

X線CTによる内臓脂肪面積評価と書面指導の効果と限界

Effects and Limitations of Visceral Fat Area Evaluation and Written Instruction by X-ray CT

水井 雅人¹⁾, 笠井 智佳²⁾, 千田 豊³⁾, 田城 孝雄⁴⁾

1) 社会医療法人 峰和会 鈴鹿回生病院 診療放射線技師 2) 社会医療法人 峰和会 鈴鹿回生病院 医師
3) 四日市健診クリニック 医師 4) 放送大学大学院 医師・教授

Key words: Visceral Fat Accumulation, CT Scan, Metabolic Syndrome, Obesity

【Abstract】

The purpose of this study was to evaluate the effects of visceral fat area, abdominal circumference, and BMI on X-ray CT and the effect of comments on results.

In this method, subjects were recruited for 94 months, and 232 subjects were assessed for visceral fat area, BMI, and waist circumference, and images and guidance comments were distributed as reports to the subjects.

As a result, 57.6% of the subjects had visceral fat accumulation. These subjects were instructed to improve their lifestyle after 6 months and reexamine. However, only 9.7% of the subjects followed it. Those who followed the retest instructions did not reduce BMI or waist circumference, but tended to reduce visceral fat area.

We conclude that the motivating effect of this study is limited. However, it was estimated that visceral fat area was likely to be reduced, even if the retest did not reduce weight and waist circumference.

【要旨】

本研究は、X線CTによる内臓脂肪面積・腹囲・BMIの評価と書面指導が、被検者にどう影響するか検討した。

方法は被検者を94カ月間募集して、232人の内臓脂肪面積・腹囲・BMIを評価して、撮影画像と指導コメントをレポートにして被検者に交付した。

その結果、57.6%に内臓脂肪蓄積症を認め、それらの被検者には生活習慣改善と6カ月後の再検査を指示したが順守した被検者は9.7%であった。しかし、再検査の指示を順守した被検者群は、BMIや腹囲は減少しないが内臓脂肪面積は減少傾向であった。

われわれは、本研究の動機付け効果は限定的と結論付けた。しかし、体重や腹囲が再検査までに減少しなくても、内臓脂肪面積は減少する可能性が高いと推察した。

緒 言

現代社会の人々は摂取する諸栄養素やカロリーは格段に向上したが¹⁾、一方で消費される総カロリーは減少した。その結果、栄養不足による諸問題は減少したが、肥満者の増加による諸疾患の増加を招いている。肥満の問題はわが国のみならず世界的な問題でもある。特にBMI25以上の過体重の比率が多い国はアメリカ合衆国・メキシコ・オーストラリア・UK・中国で、これらの国では人口の60%以上が過体重である。2002年の世界保健機構(WHO)によるワールドヘルスレポートで、世界的な健康対策として先進諸国および中国やアジア諸国で急増する、心血管系の疾患対策の重要性

が指摘される¹⁾。

わが国の過体重の割合は22.4%と、前述の諸国と比較して高いとはいえないが、この半世紀ほどの間に急激な食の欧米化などによって肥満者が増加している。この背景も要因となり、比較的低いBMI領域の過体重者から生活習慣病の発症が指摘されている。つまり日本人は肥満耐性が²⁾低く、欧米諸国よりも肥満者の生活習慣病に対するリスクが大きいことを示す。1996年に当時の厚生省(現厚生労働省)は、肥満・2型糖尿病・脂質異常症・高血圧症・循環器病などを発症させる要因に個人の生活習慣が関与することに注視して、生活習慣病を中心とした疾病対策の基本方針をまとめた²⁾。その後、マルチプルリスクファクター症候群に着目して、2000年に二次健康診断等給付制度を労災保険で実施している³⁾。

動脈硬化性疾患の最大の危険因子はLDLコレステロールだが、それ以外の危険因子集積が心疾患の発症や予後を増悪させることが解明された。この集積因子がメタボリックシンドロームで、その病態基盤の一つに内臓脂肪蓄積型肥満がある。メタボリックシンド

