

研究資料

腹囲測定時における測定誤差と 被測定者の姿勢の影響について

大山友利恵^{1,5}, 甲斐敬子¹, 辻 雅子², 棚町祥子³,
山崎あかね⁴, 酒元誠治^{1*}

¹南九州大学健康栄養学部管理栄養学科; ²人間総合科学大学人間科学部健康栄養学科; ³宮崎県栄養士会;
⁴山口県立大学看護栄養学部栄養学科

2012年10月11日受付; 2013年1月29日受理

Error in measuring abdominal girth and the effects of the posture of the person being measured

Yurie Oyama^{1,5}, Keiko Kai¹, Masako Tuji², Syouko Tanamati³,
Akane Yamasaki⁴, Seiji Sakemoto^{1*},

¹Department of Nutritional Science, Faculty Health and Nutrition, Minami-kyushu University, Miyazaki 880-0032, Japan;

²Department of Human Sciences, Faculty Health and Nutrition, University of Human Arts and Sciences, Saitama 339-8539, Japan; ³The Miyazaki Dietetic Association, Miyazaki, Miyazaki 880-0032, Japan;

⁴Department of Human Nutrition, Faculty Nursing and Human Nutrition, Yamaguchi Prefectural University, Yamaguchi 753-8502, Japan

Received October 11, 2012; Accepted January 29, 2013

Abdominal girth measured in specific medical checkups and for specific health guidance occupies an important position in determining whether health guidance is needed and the type of support. However, many studies have shown that large error is introduced in manual measurements. In this study, the results of abdominal girth measurements of 88 people were investigated using absolute values (1 – accuracy rate) for the error rate.

Results and discussion: 1) Self-measurements are thought to include many factors that give rise to error, but the mean measurement error with the standard measurement method was small (1.7%). Therefore, self-measurement of abdominal girth is thought to be possible. 2) It was found that a constant measurement error occurs between self-measurements and measurements made by another person, regardless of posture. 3) For measurements made by another person, error of 0% to 13.5% occurs with the standard measurement method. Therefore, thorough training is needed for people taking measurements. 4) In measurements of the same subject, the mean measurement error was 1.4%, but the effect of posture when measuring abdominal girth was large, and significant differences were seen in many items. The importance of following measurement methodology and procedures was confirmed.

Key words: Measurement of abdominal girth, metabolic syndrome, measurement error.

緒言

我が国では、急速な高齢化に伴い、疾病構造が変化

して生活習慣病等の慢性疾患が増加したことから、医療費が増加し続けており、社会保障制度の給付と負担をいかに適正化していくかが大きな課題となっている。このような状況下で社会保障制度を持続的に維持していくため、医療制度改革関連法として「高齢者の医療の確保に関する法律」¹⁾が成立施行されており、40歳～

*連絡著者 ⁵現所属: 宮崎県 門川町立草川小学校

74歳までの被保険者に対する特定健康診査の実施を同法第20条で、さらに同法第24条では特定保健指導の実施を医療保険者に義務付けている。

本施策は、メタボリックシンドローム診断基準検討会の出した「メタボリックシンドロームの定義と診断基準」²⁾を参考として作られている。日本におけるメタボリックシンドローム診断基準の特徴としては、メタボリックシンドロームを「過栄養と運動不足を背景に増加してきた心血管病の予防医学のために確立された疾病概念」としてとらえることで、ウエスト周囲径の増大で示される内臓脂肪の蓄積を必須の項目として定義されている。2000年に肥満学会が策定した肥満症診断基準³⁾に示されている、臍高位の腹部CTスキャンによって判定した腹腔内脂肪面積100cm²以上が男女共通した内臓脂肪蓄積のカットオフ値であることから、それに対応した臍高位のウエスト周囲径として、男性85cm、女性90cmが採用されており、2011年に肥満学会が策定した肥満症診断基準⁴⁾においてもこの基準は踏襲されている。国際糖尿病連盟(IDF)⁵⁾では、肋骨下縁と前上腸骨棘レベルの midpoint の周囲径を採用しており、日本の定義とは異なるが、測定方法としてメジャーを用いたアナログな測定を容認している。

