は考えている。

内臓脂肪量が、断片的な指標としては限界があるにも関わらず、介入の前後の変化率で見ると図2のように代謝指標との関連は良好である。これは、介入の前後で、内臓脂肪量の変化が組織レベルの所見(細胞のサイズの変化)と密接にリンクするためではないかと筆者は推測している。介入試験では、同じような介入を行っても体重、内臓脂肪の減少率に大きな個人差が生じる。その一部は遺伝的因子に関わることが明らかにされているが、興味深いことに、介入前のリスクが高い者の方が体重・内臓脂肪の減少率が大きく、代謝指標の改善率も大きい。個人間でリスクを比較して、本人が食事や運動をその分努力したり、食事や運動を指導する側がその分指導を強化するとは考えにくい。介入前のリスクが高い者の内臓脂肪の減少率が大きいという事実のあたりに、内臓脂肪の減少を規定する因子を明らかにする糸口があるのではないかと筆者は考えている。

## 文献

- 1) 勝川史憲：介入試験からみた内臓脂肪の減少効果．肥満研究 13 (1) , 10-18, 2007
  - 2) 勝川史憲：介入試験における内臓脂肪減少にともなう代謝指標の改善効果．肥満研究 15 (2) ; 162-169, 2009
- 上記の文献は、学会事務局の許可を得て、pdfを筆者のHP (<http://wellness.pl.bindsite.jp/reviews/>) に掲載している。

## 刊行物紹介

本年度の公開講座『スポーツと健康』(スポーツ医学研究センター・大学院健康マネジメント研究科主催、大学院健康マネジメント研究科ヤマト寄附講座協賛)の報告書ができました。この公開講座は、“健康”との関わりの中で“スポーツ”ないしは“身体を動かすこと全般”を広くとらえ、日々の生活の中で役に立つ知識や実践方法を学んでいます。

3年目の本年は、“スポーツと健康”をテーマに第1回(9月5日)「競技スポーツのパフォーマンスと健康の関係」(講師：大学院健康マネジメント研究科講師(非常勤)布施努先生)、第2回(9月12日)「スポーツと健康」(講師：スポーツ医学研究センター准教授 石田浩之先生、聖路加看護大学看護実践開発研究センター教授 小口江美子先生)を行いました。

ご興味のある方は、下記連絡先までお問い合わせください。



## 編集後記

本年度初めてニューズレターを発刊しました。来年度からは季刊として年4回定期的に発行していくつもりです。スポーツ医学研究センターの活動内容を皆様にご紹介する機会になれば幸いです。今後ともよろしく願いいたします。(担当 小熊祐子)

## Newsletter No.2

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター ニューズレター 第2号

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター  
Sports Medicine Research Center, Keio University

発行日：2010年3月29日

代表：大西祥平

〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター  
TEL:045-566-1090 FAX:045-566-1067 <http://sports.hc.keio.ac.jp/>