MIZUI Masato¹⁾, KASAI Chika²⁾,
SENDA Yutaka³⁾, TASHIRO Takao⁴⁾

1) Suzuka Kaisei Hospital

2) Suzuka Kaisei Hospital

3) Yokkaichi Medical Examination Clinic

4) Graduate School of Open University of Japan

Received July 5, 2019; accepted February 27, 2020

ロームは、胃大網・腸間膜などの腹腔内臓器周囲への脂肪集積を基にして、インスリン抵抗性とこれに伴う耐糖能異常・動脈硬化惹起性リポ蛋白異常・高血圧などの危険因子が集積する心疾患病易発症状態と定義される。メタボリックシンドロームの判定基準は、2005年4月に国際糖尿病連合（IDF）とわが国の8学会により、腹部肥満を中心とした診断基準が策定された⁴⁾。その中で、わが国の診断基準は腹囲径が男性85cm以上、女性90cm以上もしくは臍周囲の内臓脂肪面積が100cm²を超える者を内臓脂肪型肥満とし、さらに高血圧・高血糖・コレステロール異常のうち2つ以上が該当する者をメタボリックシンドロームとした。また内臓脂肪面積評価にはX線CTを用いることが望ましいとされている^{5)・6)}。女性の方が腹囲の基準値が高い理由は、一般に皮下脂肪は女性の方が多いためと推察される。われわれが過去に実施した検討でも、女性は男性より腹囲と内臓脂肪の相関が弱く腹囲計測法では検出されない（腹囲が90cm未満）が、内臓脂肪面積が100cm²を超過する被検者は女性が男性の2.4倍多いと報告している⁷⁾。また皮下脂肪は内臓脂肪のように動脈硬化などの直接的な原因にならない上、内臓脂肪と比較して落ちにくい性質がある。皮下脂肪型肥満の人は、運動などによる減量効果の判定に腹囲計測法を用いても効果が判定しにくく、経過を自身で観察する際に腹囲計測を行っている場合に効果を実感できず、継続的な運動などの努力をするモチベーションを低下させてしまうことが懸念される。その点で、X線CTを用いて内臓脂肪面積を直接評価すればこのような問題は起こらない。

X線CTを用いた内臓脂肪面積評価法で用いる撮影法や画像表示法は、肥満症診療ガイドライン⁸⁾で一例は示されているものの、明確な根拠を基にしたものではなく、臨床で用いる腹部CTの条件を援用していると推察される。

過去にわれわれは、内臓脂肪面積が100cm²を超過して医師による書面指導と6カ月後の再検査を指示した被検者の中で、内臓脂肪面積が10%以上減少した被検者の体重と腹囲について検討した。その結果、内臓脂肪面積が減少した被検者の体重や腹囲の平均値は前後で有意差をもって減少することはなく、さらに内臓脂肪面積は減少したにもかかわらず、体重や腹囲が増加する例もあると報告した⁹⁾。

本研究の目的は、X線CTを用いた内臓脂肪面積評価を希望する一般市民を対象として被検者を募り、内臓脂肪面積・腹囲の解析とBMIの計算およびそれら

の結果に対するコメントを書面指導として交付した場合、被検者にどのように影響するかであり、それを検討したので報告する。

方 法

2010年7月から2017年12月までの94カ月間に、掲示物・パンフレットおよび人間ドックのオプションで被検者を募集し、その希望者232人（男女比107：125）に対して臍高部の腹部CTを撮影し、内臓脂肪面積解析ソフトウェアを用いて内臓脂肪面積評価を実施し、同時にBMIおよび得られた臍高部の画像から腹囲を求めた。腹囲は男性が85cm、女性が90cmを超えるか否か、BMIは25を超えるか否か、内臓脂肪面積は100cm²を超えるか否かで分類し、それぞれをTable 1で示す指導コメントと撮影された画像をレポートにして郵送で結果を交付した。交付したレポート例をFig.1に示す。この中で、内臓脂肪面積が100cm²を超過した被検者134人（男女比91：43）には6カ月後の再検査を指示し、被検者の初回検査と再検査の前後の内臓脂肪面積・腹囲・BMIの変化を調査した。再検査は初回検査より4カ月以上経過するか14カ月以内に受けた場合を再検査に応じたとし、それよりも早く検査を受けた被検者や遅く受けた被検者は除外した。同時に再検査順守率の観察も行った。本研究での新規の検査受付は2017年5月で締め切り、以降の検査は内臓脂肪面積が100cm²を超過して6カ月後の再検査を指示した被検者のみを集計の対象とした。被検者には検査1回当たり3,000円＋消費税の費用を徴収した。使用機器はキャノンメディカルシステムズ株式会社製Aquilion64、内臓脂肪解析ソフトウェアはサイバネット社製Slim Visionを用いた。撮影条件は管電圧120kVp、管電流300mA、回転時間0.5秒、スライス厚は6mm、再構成フィルター関数は腹部用の再構成関数（FC10）、撮影方式はコンベンショナル方式とした。本研究はデータを収集した医療機関で倫理審査を受け、承認を得ている。