いずれにしても腹囲の測定が正確に行われる必要があり、厚生労働省では、標準的な健診・保健指導プログラム(確定版)⁶⁾を作成し、健診項目の測定値等の標準化に関する項目を設け、別紙4として「血圧測定、腹囲計測等の手順(測定時の留意点)」を示すと共に、具体的な測定方法の映像についても、独立行政法人国立健康・栄養研究所のホームページ⁷⁾の参照を勧めている。

しかし、山田らのウエスト周囲径の測定誤差に関する論文⁸⁾によれば、トレーニングを受けた測定者においても、最大7.8cmの測定誤差が報告されているなど、腹囲の測定に関しては、特定健診の開始当初から、測定誤差の問題が指摘され続けている。

これらの抜本的な解決法としては、光3D計測装置を開発してのシルエット法による腹囲測定⁹⁾や、レーザー変位計をステッピングモータにより回転させて腹囲を計測するといった非接触自動計測システム¹⁰⁾が開発されており、後者の測定精度は腹囲60cm~100cmで±5mm以下の誤差に収まるなど、精度面では問題は無いが、全国の医療保険者が同一機器を導入するとすると、導入経費や機器の移動といった実現可能性の問題がある。

そこで当面は、メジャーを用いたアナログな測定を続けることを前提にして、腹囲計測等の手順(測定時の留意点)を示すと共に、具体的な測定方法の映像を見せた後に、どの程度の測定誤差が出るのかについて、公衆栄養学の実習を通じてデータを得たので報告する。

方 法

1. 対象

2010年と2011年の本学管理栄養学科3年の学生の公衆栄養学実習時に、相互に測定者及び被測定者となり

臍高位の腹囲測定を実施し、同意が得られたデータは、2010年47名と2011年41名であった。

2. 方法

測定方法は、a. 当研究室所属の1名の学生(研究者)が、全ての学生の腹囲を標準的な健診・保健指導プログラムに準拠した測定(定法による測定)を行った、b. 学生本人の自己測定、c. 学生相互間での他者測定、d. 当研究室の同一教員(身長172cm)の腹囲を用いて、全学生が測定を行った。

また、測定時の姿勢の影響を見るために、上記4測定方法について、①定法による測定(自己測定では、可能な限り定法に準じた測定で、視線は水平方向を見る)、②猫背での測定(上半身をやや屈め、視線は足先より1m程度の地面を見る)、③反り返りの測定(あごを上げ胸を張り、視線は水平方向から約60度上方を見る)、④覗き込みでの測定(自己測定時と同じように、背を丸めて臍部を覗き込む)、⑤限界まで腹を凹ませて、⑥両手を上げての測定を行った。なお、⑥については、研究者を含む他者による測定でのみ可能である。6種類の測定条件を設定したのは、①を標準として、②③⑤は測定条件を守らなかった場合の誤差を、④⑥は自己測定時の誤差を想定して設定した。

3. 腹囲差の影響の検討

被測定者(学生)の腹囲の大小が他者による測定値に及ぼす影響の有無を確認するため、研究者による学生の測定値と他者による測定誤差率との相関の有無をピアソンの積率相関係数を用いて検討を行った。

4. 解析

これらのデータについては、複数年度のデータを一括して処理するために、研究者による定法による測定結果を基準値とし、基準値との比率を正解率として求め、(1-正解率)の絶対値を誤差率として、2群間では対応のあるt検定を、多群間では分散分析を実施後にシェフェの多重比較を用いて解析を行った。

5. 倫理的配慮

腹囲の測定に関しては、授業の一環として実施したが、そのデータの使用に当たっては、南九州大学倫理委員会の承認を得、4年次にデータの使用に関しての同意が得られた者のみを使用した。

結 果

1. 研究者が、全ての学生の腹囲を定法により測定した。

本対象者88名の基本属性は、研究者による測定ではあるが、平均腹囲74.8cm±7.3cm、最大値104.0cm、75%値77.8cm、中央値74.0cm、25%値70.5cm、最小値63.0cmであった。

2. 学生本人の自己測定値と研究者による定法測定結果との比較。

研究者の測定結果を標準として、(1-正解率)の

絶対値を誤差率とした集計結果は表1のとおりで、限界まで腹を凹ませて測定した場合に6.4%と最大誤差を示し、猫背での測定が0.2%と研究者の測定結果に最も近づいた。

3. 学生相互間での他者測定値と同一姿勢での自己測定結果との比較.

