学内グラント 終了時報告書

平成20年度　学内グラント報告書

メタボリックシンドローム診断のための腹囲測定法の標準化
―光3D計測装置の開発―

研究代表者　秦　朝子（埼玉医科大学　保健医療学部　看護学科）
研究分担者　林　静子[1)]，吉澤　徹[2)]，若山　俊隆[2)]，奥村　高広[2)]，
冨田　幸江[1)]，天野　雅美[1)]，辻　美隆[1)]

1. 緒言

メタボリックシンドロームは，インスリン抵抗性，動脈硬化惹起性リポ蛋白異常，血圧高値を個人に合併する心血管病易発症状態であり，世界的にも心血管病の予防対策として重要視されている．メタボリックシンドロームの診断基準については，World Health Organization（WHO）やNational Cholesterol Education Program（NCEP）の基準とは別に，日本においても2005年に発表されている（日本内科学会雑誌;94(4):188-203）．メタボリックシンドロームの病態の中でも主要な項目として内臓脂肪蓄積が挙げられており，内臓脂肪蓄積の指標としてWHO基準ではBMIやウエスト／ヒップ比，NCEP基準ではウエスト周囲径が用いられている．日本では，可能な限りCTスキャンなどにより腹腔内脂肪量測定を行うことが望ましいとしながらも，できるだけ簡便でかつ病態を反映し保健指導に用いることができるウエスト周囲径（腹囲）が採用された．腹囲はメタボリックシンドロームの診断基準の必須項目として位置づけられ，2008年度より開始となった特定健診においても，巻尺を使用した腹囲の計測が主要な検査項目として実施されている．

しかし，日本のメタボリックシンドローム診断基準では，腹囲の測定について「立位・軽呼気時・臍レベルで測定する」とされており，さらに「脂肪蓄積が著明で臍が下方に偏位している場合は肋骨下縁と前上腸骨棘の中点の高さで測定する」ともつけ加えられている．つまり，腹部の形状によっては臍高腹囲が内臓脂肪蓄積を反映しない可能性が考えられ，測定部位の選択は測定者の判断に任せられているといえる．また，巻尺で計測するという方法は，一見簡便なようであるが，測定者間差がみられたり，故意に腹部をへこませることが可能であるという問題点が指摘されている（臨床病理 2007;55(12):1097-102）．さらに，測定を受ける被験者としても，腹囲測定に対して抵抗を感じやすいことや，腹部の露出が不可欠であり羞恥心を伴うことも指摘されている．このような測定者，被験者双方の問題点を解消するために，腹部の露出や測定者との接触が少なく，正確な腹囲を簡便に計測できる方法を確立することは，メタボリックシンドローム対策を進める上で重要な課題であると考えられる．

研究分担者らはこれまで，MEMSミラーを用いた「3D-MEMSスキャナ（Proc.SPIE 2007;67620B:1-6）」の開発や，光セクショニング法を応用した「下肢の形状計測装置（埼玉医科大学看護学科紀要 2007;1(1):61-4）」の製作を行ってきた．今回は，メタボリックシンドローム診断に必要な腹囲測定法の標準化を目指し，従来の巻尺による接触方式ではなく，接触による対象者の不快感や羞恥心に配慮した非接触方式の，短時間でより正確な光3D腹囲計測装置の開発を目標とした．

2. メタボリックシンドローム診断のための腹部評価法 ～周囲長，断面積および容積の導出～

光三次元測定技術を用いれば，被験者の腹部の周囲長，断面積および容積を容易に測定することができる．その測定手法には光セクショニング法や格子パターン投影法などが提案されているが，これらの方法を用いた測定装置は，極めて高価で家庭に1台設置できるとはとても言えないのが現状である．このような現状をブレークスルーするために，我々のグループは安価で非侵襲にかつだれでも簡易に測定できる手法の開発に主眼をおいて研究開発を行ってきた．今回の研

1) 埼玉医科大学　保健医療学部　看護学科
2) 埼玉医科大学　保健医療学部　医用生体工学科

究によって，特許出願の可能性が生じたことにより，本報告書では詳しい測定原理の掲載を控えさせていただいている．測定法の原理は学内グラント終了後報告で詳しく掲載する予定である．

我々が提案する手法を使用すれば，図1における腹部中央の点Oからの長さを$r(\theta)$とすると，任意の角度θにおける腹部表面の座標xとyは，

$$x = r(\theta)\cos\theta \qquad (1)$$

$$y = r(\theta)\sin\theta \qquad (2)$$

と表すことができ，図1のように表示できる．このとき，点Oは測定装置の座標系の中心点としている．腹部の周囲長Lと腹部の断面積Sは，

$$L = \int_0^{2\pi} r(\theta)d\theta \qquad (3)$$

$$S = \frac{1}{2}\int_0^{2\pi} r(\theta)^2 d\theta \qquad (4)$$

と表すことができる．さらに，図1のz軸方向にも断面積を微小幅dzで積分すると，腹部の体積Vは，

$$V = \frac{1}{2}\int_{z_1}^{z_2}\int_0^{2\pi} r(\theta,z)^2 d\theta dz \qquad (5)$$

と表すことができる．

3 . 基礎実験，実験結果とその考察

基礎実験を行うために，図2に示したダミー人形（トルソ女子（小）55cm，世界堂）の腹部を測定した．特許出願を検討しているため，基礎実験光学系の掲載は控えさせていただいている．式(1)および(2)を用いて計算すると，図3の座標を取得できる．この図から腹部の形状が容易に推定できる．式(3)および(4)より腹囲の長さとその断面積は，L＝49.8 cmおよびS＝199.7 cm^{2}と計算された．