結 果

再検査に応じた被検者と、再検査を指示したが再検査に応じなかった被検者の内訳をTable 2に示す。再検査を指示した134人のうち再検査に来なかった例は121人（男女比77：44）、再検査の指示に応じた例は13人であった。再検査指示の順守率は9.7%であっ

Table 1 Classification of patients by diagnosis and comments of medical doctors

CATEGORY	Visceral Fat Area (VFA)	BMI	Abdominal Circumference	Comments and Instructions
Threshold	100cm ² or more	25 or more	male : 85cm or more Female : 90cm or more	
	+	+	+	肥満があり、腹囲が正常範囲を超え、内臓脂肪の蓄積が認められますので、生活習慣と運動習慣の改善が必要です。これらの生活習慣の改善を行って6カ月後に再検査をしてください。
	+	+	-	腹囲は正常ですが、肥満を認め、内臓脂肪が蓄積しているようです。運動療法を主体とした生活習慣の改善を行って6カ月後に再検査をしてください。
	+	-	+	肥満はありませんが、腹囲も正常範囲を超え、内臓脂肪が蓄積しているようです。運動療法を主体とした生活習慣の改善を行って6カ月後に再検査をしてください。
	+	-	-	一見肥満もなく、腹囲も正常範囲にありますが、内臓脂肪が蓄積しているようです。これらの生活習慣の改善を行って6カ月後に再検査をしてください。
	-	+	+	腹囲が正常範囲を超え、肥満が認められますが、内臓脂肪の蓄積はありませんので、体重のコントロールに努めてください。
	-	+	-	腹囲は正常で、内臓脂肪の蓄積もありませんが、肥満が認められます。体重のコントロールに努めてください。
	-	-	+	腹囲のみ正常範囲を超え、肥満もなく、内臓脂肪の蓄積もありません。運動習慣を付けてください。
	-	-	-	腹囲も正常で、肥満もなく、内臓脂肪の蓄積もないので現在の生活習慣を維持してください。

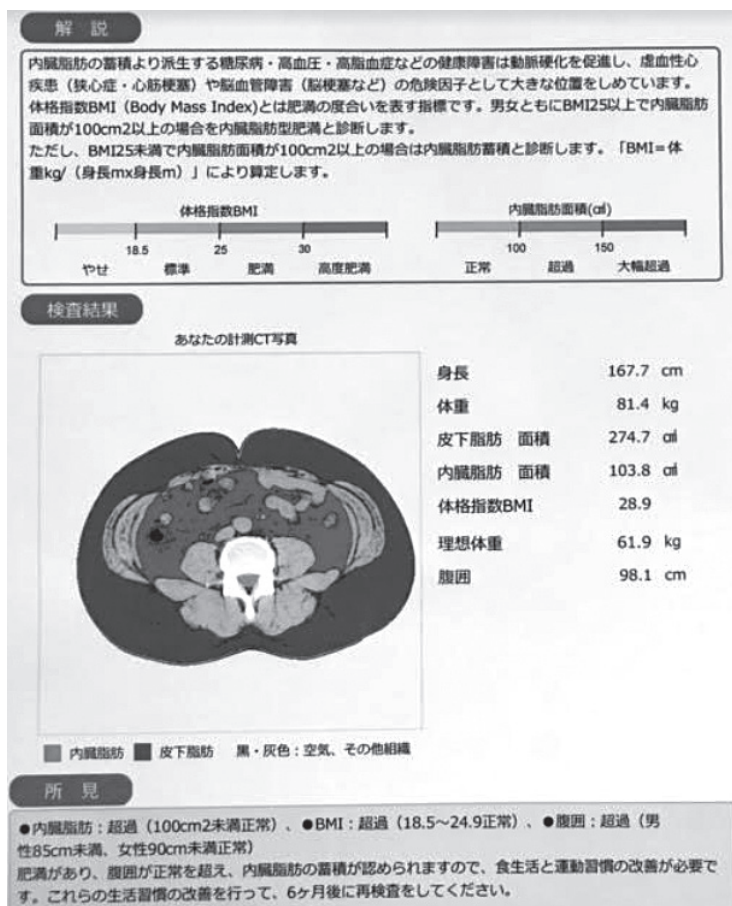


Fig.1 Report example issued to the subject

Table 2 The average value of the gender ratio, age, BMI, abdominal circumference and visceral fat area of the group that had been re-examined and were not re-examined (ignored)