他者の測定結果を標準として、(1 - 正解率)の絶対値を誤差率とした集計結果は表2のとおりで、研究者の測定結果と2.4 ~ 2.9%の差が見られた。

4. 学生相互間測定での他者測定値と研究者による定法測定結果との比較.

研究者の測定結果を標準として、(1 - 正解率)の絶対値を誤差率とした集計結果は表3のとおりで、限界まで腹を凹ませて測定した場合に7.1%と最大誤差を示し、猫背と覗き込んでの測定が2.6%と最小誤差を示した。

5. 当研究室の同一教員の腹囲を用いて、全学生が測定.

当研究室の同一教員の腹囲については、2010年は90.0cm、2011年は86.0cmと異なったため、学生の測定値の評価は(1 - 正解率)の絶対値を誤差率とした集計結果は表4-1のとおりで、限界まで腹を凹ませて測定した場合に6.8%と最大誤差を示し、定法での測定が1.4%と最小誤差を示した。

表 1. 学生本人の自己測定時の研究者測定結果との誤差率

測定時の姿勢	(n=88)			
	誤差率平均	標準偏差	最小値	最大値
可能な限り定法に準じた測定	1.7%	2.7%	-6.7%	9.5%
猫背での測定	0.2%	3.6%	-11.3%	9.6%
反り返っての測定	1.9%	3.8%	-6.7%	13.5%
覗き込んでの測定	0.6%	3.7%	-11.3%	15.4%
限界まで腹を凹ませて測定	6.5%	3.5%	-1.8%	17.3%

表 3. 学生の他者測定時の研究者測定結果との誤差率

測定時の姿勢	(n=88)			
	誤差率平均	標準偏差	最小値	最大値
定法による測定	3.2%	2.3%	0.0%	13.5%
猫背での測定	2.6%	2.0%	0.0%	10.6%
反り返っての測定	3.3%	3.0%	0.0%	11.1%
覗き込んでの測定	2.6%	2.1%	0.0%	9.6%
限界まで腹を凹ませて測定	7.1%	6.9%	0.7%	20.6%
両手を上げての測定	4.3%	3.6%	0.0%	13.0%

表 2. 学生相互間での自己測定値と同一姿勢での他者測定時の誤差率

測定時の姿勢	(n=88)			
	誤差率平均	標準偏差	最小値	最大値
可能な限り定法に準じた測定	2.5%	1.9%	0.0%	2.3%
猫背での測定	2.8%	2.2%	0.0%	2.3%
反り返っての測定	2.9%	2.0%	0.0%	3.0%
覗き込んでの測定	2.4%	1.9%	0.0%	2.4%
限界まで腹を凹ませて測定	2.7%	1.6%	0.0%	2.5%

表 4-1. 当研究室の同一教員の腹囲を用いて、全学生が測定時の研究者測定結果との誤差率

測定時の姿勢	(n=88)			
	誤差率平均	標準偏差	最小値	最大値
①定法による測定	1.4%	1.0%	0.0%	4.1%
②猫背での測定	4.0%	1.9%	0.0%	8.7%
③反り返っての測定	2.2%	1.7%	0.0%	9.1%
④覗き込んでの測定	4.3%	2.1%	0.2%	8.7%
⑤限界まで腹を凹ませての測定	6.8%	2.2%	1.7%	18.0%
⑥両手を上げての測定	3.2%	2.2%	0.2%	13.2%