一方で，巻尺を用いてダミー人形の腹部の周囲長を測定した．5名の測定者が5回測定したときの平均値はL＝48.9±0.4 cmであった．基礎実験の光学系では，誤差が積分されたことから，巻尺測定との差が出たと考えられるが，本計測法の有効性は確認できた．

4. 実応用に向けた腹部測定，実験結果とその考察

上記の基礎実験を踏まえて，実応用に向けた光学系を作製した．作製した光学系は，特許出願の関係からこちらも終了時報告書では示すことを控えさせていただいている．本測定法によって推定された腹部の断面形状を図4（灰色の実線）に示す．測定対象は3章と同様のダミー人形を用いた．式(3)および(4)より腹部の周囲長L＝48.9 cm，断面積S＝195.8 cm^{2}となった．

3章で測定した断面図（黒色の実線）と照らし合わせてみると実応用に向けた光学系で測定した腹部の方が一回り小さくなった．これは，実応用の光学系で実施した結果に誤差が生じたのではなくて，むしろ基礎実験の光学系の方が，誤差量が大きくなってしまったことを示している．測定過程で誤差量が積分されてしまったことが主な原因と考えられる．このことは，腹囲長を巻尺で測定した結果からも理解できる．一方で，形状に関して言えば，サンプリングの問題から基礎実験光学系で得られた黒色の実線の結果のほうが実

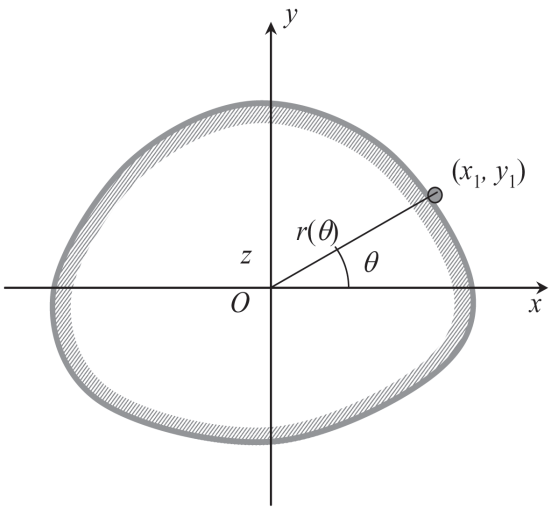

図1. 解析されたデータ．

図2. 被写体（トルソ像）．

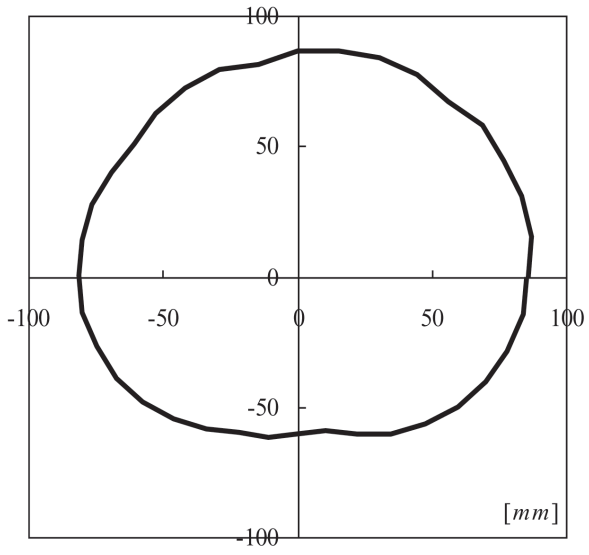

図3. ダミー人形の腹部の断面形状.

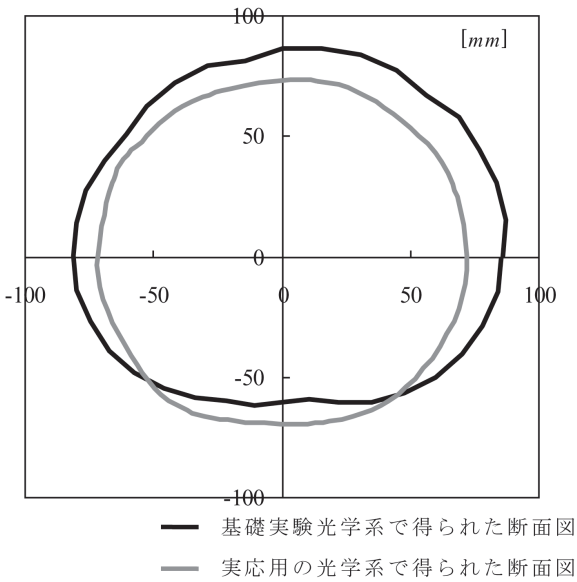

図4. ダミー人形の腹部断面形状の比較.

際の形状をより反映していると考えられる.

5. 結言

今回，メタボリックシンドローム診断に必要な腹部の新しい評価法となるように光三次元計測技術を用いた腹部の周囲長，断面積および体積の測定法を提案し，ダミー人形を用いて腹部の周囲長と断面積の測定を行った. 基礎実験および実応用に向けた光学系をそれぞれ構築した. 現状は，未だ測定装置の自動化にまでは至っておらず，光学定盤で実験している段階である. 自動化と装置化が達成されれば，本研究で提案された測定装置は，臨床応用にも十分対応できると期待している.

今後は，誤差要因を突き止めて，誤差を抑えられるように装置化を進めていく. さらに腹部の周囲長，断面積だけでなく，体積情報も同時に取得できる装置にした上で，人体のデータも測定していく予定である.

謝辞

実験光学系の作製およびデータ収集に際しご尽力いただきました，医用生体工学科オプトメカトロニクス実験室の坂本祐希さん（4年生）に深く感謝申し上げます.

研究成果リスト

現時点での論文，学会発表はないが，測定原理を特許出願する予定である.

© 2010 The Medical Society of Saitama Medical University