	Re-Ex	Ignore
Male : Female	7 : 6	77 : 44
Age (yo)	56.6 ± 11.0	60.3 ± 11.5
VFA (cm ²)	130.2 ± 29.4	137.9 ± 31.5
BMI	26.6 ± 1.9	26.7 ± 3.3
Abdominal Circumference (cm)	89.7 ± 5.7	93.2 ± 7.5

Table 3 Comparison of initial and reexamination of subjects who have undergone reexamination

n=13 (Male : 7, Female : 6)	Before	Re-Ex
VFA (cm ²)	130.2 ± 29.4	119.3 ± 31.4
BMI	26.6 ± 1.9	26.5 ± 2.1
Abdominal Circumference (cm)	89.7 ± 5.7	89.9 ± 5.5

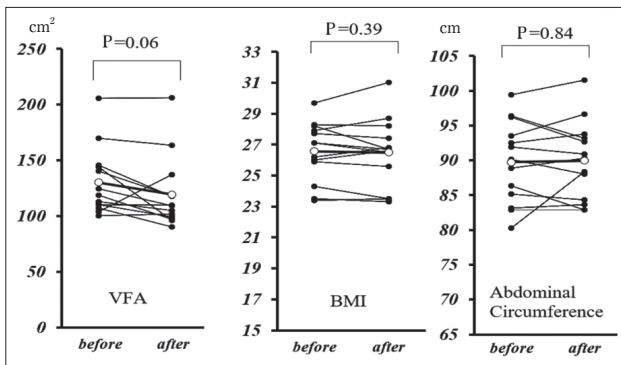


Fig.2 Changes in indicators according to instructions for reinspection

た。再検査に応じた13人の初回検査と再検査の内訳をTable 3に示す。男女比は7:6, 平均年齢は56.6 ± 11.0歳, 初回検査時の平均内臓脂肪面積は130.2 ± 29.4cm², 再検査時の平均内臓脂肪面積は119.3 ± 31.4cm², 初回検査時の平均BMIは26.6 ± 1.9, 再検査時の平均BMIは26.5 ± 2.1, 初回検査時の平均腹囲は89.7 ± 5.7cm, 再検査時の平均腹囲は89.9 ± 5.5cmであった。診断区分の内訳は内臓脂肪面積・BMI・体重の全ての項目が基準値を超えた被検者が9人(男女比6:3), 内臓脂肪面積とBMIが基準値を超えて腹囲が基準値内の被検者が3人(男女比1:2), 内臓脂肪面積が基準値を超え, BMIと腹囲が基準値内の被検者が1人(男女比0:1)であった。対応のあるt検定で内臓脂肪面積のP値は0.06, BMIのP値は0.39, 腹囲のP値は0.84であった。初回検査時と再検査時

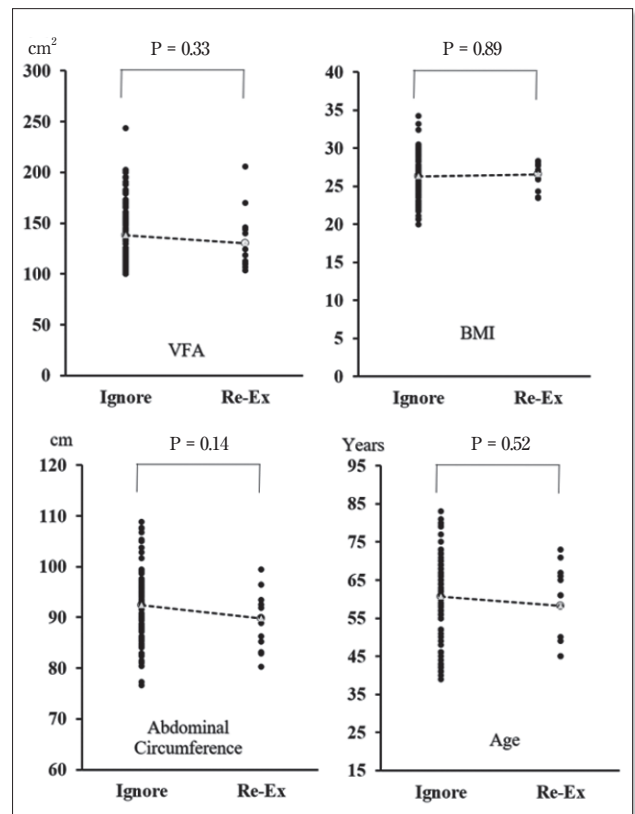


Fig.3 Comparison of people who responded to instructions for reinspection and those who did not respond