表 4-2. 当研究室の同一教員の腹囲を用いた、全学生の測定時の誤差率の多重比較

測定時の姿勢	(n=88)							
	基本統計量		シェフェの多重比較 (p 値)					
	誤差率平均	標準偏差	vs ①	vs ②	vs ③	vs ④	vs ⑤	vs ⑥
①定法による測定	1.4%	1.0%		0.0000	0.1811	0.0000	0.0000	0.0000
②猫背での測定	4.0%	1.9%	0.0000		0.0000	0.0000	0.1070	0.8649
③反り返っての測定	2.2%	1.7%	0.1811	0.0000		0.0000	0.0384	0.0000
④覗き込んでの測定	6.8%	2.2%	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000	0.0000
⑤限界まで腹を凹ませての測定	3.1%	2.2%	0.0000	0.1070	0.0384	0.0000		0.0019
⑥両手を上げての測定	4.4%	2.1%	0.0000	0.8649	0.0000	0.0000	0.0019	

p 値が 5%以上の危険率で有意差がみられたものは、太字で表記

表 5-1. 自己 vs 研究者, 他者 vs 研究者, 他者 vs 自己別の誤差率間の比較

	(n=88)	
	F 値	P 値
可能な限り定法に準じた測定	2.50	0.0840
猫背での測定	0.11	0.8949
振り返っての測定	0.64	0.5266
覗き込んでの測定	0.46	0.6334
限界まで腹を凹ませて測定	51.18	0.0000

研究者 vs 自己, 研究者 vs 他者, 自己 vs 他者をグループ変数とした, 1元配置の分散分析 p 値が 5% 以上の危険率で有意差がみられたものは, 太字で表記

表 5-2. 自己 vs 研究者, 他者 vs 研究者, 他者 vs 自己別の誤差率間の多重比較

可能な限り定法に準じた測定	(n=49)				
	シェフェの多重比較 (p 値)				
	誤差率 平均	標準 偏差	①vs②	①vs③	②vs③
自己/研究者の誤差率①	2.5%	2.0%	0.1735	0.9941	0.1396
他者/研究者の誤差率②	3.2%	2.7%			
自己/他者の誤差率③	2.5%	2.3%			
猫背での測定	シェフェの多重比較 (p 値)				
	誤差率 平均	標準 偏差	①vs②	①vs③	②vs③
自己/研究者の誤差率①	2.6%	2.4%	0.9888	0.9528	0.8988
他者/研究者の誤差率②	2.6%	2.3%			
自己/他者の誤差率③	2.8%	2.3%			
振り返っての測定	シェフェの多重比較 (p 値)				
	誤差率 平均	標準 偏差	①vs②	①vs③	②vs③
自己/研究者の誤差率①	3.2%	2.8%	0.9779	0.6926	0.5649
他者/研究者の誤差率②	3.3%	2.4%			
自己/他者の誤差率③	2.9%	3.0%			
覗き込んでの測定	シェフェの多重比較 (p 値)				
	誤差率 平均	標準 偏差	①vs②	①vs③	②vs③
自己/研究者の誤差率①	3.2%	2.8%	0.9779	0.6926	0.5649
他者/研究者の誤差率②	3.3%	2.4%			
自己/他者の誤差率③	2.9%	3.0%			
限界まで腹を凹ませて測定	シェフェの多重比較 (p 値)				
	誤差率 平均	標準 偏差	①vs②	①vs③	②vs③
自己/研究者の誤差率①	6.5%	3.5%	0.5240	0.0000	0.0000
他者/研究者の誤差率②	7.1%	3.3%			
自己/他者の誤差率③	2.7%	2.5%			

表 6. 研究者測定結果と他者測定時の誤差率

	(n=88)					
	平均	標準 偏差	r (X,Y)	r ²	t	p
研究者の測定値 (cm)	74.8	7.3				
他者測定時の誤差率	2.4%	2.3%	0.1055	0.0111	0.9835	0.3281

また, ①定法による測定, ②猫背での測定, ③振り返っての測定, ④覗き込んでの測定, ⑤限界まで腹を凹ませて, ⑥両手を上げての測定方法をグループ変数として, 実測定値または誤差率を従属変数として分散分析を実施した結果, $p=0.0000$ で群間に有意差が認められたことから, シェフェの多重比較を実施した結果は表 4-2 のとおり, 多くの群間で有意差認められた。