で5%水準の有意差は認められなかったが, 内臓脂肪面積が再検査時に100cm²を下回り, 内臓脂肪蓄積症解消に至った症例は4人であった(内臓脂肪蓄積症解消率30.8%) (Fig.2)。また再検査に来るまでの平均

観察期間 351.1 ± 86.2 日であった。再検査を指示したが再検査に来なかった例の121人の平均年齢は 60.3 ± 11.5 歳、初回検査時の平均内臓脂肪面積は $137.9 \pm 31.5\text{cm}^2$ 、初回検査時の平均BMIは 26.7 ± 3.3 、初回検査時の平均腹囲は $93.2 \pm 7.5\text{cm}$ であった。

再検査に応じなかった例と再検査の指示に応じた例をマン・ホイットニーのU検定で比較すると、内臓脂肪面積は $P=0.33$ 、BMIは $P=0.89$ 、腹囲は $P=0.14$ 、年齢は $P=0.52$ と、全ての項目で再検査の指示を順守した群と再検査を指示したが再検査に来なかった群との間に有意差は認められなかった (Fig.3)。初回検査を受けた全ての被検者を対象として、最終的な目標である内臓脂肪蓄積症が解消に至ったことが確認できた被検者の割合は3.0% (4/134) であった。

考 察

本研究では、内臓脂肪蓄積症を懸念し、内臓脂肪面積評価を希望する232人に対する腹部CT健診を実施した。その結果、57.6% (134人) の被検者に内臓脂肪面積が 100cm^2 を超過する内臓脂肪蓄積症を認めた。それらの被検者には郵送で運動や食事などの生活習慣を改善して6カ月後の再検査を指示したが、そのうち9.7% (13人) のみが再検査の指示を順守し、90.3% (121人) の被検者は再検査に来なかった。その理由として「再検査を指示されたことを忘れていた」「自身の内臓脂肪面積に興味があって、一度だけ受けてみた」「再検査の指示は記憶していたが、減量できた自覚・自信がなかったため再検査を受けなかった」「被検者が死亡した。もしくは再検査のための来院が困難な状況となった」などが推察される。

Fig.2は、再検査の指示を順守した群であるが、この図からはBMIや腹囲は減少していないにもかかわらず、内臓脂肪面積の平均は減少している傾向が読み取れる。BMIや腹囲は被検者自身でも簡便に計測できるが、本研究の結果から、BMIや腹囲からは内臓脂肪面積の減少効果を間接的に推察できないことが分かる。再検査の指示を受けた被検者は内臓脂肪蓄積症を指摘され、減量のために努力したにもかかわらず、自身で簡便に計測できるBMI (もしくは体重) や腹囲を途中経過の指標として用いたために減量効果を確認できず、モチベーションの低下を招き、結果として再検査を受けに来なかった可能性が推察でき、本研究において再検査順守率が9.7%にとどまった理由はこの点にあると推察できる。内臓脂肪面積が減少したにもか

かわらずBMIや腹囲の減少が確認できない点は、前述のわれわれが過去に実施した研究⁸⁾の結果と一致する。再検査順守率が低いことは、最終的に内臓脂肪蓄積症の解消を確認できる割合が3.0%にとどまった直接的な要因といえる。本来であれば、内臓脂肪面積測定を自ら希望する被検者は自身の内臓脂肪蓄積を懸念して、その実際を知りたいと考える群である。つまり健康への関心は高いといえる。再検査に応じた被検者と再検査に応じなかった被検者を比較すると、内臓脂肪面積・腹囲・BMIおよび年齢の全てに有意差はなかった。その点からも再検査を受けた群と受けなかった群には大きな差はなく、再検査を受けなかった群の中にも内臓脂肪面積が減少した被検者は少なからず存在したものと推察できる。

また再検査の指示を順守した13人の内臓脂肪面積の平均値は、 $130.2 \pm 29.4\text{cm}^2$ から $119.3 \pm 31.4\text{cm}^2$ へと全体的には減少傾向にあるものの、対応のあるt検定ではp値0.06と5%有意水準には達していない。これは、一部の被検者に著しい内臓脂肪面積の増加があり、それらを総合して統計学的な検討を行ったことに起因する。また本研究では、検査を希望した全症例から抽出しているがサンプル数が小さいことが問題点として挙げられる。実際に内臓脂肪面積が 100cm^2 を下回り、内臓脂肪蓄積症解消に至った被検者は30.8% (13人中4人) おり、内臓脂肪蓄積症解消に至らなかったにしても10%以上減少した被検者を含めると53.8% (13人中7人) いた。これらの群の被検者は、書面による医師の指導を順守して運動や食事について注意して生活をしてきたと推察できる。書面での医師による指導であってもある程度の動機付けとなるといえる。しかし、90.3%の被検者が再検査を指示しても応じることなく再検査に訪れなかった点、再検査に応じたとしてもそれが6カ月後を目安として指示したにもかかわらず、平均で 351.1 ± 86.2 日に再検査を受けに来たことを鑑みれば、動機付けの効果としては限定的であるといえる。竹中らは「健診は売りにくい商品」と説明できると指摘している¹⁰⁾。またアフターサービスである再検査に再度費用が必要となる点や、もう一度医療機関に足を運ぶ必要がある点も注目すべき問題点である。これらを改善することで再検査率の向上が期待でき、最終的に内臓脂肪蓄積症の解消を確認できる人が増加すると考えられる。

結論

自身の内臓脂肪蓄積症を懸念した人に対して、腹部CT健診で内臓脂肪面積評価を行った被検者の中で、内臓脂肪蓄積症を指摘して6カ月後に再検査を書面で指示した場合、90%以上の被検者は再検査に応じない。その理由は、被検者が6カ月後に再検査を指示されているにもかかわらず、再検査までの経過を確認する方法は体重測定（BMI算出）や腹囲計測しかないため、その経過を自身で観察しても減少を確認できないため、内臓脂肪面積についても減少していないであろうと類推したためと考えられる。ただし、サンプル数は少ないものの再検査に応じた人の内臓脂肪面積は減少傾向を示し、30.8%の被検者では内臓脂肪蓄積症が解消された。内臓脂肪蓄積症の被検者で最終的に内臓脂肪蓄積症解消を確認できた割合は3.0%にとどまった。これは再検査に応じない被検者が多いことが直接的な要因である。

腹部CT健診による内臓脂肪蓄積症に対する被検者への動機付けは限定的である。しかし、体重（およびBMI）や腹囲が再検査までの経過では減少していなかったとしても、内臓脂肪面積は減少している可能性が高い。

※本研究に利益相反はありません。

表の説明

- Table 1 被検者の診断別の分類と医師のコメント
Table 2 再検査に応じた群と再検査に応じなかった（無視した）群の男女比・年齢・BMI・腹囲・内臓脂肪面積の平均値
Table 3 再検査に応じた被検者の初回検査と再検査の内訳

図の説明

- Fig.1 被検者に交付したレポート例
Fig.2 再検査に応じた群の内臓脂肪面積・BMI・腹囲の変化
Fig.3 再検査に応じた群と再検査に応じなかった（無視した）群の男女比・年齢・BMI・腹囲・内臓脂肪面積の比較

参考文献

- 1) WORLD HEALTH ORGANIZATION: The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. World Health Organization, 2002.
- 2) 厚生労働省公衆衛生審議会：生活習慣に着目した疾病対策の基本的方向性について。平成8年12月17日。
- 3) 厚生労働省大阪労働局のホームページ https://jsite.mhlw.go.jp/osaka-roudoukyoku/hourei_seido_tetsuzuki/anzen_eisei/hourei_seido/kyufu.html より引用。2018年5月1日アクセス。
- 4) 島本和明：メタボリックシンドロームの考え方と臨床的意義（生涯教育シリーズ（72）メタボリックシンドローム up to date）（I総論：メタボリックシンドロームとは）。日本医師会雑誌，136（S29-31），2007。
- 5) 松澤佑次，他：新しい肥満の判定と肥満症の診断基準。肥満研究，日本肥満学会誌，6（1），18-28，2000。
- 6) New criteria for 'obesity disease' in Japan: Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan. Japan Society for Study of Obesity, 66（11），987-992，2002。
- 7) 水井雅人，他：当院でのメタボリックシンドロームCT健診の診断結果における男女比較。CT健診，19（2），94-101，2012。
- 8) 肥満症診療ガイドライン。
- 9) 水井雅人，他：内臓脂肪蓄積症例において減量に成功した被検者における内臓脂肪面積・腹囲および体重の比較。CT健診，23（3），32-37，2016。
- 10) 竹中晃二，他：健診実施率を高める努力とは？—効果的なポピュレーションアプローチを考える。保健師ジャーナル，64（12），1096-1101，2008。