6. 誤差率による測定者間の測定誤差

自己 vs 研究者の誤差率は, $(1 - \text{自己測定値} / \text{研究者による定法測定値})$ の絶対値. 他者 vs 研究者の誤差率は, $(1 - \text{他者測定値} / \text{研究者による定法測定値})$ の絶対値. 自己 vs 他者の誤差率は, $(1 - \text{自己測定値} / \text{他者測定値})$ の絶対値を用いて検討を行った結果は表 5-1 のとおりで, 限界まで腹を凹ませた測定以外では有意差は認められなかった. また, 群間の多重比較にはシェフェの方法を用いた結果は表 5-2 のとおりで, 限界まで腹を凹ませた測定時の自己 vs 研究者の誤差率と自己 vs 他者の誤差率間に有意さが認められた。

7. 腹囲差の影響の検討結果

表 6 のとおり, 研究者の測定結果と学生による他者測定の誤差率との相関係数は 0.10546 で有意差は認められなかった。

考 察

1. 本対象者の腹囲は, 最大 104cm の者もいるが, 75% 値 77.8cm, 中央値 74.0cm, 25% 値 70.5cm, であり, メタボリックシンドローム診断基準の 85cm 以上とは異なった集団である. そのため, 腹囲測定の手技による影響を定法による測定との誤差率によって評価することとした.
2. 自己測定時には, 両脇が上がることや, メジャーを読むために覗き込む姿勢を取らざるを得ないなど, 定法とは異なった姿勢を余儀なくされる. しかし, 腹囲のセルフチェックを勧めている特定健診・保健指導用教材¹¹⁾も存在する. そこで研究者による定法測定結果との比較ではあるが, 表 1 のとおり, 誤差率がどの程度生じるのかを調べた結果は平均で 1.7% ではあったが最小値 -6.7% から最大値 9.5% まで大きくばらつくことが分かった. ただ, 25% 値から

- 75%値までを見ると0%~3.2%までに収まっていた。
3. 測定者による測定誤差を見るために学生相互間での他者測定値と同一姿勢での自己測定結果では、他者の測定結果を標準とした誤差率の平均は表2のとおり、研究者の測定結果と2.4~2.9%と一定の誤差が見られたのは、自己測定と他者測定には姿勢に関わりなく一定の測定誤差が存在することが示唆された。
 4. 測定者間の測定誤差を見るために、学生相互間測定での他者測定値と研究者による定法測定結果と比較した結果、研究者の定法による測定結果を標準とした誤差率の集計結果は表3のとおりで、腹囲測定時の標準である定法による測定において、0%~13.5%まで分布していた。この集団では1%が約0.74cmとなるため、誤差の最大値は10cmにまでなる。このことはビデオを見てトレーニングしても誤差率が大きく出ることがあるというYamadaらの先行研究と同様の傾向を持つ。限界まで腹を凹ませた測定に関しては、平均誤差率は7.1%と最大値を示したが、標準偏差が6.9%あることから凹ませ方の個人差があるためと考えた。
また、被測定者の腹囲は、結果1のとおり、最大104.0cmから最小63.0cmまでの開きがあるため、腹囲が測定誤差に及ぼす場合には、被測定者の腹囲と他者（学生）による測定誤差の絶対値との間に有意な相関が見られるのではという仮説のもとに両者の相関係数を求めた。結果7のとおり有意な相関は認められなかったことから、被測定者の腹囲の差は他者測定の誤差率に影響を及ぼさないと考えた。
 5. 他者による測定では、測定する腹囲が異なるため、当研究室の同一教員の腹囲を用いて、全学生が測定する方法で測定誤差の検証を行った。当研究室の同一教員の腹囲については、2010年は90.0cm、2011年は86.0cmと異なっているため学生の測定値の誤差率を用いたが、腹囲としてはメタボリックシンドローム診断基準を超えている。その集計結果は表4-1のとおりで、腹囲測定時の標準である定法による測定において、平均1.4%で最小値0%から最大値4.1%までと、比較的誤差の少ない分布を示していたし、他の姿勢に比べて最も誤差率が小さかった。
姿勢の影響を見るために、①定法による測定、②猫背での測定、③反り返ったの測定、④覗き込みでの測定、⑤限界まで腹を凹ませて、⑥両手を上げての測定方法をグループ変数として、実測定値または誤差率を従属変数として分散分析を実施した結果、 $p=0.0000$ で群間に有意差が認められたことから、シェフェの多重比較を実施した結果は表4-2のとおりで、定法と反り返り、猫背と限界まで凹ませる、猫背と両手を上げる以外では有意差が認められたことから、測定時の姿勢の確認が重要であることが示された。
 6. 誤差率による測定者間の測定誤差
自己 vs 研究者の誤差率、他者 vs 研究者の誤差率、自己 vs 他者の誤差率間に差があるのかについての検討では、これらの3群間には限界まで腹を凹ませた測定以外では有意差は認められなかったことから、

限界まで腹を凹ませた測定が最も影響が大きいと考えた。

また、群間の多重比較にはシェフェの方法を用いた結果、限界まで腹を凹ませた測定時の自己 vs 研究者の誤差率と自己 vs 他者の誤差率間に有意さが認められたことから、自己測定の誤差が関連していると考えた。

7. おわりに

特定健診・特定保健指導における腹囲の位置づけは重要なものではあるが、現時点では腹囲の測定のみが人の手による測定になっている。今回の結果でも一部明らかになったように、人の手による測定の測定誤差は制御が困難な面があり、その腹囲を必要条件とした特定健診・特定保健指導の評価には細心の注意を払う必要があると考えた。

要約

特定健診・特定保健指導における腹囲の位置づけは、保健指導の有無と支援内容を定める上で重要なものではあるが、多くの研究で示されているように、人の手に依存する測定方法は大きな誤差を生むことになる。今回我々は、(1-正解率)の絶対値を誤差率として88名の腹囲測定結果の検討を行った。

結果と考察:1)自己測定は誤差を生む要因が多いと思われるが標準測定法の測定誤差の平均は1.7%と小さいことから、腹囲の自己測定管理が可能と考えた。2)自己測定と他者測定間には、姿勢と関わりなく一定の測定誤差が生じることがわかった。3)他者による測定については、標準測定法において0~13.5%までの誤差が生じることから、測定者に対する徹底した訓練が必要と思った。4)同一対象者の測定では、測定誤差の平均は1.4%であったが、腹囲測定時の姿勢の影響が大きく、多くの項目で有意差が認められたことから、測定の手順・手技を遵守することが重要であることが確認された。

引用文献

- 1) 高齢者の医療の確保に関する法律(昭和57年8月17日,法律80号)。
- 2) メタボリックシンドローム診断基準検討会(2005)メタボリックシンドロームの定義と診断基準.日本内科学会雑誌 **94**(4):188-203.
- 3) 日本肥満学会肥満症診断基準検討会(2000)新しい肥満の判定と肥満症の診断基準.肥満研究 **6**:18-28.
- 4) 日本肥満学会編(2011)肥満症診断基準2011.肥満研究 **17**:1-74.
- 5) International Diabetes Federation(2006)The IDF consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome. http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_

Meta_def_final.pdf.

- 6) 厚生労働省健康局(2007): 標準的な健診・保健指導プログラム(確定版):47.
- 7) 独立行政法人国立健康・栄養研究所: 腹囲測定法ビデオ <http://www0.nih.go.jp/eiken/info/kokucho.html>.
- 8) Yamada,S.,Tsukamoto,Y.,Irie,J. (2007) Waist circumference in metabolic syndrome. *Lancet*.370(9598):1541-1542.
- 9) 秦朝子他(2011)メタボリックシンドローム診断基準のための腹囲測定の標準化－光3D計測装置の開発－. 埼玉医科大学雑誌 **38(1)**:53-55.
- 10) 渡辺篤志他(2011)腹囲径および腹部断面積の非接触自動計測システムの開発と実用性評価. 生体医工学 **49(1)**:156-162.
- 11) 社団法人日本栄養士会企画運営委員会(2009)管理栄養士(栄養士)のための特定健診・特定保健指導用教材:73-74.